



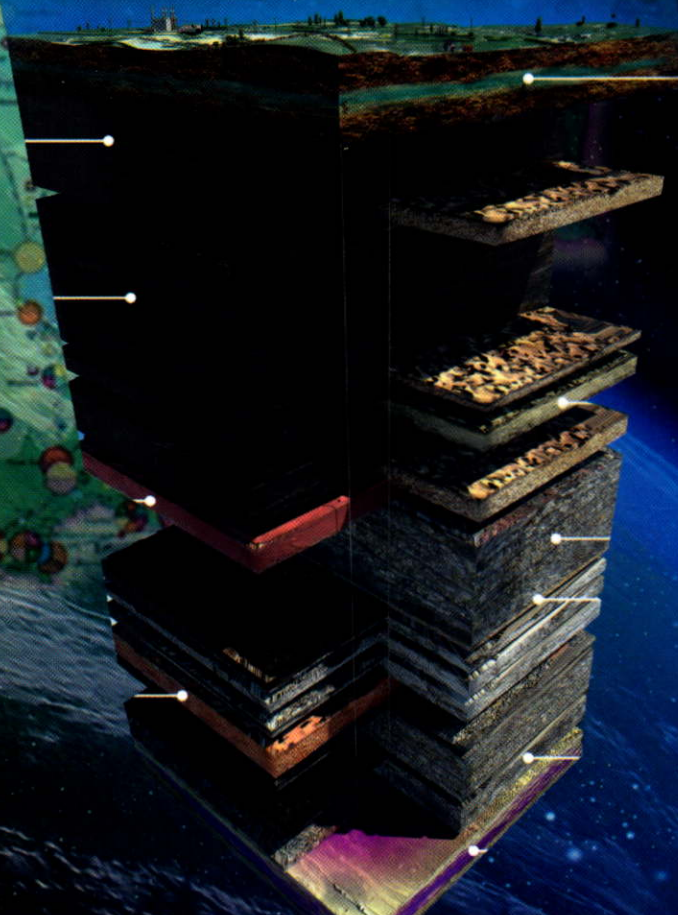
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Ә.Б. Байбатша

ГЕОЛОГИЯ

НЕГІЗДЕРІ

(геологиялық пәндер)



Алматы, 2015

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Ә.Б. Байбатша

**ГЕОЛОГИЯ НЕГІЗДЕРІ
(геологиялық пәндер)**

Оқулық

Алматы, 2015

ӘОЖ 551.1(075.8)
КБЖ 26.3 я73
Б17

*Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
«Оқулық» республикалық ғылыми-практикалық орталығы бекіткен*

Пікір жазғандар:

Рақышев Б.М. – геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор;
Құсайынов С.А. – геология-минералогия ғылымдарының кандидаты;
Жакупова Ш.А. – геология-минералогия ғылымдарының кандидаты;
Мұстапаева С.Н. – PhD докторы.

Байбатша Ә.Б.

Б17 Геология негіздері (геологиялық пәндер): Оқулық. – Алматы, 2015. – 560 б.

ISBN 978-601-217-535-6

«Геология негіздері» атты оқулық Кен ісі мамандығының оқу бағдарламасына сай жазылған. Ол «Динамикалық геология», «Геология және қатты пайдалы қазба кенорындарын барлау», «Кенорындардың инженерлік геологиясы» бөлімдерінен тұрады. Геологияның жалпы жағдайлары мен мәні, оның тақырыбы, нысандары және зерттеу әдістері, Жер туралы жалпы мағлұмат, оның Әлем кеңістігіндегі орны, Жердің жаралуы мен параметрлері, құрылысы және құрамы, геофизикалық өрістері қарастырылған. Жер қыртысы, оның құрылысы мен типтері, химиялық, минералдық және петрографиялық құрамы жеткілікті толық берілген; геологиялық (эндогендік және экзогендік) процестер сипатталған; шөгінді таужыныстардың жатыс пішіндері, қатпарлы және дизъюнктив айырылымды бұзылыстар, жер қыртысының техногендік өзгерістері сипатталған.

Екінші бөлімде пайдалы қазбалар және олардың кенорындары, кенорындар жаралуының табиғи жағдайлары мен генетикалық типтері, кенорындардың өнеркәсіптік типтері: металл, бейметалл, жанғыш және техногендік пайдалы қазбалар қарастырылған. ПҚК барлау және геологиялық-өнеркәсіптік бағалау сипатталған.

Үшінші бөлімі кен өндірісінің инженерлік-геологиялық жағдайларын қамтиды. Кенорындарды ұтымды және қауіпсіз пайдаланудың жағдайлары: орналасу жағдайлары, жерасты суы, таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылығы, таужыныстардың кен үлгімелеріндегі орнықтылығын болжауды Қарағанды таскөмір алабы және Жезқазған мыс руда кенорны мысалдарында сипаттаған.

Оқулық «Геология және пайдалы қазба кенорындарын барлау», «Кен ісі», мамандықтарында оқитын студенттерге арналған.

**ӘОЖ 551.1(075.8)
КБЖ 26.3 я73**

ISBN 978-601-217-535-6

© Ә.Б. Байбатша, 2015 ж.
© ҚР Жоғары оқу орындарының
қауымдастығы, 2015 ж.

АЛҒЫ СӨЗ

Қазақстан экономикасының және әлеуметтік дамуының қазіргі кезеңі геология саласына еліміздің минерал-шикізат базасын нығайту мен ұлғайту туралы мәселе қояды. Бұл мәселе пайдалы қазбаларды іздеу мен барлаудың инновациялық әдістерін енгізу, кенорындарды болжау мен геологиялық-экономикалық бағалаудың ғылыми негізделгендік деңгейін көтеру, геофизикалық және геохимиялық зерттеу әдістерін, Жер беті мен оның қойнауларын зерделеу үшін аэроғарыш құралдарын тиімді пайдалану негізінде іске асырылуы мүмкін.

Осы айтылғандарға байланысты кен-өндіріс өнеркәсібінде жер қойнауын, табиғатты қорғауға және тиімді пайдалануға қатысты ғылыми-техникалық прогресте геологияның мәні айрықша екені көрінеді. Геология кенорындар мен кеніштердің қазіргі кен-геологиялық ахуалының ұдайы күрделенуі жағдайларында Жер қойнауын игерудің проблемаларын нәтижелі шешуге қабілетті мамандарды даярлаудың негізі болып табылады.

Қазақстан – пайдалы қазбалардың әртүрлілігі және қоры бойынша айрықша аумақ. Ол уран мен хром және мыс, қорғасын, мырыш, марганец, вольфрам рудаларының қоры бойынша әлемде жетекші орындардың бірін алса, көмірсутектердің қоры бойынша әлем елдері арасында бірінші ондыққа кіреді. Бізде барланған қоры шамамен 60 млрд т, ал жалпы ресурсы 164,4 млрд т болатын тас және қоңыр көмірдің 300-ден астам кенорны белгілі. Республикада темір, ванадий, молибден, алтын, кен-техникалық (вермикулит, асбест, волластонит, бентонит және т.б.) және кен-химиялық (фосфорит, барит, флюорит, күкірт және т.б.) шикізаттардың ірі қоры шоғырланған. Астүздың, калий мен магний тұздарының, натрий сульфатының, бораттардың елеулі ресурстары бар. Қаптама және әшекей тастардың, құрылыс материалдарының, минералды және термалық судың қоры орасан.

Қазақстан экономикасының құрылымында минерал-шикізат комплексі жетекші жағдайға ие. Пайдалы қазбалардың барланған қоры базасында ондаған мұнай-газ өндіретін және кен-руда кәсіпорындары жұмыс істейді, олар 70-тен аса әртүрлі минерал шикізат өндіреді және өңдейді.

Қазақстанда пайдалы қазбалардың 2270-тен аса кенорындары ашылған және барланған. Олардың ішіндегі бірегейлері мен ірілері: Қашаған, Теңіз, Өзен, Қарашығанақ (*мұнай, газ, конденсат*); Қарағанды, Екібастұз, Майкөбе, Торғай алаптары (*көмір*); Соколов-Сарыбай, Қашар, Аят, Лисаковск (*темір*); Батыс Қаражал, Үшқатын III, Қтай (дұрысы Ақтай), Жезді (*марганец*); Кемпірсай кенорындар тобы (*хромит*); Баласауысқандық, Қорамсақ, Жабағылы (*ванадий*); Обухов, Шоқаш, Қараөткел (*титан*); Жезқазған, Қоңырат, Ақтоғай, Айдарлы, Бозшакөл, Шатырқұл, Октябрьдің 60 жылдығы атындағы (Көктау), Өр маңы (*мыс*); Кенді Алтайдың – Риддер-Сокол, Николаев, Зырян, Тишин, Новолениногорск және т.б.; атасулық – Жайрем, Үшқатын және т.б. және қаратаудың – Ащысай, Шалқия полиметалл кенорындары (*қорғасын, мырыш, барит*); Новоборан, Ангресор, Бөгеткөл, Шырпақайың (*никель, кобальт*); Краснооктябрь, Белинское, Шығыс Аят, Көктал, Наурызым (*боксит*); Ақшатау, Солтүстік Қатпар, Қараоба, Жоғарғы

Қайрақты, Бөгеті, Көктінкөл (*вольфрам, молибден*); Сырымбет, Донецк (*қалайы*); Бакенді, Белогорск (*ниобий, тантал*); Жолымбет, Бестөбе, Бақыршық, Юбилейное, Ақбақай, Васильков (*алтын*); Мыңқұдық, Инкай, Буденнов, Уанас, Төртқұдық, Мойынқұм, Иіркөл, Қарамұрын, Қарасан, Маныбай, Қосаша, Заозерное, Грачев, Семізбай, Меловое (Борлы) (*уран*); Қаратау мен Ақтөбе алаптары (*фосфорит*); Ансай, Шығанақ (*барит*); Ауыртас (*барит-целестин*); Тасқайнар, Құланкетпес (*флюорит*); Алтынтас, Құлан (*вермикулит*); Күлет (*слюда-мусковит*); Жітіғара, Бөгетсай, Үшбұлақ (*асбест*); Босаға, Сюрприз (*воластонит*); Алексеев, Елтай, Союзное (*каолин*); Дарбаза, Алабота (*бентонит*); Суханов, Берлин (*оттөзімді саз*); Шанқанай, Тайжүзген тобы (*цеолит*); Құмдықөл (*техникалық алмас*); Семізбұғы (*түрпі-корунд*); Ақтас, Кент, Надырбай, Қызыл-Белдеу (*оптика материалдары*); Сарыкөлболды, Итмұрынды, Ақмамедбұлақ, Пстан, Қаратау және т.б. (*асыл және әшекей тастар*); Күбірексай, Черногорск, Жайсан, Белокаменное және т.б. (*минерал бояулар*); Индер, Сатымола, Жылан (*борат, магний және калий тұздары*); Сарыағаш, Қапал-Арасан, Белогорск, Ералы, Алматы-Арасан, Жеменей, Қосалы және т.б. (*минералды су*).

Қазақстанда түрлі құрылыс материалдарының (*қаптама тас, цемент, керамзит, тасқұю шикізаты, гипс, ангидрит және т.б.*) орасан мол қоры бар.

Геология кен өндіру өнеркәсібі орналасқан табиғи органы жан-жақты зерттейді. Жер қойнауы минерал ресурстарын игеру пайдалы қазба кенорындарының табиғи жағдайларын білмей және ескермей жүргізіле алмайды.

Оқулықта пайдалы қазба туралы жалпы мәліметтер, оларды игеруді анықтайтын кен-геологиялық жағдайлар мен факторлар қарастырылған. Кенорындарды жүйелеудің бірыңғайланған генетикалық және өнеркәсіптік жіктелімі берілген. Әртүрлі қатты металл, бейметалл және жанғыш қазбалардың табиғи жағдайы мен шикізат базасы ретінде пайдалану мәселелері келтірілген.

Оқулық тиісінше үш: 1) динамикалық геология; 2) пайдалы қазба кенорындарының геологиясы және барлау; 3) кенорындардың инженерлік геологиясы тарауынан тұрады.

I бөлім

ДИНАМИКАЛЫҚ ГЕОЛОГИЯ

Кіріспе

Геология – Жер туралы ғылым (грекше *ge* – Жер, *logos* – ілім). Бұл қысқа анықтаманың мәні өте үлкен, ал мазмұны жан-жақты. Геология қазіргі кезде жаратылыстанудың ең маңызды бағыты саналады және ғылымдар циклі (жиынтығы) болып табылады. Бұл циклдің әр бөлімі геология салалары арасында өзіндік ғылыми пән ретінде де танылады.

Жалпы геология пәні Жер туралы, оның әлем кеңістігінде (ғаламда) орналасуынан бастап әртүрлі геологиялық процестер дейінгі жалпы мәліметтерді қарастырады. Бұл процестер Жер бетінде де, оның терең қойнауларында (қойнауқаттарында) да орын алып, минералдар, таужыныстар, пайдалы қазбалар, бедер пішіндері мен құрылымдарының жаралуына әкеледі.

Жер динамикасы немесе жалпы геология курсы, бір жағынан, геология (геолог, геофизик, гидрогеолог, сейсмолог, геоэколог) және техникалық (бұрғылаушы, кенші-технолог, механик, жобалаушы, құрылысшы) салалары бойынша мамандар, яғни Жер қойнауын зерттейтін және шаруашылық мақсатта пайдаланатын мамандар даярлауға негіз болатын іргелі геологиялық пән. Екінші жағынан, геологияның тарихи ғылым ретінде танымдық мәні де өте үлкен.

Қазіргі кезде геологиялық ортаны тиімді пайдалану мен қорғауға қатысты жаһандық проблеманың өткірлігі арта түсуде. Ол жер қойнауын пайдаланушылардың барлығының алдында тұрған мәселе. Бұл проблеманы шешу толығымен геология біліміне, геологиялық ғылымдар циклінің барлығына негізделетінін баса айту керек. Осыған байланысты геологияны жер қойнауын пайдаланушылар ғана емес, сондай-ақ пайдалы қазбалардың геологиясына және олардың кенорындарын барлау мен игеруге, қоршаған ортаны қорғауға байланысты мамандықтарда оқитындар да білуі тиіс. Ал пайдалы қазба кенорындары геологиялық қана емес, экономикалық та категория болғандықтан, геология экономика саласындағы мамандарға да керек.

Бұл оқулық геологияның барлық салаларын қамтиды және геология мен кен ісі ғана емес, сондай-ақ география, мұнай-газ ісі, құрылыс пен геоэкология бағыттарындағы мамандықтарда оқитын студенттерге де арналған.

1. ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТ

1.1. Геологияның тақырыбы мен нысандары

Геология – Жер туралы ғылым болғандықтан ол Жердің құрамын, құрылысын және даму тарихын зерделейді.

Геологияның *тақырыбы* – Жер планетасы. Геологияның зерделеу *нысандары* – минералдар, таужыныстар, пайдалы қазбалар, қазба органикалық қалдықтар, геологиялық процестер.

Қазіргі геология ғылымдар циклі болып табылады. Геологияның салалары арасында ғылыми пәндер жер қыртысының заттық құрамын, оның құрылысын, геологиялық процестер мен олардың тарихи реттілігін зерттейтін, сондай-ақ қолданбалы ғылымдар түріне бөлінеді (*1.1-кесте*).

1.1-кесте

Геологиялық цикл пәндерінің салалары мен аталымы

Жер қыртысының заттық құрамын зерттеу	Динамикалық геология	Жердің тарихы мен органикалық тіршілігін зерттеу	Қолданбалы геология
Геохимия	Геотектоника	Палеонтология	Пайдалы қазбалар туралы ілім
Кристаллография	Геодинамика	Стратиграфия	Гидрогеология
Минералогия	Құрылымдық геология	Тарихи геология	Инженерлік геология
Петрография	Вулканология	Палеогеография	Мұнай кәсіптік геология
Петрология	Сейсмология	Аймақтық геология	Кен өнеркәсіптік геология
Литология	Геоморфология	Планеталық геология	Экологиялық геология

Геохимия – химиялық элементтердің жер қыртысында және тұтастай алғанда Жерде таралуы мен жылыстау процестері туралы ғылым.

Кристаллография – кристалдардың ішкі құрылысын, сыртқы пішіні мен физикалық қасиеттерін зерттейді. Ол геологиямен және физикамен шектеседі.

Минералогия – минералдар (табиғи химиялық қосылыстар) туралы ғылым ретінде олардың құрамын, қасиеттерін, жаралу жағдайлары мен өзгерістерін зерттейді.

Петрография, петрология және литология – таужыныстар туралы ғылым болғандықтан, олардың құрылымын, бітімін, құрамын, жаралу заңдылықтарын, жатыс пішіндері мен таралуын жан-жақты әрі әртүрлі тұрғыдан қарастырады.

Литология – шөгінді таужыныстар туралы ілім.

Геотектоника – жер қыртысы және Жердің құрылысы мен эволюциясы туралы ғылым. Ол Жердің жаһандық құрылымдарын зерттейді.

Геодинамика – Жердің жоғарғы қабықтарын тектоникалық қозғалыстар мен өзгерістерге түсіретін процестерді зерттеумен айналысады.

Құрылымдық геология – геотектониканың бөлімі ретінде таужыныстардың жатыс пішіндерін, жер қыртысындағы оның құрылымын анықтайтын әртүрлі таужыныстардың сипатын, орналасу және өзара қатынас заңдылықтарын зерттейді.

Вулканология – жанартаулардың атқылау процестерін, құрылысын, дамуын және жаралу себептерін, шығарған өнімдерінің құрамын зерттейтін ғылым.

Сейсмология – жерсілкіну (зілзала) пайда болуы мен білінуінің геологиялық жағдайлары туралы ғылым.

Геоморфология – жер беті бедер пішіндерінің жаралуы мен дамуы туралы ғылым.

Палеонтология – өлген жануарлар мен өсімдіктер қалдықтарын зерттеу негізінде таужыныстардың салыстырмалы жасын анықтайды және бір уақытта пайда болған әркелкі шөгінді жаралымдар қатқабаттарын салыстыруға мүмкіндік береді.

Стратиграфия – шөгінді таужыныс қатқабаттары мен қабаттарының орналасу реттілігін қарастырады және палеонтология деректері бойынша олардың жасын анықтайды, соңғы кезде геофизика деректерін пайдалануда.

Тарихи геология геологиялық процестердің тарихи реттілігін зерттейді, яғни таужаралу, вулканизм, теңіз тасулары мен қайтулары, физикалық-географиялық жағдайлар, т.б. құбылыстарды қалпына келтіретін геологиялық жылнама.

Палеогеография өткен замандардың физикалық-географиялық жағдайларын анықтайды және әртүрлі геологиялық кезеңдердегі жер беті сипатын қалпына келтіреді.

Өңірлік геология жекелеген өңірлердің геологиялық құрылысы мен даму мәселелерін зерттеумен айналысады.

Планеталық геология – планета денелерінің геологиясымен айналысатын планетологияның саласы. Геологияның бұл бағыты Жердің қатты қойнауқаттары (ішкі қабықтары) дамуының, қозғалысының және Жер пішіні өзгерісінің планеталық заңдылықтары мен астрономиялық факторларын зерттейді.

Пайдалы қазбалар туралы ілім – геологиялық білімнің өте көне саласы, ол экономикаға қажет барлық табиғи минерал жаралымдарды зерттейді. Пайдалы қазбалардың әртүрлілігі мен олардың өте маңыздылығы бұл ғылымның көптеген жеке бөлімдерінің жіктелуіне әкелді. Мәселен: руда кенорындары туралы ілім, бей-руда кенорындары туралы ілім, мұнай геологиясы, көмір геологиясы, радиобелсенді элементтер геологиясы, т.б.

Гидрогеология – жерасты суының жаралуы, физикалық пен химиялық қасиеттері, қозғалысы мен жату жағдайлары және жер бетінде білінуі туралы ғылым.

Инженерлік геология – инженерлік құрылыстарды (ұңғыма, шахта, ғимарат, құбыр, жол, т.б.) тұрғызу мен пайдаланудың геологиялық жағдайлары туралы ғылым, яғни геологияны инженерлік іске қолдану жақтары мен мәселелерін зерттейді.

Мұнай кәсіптік және кен-өнеркәсіптік геология – мұнай және кен кәсіпорындарын (шахта, кеніш, карьер, ұңғыма) жобалау, салу, пайдалану және жою кезінде геологиялық сүйемелдеу мен қамсыздандыруды зерттейді.

Экологиялық геология – литосфераның биота мекендеп, тіршілік ететін горизонттарын жоғары деңгейде ұйымдасқан экожүйелер компоненті ретінде қарастырып, зерттейді. Бұл сала литосфераны бірінші кезекте адамның кең ауқымды (әртүрлі заттар мен энергетика көзі ретінде) игеруі нәтижесінде туындаған.

Геологиялық зерттеулер негізінен жер қыртысының жоғарғы горизонттарын тікелей табиғи ашылымдарда (таужыныстардың жер бетіне шыққан жерлерінде) және жасанды ашылымдарда – кен үңгімелерінде (ор, шурф, карьер, шахта, бұрғылау ұңғымалары, т.б.) жүргізіледі. Жер шарының терең бөліктерін зерттеу үшін негізінен геофизикалық әдістер (геофизика) қолданылады.

Геофизика – геологияның дербес бағыты, ол Жердің құрылысын, физикалық қасиеттерін және оның қабықтарында орын алатын процестерді физикалық әдістермен зерттейтін ғылымдар комплексі. Геофизикада тиісінше қатты Жер физикасын (сейсмология, геомагнетизм, гравиметрия, барлау геофизикасы және басқа), гидрофизика және атмосфера физикасын зерттейтін салалар бөлінеді. Геофизикалық зерттеулер геологиялық барлау түрлерінің барлығында, Жердің энергетикалық және шикізат ресурстарын болжау мен игеруде қолданылады.

1.2. Геологияның зерттеу әдістері

Жер дамуының айрықша ерекшелігіне көптеген геологиялық процестердің өте ұзақтығы мен кең ауқымдылығы жатады. Бұл процестер орасан үлкен аумақтарды камтиды және миллиондаған, миллиардтаған жылға созылады. Жекелеген адамдардың өмірі ғана емес, тіпті барлық адамзат пайда болған кезең, планета тарихымен салыстырғанда қас қағым сәт болып көрінеді. Кейбір геологиялық процестерді тікелей бақылау және лабораториялық жағдайларда оларды қайталау мүмкін емес. Бұл процестер туралы тек қана олардың нәтижелері, мысалы, әртүрлі таужыныстар мен пайдалы қазбалар, жер беті бедерінің түрлі пішіндерінің жаралуы, т.б. білінуі бойынша ғана біле аламыз. Олар жер қыртысының құрылысы мен құрамын анықтайды. Сонымен, бұл процестерді түсіну үшін олардың тарихын әр қадамы бойынша қалпына келтіру керек. Бұл ақыр соңында Жердің, оның сыртқы қатты қабығының тарихын түсінуге мүмкіндік береді. Міне осыған байланысты геология тарихи ғылым болып саналады.

Геология XVII–XVIII ғғ. ауқымында шөгіндіжиналу процесінің жалпы заңдылықтары (қабаттасқан шөгінді таужыныс қалыптасуының реті) анықталғаннан кейін сәтті дами бастады. Ал XVIII–XIX ғғ. тоғысында эзірленген шөгінді таужыныстардың салыстырмалы жасын олардың құрамында сақталған организмдер (фауна мен флора) қалдығын зерттеу негізінде анықтау әдістемесі де бұған оң ықпал жасады. Бұл организмдерді зерттеу Жер дамуының әр заманына тек осы заманға сай органикалық элементтің – Жерде осы кезде тіршілік еткен жануарлар мен өсімдіктердің белгілі бір

түрлері ғана сәйкес келетінін көрсетті. Осылай таужыныстардың салыстырмалы жасын олардың құрамындағы қазба организм қалдықтары бойынша анықтауға негізделген палеонтологиялық әдіс пайда болды. Осыдан кейін, радиобелсенді ыдырау ашылған соң, таужыныстың дәл абсолют жасын анықтаудың радиологиялық әдістері әзірленді. Бұл әдістерді қолдану жер қыртысы пайда болған уақыт 4,0 млрд жыл шамасында екенін көрсетті.

Бірақ геологиялық процестерді түсіну үшін олардың уақыты, созылу ұзақтығы мен масштабы туралы ұғымдар әлі жеткіліксіз еді. Бұл үшін олардың мәнісін, мағынасы мен бағыттылығын түсіну және түсіндіру қажет болды.

Геологияның дамуына *актуализм* (французша *актюэль* – қазіргі) деген атпен белгілі эволюциялық әдісті енгізу үлкен үлес қосты. Актуализм әдісі XVI–XVII ғғ. әлемнің жаралуы туралы діни ұғымдарға қарсы күресте кездейсоқ туындады, бірақ оны ірі ағылшын геологы Ч. Лайель XIX ғасырдың 30-шы жылдары ғана ресімдеді.

Актуализм әдісінің мәнісі геологиялық процестерді түсіну үшін қазіргі мен өткеннің байланысын анықтауда. Ч. Лайель “қазіргі кез – өткенді танымдаудың кілті”, – деп жазған, яғни қазіргі геологиялық процестерді мұқият зерттеп, олардың нәтижесін бұрынғы геологиялық процестер нәтижесімен салыстыру ғана өткеннің мәнісін толық түсінуге тура жол ашады. Актуализм принципі қазіргі геологияның дамуына өте үлкен оң ықпал жасады.

Геологияның негізгі әдісі – *геологиялық түсіру (карталау)*, ол белгілі бір аумақтың геологиялық құрылысы мен пайдалы қазбаларын жан-жақты зерттеуге қажет геологиялық жұмыстардың жиынтығы болып табылады. Геологиялық түсіруді сондай-ақ геологиялық карталау деп те атайды. Өйткені бұл жұмыс әдетте геологиялық карта жасауға жалғасады немесе геологиялық картаға негізделеді. Геологиялық карталау кезінде көптеген және әртүрлі геофизикалық, геохимиялық әдістер, аэрофото түсіру мен ғарыштық суреттер, сонымен қатар әртүрлі тереңдіктерге дейін жететін жасанды ашылымдар жасауға мүмкіндік беретін қуатты қазіргі техника кең қолданылады. Соңғы жылдары Жерді өте жоғары биіктіктерден байқауға және оны Күн жүйесінің басқа планеталарымен салыстыруға мүмкіндік беретін “*ғарыштық әдістер*” материалын пайдалану барған сайын артуда.

Эксперименттік әдістер әртүрлі геологиялық процестерді (магматизм, метаморфизм, тектоникалық процестер, т.б.) модельдеуге және әртүрлі жасанды минералдар мен таужыныстарды алуға бағытталған.

Геологияда *математикалық әдістерді және компьютерді қолдану* – перспективалы сала. Бұл саланың дамуы геологиялық ақпараттың жеделдігін, анықтығын және құндылығын арттырудың жалпы үрдісіне сай келеді. Д. Эджер жазғандай: “... қазір көптеген геологтардың негізгі жарағы балға емес, қымбат құралдар мен есептеуіш машиналар болып табылады”. Қазіргі кезде геология геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) жасау мен ГАЗ-технологиялар саласында сәтті дамуда.

Дегенмен математикалық әдістер мен компьютерді қолдану бірқатар қиындықтарға тіреледі. Ол, атап айтқанда, геологиялық түсініктер мен анықтамаларды формализациялаудың күрделілігі мен әрмәнділігіне, зерттелетін геологиялық нысандардың өзгерістері мен байланысының сандық тұрғыдан жеткіліксіз сипатталатындығына байланысты.

1.3. Геологияның мәні

Геологияның үлкен мәнділігін екі жақты қарастыруға болады – жалпы ғылыми және экономикалық тұрғыдан.

Геологияның жалпы ғылыми мәні оның табиғат туралы материалдық түсінік қалыптастыруда айрықша құндылығына байланысты. Геологиялық деректер әлемнің материалдық бірлігі мен оның дамуын көрсететін философиялық принципті диалектикалық негіздеуде өте маңызды рөл атқарады.

Экономикалық мәні геологияны экономиканың түрлі салаларын минерал-шикізат ресурстармен қамтамасыз етуге, әртүрлі азаматтық және өнеркәсіптік нысандар құрылысын инженерлік-геологиялық негіздеуге, ауыз сумен және техникалық сумен қамтамасыз ету проблемаларын шешуге байланысты.

Геология кен ісі, өнеркәсіп, энергетика және мұнай-газ индустриясы үшін айрықша мәнге ие болуда. Кен өндірісінің қарқындылығына, минерал шикізат сапасының нашарлау тенденциясының артуына және кенорындарды игерудің кен-геологиялық жағдайларының күрделенуіне байланысты бұл жағдайларды болжау көкейтесті мәселеге айналады. Осы мәселелер нысандарды түбегейлі геологиялық зерттеудің базасында ғана шешілуі мүмкін.

Қазіргі кезде жер қыртысының бетіне жақын орналасқан пайдалы қазба кенорындары негізінен анықталып болған және қарқынды игерілуде. Сондықтан қолданбалы геологияның жетекші мәселесі тереңдік комплексті геологиялық түсіру, карталау және барлау негізінде тереңдегі белдемдерді түбегейлі зерттеу болып табылады.

Жер қойнауынан алынатын минерал шикізат қорының қайта қалпына келмей азая беруі, оның шығынын мейлінше азайтып өндіру мәселесін қояды. Кенорындарды ұтымды аршу және игеру сұлбасын іздестіру үшін түбегейлі геологиялық зерттеулер жүргізу қажет. Пайдалы қазбаларды комплексті пайдалану мәселесі де өткір тұр, оны кенорындардың заттық құрамын терең зерттеу негізінде ғана шешуге болады. Пайдалы қазба өндірудің жаңа прогрессивтік әдістерін (уран, мыс, алтын рудаларын, калийлі және тас тұздарды жер астында шаймалау, күкіртті жер астында балқыту мен көмірді жер астында газға айналдыру, пайдалы қазбаларды теңіз бен мұхит түбінен өндіру), игерілетін нысандардың геологиялық құрылысын, олардың заттық құрамын, сонымен қатар оларда өтетін геологиялық және физикалық-химиялық процестерді анық білмей енгізу мүмкін емес.

Кен өндірісін қарқындыландыру оны біршама шоғырландыруға, таужыныстардың көп массасын қозғауға әкеледі. Бұл өз кезегінде табиғаттағы миллиондаған жылдар ағымында қалыптасқан тепе-теңдіктің айтарлықтай бұзылуына әкеледі. Минерал шикізатты өндіру процесінің өзі жер қыртысына ықпал жасайтын қуатты техногендік фактор болып табылады. Оның нәтижесі экзогендік геологиялық процестер әрекетіне пара-пар. Осыған байланысты қазіргі кезде геологтардың (жер қойнауын пайдаланушылардың барлығының) алдында өте маңызды проблема – геоэкология және жер қойнауын ұтымды пайдалану проблемасы көлденең тұрады. Ол табиғатты қорғаудың жалпы проблемасындағы ең маңызды буын болып табылады.

Геологияның *практикалық мәні* – пайдалы қазба кенорындарын іздеу және барлау.

Бақылау сұрақтары:

1. Геологияның зерттейтін тақырыбы мен нысандары қандай?
2. Геологияның алдына қойған мәселелері қандай?
3. Геология цикліне қандай пәндер кіреді және олар қалай сипатталады?
4. Геологияның негізгі зерттеу әдістері қандай?
5. Актуализм әдісінің мәнісі неде?
6. Геологияның ғылыми мәні қандай?
7. Геологияның практикалық мәні қандай?

2. ЖЕР ТУРАЛЫ МАҒЛҰМАТ

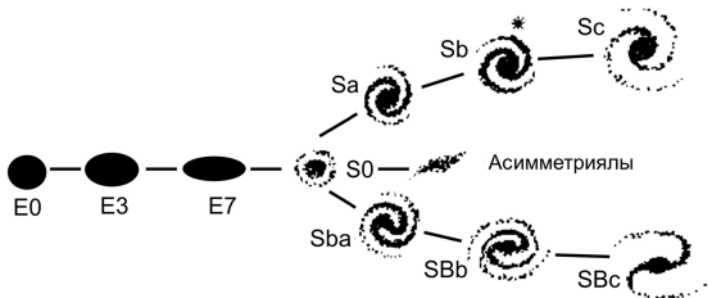
2.1. Жердің әлем кеңістігіндегі орны

Геология біздің планетаны және негізінен оның жоғарғы тас қабығын зерттейтін ғылым болғанымен, қоршаған материялық әлемді – Ғалам мен Күн жүйесін де назардан тыс қалдыра алмайды. Ол Жердің құрылысы мен дамуы басқа планеталарға біршама ұқсас және сонымен қатар айырмашылығы да бар екендігімен, ал кейбір геологиялық процестер ғарыштық құбылыстарға тікелей байланысты болатындығымен сипатталады.

Ғаламның сипаттамасы. Бізді қоршаған материялық әлем Ғалам немесе ғарыш деп аталады. Ғарыш кеңістікте де, уақытта да шексіз дүние. Материя Ғалам кеңістігінде әркелкі таралған және түрлі жұлдыздардан, планеталардан, тозаңнан, метеорлардан, кометалардан, газдардан тұрады. Ғаламның зерттеуге мүмкін бөлігі *Метагалактика* деп аталып, ол миллиардтан аса жұлдыздар шоғырынан немесе *галактикалардан* (грекше *галактика* – сүт) тұрады. Олардың арасында біздің *Галактика* да бар.

XX ғасырдың 20-шы жылдарының өзінде белгілі болғаны, ол галактика – тұмандық (газ және тозаң бұлты) емес, орасан зор жұлдыздар әлемі екендігі. Біздің Галактика немесе Құс Жолы Галактикасы – күміс түсті шоғыр, оның ауқымында 100 миллиардқа жуық жұлдыздар шоғырланған.

Ғаламда галактикалардың орасан зор саны белгілі. Астрофизиктердің пайымдауынша олардың саны миллиардқа жуық. Э. Хаббл галактикаларды бірнеше класқа бөлген (2.1-сурет).



2.1-сурет. Галактикалардың Э. Хаббл бойынша жіктелімі (П. Мур, 1999).

Жұлдызшамен құрамына біздің Галактика да кіретін галактикалар класы белгіленген

Sa класты спираль жақсы қалыптасқан, анық ядродан таралған тығыз оралған тарамдар; Sb кластың тарамдары біршама созылыңқы, оған біздің Галактика кіреді, ал ядросының тығыздығы төмендеу.

Спираль-сызық галактикалардың тарамдары ядро арқылы өтетін «көлденеңнің» конустарынан шығады. Олар SBa, SBb, SBc кластарына бөлінеді.

Эллипс галактикаларда спираль құрылымды белгілер білінбейді. Олар E7 класынан (қатты жалпайған) E0 класына (сфералыққа жуық және шар шоғырларына өте ұқсас) өзгереді.

Ақыр соңында, *асимметриялы* галактикалар да болады, олар белгілі бір пішінге ие емес. Қазіргі түсінік бойынша, галактикалардың 30% шамасы спираль, 60% – эллипс, ал 10% – асимметриялы пішінді. Бүгінгі қолда бар деректер бойынша, ең алыс орналасқан жүйелер бізден 143 миллиард жарық жылы қашықтықта және жарық жылдамдығының 90% шамасынан астамын құрайтын жылдамдықпен алыстауда.

Галактикалардың негізгі үш типін XX ғасырдың 20-30-шы жылдары Э. Хаббл және басқа ғалымдар зерттеген. Бірақ, осыдан кейінгі 70-80 жылда галактикалардың басқа типтері де белгілі болды.

Бұл, бірінші кезекте, белсенді ядролары бар және айтарлықтай радиосәулелі галактикаларға қатысты. Олардың ішінде бөлінетіні – XX ғасырдың 60-шы жылдары ашылған *квazarлар*. Оларда жұлдызды құрамдастар анықталмаған, ол болса да 10^{30} – 10^{40} Вт шамасына жететін тығыз ядроның орасан жарқылдығы фонында байқалмайды, бұл көрсеткіш Галактика жарқылдығынан ондаған мың есе көп. Бір қызығы, осы энергия өлшемі 10^{30} – 10^{40} см алқаптан ғана шығады, яғни Галактикадан жүздеген есе кіші болады. Квazarлардың радиосәулесі қарқындылығы бойынша олардың оптикалық сәулеленуімен шамалас болады, ал инфрақызыл сәулеленуі – одан да асады.

Ең заманауи аспаптар көмегімен байқалатын ең алыс нысандар – квazarлар. Біз квazarларды өте алыс қашықтықтардан көре аламыз, олар супержарқылға ие. Солардың көмегімен Ғаламның байқалатын алқабы – Метагалактиканың шекарасы қамтылған десе болады. Сонда олардың ең алысына дейінгі қашықтық мыңдаған мегапарсекті құрайды екен. Жарық квazarлардан бізге дейін миллиардтаған жыл жүреді.

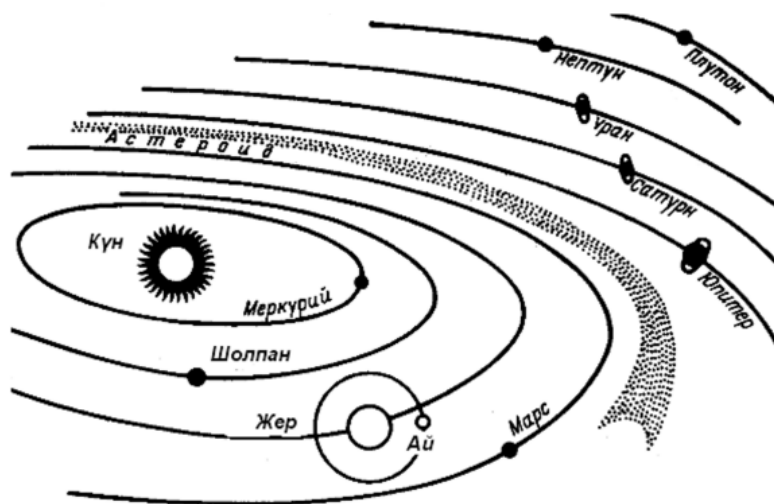
Біздің *Галактикаға* немесе *Құс жолының* құрамына Күн жүйесі кіреді. Біздің Галактика спираль типті галактикаларға жатады және 150 миллиардтан астам жұлдыздардан тұрады. Біздің Галактиканың пішіні диск сияқты. Ол планда жарық жұлдыздар шоғыры – Құс жолын жасайды, ал ядросында спираль тәрізді жұлдыздар ағыны сияқты. Осы ағындардың бірінің шетінде Күн жүйесі орналасқан.

Ғаламдағы аспан денелерінің арақашықтығы *парсек (пс)* және *жарық жылы (ж.ж.)* деген өлшемдермен, ал Күн жүйесіндегі денелердің арақашықтығы *астрономиялық бірлікпен (а.б.)* өлшенеді. 1 а.б. – Жер мен Күннің орташа арақашықтығы, 149500000 км-ге тең. Парсек – жылдық параллакске (ол 0,1"-қа тең) кері шама. $1 \text{ пс} = 3,26 \text{ ж.ж.} = 206265 \text{ а.б.} = 30,857 \cdot 10^{12} \text{ км}$.

Құс жолының диаметрі 120 мың ж.ж. шамасында (1 ж.ж. = 10^{13} км), ал дискінің қалыңдығы 1600 ж.ж.-на тең. Күн мен жұлдыздардың Құс жолы центрінің төңірегінде айналу мерзімі 170-250 млн жыл шамасында.

Күн жүйесі. Оның құрамына 9 планета мен олардың 42 серігі, 50 мыңнан аса ұсақ астероидтар (планетоидтар), сансыз көп метеорлар мен жүздеген кометалар кіреді. Күн жүйесі *компланды*, яғни планеталардың орбитасы Күннің экваторлық жазықтығына – *эклиптикасына* сәйкес келетін бір жазықтықта орналасқан, пішіні

дөңгелекке жақын. Планеталардың айналу бағыты (Шолпан мен Ураннан басқалары – бұл екі планета басқаларға кері бағытта айналады) Күннің өз осінде айналу бағытына сәйкес (2.2-сурет).



2.2-сурет. Күн жүйесі құрылысының сұлбасы

Күннің массасы барлық жүйе массасының 99,87%-ін құрайды, ал ең ірі планета Юпитердің массасы осы жүйенің 0,1% бөлігіне ғана тең. Сондықтан Күн – Күн жүйесіне кіретін барлық ғарыш денелерінің тартылыс центрі. Жүйенің барлық денелері бір-бірімен гравитациялық тартылыс күшімен байланысқан, сондықтан олар бір-біріне ықпал етеді. Күн физикалық күйі бойынша плазма шар сияқты. Оның құрамында 70 химиялық элемент анықталған, олардың ең бастылары сутек пен гелий. Күннің диаметрі Жердің диаметрінен 109 есе үлкен, орташа тығыздығы $1,41 \text{ г/см}^3$, беткі қабатының орташа температурасы 5600°C , ал жасы 6-6,5 млрд жыл шамасында.

Күннің жылу энергиясы сутектің гелийге айналуының термоядролық процестерімен терімен байланысты. Күн 1 секундта $4,2 \times 10^{26}$ Дж энергия бөліп шығарады, осы сәулелік энергияның өте аз мөлшері ғана (миллиардтан бір бөлігі) Жер бетіне жетеді. Күн шығаратын жылу мен жарық көптеген геологиялық процестерге ықпалын тигізеді.

Планеталар. Өзара орналасуы, массасы, тығыздығы және басқа параметрлері бойынша Күн жүйесіндегі планеталар *ішкі* (Жерге ұқсас) және *сыртқы* топтарға бөлінеді. Планеталар туралы негізгі мәліметтер 2.1-кестеде көрсетілген.

Жер тобындағы планеталар – Меркурий, Шолпан, Жер және Марс – өлшемдері бойынша шағын, тас және металл заттардан тұрады, тығыздығы жоғары, атмосферасының массасы өте аз, осы бойынша біршама аз жылдамдықпен айналады. Бір ерекшелігі – Шолпан планетасы Күннің осі бойынша айналуымен салыстырғанда кері бағытта айналады.

Сыртқы планеталар – Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон – үлкен өлшемдерімен, затының төмен тығыздығымен, тығыз атмосферасымен, ал оның құрамында сутек, гелий мен метанның басымдығымен, осі бойынша айналу жылдамдығының біршама жоғарылығымен сипатталады. Уран және Плутон планеталары Күннің айналуына кері бағытта айналады. Барлық планеталар ішінде ең нашар зерттелгені Плутон, оның серігі 1978 жылы ғана анықталған. Алып планеталар Юпитер, Сатурн мен Уран үшін метеорит заттарынан тұратын сақиналардың болуы тән.

2.1-кесте

Күн жүйесіндегі планеталардың сипаттамасы

Планета	Радиусы (Жермен салыстырғанда)	Тығыздығы, г/см ³	Массасы (Жермен салыстырғанда)	Атмосферасы	Осі бойынша айналу периоды	Орбитасы бойынша айналу периоды	Серіктері	Күннен қашықтығы, а.б.
Меркурий	0,39	5,50	0,04	He	59 тәулік	88 тәул.	–	0,39
Шолпан	0,97	5,25	0,81	CO ₂	243 тәулік	224,7 тәул.	–	0,72
Жер	1	5,51	1,0	N, O, CO₂, Ar	23 сағ. 56 мин.	365,3 тәул.	1	1,00
Марс	0,53	3,93	0,11	CO ₂ , N, Ar	24 сағ 37 мин 29 с	1,9 жыл	2	1,52
Юпитер	10,95	1,33	316,94	NH ₃ , CH ₄ , H	9 сағ 55 мин	11,86 жыл	16	5,20
Сатурн	9,02	0,69	94,9	NH ₃ , CH ₄	10 сағ 40 мин	29,45 жыл	28	9,54
Уран	4,00	1,71	14,66	CH ₄	17 сағ 14 мин	84 жыл	5	19,19
Нептун	3,92	2,30	17,16	CH ₄	16 сағ 3 мин	164,8 жыл	2	30,07
Плутон	0,16	1,75	0,0015	He	6,4 тәулік	248 жыл	1	39,46

Жер планетасы атмосфера, гидросфера, биосфера және ішкі қабықтары болуымен сипатталады. Ғарыштан байқау жүргізгенде Жер көгілдір мұхиттардың арасында жасылтым-сары континенттер орналасқан дене екендігімен ерекшеленеді. Оның серігі – Ай (Жерге дейінгі арақашықтығы 384395 км, орбитасы бойынша айналу мерзімі 27,32 тәулік, ал айналу жылдамдығы 1,02 км/с). Айдың Жерге әсерінің күші біздің планетада су және тас қабықтарының тасуы мен қайтуы түрінде білінеді. Бұл құбылыстар олардың арақашықтығының жақындығы мен өлшемдерінің шамалас екендігіне (Ай Жерден 4 есе кіші, ал оның массасы Жердің массасынан 81 есе аз) байланысты. Айдың тығыздығы 3,343 г/см³, тартылыс күші Жердегіден 6 есе аз. Бұл Айда атмосфераның болмауымен түсіндіріледі. Айға күн сәулесінің ықпалынан (тәуліктік температураның ауытқуы 300°С) және метеориттік бомбалау-

дан таужыныстардың қирауы, сондай-ақ магмалық (негізінен жанартаулық) әрекет тән. Ай қыртысының қалыңдығы 30 км-ден 65 км-ге дейін. Оның жоғарғы бөлігі реголиттен – түбірлік базальттар қирауының өнімінен тұрады. Қыртыстың астында мантия (2900 км тереңдікке дейін) және ядро орналасады.

Дәл өлшеулер Жердің өзіне ғана тән пішінге (фигураға) ие екендігін көрсетті, бұл фигура *геоид* деп аталады (И. Люстих ұсынған). Оның полюстік радиусы 6356,8 км, ал экваторлық радиусы 6378,2 км, орташа радиусі 6371 км.

Жер беті құрылысының жалпы заңдылықтарын сұлбалық гипсографиялық қисық көрсетеді. Континенттердің (құрлықтың) орташа биіктігі 875 м болса, мұхиттардың орташа тереңдігі 3800 м. Жер қыртысының орташа деңгейі – 2440 м. Мұхит түбінің құрылысында қайраң (шельф), континент беткейі, Әлем Мұхитының табаны бөлінеді. Оны суасты “орталық” жоталар және тереңсулық науалар күрделендіреді. Мұхиторталық жоталардың осьтік бөліктері бойымен терең (3 км-ге дейін) және кең (25-50 км) жарылым созылады, ол рифт деп аталады (ағылшынша *рифт* – шатқал, айырық).

Астероидтар. Марс пен Юпитер орбиталарының аралығында ішкі және сыртқы планеталары бөліп тұрған *астероидтар белдеуі* немесе шағын планеталар орналасқан. 2000-ға жуық астероидтар ашылған, олардың жалпы саны 100 мыңнан асады, ал жалпы массасы Жер массасының 0,001 бөлігін құрайды деген пікір бар. Ең ірі астероидтар: Церера (диаметрі 767 км), Паллада (489 км), Веста (386 км) және Юнона (190 км). Астероидтардың құрамы темірлі-тасты, ал пішіні үшкір шомбал тас сияқты.

Кометалар – ұзыншақ пішінді ғарыш денелері, құрамы алып планеталар атмосферасының құрамына жақын. Олар өте созыңқы эллипс пішінді орбиталар бойынша қозғалып, кейде Күнге жақындаса, ал кейде одан алыстап, Плутон орбитасынан асып кетеді. Кометалар ыстық денелер емес, олардың жарығы Күн сәулесінің түсуіне байланысты. 1000-ға жуық кометалар анықталған. Кометалар өздерінің орбиталарынан шығып кеткен кезде планеталармен соқтығысуы мүмкін, мұндай жағдайда воронка-кратерлер пайда болады. 1908 ж. маусымда Сібірге құлаған Тұңғыс кометасы – Жерге соқтыққан шағын комета (массасы шамамен 5 млн т) болған деген пікір айтылады. Галлей кометасы мерзімдік кометаларға жатады. Оның айналу мерзімі 76 млн жыл шамасында. Ол б.э.д. 446 жылдан 1986 жылға дейін аспанда 30 рет көрінген.

Қазір кометаның (тектиттің) Жерге соқтығысуынан пайда болған, яғни импактілік бес кратер белгілі. Солардың біреуі – Қазақстанда, Арал теңізінің солтүстігінен табылған Жаманши кратері. Кратер алаңының көлденеңі 20 км-ден асады, ал орталық воронкасының диаметрі 6 км-дей. Оны көлденеңі 50 мен 300 м аралығындағы ұсақ кратерлер қоршайды. Бұл кратер-сателиттер басты кратермен бір уақытта да, одан кейін де пайда болған. Қалған кратерлердің екеуі Африкада (Гана, Мавритания), төртіншісі – Сауд Арабиясында, бесіншісі – Тасманияда. Аспан денелері түскен алаңдар негізінен Жаманши мен Тасманияны жалғастыратын сызық бойында орналасқан. Олар көп түскен жерлердің бірі – *Қазақ даласы*.

Метеориттер – Жер атмосферасына әлем кеңістігінен келіп кіретін ғарыштық текті минерал агрегаттар. Ұсақ метеорлар (ғарыш денелері) атмосферада жанып кет-

се, ең ірілері жер бетіне дейін жетіп құлайды. Олар Жерге құлағанда соқтығысудан жарылып, воронка пішінді қопарылыс кратерлерін жасайды. Ең ірі саналатыны – Метеор кратері (Аризона штаты, АҚШ), оның диаметрі 1,6 км, ал тереңдігі 150 м. Ф. Сейсидің деректері бойынша, құлап түскен метеориттердің байқалғандарының жалпы саны 700-ден асады. Жерге құлаған метеоритті екі рет (Пришбрам, Чехия мен Лост-Сити, АҚШ) суретке түсіріп алудың сәті түскен. Бұл жағдай олардың орбита-сын дәл есептеп шығаруға мүмкіндік берген.

Метеориттер құрамы бойынша темір (сидерит), тас (эвкрит) пен темір-тас (хондрит) түрлерге бөлінеді. *Сидерит* құрамының 95%-ы темір, никель мен кобальт қоспалары бар. Олар құрамы бойынша Жер ядросына жақын екендігі байқалады. *Эвкрит* никельді темір қоспасы бар силикаттардан тұрады, құрамы бойынша жер қыртысының кейбір таужыныстарына жақын. *Хондрит* – ең көп таралған метеориттер (барлық табылымдардың 93%-ы), олардың құрамы Жердің жалпы құрамына жақындайды.

Жерге жылына 16 мың т шамасында метеориттік заттар келеді. Метеориттердің массасы бірнеше грамнан жүздеген тоннаға дейін жетеді. Табылған метеориттердің ең ірілері: Гоба (Африка) – массасы 59 т, Кейп-Йорк (Гренландия) – 33 т. Қазіргі ТМД аумағында 146 метеорит табылған. Олардың ең ірілері: Богуславка (1916 ж.) – массасы 257 кг және Сихотэ-Алинь (1947 ж.) – 130 кг.

Қазақстан аумағында да көптеген метеориттер табылған. Мәселен, 1932 жылы Новосибирскіде шыққан «Сибирская советская энциклопедияның» 3-ші томындағы «Метеориттер» мақаласында Қазақстан аумағынан табылған 5 метеорит берілген (Ө. Сұлтанов, 2001 ж.). Олардың сипаты мынадай: 1) Қарақол – 1840 жылы 9 мамырда талтүсте бұрынғы Аягөз уезіне түскен ақ хондрит, бастапқы салмағы 3 кг, конус пішінді; 2) Ямышева – 1885 жылы бұрынғы Павлодар уезінің Ямышева ауылы маңында табылған палассит, бастапқы салмағы 4,5 кг, оның ұсақ бөліктері шетел мұражайларына тарап кеткен; 3) Бестөбе – 1888 жылы Торғай облысы Николаев ауылы маңындағы Бестөбе шатқалында табылған ірі құрылымды октаэдрит, құрамындағы никельдің мөлшері 6,48%, үш данасының бастапқы салмағы 48,25 кг, басты массасы Кен мұражайында; 4) Мамыр – 1927 жылы 15 мамырда бұрынғы Шымбай мен Қызылорда уездерінің шекарасында Мамырдың қырық құдығы шатқалына түскен хондрит, жергілікті адамдар бөлшектеп таратып алып кеткен, салмағы 58,8 г кесегі ғылым Академиясында; 5) Тарбағатай – түскен уақыты белгісіз, массасы 101 г кесегі Россия ғылым Академиясында.

2.2. Жердің құрылысы, қасиеттері және құрамы

Жер Күн жүйесіндегі ең дамыған планета ретінде орталық симметриялы қабықтардан тұратындығымен сипатталады. Жер қабықтары (геосфералар) құрамымен, физикалық қасиеттерімен, затының күйімен ерекшеленіп, сыртқы және ішкі қабықтарға бөлінеді. Сыртқы геосфераларда тікелей зерттеу жүргізуге болады. Ішкі геосфералар негізінен жанама (геологиялық, геофизикалық, геохимиялық)

әдістермен зерттеледі. Жердің сыртқы және ішкі геосфералары өзара және ғарыш кеңістігімен тығыз байланысты.

Сыртқы геосфералар

Жердің сыртқы қабықтары – атмосфера, гидросфера мен биосфера. Бұл қабықтар бір-бірімен кірігіп, өзара және жер қыртысымен ұдайы әрекеттеседі. Олардың әрекеттесуі материя мен энергия алмасу түрінде білінеді.

Атмосфера – Жердің газ тәрізді ауа қабығының массасы. Оның мөлшері $5,15 \cdot 10^{15}$ т немесе барлық Жер массасының 0,00009% шамасында. Атмосфера массасының басты бөлігі (90%) 16 км биіктікке дейінгі қабатта шоғырланған, ал 100 км-ден жоғарыда атмосфералық ауа массасының миллионнан бір бөлігі ғана орналасқан. Атмосфера үш горизонтқа – тропосфера, стратосфера мен ионосфераға жіктеледі. Стратосфера ауқымында қалыңдығы 25-30 км *озон қабаты* орналасады, ол барлық тіршілік үшін қатерлі Күн радиациясы ультракүлгін сәулесінің көп бөлігін жұтып алады. Атмосфераның жоғарғы шекарасы 1300 км биіктікте орналасады. Одан жоғары жақта оның құрамы планета аралық кеңістіктің құрамына жақындайды.

Атмосфераның басты компоненттері – азот (78,09%), оттегі (20,95%), аргон (0,93%) мен көміртек қостотығы (0,03%). Олар құрғақ ауаның 99,99% мөлшерін құрайды; шағын құрамдас бөліктеріне озон, сутек, инертті газдар жатады. Жер атмосферасының құрамында айрықша орынды ылғал, ұсақ коллоид бөлшектер, әртүрлі текті (табиғи, ғарыштық, антропогендік) тозаң алады.

Күннің Жерге жететін толық энергиясы 173 млрд кВт шамасында болады. Бұл энергияның 2/3 бөлігі атмосфера мен Жер бетінде жұтылса, ал қалған бөлігі қайта шағылысады немесе сейіліп кетеді. Планетадан шағылысқан жылу бөлінуінің мөлшері *альбедо* деп аталады. Жер альбедосы 0,35 шамасында.

Гидросфера. Жердің су қабаты, құрамына барлық жер беті, жер асты суы және мұздықтар кіреді.

Биосфера Жердің органикалық тіршілік бар жоғарғы горизонттары кеңістігінің барлығын қамтиды. Қазіргі биосфераға гидросфера түгелдей, литосфераның жоғарғы бөлігі және атмосфераның төменгі (озон қалқанынан төменгі) бөлігі кіреді.

Ішкі геосфералар (қойнауқаттар)

XX ғасыр басындағы ең маңызды ғылыми жаңалық – Жердің сейсмология деректеріне негізделген құрылысы концентрлі, тығыздығы әртүрлі қабықтардан, яғни жер қыртысынан, мантия мен ядродан тұрады деген тұжырым (*2.3-сурет*).

Жер қыртысы – Жердің қатты қабығы. Оның қалыңдығы мұхиттардың астында 5-10 км болса, континенттерде – 70-80 км-ге жетеді, ал орташа мәні – 33 км. Жер қыртысының шекаралары жоғарғы жағында *жер бетімен* (атмосфера мен Әлем мұхиты аралығында); төменгі жағында (мантия аралығында) *Мохоровичич бетімен* немесе *Мохо шекарасымен* шектеседі. Жер қыртысының құрамында *Si* және *Al* басым болғандықтан, оны “*сиал*” деп те атайды.

Мантия – аралық қойнауқат, ол Мохо (жоғарғы жағында) және Вихерт-Гутенберг (төменгі жағында) беттерімен шектеледі. Бұл геосфера Жердің ең ірі элементі, планета көлемінің 83%, ал массасының 66% шамасындағы бөлігін құрайды. Оның құрамында физикалық параметрлерінің мәні бойынша екі қабықшаға бөлінеді: 1) жоғарғы мантия (Мохоровичич бетінен 950 км тереңдікке дейін); 2) төменгі мантия (2900 км тереңдікке дейін).



2.3-сурет. Жердің ішкі құрылысы (Гутенберг-Буллен моделі)

Жер ядросы – ішкі (орталық) ең тығыз қатқабат. Бұл геосфера Жер көлемінің 17%-ға жуығын алып жатыр, ал массасының 34%-ын құрайды.

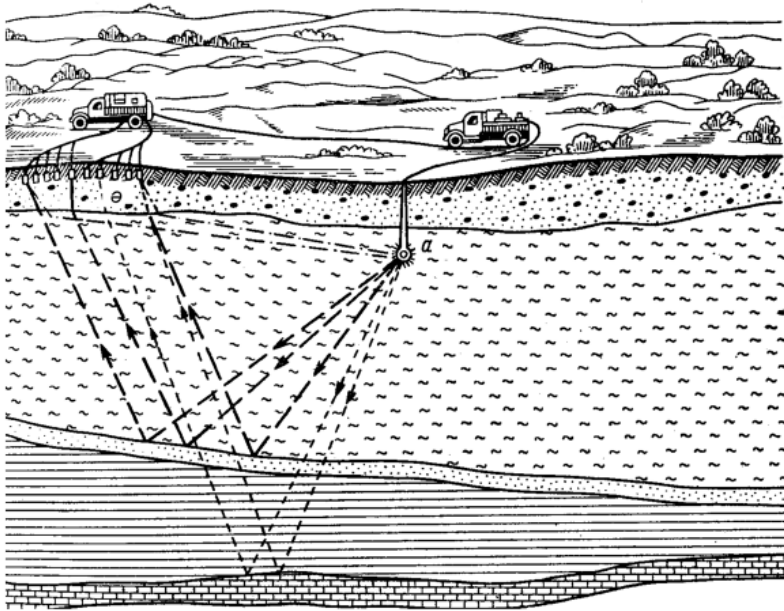
Жер физикасы (геофизикалық өрістер)

Гравитация өрісі. Жердің тартылыс күші білінетін ауқымдағы кеңістік *ауырлық күші* немесе гравитация (лат. *гравитас* – ауырлық) өрісі деп аталады. Ол біздің планета қойнауындағы массалардың таралу сипатын көрсетеді және Жер пішінімен тығыз байланысты. Жер бетіндегі әр нүктеге ауырлық күшінің белгілі бір шамасы тән. Жердің орталығында (центрінде) ауырлық күші нөлге тең. Ауырлық күшінің жердегі өрісін зерттейтін ғылым *гравиметрия* деп аталады. Еркін құлау үдеуін арнайы құрал – *гравиметр* көмегімен өлшейді. Жер бетіндегі немесе оған жақын ауырлық күші өрісін (Жердің гравитация өрісін) зерттеуге негізделген әдісті *гравиметриялық әдіс* немесе *гравитарлау* деп атайды.

Жер затының *тығыздығы* оның қойнауында сейсмикалық толқындар таралу жылдамдығын анықтайды. Жер қыртысындағы сейсмикалық толқындарды зерттеуге *сейсмометриялық әдіс* (немесе *сейсmobарлау*) негізделеді. Ол қазіргі кезде басқа геофизикалық әдістер арасында жетекші орын алады. Сейсmobарлауда серпімді толқындарды қоздыратын жасанды толқын көзі қажет. Бұл көз ретінде тереңдігі

аз ұңғымалардағы жарылыс пайдаланылады. Сейсмикалық толқындар жылдамдық өзгеретін шекараға жеткенде шағылысып, тіркеуші жүйелерге түседі. Бұл жүйе құралдар сериясынан – *сейсмографтардан* тұрады (2.4-сурет). Жарылыс пунктiнен әр сейсмографқа дейiнгi қозғалыс уақыты графиктерге қисықтар түрiнде салынады. Бұл қисықтар *годографтар* деп аталады.

Радиобелсендiлiк өрiсi. Жер қыртысында және бiздiң планета бойынша радиобелсендi элементтер атомының таралуы мен шоғырлануы ерекше мәнге ие. Бұл элементтер ыдыраған кезде жылу бөлiнедi, ол Жердiң жылу режимiн айтарлықтай анықтайды. Жер қыртысын құрайтын радиобелсендi таужыныстар мен минералдарды арнайы құрал – *радиометр* көмегiмен зерттейдi. Таужыныстар радиобелсендiлiгiн зерттейтiн әдiс *радиометрия* деп аталады. Бұрғылау ұңғымаларында таужыныстар радиобелсендiлiгi гамма-каротаж әдiсiмен зерттеледi. Таужыныс радиобелсендiлiгi қарқындылығының өлшем бiрлiгi *мкp/сағ*.



2.4-сурет. Сейсmobарлау жұмысының шағылысқан толқындар әдiсi:
a – жасанды жарылыс; *ә* – шағылысқан толқындар; *в* – сейсмоқабылдағыштар

Жылу өрiсi. Жердiң жылу өрiсi немесе жылуы (*геотермика* немесе *геотермия*) сыртқы және iшкi энергия көздерiнен жаралады. Сыртқы энергияның басты көзi – Күн. Жердiң iшкi жылу көздерi: элементтердiң радиобелсендi ыдырауы; заттың гравитациялық дифференциациялану энергиясы; планета қалыптасқан кезден сақталған қалдық жылу; полиморфтық электрондық, фазалық өтулер мен химиялық реакциялардың экзотермикалық әсерi; нейтрино әрекетiне байланысты жылу; жерсiлкiнуде босап шығатын серпiмдi энергия; тартылыс үйкелiсi процесiне байланысты жылу, т.б.

Жылу өрісі *геотермикалық градиентпен*, яғни температураның әр 100 м тереңдікте қанша градусқа артатындығымен сипатталады. Жердің әртүрлі алқаптарындағы геотермикалық градиент бір-бірінен едәуір өзгешеленіп, $0,1-0,01^\circ\text{C}/\text{м}$ ауқымында өзгереді, оның планета бойынша орташа мәні $3^\circ\text{C}/100\text{ м}$. Геотермикалық градиентке кері шама – *геотермикалық саты*, ол температура 1°C -қа арту үшін қандай тереңдікке төмендеу керек қашықтықты көрсетеді.

Жердің жылу өрісін зерттеу Жер жылуын (геотермика энергиясын) практикалық пайдалану мәселесін шешуге, пайдалы қазба кенорындарын жерасты тәсілімен игеру жағдайларын болжауға қажет. Сонымен қатар, Жер қойнауының жылу режимі жанғыш пайдалы қазба мен сульфид руда кенорындарының индикаторы болады. Сондықтан жылу өрісінің ауытқы (аномал) параметрлері іздеу-барлау жұмыстарында пайдаланылады.

Магнит өрісі. Жер шарының айналасында және оның ішінде магнит өрісі бар. Ғарыштық зерттеу деректері бойынша ол планетаның шегінен Жер радиусынан он есе артық қашықтыққа созылып, *магнитосфера* жасайды. Магнитосфераның сыртқы пішіні күрделі асимметриялы, конфигурациясы мен күші өзгеріп тұрады. Магнитосфераның асимметриялылығы Күн желінің (ғарыштық сәуле тасқынының) ықпалына байланысты. Геомагнит өрісінің негізгі сипаттамалары: оның ауытқуы, еңістенуі мен кернеулігі.

Магниттік ауытқу деп магнит стрелкасының осі (магниттік меридиан) мен географиялық меридиан арасындағы бұрышты айтады. Магниттік ауытқудың бұрыштық мәндері бірдей нүктелерін қосатын сызықтар *изогоналар* деп аталады. Нөлдік ауытқуға сәйкес келетін изогонаны *агониялық қисық* дейді. Ол жер бетін екі бөлікке жіктейді: Атлант және Индия мұхиттарының алқаптары мен Африка, Еуропаның едәуір бөлігінде – батысқа қарай ауытқу, ал жер бетінің басқа бөлігінде – шығысқа қарай ауытқиды. Магниттік ауытқу Қазақстан аумағында шығысқа қарай және оның мәні әр жерде әртүрлі болады. Мысалы Алматыда $4^\circ30'$ шамасында болса, ал Астанада 9° -қа жуық.

Магниттік еңістену деп магнит стрелкасының (вектордың) горизонтқа (көлбеу жазықтыққа) еңіс орналасу бұрышын айтады. Еңістену солтүстік және оңтүстік түрлерге бөлінеді. Оның мәні 0 мен 90° аралығында өзгереді. Магнит еңістенуінің мәндері бірдей нүктелерін қосатын сызықтарды *изоклиналар* деп атайды. Нөлдік изоклина *магниттік экватор* деп аталады.

Пайдалы қазбаларды ауданның магнит өрісін зерттеу негізінде іздеу геофизикалық әдістердің жақсы дамыған саласы – *магниттік барлау (магнитбарлау)* әдісімен іске асырылады. Магнит өрісінің көрсеткіштерін (немесе толық кернеулікті) арнайы құрал – *магнитометрмен* өлшейді. Түбегейлі жұмыстар кезінде жербеттік түсіру, ал аймақтық зерттеулерде – өнімділігі жоғары *аэромагниттік* (арнайы жабдықталған ұшақтар жақтауынан) зерттеу жүргізіледі.

Электр өрісі Жер магнетизміне тығыз байланысты. Ол, атап айтқанда, теллурлық (табиғи) ток түрінде білінеді. Шектеулі электр өрісі сульфид руда денелерінің шекараларында, минералды су циркуляциясы кезінде, т.б. анықталады. Жер қыртысында электр тогының таралуы едәуір дәрежеде таужыныстардың электрлік қасиеттерінің

білінуін анықтайтын оның геологиялық құрылысы ерекшеліктеріне байланысты. Осындай қасиеттердің негізгісі – таужыныстардың меншікті электр кедергісі, оны *Ом·м* өлшемімен өлшейді.

Қазіргі кезде Жердің табиғи өрісін пайдалану негізінде жер қыртысының ішкі құрылысын зерттеудің, пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлаудың геофизикалық әдістері әзірленген. Осы мақсатта *электрлік барлау (электрбарлау)* әдістері қолданылады. Олар табиғи немесе жасанды (қоздырылған) тұрақты немесе айнымалы токтың электр өрістерін пайдалануға негізделген. Электрбарлау далалық жағдайда немесе бұрғылау ұңғымаларында (*электркаротаж*) жүргізіледі.

Жер химиясы (геохимия)

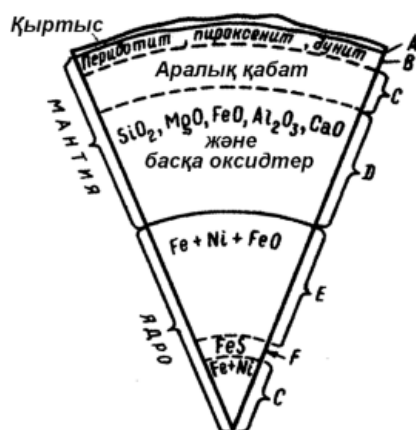
Соңғы деректер бойынша, Жерде 285 химиялық элемент пен олардың изотоптары бар көрінеді. Академик А.Е. Ферсман Жердің химиялық компоненттері туралы қазіргі білім деңгейін былай сипаттаған: жақсы белгілісі – 1,1%; шала белгілісі – 3,6%, әлі белгісізі – 95,3%. Алғашқы цифрлар (1,1% пен 3,6%) жер қыртысының жоғарғы горизонттарына қатысты. Олардың химиялық құрамын 16 км тереңдікке дейінгі деңгейде зерттеумен америкалық геохимик Кларк Франк Уиглсуорт (1847–1931 жж.) 40 жыл бойы айналысып, оның нәтижесін алғаш рет 1889 ж. жарыққа шығарған. Оның құрметіне А.Е. Ферсман 1923 ж. жер қыртысындағы химиялық элементтердің орташа мөлшерін *кларк* деп атауды ұсынған. Элементтер кларкі жер қыртысы көлемінде есептеп шығарылып, салмақтық немесе көлемдік процентпен өрнектеледі.

Жердің жалпы құрамын оның жоғарғы қабығы – жер қыртысының құрамымен салыстыру, Жерде оның ядросының әсер етуінен ауыр металдардың – темір мен никельдің үлесі күрт артатынын (тиісінше олар Жерде 35–40%, ал жер қыртысында 2,4–3,5%) көрсетті.

Жер ядросы қазіргі түсініктер бойынша сидеролиттің (темір-гас метеорит) құрамына жақын, яғни темір-никель құрамды болуы ықтимал. Металдарды соққылау арқылы сығу эксперименттері көрсеткендей, сыртқы ядро (*E* белдемі) сұйық күйде болады, оның құрамына темір мен никельден басқа темір оксидтері кіреді, ал темір-никель қорытпасы 84-92% мөлшерінен аспайды.

4980-5120 км тереңдіктер аралығындағы өтпелі қабаттың (*F* белдемі) құрамына *күкіртті темір – троилит FeS* кіреді, ол сидеролиттерге тән қосылыс (*2.5-сурет*).

Жер мантиясы көлемі мен массасы бойынша ең үлкен геосфера және құрамы өте күрделі, ол туралы геосфералардың жаралуы туралы қазіргі түсініктер негізінде тұжырым жасауға болады. Осы түсінік бойынша геосфералар Жердің бастапқы заты оның қойнауы қатты қызған кезде дифференциациялануға (қабаттарға жіктелуге) ұшырауынан қалыптасқан. Жіктелудің бірінші кезеңінде бастапқы заттан ауыр металдар – темір мен никель балқып шығып төменге батып, Жердің қазіргі ядросын қалыптастырған. Балқыған ауыр металдар бөлініп кеткеннен кейін қалған зат – *пиролит* қазіргі мантияны құраған. Мантия затының дифференциациялану процесі қазір де жалғасуда.



2.5-сурет. Жердің қимасы және қойнауқаттарында химиялық құрамы әртүрлі алқаптардың бөлінуі

Жер қыртысы қазіргі түсініктер бойынша заттың дифференциациялану нәтижесі болып табылады. Ол қыртыс горизонттарына тән термодинамикалық жағдайларда жаралған элементтер қосылыстарынан тұрады. Бұл химиялық қосылыстар минералдар деп аталып, олар өз кезегінде таужыныстар құрамына кіреді.

Бақылау сұрақтары:

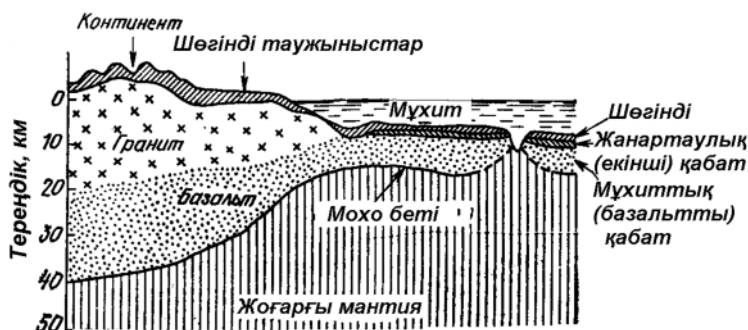
1. Геосфералар деген не және олар қандай түрлерге бөлінеді?
2. Сыртқы геосфералардың сипаттамасы?
3. Ішкі геосфералардың сипаттамасы?
4. Жердің гравитация өрісінің мәнісі қандай, оны қалай зерттейді?
5. Жер радиобелсенділік өрісінің маңызы қандай?
6. Геотермиканың (Жердің жылу өрісінің) маңызы қандай?
7. Жер магнит өрісінің маңызы қандай?
8. Жер электр өрісінің маңызы қандай?
9. Жер құрамында химиялық элементтердің таралу сипаттамасы қандай?

3. ЖЕР ҚЫРТЫСЫ, ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ТИПТЕРІ ЖӘНЕ ҚҰРАМЫ

Жердің жоғарғы қабығын, яғни жер қыртысын жеке қарастырудың себебі, бұл геосфера геологтар мен кеншілердің басты нысаны. Ол адам тіршілік және өндірістік әрекет ететін орта болып табылады.

Жер қыртысы құрылысы. Оның ең маңызды ерекшелігі – тік және көлбеу бағыттарда байқалып, анық білінетін әркелкілігі.

Тік бағыттағы әркелкілік. Жүйелі зерттеулер негізінде жер қыртысының құрамында үш қабық (немесе қойнауқат) бөлінген. Олар құрамы, қасиеттері және жаралуы бойынша әртүрлі таужыныстардан тұратын стратисфера (шөгінді қабық), гранитті және базальтты қабаттар (3.1-сурет).



3.1-сурет. Жер қыртысының құрылысы мен типтері

Стратисфера (латынша “*стратум*” – қабат) шөгінді және жанартаулық-шөгінді, яғни саз бен сазды тақтатастардан (42%), құм (20%) мен жанартаулық (19%) таужыныстардан тұрады. Бұл қабық Жер бетін толығымен дерлік жауып жатады әрі терең ойпаңдарда оның қалыңдығы 20–25 км шамасына (мысалы, Каспий маңы ойпаты) жетеді. Оның жер қыртысы бойынша орташа алғандағы қалыңдығы 3 км. Шөгінді таужыныстарға шамалы дислокациялану, біршама төмен тығыздық пен диагенезге сәйкес келетін шамалы өзгерістер тән. Жанартаулық таужыныстар шектеулі таралған. Барлық шөгінді таужыныстардың орташа тығыздығы $2,50 \text{ г/см}^3$, оның мәні $2,28\text{--}2,80 \text{ г/см}^3$ шамасында болады. Шөгінді тыста серпімді толқындар таралуының жылдамдығы оны құрайтын таужыныстардың заттық құрамына, нығыздалу дәрежесіне байланысты болып, $1,8\text{--}5,0 \text{ км/с}$ аралығында өзгереді.

Гранитті қабық (қойнауқат) деп шартты түрде оны құрайтын таужыныстардың граниттерге ұқсастығына байланысты атаған. Ол гнейс (37,6%), гранодиорит (19,9%), гранит (18,1%), амфиболит (9,8%), кристалды тақтатас (9,0%), сонымен қатар габбро, мәрмәр, сиенит, т.б. таужыныстардан тұрады. Гранитті қойнауқатты құрайтын таужыныстар заттық құрамы мен олардың дислокациялану дәрежесі бойынша әртүрлі. Олар өзгеріске түспеген әрі метаморфталған таужыныстардан тұрады. Гранитті қойнауқаттың тығыздығы таужыныстардың құрылысы мен құрамына байланысты $2,60\text{--}2,80 \text{ г/см}^3$ шамасында өзгереді, оның орташа мәні $2,70 \text{ г/см}^3$ болады.

Гранитті қойнауқат шөгінді қабықтан күрт сейсмикалық шекара бойынша бөлінеді (шекарада жылдамдықтың секірісі 0,7 км/с). Гранитті қойнауқаттағы серпімді толқындар таралуының қабаттық жылдамдығы 5,0–6,5 км/с аралығында өзгереді, орташа мәні 6 км/с шамасында. ТМД аумағында гранитті қойнауқаттың қалыңдығы 6 км-ден 40 км-ге дейін. Бұл қойнауқат кейде қимада жоқ болуы да мүмкін. Гранитті қойнауқаттың төменгі шекарасы *Конрад сейсмикалық беті (шекарасы)* деп аталады.

Базальтты қабық – жер қыртысының үшінші қойнауқаты. Ол кристалды әрі тығыздау таужыныстардан тұрады. Олар қасиеттері бойынша базальттарға – магмалық таужыныстарға жақын. Қойнауқат әртүрлі дәрежеде метаморфталған магмалық таужыныстардан тұрады. Кей жерлерде базальтты қойнауқат пен мантия аралығында базальттан тығыздығы жоғары таужыныстар орналасады, олар *эклогит қабаты* деп аталады.

Базальтты қойнауқат таужыныстарының орташа тығыздығы 2,9 г/см³, ал тығыздық мәнінің өзгеруі 2,8–3,2 г/см³ аралығында. Сейсмикалық толқындардың (V_p) таралу жылдамдығы 6 км/с-ден 7,5 км/с-ке дейін. Толқындар таралуының ерекшеліктері базальтты қойнауқаттың тік бағыттағы қимасында петрографиялық құрамы әркелкі комплекстер болуымен сипатталады.

Біздің планета жер қыртысының орташа қалыңдығы 33 км, ал Қазақстан ауқымында – 40-45 км. Планетаның жекелеген бөліктерінде оның мәні орташа қалыңдықтан едәуір ауытқиды. Мәселен, жер қыртысының минимал қалыңдығы (5-12 км) мұхиттарға тән, ал максимал қалыңдық (70-80 км) – континенттердің биік таулы алқаптарында. Жер қыртысының астыңғы шекарасы жер бетін айнадағы бейнедей қайталайды. Континенттер астында ол мантияға тереңдей батады, мұхиттар астында Жер бетінде жақындайды, бұл құбылыс “изостазия” принципіне сай келеді. Жер қыртысы мантиядан *Мохоровичич шекарасы (Мохо ажырамасы немесе беті)* арқылы бөлінеді.

Көлбеу бағыттағы әркелкілік. Жер қыртысы құрылысының алаңдық әркелкілігі алдымен оның континенттер мен мұхит ойпаңдары ауқымындағы құрылысының әртүрлі болуымен білінеді. Бұл жағдайды алғаш рет сейсмикалық деректер бойынша Б. Гутенберг анықтаған. Геологиялық құрылысының типі бойынша ажыратылатын қыртыс бөлікшелері *құрылымдық элементтер* деп аталады.

Кеңістіктегі даму заңдылықтары бойынша мұхиттар мен континенттер, яғни I-ші реттік планеталық құрылымдар – өздерінің геологиялық құрылысы мен даму сипаты бойынша айтарлықтай өзгешеленеді. Осы I-ші реттік құрылымдық элементтер ауқымында геологиялық құрылысы мен даму ерекшеліктері бойынша II-ші реттік құрылымдар бөлінеді: континенттерде – платформа және геосинклин (таулы-қатпарлы) алқаптар; мұхиттық қыртыста – платформалар мен мұхит орталық жоталар. Аталған II-ші реттік құрылымдар өз кезегінде құрылымдық ерекшеліктері бойынша ұсақ (жоғары реттік) құрылымдық элементтерге бөлінуі мүмкін, мысалы: жаһандық (III-ші реттік), аймақтық (IV-ші реттік) және жергілікті (V-ші реттік).

Қыртыстың минимал қалыңдығы платформаларда, максимал қалыңдығы таулы-қатпарлы алқаптарда (геосинклиндерде) байқалады.

Платформа (французша “*плат*” – жазық, “*форм*” – пішін) – байтақ тектоникалық тұрақты алқаптар. Олар жер қыртысы қалыңдығының орташа және тұрақты мәндерімен, шөгінді таужыныстардың көлбеу немесе көлбеуге жақын жатысымен, жазық бедерімен сипатталады. Платформалардың құрылысы екі ярусты болып, көнелеу кристалды іргетастан және оны жауып жататын шөгінді тыстан тұрады. ТМД аумағында Шығыс Еуропа және Сібір көне платформалары орналасқан.

Тектоникалық белсенді немесе қазір аз қолданылатын *геосинклин* (грекше “*ге*” – жер; “*син*” – бірге; “*клин*” – еңіс) деп сызықтай созылған қозғалмалы тектоникалық белдемдерді айтады. Олар қалыңдығы 70-80 км-дей жер қыртысынан тұрады және оның күрт ауытқуларымен, таужыныстардың қатпарлы-жарылымды бұзылысты жатысымен, таулы бедерімен сипатталады. Геоморфологиялық планда геосинклиндер таулы-қатпарлы құрылыстардан тұрады. Мысалы: Орал, Кавказ, Памир, Тянь-Шань, т.б.

Жер қыртысының типтері

Жер қыртысы құрамы мен қалыңдығы бойынша үшке – континенттік, мұхиттық және өтпелі типке бөлінеді (3.1-суретте).

Континенттік типті қыртыс барлық үш қабықтан, яғни шөгінді, гранитті және базальтті қойнауқаттардан тұрады. Олардың жиынтық қалыңдығы 70–80 км-ге дейін жетеді. Шөгінді қабықтың қалыңдығы әдетте 10–15 км-ден аспайды, бойлық сейсмикалық толқындардың бұл таужыныстарда таралу жылдамдығы 1,5-5 км/с. Оның астында қалыңдығы 10-20 км гранитті қойнауқат жатады, мұнда толқындардың таралу жылдамдығы 5,8-6,0 км/с болады. Жер қыртысының ең төменгі бөлігінде жататын базальтті қойнауқаттың қалыңдығы 40 км-дей, ал оның таужыныстарында толқындардың таралу жылдамдығы 6,0-7,4 км/с болады.

Қойнауқаттарды бөлетін шекара негізінен шағылысқан және сынған сейсмикалық толқындар бойынша қадағаланады. Гранитті және базальтты қойнауқаттардың аралығындағы *Конрад беті (шекарасы)* әдетте 10-30 км тереңдікте орналасады. Континенттік қыртыс ерекшеліктеріне *таулардың түбірі* болуы, яғни жер қыртысы қалыңдығының биік тау жүйелері астында күрт артуы жатады. Мысалы, әлемдегі ең биік Гималай тауларының астында қыртыстың қалыңдығы 70-80 км шамасында.

Мұхиттық типті қыртыс тек қана екі – шөгінді және базальтты қойнауқаттардан тұрып, қалыңдығы 5-10 км-ге дейін азаюымен сипатталады. Жоғарғысы – шөгінді қабық, ол тереңсулық болбыр шөгінділерден тұрады, қалыңдығы жүздеген метрден аспайды. Төменгісі – базальтты қойнауқат, ол негізінен суасты жанартаулары атқылаған өнімдерден тұрып, құрамында жалпы қалыңдығы 1,5-2,0 км нығыздалған шөгінділердің сирек қабатшалары болады. Қойнауқаттың төменгі жағы қалыңдығы 3-5 км негізді және ультранегізді таужыныстардан тұрады.

Сонымен, мұхиттық қыртыстың континенттік қыртыстан басты айырмашылығы – оның қалыңдығының күрт қысқаруымен қатар, құрамында гранитті қойнауқаттың болмауы.

Өтпелі алқаптар қыртысы (немесе *аралық типті қыртыс*) шалғайлық теңіздер дамыған ірі континенттердің шеттеріне тән. Мұнда континенттік қыртыс мұхиттық

қыртысқа алмасады. Құрылысы, қалыңдығы, таужыныстарының тығыздығы мен серпімді толқындар таралуының жылдамдығы бойынша өтпелі алқаптар қыртысы жоғарыда аталған басты екі қыртыс аралығында, яғни өтпелі жағдайда болады.

Жер қыртысының заттық құрамы

Геохимия деректері бойынша, жер қыртысында 93 химиялық элемент (ғарышта 97) анықталған. Жер қыртысының заттық құрамы оның химиялық және минералдық құрамымен анықталады.

Химиялық құрамы. А.П. Виноградов бойынша, жер қыртысында ең көп таралғаны мына химиялық элементтер, %: $O - 47,2$; $Si - 27,6$; $Al - 8,3$; $Fe - 5,1$; $Ca - 3,6$; $Na - 2,64$; $K - 2,6$; $Mg - 2,1$; $Ti - 0,6$; $H - 0,15$; $C - 0,1$. Сонымен, жер қыртысында анықталған 93 химиялық элементтің 11-нің үлесіне олардың жалпы массасының 99,99%-і келсе, ал қалған 82 элемент тек 0,01%-ті ғана құрайды. Жекелеген элементтердің жер қыртысындағы орташа мөлшерін *кларк* деп атайтыны белгілі.

Барлық химиялық элементтердің қасиеттері олардың Менделеев кестесінде орналасу ретімен белгілі функциялық тәуелділікте болады. Элементтердің бірқатар геохимиялық жіктелімдері бар. Олардың ең қарапайымы – периодтық жүйедегі элементтердің Г. Вашингтон ұсынған жіктелімі. Ол барлық элементтерді көлбеу сынық сызықпен бөліп, олардың бір бөлігі сызықтың үстіне, ал енді бір бөлігі – астына келетіндей етіп орналастырған.

Кестенің жоғарғы бөлігіне орналасқандары *петрогендік* элементтер (Si , O , Ca , K , Na , Mg , Al) деп аталған. Олар жер қыртысының негізгі массасын – таужыныс массивтері мен бейметалл пайдалы қазба кенорындарын құрайды.

Ал кестенің төменгі жағына түсетін элементтерді *металлогендік* деп атау ұсынылған. Бұл элементтер жер қыртысында мейлінше шектеулі мөлшерде кездесіп, негізінен руда кенорындарын құрайды (Cu , Pb , Zn , Mo , т.б.).

Осы екі топтың шекарасына орналасқан элементтер бөлігі (Fe , Mn , т.б.) табиғатта қосарланған рөл атқарады: бір жағынан, олар таужыныстардың құрамына кіретін минералдар жасауға қатысады; екіншіден – металлогендік элементтер ретінде ауыр металдардың кәдімгі қосылыстарын береді.

Минералдық құрамы. Минералдар (латынша “*минера*” – кен кесегі) – табиғи химиялық қосылыстар, кейде сомтума элементтер. Олар жер қыртысында немесе оның бетінде өтетін әртүрлі физикалық-химиялық процестердің табиғи өнімдері болып табылады. Минералдардың құрамын, құрылысын, қасиеттерін, жаралу жағдайлары мен практикалық қолдануын зерттеу – *минералогияның* тақырыбы.

Жер қыртысында қазір шамамен 5000 минерал түрі белгілі. Көптеген минерал түрлерінің арасында 70-ке жуығы ғана кең таралған. Олар негізінен таужыныстар құрамына кіретіндіктен *таужыныс жасаушылар* деп аталады. Пайдалы қазбалар құрамына кіретін минералдарды *кенжасаушылар* деп атайды.

Минералдар табиғатта әдетте қатты күйде, яғни *кристалдар* түрінде кездеседі. **Кристаллография** – кристалдардың жаралу процестерін, пішіні мен физикалық-

механикалық қасиеттерін зерттейтін ғылым. Кристаллография өнеркәсіппен тығыз байланысты. *Кристалл* – табиғи немесе лабораториялық жағдайларда көпжақтар түрінде жаралатын қатты зат. Кристалдың геометриялық элементтері: жақ; қыр; төбе. Кристалдардың геометриялық дұрыс пішіндері олардың заңдылық бойынша орналасқан ішкі құрылысына байланысты. Кристалдардың ішкі құрылысы – кеңістіктегі тор, ол түйіндерден (төбелерге сәйкес келеді), қатарлардан (қырлар) және жазық тордан (жақтар) тұрады. Кристалл пішіндері қарапайым және комбинация түрлеріне бөлінеді. Табиғи кристалдар, яғни монокристалл мысалдары: тастұз, кварц, магнетит, алмас, анартас және басқалар. Кристалдардың қолданылуы олардың әртүрлі қасиеттеріне негізделеді. Қазіргі кезде қажет қасиеттермен сипатталатын кристалдарды арнайы лабораториялар мен заводтарда тиісті көлемде синтездейді, яғни жасанды кристалдар алынады.

Қазіргі кезде (2015 жылдың басында) жер қыртысында 5000-нан аса минерал түрлері анықталған. Минералдар кристалдық тордан тұратындықтан, олар заңдылық бойынша орналасқан ішкі құрылысымен сипатталады. Минералдардың химиялық құрамы немесе *формуласы* екі тәсіл арқылы бейнеленуі мүмкін: эмпирикалық формула, мысалы CaCO_3 және құрылымдық (конституциялық) формула түрінде – $\text{Ca}[\text{CO}_3]$.

Минералдар кристаллохимиялық принцип, яғни кристалдық құрылымы мен химиялық құрамы ерекшеліктерінің негізінде типтер мен кластарға жіктеледі.

Барлық минерал түрлері бір-бірінен өздерінің *физикалық (диагноздаушы) қасиеттері* бойынша ажыратылады. Бұл қасиеттерге жататындар: түсі, сызығы (дағы), жылтырлығы, мөлдірлігі, қаттылығы, жіктілігі, омырылымы, меншікті салмағы (тығыздығы), магниттілігі, ерігіштігі, қышқылмен реакциясы, дәмі, радиобелсенділігі, созылғыштығы, морттығы, т.б.

Кең таралған минералдар жіктелімі мен сипаттамасы тиісінше *3.1-кестеде* және *1-ші тіркемеде* берілген.

Минералдар *таужыныстарды*, яғни жер қыртысы деп аталатын материялық ортаны жасайды. Таужыныстар деп минералдардың белгілі бір құрамды және құрылымды тұрақты табиғи парагенезистік ассоциациясын (бірлестігін) атайды. Олар белгілі бір геологиялық процестер нәтижесінде пайда болады әрі жер қыртысында жеке геологиялық денелер жасайды. Таужыныстарды жан-жақты зерттеумен өзіндік геологиялық ғылым – петрография (грекше “петрос” – тас, таужыныс; “графо” – жазамын) айналысады.

Адамның практикалық әрекеті нәтижесінде алынған жасанды агрегаттардың барлығы (цемент, қож, керамика, т.б.) таужыныстарға жатпайды. Кейбір қазіргі шөгінділерді де (мысалы, өзен арналары мен теңіз жағаларындағы ұйық) таужыныстар деп есептеуге болмайды, өйткені олардың қалыптасуы әлі соңына дейін жетпеген әрі қазір де жүріп жатқан геологиялық процестер өнімі.

Таужыныстар жаралуға әкелетін геологиялық процестерді петрогенез процестері деп те атайды. Бұл процестерге негізінен мына үшеуі жатады:

1) Жер қойнауынан келетін табиғи силикат балқыманың (магма немесе лава) кристалдануы – бұл процесс магматизм деп аталады;

Минералдардың жіктелімі және жер қыртысында таралымы

Типтері	Кластары	Мысалдары	Жалпы мөлшері,%	Массалық мөлшері,%
1. Қарапайым заттар	Сомтума элементтер	Алмас, алтын, мыс, графит, күкірт	3,3	0,10
2. Күкіртті қосылыстар мен олардың баламалары	Сульфидтер және олардың баламалары	Галенит, сфалерит, борнит, халькопирит, пирит, пирротин, пентландит, арсенопирит, киноварь, антимонит, молибденит	13	1,15
3. Оттек қосылыстары	Оксидтер мен гидроксидтер	Уранинит, касситерит, псиломелан, пиролюзит, диаспор, корунд, ильменит, гематит, гидраргиллит, куприт	12,5	17
	Силикаттар, Алюмосиликаттар	Оливин, анартастар, дистен, эпидот, берилл, пироксендер, амфиболдар	25	75
		Слюдадар, хлориттер, тальк, серпентин	4,5	1,70
		Далашпаттар, нефелин, кварц	9,0	0,50
	Карбонаттар	Кальцит, доломит, магнезит, сидерит, малахит	17	0,70
Сульфаттар Фосфаттар Вольфраматтар	Ангидрит, барит гипс Апатит Вольфрамит, шеелит	1,0 9	0,15 3,2	
4. Галоидтер	Хлоридтер Фторидтер	Галит, сильвин, карналлит Флюорит	5,7	0,50

2) бұрын пайда болған таужыныстардың жер беті жағдайында қирауы (моруы), қираған өнімнің түрлі сушалар мен құрлық бетінде түзілуі (шөгінді жиналу немесе седиментация);

3) кез келген текті таужыныстардың физикалық-химиялық жағдайлардың өзгеруі нәтижесінде, яғни температура мен қысымның көтерілуінен (метаморфизм) қайта кристалдануы.

Осы негізгі үш таужыныс жаралу процестеріне сәйкес жер қыртысын құрайтын таужыныстардың барлығы тиісінше үш – *магмалық, шөгінді және метаморфтық*

генетикалық типтерге бөлінеді. Олардың ішінде магмалық таужыныстар өзінің жаралуы бойынша бастапқысы болса, ал олардың басқа генетикалық топтарын осы бастапқы таужыныстардың әртүрлі өзгерістерге түсуінің нәтижесі деп қарастыруға болады.

Таужыныстардың заттық құрамы. Көптеген таужыныстың басты құрамдас бөлігі – минералдар. Сонымен қатар әртүрлі генетикалық типті таужыныстардың заттық құрамына түрлі мөлшерде мыналар кіреді: 1) минералдар түйірі; 2) жанартау шынысы; 3) бұрынғы минералдар мен таужыныстардың сынығы; 4) органикалық қалдықтар; 5) ғарыш тозаңы.

Таужыныстарды құрайтын минералдар (таужыныс жасаушы минералдар) олардың құрамындағы өздерінің рөлі бойынша басты және қосымша түрлерге бөлінеді.

Басты минералдар таужыныстар құрамында саны жағынан басым таралып, оның белгілі бір типке жататындығын анықтайды. Табиғатта минералдар санының көптігіне қарамай, басты таужынысжасаушыларға олардың шағын мөлшері – небәрі 20-30 минерал түрлері ғана кіреді. Олардың арасындағы ең көбі силикаттар мен алюмосиликаттар класының өкілдері, ал карбонаттар, сульфаттар, хлоридтер мен фосфаттар екінші дәрежелі рөл атқарады.

Қосымша минералдар (оларды сондай-ақ *акцессор* немесе *қоспа минералдар* деп те атайды) таужыныс құрамында шағын мөлшерде кездесетіндіктен, оның түрлік ерекшеліктерін анықтай алмайды. Бірақ, көбінесе акцессор минералдар бойынша таужыныстардың біркелкі ауқымында жекелеген түрлестерін бөлуге болады. Мәселен, құрамында биотитпен қатар мусковит те бар гранитті – қос слюдалы гранит, ал құрамында акцессор минерал ретінде циркон кіретін гранитті – цирконды гранит деп атайды, т.б.

Көптеген таужыныстардың құрамына акцессор ретінде руда минералдар (хромит, магнетит, ильменит, т.б.) кіреді. Бұл минералдардың мөлшері біршамаға жеткенде олар кен ретінде қызығушылық туындатуы мүмкін.

Таужыныстар өздерін құрайтын минералдардың саны бойынша *мономинералды* – бір минералдан ғана тұратын (кварцит, мәрмәр, лабрадорит, доломитит, т.б.), және *полиминералды* – бірнеше минералдан тұратын (гранит, гнейс, габбро, т.б.) түрлерге бөлінеді. Жер қыртысында полиминералды таужыныстар кең таралған.

Таужыныстарды түбегейлі минералогиялық зерттеу олардың жұқа тілімдерінде – шлифтерінде (тастілім) микроскоп арқылы жүргізіледі. Ал олардың минералдық құрамын алдын ала макроскоптық (көзмөлшерлеу) жолмен бағалап алады. Бұл әсіресе далалық жағдайларда өте маңызды.

Таужыныстардың құрылысы – комплексті түсінік. Ол минералдық қаққаның, кеуектік кеңістікті және таужыныстардың құрамдас бөліктері арасындағы құрылымдық байланыстың сипатын біріктіреді. Минералдық қаққаның құрылысын оның құрылымы мен бітімі сипаттайды.

Құрылым – таужыныс белгілерінің жиынтығын сипаттайтын түсінік. Ол минералдық құрамдас бөліктердің кристалдылық дәрежесіне, абсолют және салыстырмалы өлшемдеріне, пішініне, өзара орналасуы мен бірігу тәсілдеріне байланысты. Құрылымның морфологиялық бірлігі ретінде минерал түйірлері, сынықты

(кластический) материал, кристалданбаған шыны, т.б. қабылданады. Генезисіне байланысты таужыныстардың әр типі өзіне ғана тән құрылымдық белгілермен сипатталады.

Кристалдылық дәрежесі бойынша *толық кристалды* және *шала кристалды* (магмалық таужыныстарда) құрылымдар бөлінеді. Түйірлердің салыстырмалы өлшеміне қарай құрылымдар *біркелкі кристалды* (таужынысты құрайтын түйірлер шамамен бірдей өлшемді) және *әркелкі кристалды* болады. Минералдық түйірлердің абсолют өлшемі бойынша *ірі түйірлі* (5 мм-ден асады), *орташа түйірлі* (1–5 мм) және *майда түйірлі* (1 мм-ден кіші) құрылымдар бөлінеді. Түйірлердің өлшемі 0,1 мм-ден аз болғанда *жасырын кристалды* (*криптокристалды*) құрылымды деп бөледі.

Түйірлердің пішіні мен олардың арақатынасы минералдың кристаллографиялық кейпіне сәйкес келуімен сипатталады. Осы белгісі бойынша құрылым *идиоморфты* (минерал түйірлердің жақтары дұрыс пішінді) және *ксеноморфты* (лат. *ксено* – бөтен; яғни минерал түйірлері бұрыс кейіпті, пішіні көрші кристалдар пішінімен анықталады) болып келеді.

Шөгінді таужыныстардың құрылымы, сондай-ақ, оларды құрайтын сынықты материалдың, қираған таужыныстар мен минералдар өнімінің, хемогендік, органогендік және вулканогендік өнімдердің өлшемі мен пішіні бойынша анықталады.

Метаморфтық таужыныстардың құрылымы қатты ортада кристалданған минералдық кірігулердің ерекшеліктерімен сипатталады. Кірігудің мұндай типі бластический (өскіндік) болғандықтан, осыған байланысты пайда болатын құрылымдар кристаллобластический деп аталады.

Бітім – таужынысты құрайтын минерал массалардың кеңістікте бағдарлануымен, өзара орналасуымен және кеңістікті толтыру тәсілімен анықталып, оның біркелкілік және тұтастық дәрежесін сипаттайды. Бітімнің морфологиялық бірлігі – минерал түйірлерінің бірлестігі, яғни минералдық агрегаттар.

Минерал агрегаттардың орналасу сипатына, олардың таралуының біркелкілік дәрежесіне қарай бітімнің *біркелкі* және *әркелкі* түрлері бөлінеді. Әркелкі бітімдерді қабаттылық, тақтатастылық, жолақ, желішікті, таңдақ, т.б. деп бөледі. Таужыныстар ауқымында минерал түйірлерінің орналасу тығыздығына байланысты шомбал (тығыз), кеуек, тесік және т.б. бітімдерді қарастырады. Сандық тұрғыдан бітімнің бұл көрсеткіші таужыныстың кеуектік шамасымен, кеуектік коэффициенттерімен және тығыздығымен сипатталады.

Таужыныстардың жайғасу пішіндері. Таужыныстардың әдетте табиғи жайғасу жағдайларында (далада) зерттелетін маңызды сипаттамасы – олардың жайғасу пішіндері. Таужыныстың *жайғасу пішіндері* деп оның жер қыртысында жасайтын геологиялық денелерінің пішінін айтады. Таужыныстардың жайғасу пішіндерін білу маңызды теориялық және практикалық мәнге ие. Таужыныстар мен олардың комплекстері құраған геологиялық денелер пайдалы қазба кенорындары немесе оларды сыйыстырушы орта болып табылады.

Әрбір нақты бөлікшедегі жайғасу пішіндерінің жиынтығы таужыныс массивінің геологиялық құрылысын, оның қасиеттерінің кеңістіктегі көрсеткіштерін, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайларын анықтайды.

Жер қыртысында таужыныстар, минералдар сияқты, *геологиялық формациялар* деп аталатын бір-бірімен тығыз байланысты бірлестіктер жасайды. Н.С. Шатский формацияларды таужыныстардың табиғи комплекстері, бірлестіктері немесе ассоциациялары деп анықтаған. Олардың жекелеген бөліктері жасы бойынша да, кеңістіктегі қарым-қатынасы бойынша да тығыз парагенезистік байланыста. Формациялар таужыныстардың жаралу тегіне байланысты (магмалық, шөгінді, метаморфтық), олардың петрографиялық құрамына (галогендік, карбонат, терригендік), жер қыртысының әртүрлі құрылымдық элементтерінде (геосинклиндік, платформалық) орналасуына қарай, сондай-ақ басқа кейбір белгілері бойынша бөлінуі мүмкін.

Жер қыртысының заты оның ұйымдасу күрделілігі дәрежесі бойынша мынадай тізбекті қатар жасайды: химиялық элемент-минерал-таужыныс-таужыныстар комплексі (формациясы).

Бақылау сұрақтары:

1. Жер қыртысының құрылысы қандай?
2. Жер қыртысының қандай типтері бар?
3. Жер қыртысының заттық құрамы қандай?
4. Кристалл деген не, оның басты қасиеттері қандай?
5. Минералдарды жіктеу қандай принциптерге негізделеді?
6. Минералдың оптикалық қасиеттері деген не?
7. Минералдарың механикалық қасиеттері.
8. Минералдар қаттылығын анықтай тәсілдер қандай?
9. Сомтума минералдар класының сипаттамасы қандай?
10. Сульфидтер класы минералдарының сипаттамасы қандай?
11. Карбонаттар класы минералдарының сипаттамасы қандай?
12. Сульфаттар класы минералдарының сипаттамасы қандай?
13. Оксидтер мен гидрооксидтер класы минералдары қалай сипатталады?
14. Силикаттар класы минералдарының сипаттамасы қандай?
15. Таужыныстар деген не, олар қандай мәнге ие?
17. Таужыныстар қандай белгілері бойынша жіктеледі?

4. ТАУЖЫНЫСТАРДЫҢ ЖАСЫ (ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖЫЛСАНАУ)

Жер планета ретінде шамамен осыдан 4,6 млрд жылдай бұрын қалыптасқан. Жердің қалыптасу және даму тарихында екі ірі әрі өздерінің ұзақтығы бойынша әрқелкі – геологияға дейінгі және геологиялық кезеңдерге бөлінеді.

Геологияға дейінгі кезең ұзақтығы 0,5–0,6 млрд жылдай шамасындағы уақыт аралығын қамтиды. Бұл кезең зерттеушілерге әлі анық емес. Өйткені ең көне таужыныстардың нақты жасы 4,03 млрд жылдан аспайды. Жердің геологияға дейінгі эволюциясының негізгі мазмұны – оның бастапқы бірқелкі затының қабықтарға (геосфераларға) жіктеліп, Жердің қатты денесінің, атмосфера мен гидросфераның қалыптасуымен аяқталуы.

Геологиялық кезең жер қыртысы қалыптасқан кезден басталып, қазіргі кезге дейінгі уақытты қамтиды. Осы кезеңнен бастап Жердің ішкі жылуынан Күннен келетін жылудың басымдығы артқан. Ал жер бетінде негізгі екі процестер тобы – эндогендік және экзогендік процестер орын алады. Геологиялық кезең архейді, протерозойды, палеозойды, мезозойды және кайнозойды қамтиды.

Таужыныс қатқабаттары жаралуының ретін білу арқылы олардың салыстырмалы жасын анықтауға, яғни олардың қайсысы бұрын, қайсысы кейін; қайсысы жастау, қайсысы көнелеу екенін айтуға болады. Таужыныстардың жасын осылай анықтау *салыстырмалы геохронология* (геологиялық жылсанау) деп аталады.

Таужыныстардың салыстырмалы жасын анықтау әдістері оларды салыстыра талдап, көне және жас қабаттарды анықтауға негізделген. Бұл әдістер геологиялық уақыттың ұзақтығын абсолют уақыт бірлігінде анықтауға мүмкіндік бермейді (мысалы, шөгінділер қабатының жиналуын), бірақ бірлесіп жатқан таужыныстардың салыстырмалы жасын жоғары дәлдікпен анықтайды. Қазір бірнеше әдіс әзірленіп, сәтті қолданылуда. Олардың негізгілері стратиграфиялық, петрографиялық және палеонтологиялық әдістер болып табылады.

Стратиграфиялық әдіс шөгінді таужыныстардың қабаттасу реттілігін зерттеуге негізделген.

Петрографиялық әдіс таужыныстар құрамын зерттеуге және салыстыруға негізделген, мысалы, көрші ұңғымаларда.

Палеонтологиялық әдіс көне қазба организмдер (жануарлар мен өсімдіктер) қалдықтарын зерттеуге негізделген. Ол таужыныстардың салыстырмалы жасын анықтаудың ең маңызды және ең көп таралған әдістерінің бірі болып табылады. Ең дұрыс сақталатыны – организмдердің қатты қаңқа бөліктері (жарғақ, қалқан, сүйек). Олар жартылай немесе толық минералдық жаралымдарға, көбінесе кремнеземге немесе кальцитке алмасады. Жануарлар (фауна) мен өсімдіктердің (флора) тасқа айналған осындай қалдықтарын *таснұсқалар* деп атайды.

Бірақ таужыныстар жасын анықтауға қазба организмдердің барлығы бірдей жарай бермейді. Олардың ішінде негізгі рөлді *жетекші қазба таснұсқалар* ғана атқара алады. Оларға мынадай көрсеткіштер тән болу керек:

1) уақыт ағымында жылдам эволюцияланып, соның ықпалынан геологиялық қималардың тік бағытында шектеулі таралуы; егер фаунаның кейбір түрлері геологиялық тарихта миллиондаған жыл бойы айтарлықтай өзгеріссіз дамудан өтіп, қалдықтары жасы бойынша әртүрлі таужыныс қабаттарында жаппай кездесе, олар әрине жетекші қазба таснұсқалар рөлін атқара алмайды;

2) аудан бойынша кең таралуы, сондай-ақ түрлердің көп болуы және олардың жақсы сақталуы.

Палеонтологиялық (биостратиграфиялық) әдістер арасында маңызды орынды микропалеонтологиялық пен палинологиялық әдістер алады. *Микропалеонтологиялық әдіс* микроорганизмдерді, оның ішінде бірінші орында қарапайым түрлерін зерттейді. Ал *палинологиялық (споралық-тозаңдық)* әдістің негізгі нысаны микроскоптық өсімдік қалдықтары, олардың ішінде споралық өсімдіктер спораларының сыртқы қабықтары мен тұқымдық өсімдіктердің гүл тозаңдарының дәні. Зерттелетін бұл өсімдік жаралымдары өте төзімді заттардан тұрады. Сондықтан олар қазба жағдайда жақсы сақталады.

Таужыныстардың жасын анықтауда палеонтологиялық әдіспен қатар палеомагниттік әдіс те қолданылады. Бірақ ол геохронологиялық шкаламен тығыз байланысты, сондықтан оны салыстырмалы деп атайды.

Палеомагниттік әдістің мәнісі мынада. Құрамында ферромагнит минералдар бар таужыныстар Жердің магнит өрісінде жаралғандықтан, сол кездегі магнит өрісі векторларын сақтап қалады. Оны қалдық магниттелгендік деп атайды. Таужыныс қабаттарының орналасуы магнит өрісіне қатысты өзгергенде немесе магнит өрісінің өзі орналасу жағдайын өзгертсе, «туа қалыптасқан» магниттелгендіктің бір бөлігі сақталып қалады, яғни қалдық магниттілікте бастапқыда таужыныстарды магниттеген магнит өрісінің полюстері сақталады.

Көп жағдайларда геологияның теориялық және практикалық мәселелерін шешу үшін салыстырмалы жасты анықтау жеткіліксіз. Осыған байланысты таужыныстардың кәдімгі уақыт бірлігімен, яғни жылмен есептелетін абсолют жасын анықтау қажеттігі туады. Минералдар мен таужыныстардың абсолют жасын анықтаумен айналысатын ғылым *радиология* деп аталады. Радиогеохронологиялық әдіс магмалық және шөгінді таужыныс қатқабаттарының жасын анықтаса, ал метаморфтық таужыныстар үшін оларға жоғары температура мен қысым ықпал еткен уақытты ғана білдіреді. Радиогеохронологиялық әдістің деректері *4.1-кестенің* бағанасында келтірілген.

Радиологиялық әдістерді геологиялық жаралымдардың абсолют жасын анықтау мақсатында қолдану туралы ойды алғаш 1903 ж. Пьер Кюри айтқан.

Барлық радиологиялық әдістер радиобелсенді элементтердің ыдырауына негізделіп, әр радиобелсенді элементтің ыдырау процесінің жылдамдығы (жартылай ыдырау мерзімі – T) тұрақты шама деген жорамалды басшылыққа алады. Эксперименттік деректерге негізделген қазіргі физикалық түсініктер радиобелсенді ыдыраудың жылдамдығын геологиялық масштабта тұрақты шама деп санауға

мүмкіндік береді. Құрамында белгілі бір радиобелсенді элемент бар әр минералда ыдырау процесі осы минерал жаралған сәттен басталатыны белгілі. Осы тұрғыдан алғанда, ыдыраудың жылдамдығы, зерттелетін минералдағы элементтің мөлшері мен ыдыраған өнімдерінің мөлшері белгілі болғанда, оның жасын да анықтауға болады. Геологиялық оқиғалар мен нысандардың жасын уақыттың абсолют бірліктерінде (жылмен, мыңжылдықтармен, миллиондаған және миллиардтаған жылдармен) радиологиялық (изотоптық) әдістермен анықтайды. Бұл әдістер радиобелсенді элементтер ядросы ыдырауының тұрақты жылдамдығына (спонтанды бөлінуіне) негізделген.

Радиологиялық әдістер жер қыртысы тарихындағы ең ірі уақыт аралықтарын жылмен өлшеуге мүмкіндік берді. Салыстырмалы және абсолют геохронология әдістері негізінде әзірленген жержылнамалық уақыт шкаласы *4.1-кестеде* берілген.

Жер қыртысын зерттеу барысында геологтар оның тарихын кезеңдерге бөлуді әзірлеп, осының негізінде барлық Жер шарына бірдей стратиграфиялық шкала мен оған сәйкес келетін геохронологиялық шкала жасалған.

<i>Стратиграфиялық</i>	<i>Геохронологиялық</i>
Эонотема	Эон
Эратема	Эра
Жүйе	Дәуір
Бөлім	Заман
Жікқабат (ярус)	Ғасыр

Геологиялық карталарда жасы әртүрлі таужыныстар өздеріне сәйкес қабылданған жалпыға ортақ түспен және индекстермен белгіленеді.

4.1-кесте

Жержылнама – жалпы геохронологиялық шкала (2012 ж.)

Төрттік (квартер) дәуірі (Q)

Дәуір	Тарау – млн жыл	Буын – ұзақтығы, млн жыл	Тектоникалық фаза
Төрттік (квартер) Q – 2,588 млн жыл	Голоцен $Q_H - 0,0117$	қазіргі $Q_{IV} - 0,0117$	Алматы
	Плейстоцен $Q_P - 2,576$	жоғарғы $Q_{III} - 0,1143$	Жоңғар
		ортаңғы $Q_{II} - 0,655$	Баку
		(төменгі Q_I) калабрий $Q_C - 1,025$	Қойбын
		гелазий $Q_G - 0,782$	Қорғас

Фанерозой (Ф)

Эон	Эра	Дәуір – млн жыл	Заман – млн жыл		
Фанерозой Ф – 541 млн жыл	Кайнозой KZ – 66,0 млн жыл	Неоген N – 20,442	плиоцен N ₂ – 2,745		
		23,03	миоцен N ₁ – 17,697		
		Палеоген E (P*) – 42,97	олигоцен E ₃ – 10,87		
			эоцен E ₂ – 22,1		
			палеоцен E ₁ – 10,0		
		Мезозой MZ – 186,6 млн жыл	Бор K – 79,0	соңғы K ₂ – 34,5	
	бастапқы K ₁ – 44,5				
	Юра J – 56,3		соңғы J ₃ – 18,5		
			ортаңғы J ₂ – 10,6		
			бастапқы J ₁ – 27,3		
	Триас T – 51,4		соңғы T ₃ – 33,7		
			ортаңғы T ₂ – 12,2		
			бастапқы T ₁ – 5,4		
	Палеозой PZ – 288,4 млн жыл		соңғы палеозой PZ ₃	Пермь P – 46,3	лопин (татар) P ₃ – 7,3
					гваделуп (биарма) P ₂ – 12,4
		298,9		приуралье P ₁ – 26,6	
		ортаңғы палеозой PZ ₂	Карбон (таскөмір) C – 60,0	соңғы C ₃ – 8,1	
				ортаңғы C ₂ – 16,2	
			358,9	бастапқы C ₁ – 35,7	
			Девон D – 60,3	соңғы D ₃ – 23,8	
		ортаңғы D ₂ – 10,6			
		Силур S – 24,2	бастапқы D ₁ – 25,9		
			соңғы S ₂ – 8,2		
			бастапқы S ₁ – 16,0		
		бастапқы палеозой PZ ₁	Ордовик O – 42,0	соңғы O ₃ – 15,0	
				ортаңғы O ₂ – 11,6	
				бастапқы O ₁ – 15,4	
Кембрий ε (Є*) – 55,6	соңғы ε ₃ – 11,6				
	ортаңғы ε ₂ – 12,0				
541,0±1,0	бастапқы ε ₁ – 32,0				

Прекембрий (РС)

Эон (акрон*)	Эра (эон*)	млн жыл	Дәуір	Индекс	
Протерозой PR	Неопротерозой	541 635	Венд V	NP ₃	
	NP	850	Қаратауий	NP ₂	
				NP ₁	
	мезопротерозой MP	Рифей R	1000	Юрматиний	MP ₃
			1200		MP ₂
			1400	Бурзяний	MP ₁
	палеопротерозой PP		1600	Суйсарий	PP ₄
			1800	Ятулий	PP ₃
			2050	Сариолий	PP ₂
			2300	Сумий	PP ₁
			2500	Лопий	
			2800		
Архей AR	неоархей NA	3200			
	мезоархей MA	3600			
	палеоархей PA	4000			
	эоархей EA	4600			
<i>Гадей</i>		4600			

*2004 жылға дейін шыққан геологиялық карталарда қолданылған

Жерде тіршіліктің пайда болуы мен дамуы. Біздің планетада тіршілік жаралғанға дейін алдымен сулы ортада химиялық эволюциядан өткен. Қалың су қабаты органикалық химиялық қосылыстарды Күннің ультракүлгін сәулесінен қорғаған. Эксперименттер осындай жағдайда тірі организмдердің “негізгі құрылыс материалы” – синиль қышқылы, альдегид пен аминқышқылдарының жаралуы мүмкін екендігін дәлелдейді.

Жерде химиялық эволюция осыдан шамамен 3,0 млрд жылдай бұрын алғашқы қарапайым тіршілік формаларының жаралуына әкелген. Ең алғашқы организмдер

– *бактериялар*. Алғашқы протерозой ағымында органикалық тіршіліктің дамуы *көк-жасыл балдырлардың* кең таралуы түрінде білінген.

Бұл балдырлардың фотосинтездеуші әрекеті атмосфераның құрамын өзгертіп, еркін оттегі мөлшерінің едәуір артуына әкелген. Ал бұл өз кезегінде органикалық тіршіліктің ары қарай дамуын қамтамасыз еткен. Осыдан 1,0-1,5 млрд жыл шамасы бұрын *прокариоттар* – бактериялар және көк-жасыл балдырлармен қатар *эукариоттар* – ең қарапайым бір клеткалы организмдер пайда болған. Соңғы рифейде органикалық тіршіліктің дамуы әлі қаңқасыз көп клеткалы организмдердің жаппай пайда болуымен айғақталады. Венд пен кембрийдің тоғысында қаңқалы организмдер – трилобиттер, моллюскілер, т.б. пайда болған. Осы айрықша оқиға протерозой мен фанерозой эондарының шекарасын бөлуге негіз болады.

Органикалық тіршілік палеозойда көп өзгерістерге ұшыраған. Ордовик-силур дәуірлерінде алғашқы омыртқалылар (балықтар) пайда болса, карбонда қосмекенділер жаралып, жануарлардың құрлыққа шығуы басталған. Оған дейін – силур-девонда құрлықта алғашқы өсімдіктер өссе, ал соңғы девон-карбонда қаулаған орман өсіп, көміржаралу қарқынды жүрген.

Мезозой эрасында құрлықта, суда және ауада өмір сүруге бейімделген бауырымен жорғалаушылар ерекше дамып, басым тіршілік еткен. Алғашқы ергежейлі сүтқоректілер мен кәдімгі құстар пайда болған. Өсімдіктер арасында жалаңаш тұқымдылар басым болса, дәуірдің соңында пайда болған гүлділер жылдам өркендей бастады. Юра дәуірінде динозаврлар барлық жерде мекендеген.

Мезозой мен кайнозой тоғысында тіршілік әлемінде кембрийдің басынан бері болмаған дағдарыс орын алған. Жануарлардың көптеген топтары – алып динозаврлардан бастап, майда фораминиферлерге дейін осы кезде жойылып, олардың орнына жаңа организмдер – олардың ішінде алдымен сүтқоректілер келген.

Осыдан 3,0 млн жылдай бұрын Жерде адам пайда болып, антропоген кезеңі басталған. Алғашқы адам пайда болып, дамыған ошақтардың бірі Қазақстан саналады (Оңтүстік Қазақстанның Қаратау жотасы). Антропоген кезеңінде Қазақ даласында сан түрлі жануарлар мекендеп, өсімдіктер өскен.

Бақылау сұрақтары:

1. Жердің дамуында геологияға дейінгі кезеңінің мәнісі неде?
2. Жер дамуындағы геологиялық кезеңнің мәнісі неде?
3. Таужыныстардың жасы деген не, салыстырмалы жас пен абсолют жастың айырмашылығы қандай?
4. Салыстырмалы жасты анықтауда стратиграфиялық әдістің мәнісі неде?
5. Палеонтологиялық әдістің сипаты қандай?
6. Жетекші қазба таснұсқалар қандай талаптарға сай келу керек?
7. Таужыныстардың абсолют жасы қандай әдістермен анықталады?
8. Жерде тіршілік пайда болуы мен оның дамуының мәнісі неде?
9. Геохронологиялық және стратиграфиялық шкала деген не?

10. Архей және протерозой эонотемаларының ерекшеліктері?
11. Палеозой эрасы қандай бөліктерге жіктеліп, қалай сипатталады?
12. Мезозой эрасы қандай бөліктерге жіктеліп, қалай сипатталады?
13. Кайнозой эрасы қандай бөліктерге жіктеліп, қалай сипатталады?
14. Квартердің сипаттамасы қандай?

5. ГЕОЛОГИЯЛЫҚ (ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ) ПРОЦЕСТЕР

Геологиялық процестердің өзара байланысы мен ықпалы. Сыртқы және ішкі геосфералардың өзара әрекеттесуінен геологиялық (немесе геодинамикалық) процестер туындайды. Жердің ішінде, материяның терең қойнауларында дамуы нәтижесінде бөлінетін энергияға байланысты процестер *ішкі* немесе *эндогендік* деп аталады. Жер қыртысының планетаның сыртқы қабықтарымен (геосфераларымен) әрекеттесу процестері *сыртқы* немесе *экзогендік* деп аталады.

Эндогендік процестер магматизм, метаморфизм және тектоникалық қозғалыстар түрінде білініп, Жерді құрайтын материяның қозғалысы мен қайта қалыптасуына, оның бір күйден екінші күйге және бір формадан екінші формаға өтуіне әкеледі. Бұл процестердің сипаты мен қарқынын олардың жанартау атқылауы, жерсілкіну, жер бетіндегі жарықшақтар және басқа деформациялар түріндегі білінімдерін тікелей бақылау арқылы анықтауға болады.

Экзогендік процестер әрекетінен бедер тегістеледі, қыраттар ұдайы қираумен болады, ал олардың қираған өнімдері ойпаңдарды толтырады. Таужыныстар қирауының өнімдері өңделіп, араласып, жаңа орындарда тұнба және шөгінді таужыныстар түрінде жиналады. Мысалы, магмалық таужыныс гранит жер бетінде қирап, ақыр соңында құм мен сазға айналады. Ары қарай құм – құмтасқа, ал саз – сазтас пен сазды тақтағасқа айналуы мүмкін.

Эндогендік және экзогендік геологиялық процестер өзара байланысты және өзара ықпалдасты. Сыртқы агенттер эндогендік процестердің жасағандарын ұдайы қиратумен қатар, жаңа ортаға бейімделген жаңа зат жасайды. Ал жер бетінде жаралған материя жер қойнауында тұрақсыз болады, егер осындай жағдайға ұшыраса ол өзгеріске түседі. Осыған байланысты материя ұдайы өзгерістерге түсіп, оның жаңа түрлері мен түрлестері жаралады. Ал олар өзендердің ағуына, таулар мен теңіздердің қозғалысына, жер қойнауынан тіршілікті қолдайтын жаңа заттардың қайта-қайта келіп тұруына әкеледі.

Барлық геологиялық процестер ішінде бастапқысы болып саналатыны – магматизм.

5.1. Магматизм

Магматизм деп магманың жаралуына, дамуына және оның жер қойнауы мен бетінде қалыптасуына байланысты процесті атайды. *Магма* (грекше *магма* – қою зат, қамыр) – жоғары температуралы табиғи силикат балқыма. Ол газ тәрізді заттарға қаныққан және литосферада (негізінен астеносферада) жекелеген ошақтар түрінде жаралады.

Жердің ішінде әр тереңдікте өзіне тән термодинамикалық тепе-теңдік қалыптасып, заттың қатты болуын қамтамасыз етеді. Осы тепе-теңдік бұзылған жағдайда (тем-

пература көтеріледі немесе қысым азаяды) қатты зат балқымаға айналуы мүмкін. Температураның көтерілуі радиобелсенді құбылыстарға, ал қысымның азаюы тектоникалық процестерге байланысты. Сонымен, магматизм – тереңдік процесс, ол Жердің жылу және гравитация өрістеріне байланысты туындайды.

Эксперименттік деректер мен магмалық таужыныстардың минералдық құрамын зерттеу нәтижелері бойынша, магмалық балқыманың температурасы 700–1100°C ауқымында болатыны анықталған. Магмада еріген күйде ұшпа компоненттер (су буы мен газдар – H_2S , H_2 , CO_2 , HCl , т.б.) болып, балқыманың біршама төмен температурада сұйық және қозғалғыш күйде болуын қамтамасыз етеді. Жоғары қысым жағдайында ұшпа компоненттердің мөлшері 12%-ға жетеді. Олар химиялық тұрғыдан өте белсенді әрі жылыстағыш заттар болып табылады.

Магма қозғалысының сипатына байланысты магматизм екі түрге бөлінеді: интрузиялық (тереңдік) және эффузиялық (жер беттік). Осы екі жағдайда да магмалық балқыма қатайған кезде магмалық таужыныстар жаралады.

Интрузиялық магматизм (плутонизм). Тереңдік магматизмде магманың қозғалысы гранитті немесе шөгінді қабат ішінде тоқтайды. Магмалық балқыманың жер қыртысы таужыныстарының қатқабатына ену процесін *интрузия* (латынша *интрузио* – итермелеу, енгізу) деп атайды. Магманың қатаюынан пайда болған магмалық денені де *интрузия* немесе *интрузив* дейді.

Магма жер қыртысының жоғарғы горизонттарына көтерілген сайын температура мен қысым біршама төмен жағдайларға тап болады. Қысым мен температура төмендеген сайын магмалық балқымадан белгілі бір ретпен әртүрлі кристалдар жаралады.

700 °C температураға дейін алғаш ең қиын балқитын сусыз силикат минералдар (оливин, пироксен, нефелин, апатит, далашпат, т.б.) мен рудалы минералдар (пирротин, магнетит, пентландит, ильменит, сомтума платина, т.б.) кристалдана бастайды. Температураның 600-400 °C аралығында айрықша таужыныс – пегматит жаралады. Академик А.Е. Ферсманның деректері бойынша, гранит пегматиттерде 980-ге жуық минерал бар. Олардың бір бөлігі үлкен практикалық мәнге ие. Өйткені құрамында ниобий, тантал, литий, бериллий, рубидий, цезий, сирекжер элементтер тобы, құнды элементтер болады.

Магмалық процестің соңында, балқыманың едәуір бөлігі кристалданып болғаннан кейін, яғни температура 500-350 °C-қа дейін төмендеген кезде, балқымадағы газ бен сұйық бір мезгілде бола алатын жағдайға жетеді. Мұндай ерітінділер газды-сулы немесе *пневматолиттік-гидротермалық* (грекше *пневма* – газ, *гидро* – су) деп аталады. Олардың құрамындағы көп ұшпа компоненттер (H_2O , F , Cl , B , CO_2 , т.б.) минералжасаушы және рудажасаушы заттардың тасымалдаушысы болып табылады. Сондықтан олар минералжасаушылар (минерализаторлар) деп аталады.

Магманың кристалдануы нәтижесінде интрузиялық магмалық таужыныстар жаралады. Олар өзіндік химиялық және минералдық құрамымен, құрылымымен және бітімімен, денелерінің пішінімен сипатталады.

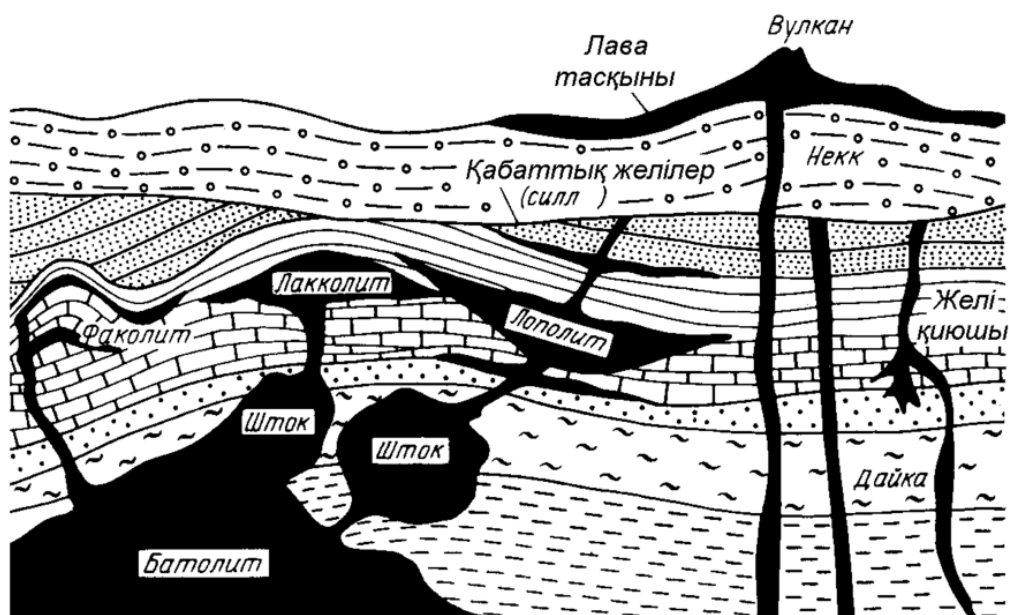
Қату тереңдігі, құрылымы мен бітімі. Интрузиялық таужыныстар жер қыртысының әртүрлі тереңдіктерінде жоғары қысым мен баяу суыну жағдайында қалыптасады. Магма қатқан ортаның тереңдігіне байланысты *тереңдік (абиссал)* және *жартылай тереңдік (гипабиссал)* таужыныстар бөлінеді. Осылай түрлі тереңдіктегі жаралу жағдайлары интрузиялық таужыныстардың құрылымы мен бітімінде көрініс табады.

Баяу суыну жағдайында таужыныстарда жалпы алғанда толық кристалды құрылым қалыптасады. Бұл құрылым нақты жағдайларға байланысты минералдар түйірінің кристалдылық дәрежесінің әркелкілігімен, өлшемдерімен және пішіндерімен сипатталады.

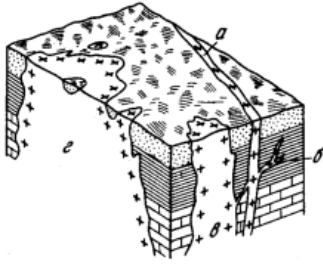
Интрузиялық таужыныстардың бітімі жалпы алғанда аз өзгерістерге түседі. Таужыныстар жоғары қысым жағдайында қалыптасқандықтан, әдетте тығыз болады. Олардың арасында негізінен *біркелкі (шомбал)*, *шилрлі (таңдақ немесе такситті)* және *жолақ бітімі* түрлерестері кездеседі. Ең көп тарағаны – тығыз шомбал бітім.

Интрузиялық массивтердің пішіні. Интрузиялық массивтер қалыптасу тереңдігіне байланысты жер беті маңы немесе субвулкандық (ол магма жер бетіне жақындап келгенімен, оның бетіне шықпаған, яғни «вулкан сияқты» немесе субвулкан дегенді білдіреді) – тереңдігі жүздеген метрден 1,0-1,5 км-ге дейін; орташа тереңдікті немесе гипабиссал – 1–3 км-ге дейін, тереңдік немесе абиссал – 3 км-ден терең.

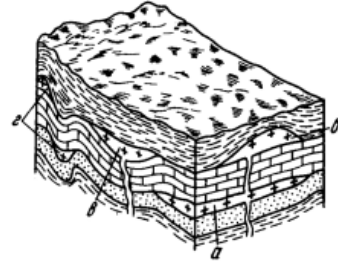
Төменде қысқаша түрде америкалық геолог Р.О. Дэли жасаған интрузиялық денелер жіктелімі келтірілген, оны академик А.Н. Заварицкий (1965) де қабылдаған (5.1-5.3-суреттер).



5.1-сурет. Магмалық таужыныстардың жайғасу пішіндері



5.2-сурет. Үйлесімсіз интрузиялық денелер: *а*–дайка; *б*–желі; *в*–шток; *г*–батолит



5.3-сурет. Үйлесімді интрузиялық денелер: *а*–силл; *б*–лакколит; *в*–лополит; *г*–факолит

А. Инъекциялық (лат. “инъекция” – кіргізу, бүрку) массивтер

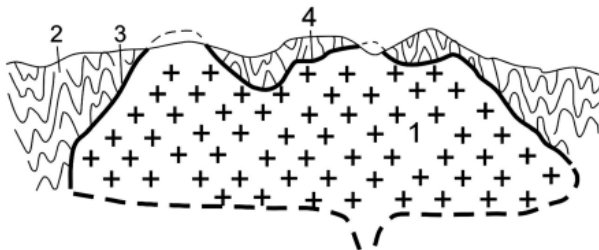
І. Үйлесімді (конкордант) инъекциялар (қабағтар жігі бойынша орналасады):

- 1) қабат тәрізді интрузиялық жатындар немесе силл (ағылш. “силл” – босаға);
- 2) лакколит (грек. “лаккос” – шұңқыр, жерасты);
- 3) факолит (грек. “факос” – жасымық);
- 4) лополит (грек. “лопос” – табақ).

ІІ. Үйлесімсіз инъекциялар (қиюшы жарықшақтарда орналасады):

- 1) дайка, желі (шотл. “дайке” – қабырға);
 - 2) таскөмей мен нек (ағылш. “некк” – мойын);
 - 3) сақина және конус тәрізді денелер;
 - 4) бисмалит (грек. “бисма” – тығын)
 - 5) хонолит (грек. “хонево” – құямын).
- Б. Үйлесімсіз (дискордант) тереңдік массивтер:
- 1) шток (нем. “шток” – сөре, оқпан);
 - 2) батолит (грек. “батос” – терең, түпсіз).

Интрузиялық денелердің өлшемі әртүрлі болады. Олардың ең ірісі – батолиттер. Бұл денелердің ауданы жүздеген км², пландағы пішіні ұзыншақ, сопақ болып келеді. Батолиттер әдетте таулы-қатпарлы құрылыстардың орталық бөлігінде орналасып, гранит құрамды таужыныстардан тұрады. Олардың тік бағыттағы өлшемі (қалыңдығы) көбінесе 5-10 км-ден аспайды (5.4-сурет).



5.4-сурет. Интрузия денелерінің құрылысы: *1* – интрузия массиві (плутон); *2* – интрузия жақтауы (сыйыстырушы таужыныстар); *3* – бүйір жапсары; *4* – жабыны (апикал беті)

Штоктар – бұрыс пішінді интрузиялық денелер, қимадағы ауданы 100 км²-ге дейін. Олар көбінесе ірі батолиттердің тарамдары болады, ал кейде жербеті маңы денелерін жасайды.

Дайкалар – жалпақ тақта тәрізді денелер. Олар жер қыртысындағы тік және еңіс орналасқан жарықшақтарды магма толтырғанда пайда болады. Дайкалар құрамы әр түрлі таужыныстардан тұрып, топтана орналасады. Өлшемдері бойынша дайкалар әркілі. Олардың көпшілігінің ұзындығы жүздеген метр (кейде бірнеше км), ал қалыңдығы бірнеше м-ге жетеді.

Магмалық тастамырлар дайкалардан бейтегіс ирелең жапсарларымен ажыратылады, планда және тік қимада көбінесе тарамдалған пішінді.

Эффузиялық магматизм (вулканизм). Жер қыртысы уатылып, магма ошағының үстінде жарылымдар пайда болған кезде, олардың бойымен магма жылдам көтеріліп келіп жер бетіне төгіледі. Жер беттік магматизмнің ең жарқын білінімі – вулканизм (*Вулкан* – римдіктерде от құдайы). Жанартаулар атқылаған кезде магма көбінесе өзінің құрамындағы еріген ұшпа компоненттердің негізгі массасынан арылады, оны *лава* деп атайды (итал. *лава* – тасимын, қаптаймын).

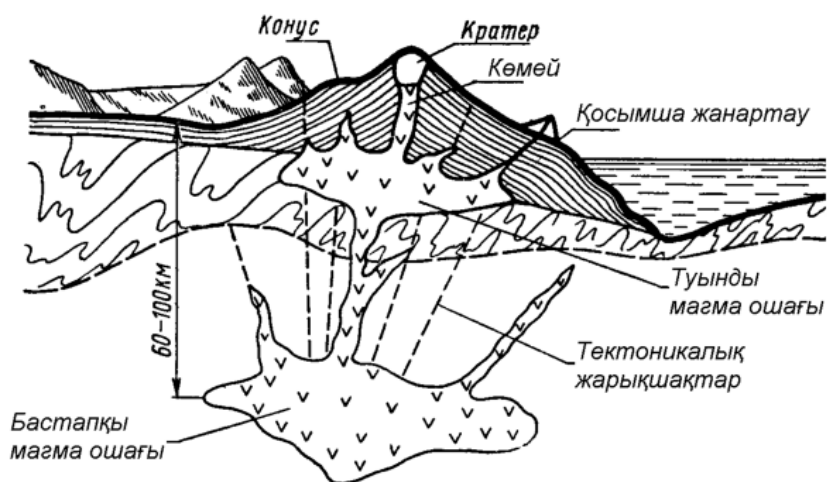
Магма жер бетіне төгілген кезде конус тәрізді немесе күмбез тәрізді төбелер – *вулкандар* (жанартаулар) жаралады. Атқылау процесі біршама тыныш өтуі мүмкін, бірақ көбінесе күшті қопарылыстарға ұласады. Жанартаулар көп дүркін, мезгіл-мезгіл атқылаулар нәтижесінде, кейде бір рет қана тыныш немесе қопарылысты атқылаудан кейін жаралады.

Жанартаулар *жербеттік және суастылық, көне және қазіргі, сөнген және әрекеттегі* түрлерге бөлінеді. Қазіргі кезде құрлықта 700-ге жуық әрекеттегі жанартаулар және мыңдаған сөнген, бірақ бұрынғы геологиялық замандарда қуатты әрекет еткен жанартаулар бар. Су асты жанартауларын толық есепке алу мүмкін емес – тек қана Тынық мұхитта 10 мыңдай жанартау болуы ықтимал.

Жанартау аппаратының типтері. Төгілген магма алып жатқан кеңістіктің сипаты бойынша жанартаулар аудандық, жарықшақтық және орталық типтерге бөлінеді. *Аудандық* жанартаулар Жер тарихының өте ерте замандарында болған. Ол кезде жер қыртысы жұқа болып, жекелеген бөлікшелерде толық балқып кеткен немесе атқыламалар үлкен алаңдарға төгіліп, жайылған. Аудандық жанартауларды балқыған лава теңізі десе де болғандай.

Жарықшақтық жанартаулар лаваның ұзын жарықшақтар бойымен төгілуінен пайда болады. Жарықшақтық типті вулканизм кейбір уақыт аралықтарында өте үлкен масштабты қамтыған. Осының нәтижесінде Жер бетіне орасан зор жанартау материалы шығарылған. Мысалы, девон дәуірінде Орталық Қазақстанның барлық аумағында дерлік жарықшақтардан төгілген лава тасыған. Қазіргі заманда жарықшақтық жанартаулар шектеулі таралған, дегенмен жекелеген аудандарда көп кездеседі. Мысалы, Исландияда – Лаки жанартауы, Камчаткада – Толбачинский, т.б. Жарықшақтық типті жанартауларда магма шығаратын орталық тесік болмайды. Лава жер бетіне жер қыртысындағы терең әрі ұзын жарылымдар арқылы шығады. Нәтижесінде жер бетінде қалың лава жамылғылары жаралады.

Орталық типті жанартаулар – конус тәрізді таулар түріндегі геологиялық құрылыстар. Олардың магма шығаратын орталық тесіктерінен атқыламалар шығады (5.5-сурет). Әр жанартаудың *таскөмейі*, яғни магма ошағынан атқылама өнімдері көтерілетін шығарушы каналы мен *кратері* – конус пішінді таудың төбесінде орналасып, таскөмейдің жоғарғы жағын аяқтайтын табақ тәрізді ойығы болады. Көптеген ірі жанартаулардың негізгі таскөмейінен қосымша шығарушы тесіктер тарамдалады. Оларды *масыл жанартаулар* деп атайды.



5.5-сурет. Орталық типті жанартау аппараты мен оны қоректендіретін магма ошақтары құрылысының сұлбасы

Конустардың төбесінде жанартаулық қопарылыстар немесе опырылымдар салдарынан олардың орнында дөңгелек пішінді кең ойпаңдар (диаметрі 15 км-ге дейін) жаралуы мүмкін. Оларды *кальдера* деп атайды. Осындай кратерлердің ішінде бір немесе бірнеше жаңа конус пайда болуы мүмкін. Орталық типті жанартау атқылаған өнімдер жасаған геологиялық денелердің пішіні негізінен *тасқындар*, кейде *күмбездер* қалыптастырады.

Жанартау әрекетінің өнімдері. Атқылаған жанартау шығарған өнімдер жалпы алғанда үш түрге бөлінеді: газ тәрізді, сұйық және қатты.

Газ тәрізді өнімдер жанартау әрекетінің әртүрлі сатысында оның таскөмейінен, қосымша кратерлерінен және көптеген жарықшақтарынан бөлініп шығады. Олардың 60–90%-ға жуығы су буынан тұрады, сондай-ақ түрлі мөлшерде H_2S , SO_2 , CO , CO_2 , HCl , HF , NH_4Cl , NH_3 , H_2BO_3 , т.б. газдар болады. Бөлініп шыққан газдардың құрамы температураға байланысты өзгереді.

Температура $180^\circ C$ -тан жоғары болғанда *фумарола* (латынша *фума* – газ) газдары бөлінеді, олардың құрамы күрделі хлорлы-күкіртті-көмірқышқылды. Температурасына қарай құрғақ, қышқыл және сілтілі фумарола бөлінеді. Температурасы 100 – $180^\circ C$ газды бөлінімдер *сульфатара* (италиянша *солфатара* – күкіртті түтін) деп аталады.

Олар негізінен су буы мен күкіртті сутектен тұрады. Температурасы 100 °С-ден төмен газ қоспалары мофета (итал. *мофета* – сасық иісті газдар буланатын жерлер) деп аталады, олар негізінен көмірқышқыл газдары мен су буынан тұрады.

Бірқатар жағдайларда жанартаулық газдардың мөлшері зор масштабты болады. Магманың құрамындағы газдар оның қатаюын тежейді, ал газдардың бөлініп кетуі атқылаған сұйық өнімдердің жылдам қатаюына әкеледі. Жанартаулық газдардың сублимациясы кезінде, көбінесе өндіріс нысаны болатын минералдық жаралымдар пайда болады. Мәселен, Италияда Лордорело қаласының маңында мындаған т бор қышқылы, бура, аммиак тұздары және басқа өнімдер өндіріледі. Ал ыстық бу электр энергиясын өндіру үшін кең пайдаланылады.

Лава – жанартау атқыламаларының сұйық өнімі. Ол химиялық құрамы бойынша қышқылды, орташа, негізді және ультранегізді болуы мүмкін. Лаваның химиялық құрамы оның ең маңызды физикалық қасиеттерін – тұтқырлығы мен аққыштығын анықтайды. Атқыламалардың сипаты негізінен лаваның осы қасиеттеріне байланысты.

Лава жер бетінде қатып, эффузиялық немесе төгілген магмалық таужыныстарға – эффузивтерге айналады. Олар жылдам суыну мен қалыпты қысым жағдайында қалыптасқандықтан, өздеріне тән *құрылым* мен *бітімге* ие болады.

Эффузивтердің құрылымы көбінесе әркелкі түйірлі *порфирлі* болып, құрамында екі генерациялық минералдар болуымен сипатталады. Бірінші генерация минералдары порфир сеппелері (фенокристалл) деп аталады. Фенокристалдар ұсақ кристалды тығыз негізгі масса ішінде орналасады. Осындай жағдайдағы негізгі массаның құрылымы *криптокристалы* (*жасырын кристалды*) деп аталады. Лава кейде шыны тәрізді масса жасап қатайды. Мұндай құрылым *витрофирлік* (лат. “*витро*” – шыны) деп аталады.

Магма жер бетіне шыққанда оның құрамындағы газдың қарқынды бөлініп шығуынан, эффузиялық таужыныстардың бітімі кеуек *ұяшықты* және *тесіктану сияқты* болып қалыптасады. Ал бос қуыстарды туынды минералдар толтырса – *бадамшатасты* бітім пайда болады. Сондай-ақ, лава аққан жағдайда минералдардың ағыс бағытында бағдарлана орналасуынан *флюидтік* бітім жаралады.

Жанартау атқылаған қатты өнімдерді *пирокласт* немесе *пирокластикалық* (гр. *пир* – от, *кластикос* – уатылған, сынған) материал деп атайды. Пирокласт құрамы жанартаулар қопарғанда пайда болған сынықты материалдардан тұрады. Қопарылыс кезінде шашыраған лава мен кратердің қопарылған бөлігін құрайтын таужыныс сынықтарының өте үлкен массасы атмосфераға ұшады. Пирокластикалық материал сынықтардың өлшеміне байланысты былай аталады: *жанартау бомбасы* – кесектердің өлшемі 5–10 см-ден бірнеше м-ге дейін, *лапилли* (итал. *лапиллас* – тас сынығы) – 1–5 см, *жанартау құмы* – 1–10 мм және жанартау күлі – 1 мм-ге дейін.

Жанартау лақтырындылары (пирокласт материалдар) Жер бетіне қайта құлағаннан кейін жылдам нығыздалып, *жанартау брекчияларына* (ірі сынықтар) және *жанартау туфына* (құм мен күлден пайда болады) айналады.

Егер лава жоғары тұтқырлығына байланысты ағуға қабілетсіз болса, жанартау көмейінен сығылып шығып, экструзия күмбездерін (латынша *экструзио* – сығамын)

жасайды. Кейде олар лаваның жаңа порциялары келуіне байланысты бірінің үстін келесісі басып өсе береді, ал басқа жағдайларда лаваның тегеуріні қатайған бірінші порцияны көтеріп жібереді.

Жанартау экструзия күмбездерінің биіктігі жүздеген метрге жетеді, мысалы АҚШ Каскад тауларындағы әйгілі Лассен-Пик күмбезінің биіктігі 600 м. Армениядағы, Мексикадағы және басқа жерлердегі риолит, соның ішінде обсидиан күмбездері өзіндік сипатқа ие. Қышқылды лава экструзия күмбездеріне балқыманың ламиналық тұтқыр ағуы салдарынан жұқа флюидтілік тән.

Магмалық таужыныстар

Магматизмнің негізгі нәтижесі – магмалық таужыныстар мен оларға байланысты пайдалы қазбалар. Магмалық таужыныстар жер қыртысында ең көп таралған, олар қыртыс көлемінің 60%-дан астамын, ал массаның 95%-ға жуығын қамтиды.

Қазіргі кезде магмалық таужыныстардың Жер шары бойынша таралуы туралы толық деректер жоқ. Дегенмен, ТМД және АҚШ аумағында әртүрлі магмалық таужыныстар алып жатқан алқаптардың ауданы есептеп шығарылған (5.1-кесте).

5.1-кесте

Магмалық таужыныстардың басты типтерінің ТМД мен АҚШ аумағында таралғандығы (А.Н. Заварицкий бойынша), %

Таужыныстар типі	ТМД	АҚШ
Қышқылды интрузиялар	48,7	35,0
Негізді интрузиялар	2,3	5,0
Қышқылды эффузивтер	13,5	12,5
Негізді эффузивтер	35,1	45,0
Сілтілі таужыныстар	0,4	–

Магмалық таужыныстардың жіктелімі екі негізгі принципке – генетикалық (жаралу) жағдайларына және химиялық құрамына негізделген (5.2-кесте).

А.Б. Ронова мен А.А. Ярошевскийдің деректері бойынша, жер қыртысындағы магмалық таужыныстардың мөлшері мынадай, %: гранит, гранодиорит пен диорит – 21,6; базальт, габбро және басқа құрамы негізді таужыныстар – 42,5; сиенит пен нефелинді сиенит – 0,4%; перидотит – 0,2.

Магматизммен байланысты пайдалы қазбалар

Магматизм процесі, әсіресе интрузиялық процестер пайдалы қазба кенорындарының жаралуы тұрғысынан қарағанда айрықша өнімді. Магма әрекетіне байланысты қалыптасқан кенорындардың барлығы *магматогендік* деп аталады. Кенорындар магмалық балқыма эволюциясының барлық сатыларында дерлік пайда болуы мүмкін.

Магма балқымасының өзі кристалдана бастаған сатысында өзіндік магмалық кенорындар жаралады. Бұл кенорындар магмамен, сондай-ақ тиісінше ультранегізді, негізді және сілтілі құрамды таужыныстармен байланысты. Оның мысалы ретінде хромит, алмас, титанмагнетит, мыс-никельді сульфид руда, платина тобындағы метал-

дар кенорындарын, сонымен қатар фосфорлы тыңайтқыштар өндіруге кең пайдаланылатын апатит пен алюминий айырып алынатын нефелинді сиенит кенорындарын атауға болады.

5.2-кесте

Магмалық таужыныстардың жіктелімі

Таужыныстың химиялық типі (SiO ₂ мөлшері,%)	Интрузиялық таужыныстар		Эффузиялық таужыныстар	Басты таужыныс-саушы минералдар
	Абиссал (тереңдік)	Гипабиссал (орташа тереңдік пен желілік)		
Қышқылды (65%-дан аса), кремнеземге аса қанық	Гранит Гранодиорит	Гранит-порфир Аплит Пегматит Гранодиорит-порфир	Липарит (риолит) Дацит	Кварц, қышқылды плагиоклаздар, калийлі далашпат, биотит (кейде мусковит, мүйіздалдамыш, пироксендер)
Орташа (52-65%), кремнеземге қанық	Диорит Сиенит	Диорит-порфирит Сиенит-порфир	Андезит Трахит	Орташа плагиоклаздар, калийлі далашпат, мүйіздалдамыш (кейде биотит, пироксендер)
Сілтілі (55% шамасында) көп мөлшерде K ₂ O, Na ₂ O	Нефелинді сиенит	Нефелинді сиенит порфир мен пегматит	Фонолит	Калийлі далашпат, нефелин, сілтілі пироксен мен амфибол
Негізді (45-52%) кремнеземге қанықпаған	Габбро	Габбро-порфирит, диабаз	Базальт	Негізді плагиоклаздар, пироксен (кейде оливин, биотит, мүйіздалдамыш)
Ультранегізді (45%-ға дейін), кремнезем өте аз	Дунит, перидотит, пироксенит, горнблендит	–	Кимберлит	Оливин, пироксендер (кейде мүйіздалдамыш пен биотит)

Ұшпа компоненттерге бай қалдық магма балқымасы кристалданатын сатыда мынадай маңызды пайдалы қазбалар – слюда (мусковит), асыл тастар, қалайы,

вольфрам, молибден, литий, бериллий, уран, торий, тантал, ниобий, т.б. пегматиттік кенорындар жаралады.

Көптеген металл пайдалы қазбалардың ірі кенорындарының қалыптасуы гидротермалық ерітінділер әрекетіне байланысты. Оларға мыс, алтын, күміс, қорғасын, мырыш, сынап, сүрме, молибден, вольфрам, уран, т.б. кенорындар жатады. Көптеген гидротермалық кенорындар желілік пішінді болып келеді.

Интрузиялардың жапсар маңы белдемдерінде дамиды процестер нәтижесінде темір, мыс, қорғасын-мырыш пен вольфрам-молибден рудасының кенорындары жаралады.

Сонымен қатар, магмалық таужыныстардың өзі құрылыс материалы ретінде кең пайдаланатынын айту керек. Бұл таужыныстардан жоғары сапалы шойтастар мен қырланған тастар, қаптама тастар даярланып, цемент пен тас құю өнеркәсібінің шикізаты алынады.

Бақылау сұрақтары:

1. Геологиялық процестер қалай туындап, қалай жіктеледі, олардың өзара байланысы мен ықпалының мәнісі неде?
2. Эндогендік процестер түрлері, олардың энергия көзі?
3. Магматизм деген не, оның қандай түрлері бар?
4. Интрузиялық магматизмнің мәнісі неде, оның нәтижелері қандай?
5. Эффузиялық магматизмнің мәнісі неде, ол қалай жүреді?
6. Жанартаулардың газ тәрізді өнімдері қандай?
7. Жанартаулардың сұйық өнімдері деген не?
8. Интрузиялық және эффузиялық денелердің өлшемдері мен жайғасу пішіндері қандай?
9. Магмалық таужыныстар қандай көрсеткіштері бойынша жіктеледі, олардың құрылымы мен бітімі қалай сипатталады?

6. ЭКЗОГЕНДІК АГЕНТТЕРДІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ӘРЕКЕТІ

Экзогендік агенттердің геологиялық әрекеті таужыныстардың қирауы, қирау өнімдерінің тасымалдануы аккумуляциясы түрінде білінеді. Осы агенттер ықпалынан жер беті бедері тегістеледі, яғни қыраттар қирайды (мориды), ал олардың қирау өнімдері ауылық күші әсерінен бедердің ойпаң жерлеріне барып жиналады. Осы процестер тиісінше денудация және аккумуляция деп аталады.

Денудация (латынша *денудацио* – жалаңаштау, аршу) – сыртқы геологиялық агенттердің мору өнімдерін олар жаралған жерден сыдырып әкетіп, түбірлік таужыныстардың аршылуына әкелетін процесс. Бұл геологиялық агенттерді денудация агенттері деп атайды. Оларға жататындар: жел, жербеті және жерасты суы, мұздықтар мен теңіздер.

Денудация агенттері мору өнімдерін қыраттардан ойпаң бөлікшелерге жылжытып, жер бетінің қирауына, қираған материалды тасымалдау мен қайта түзуге және бедердің тегістелген пішіндерін жасау мен шөгінді жиналуға әкеледі.

Аккумуляция – шөгінді жиналу процесі. Осы геологиялық процестің нәтижесінде таужыныстардың көпсық мору өнімдері бедердің төмен жатқан бөліктерінде – өзен аңғарларында, көлдерде, батпақтарда, теңіздер мен мұхиттарда жиналады. Сынықты материалдың жиналуы және еріген заттардың шөгуі *седиментация* (шөгінді жиналу) деп аталады. Аккумуляция процесі сушалар түбінде сулы (*субаквальқ*) ортада да, құрлықта ауалы (*субаэральқ*) ортада да жүруі мүмкін.

Шөгу қозғалыстағы ағында тасымалданушы материалдың ауырлық күші тасымалдаушы ортаның қысымынан артық болғанда – физикалық шөгу жолымен, сонымен қатар еріген минералдық заттардың шынайы және коллоид ерітінділер шектік концентрациясына жеткенде – тұну жолымен жүре алады. Шөгінді жиналуда өсімдік пен тірі организмдердің тіршілік әрекеті де маңызды рөл атқарады.

6.1. Мору

Минералдар мен таужыныстардың жер бетінде және оның жақын маңында қирау және ыдырау процестерінің жиынтығы *мору* деп аталады. Таужыныстардың күйі мен құрамы өздерінің жатқан жерінде судың, оттегінің, көмірқышқыл газының, түрлі қышқылдардың, тірі организмдер мен температура ауытқуының физикалық, химиялық және биологиялық әрекеті нәтижесінде өзгеріске ұшырайды.

Бірегей әрі күрделі мору процесі екі түрге бөлінеді: физикалық және химиялық. Олар өзара тығыз байланысты және бір мезгілде өте алады.

Физикалық мору процестерінің нәтижесінде таужыныстар механикалық қирауға түседі. Бастапқы таужыныс уатылады да құрамын өзгертпей біртіндеп тасшақпаға, қиыршыққа, құмға немесе тозаңға айналады. Мору белдемінде таужынысты қирауға ұшырататын негізгі факторлар: температураның Күн белсенділігі өзгерістеріне бай-

ланысты ауытқуы; таужыныстың жарықшақтары мен кеуектерінде қатқан судың, кристалданған тұздың ықпалы; өсімдіктердің тамыр жүйелері дамыған кезде сыналап жару әрекеті; ін қазатын жануарлардың тіршілік әрекеті.

Температуралық мору. Физикалық морудың бұл түрлері тәуліктік және маусымдық температураның ауытқуы нәтижесінде орын алады. Таужыныстар алма кезек қызу мен суынуға байланысты ұлғайып, көлемі артады немесе сығылып, кішірейеді. Осы көп дүркін алмасатын созу және сығу кернеуінен таужыныс шытынап, өлшемдері әртүрлі сынықтарға уатылады. Таужыныстардың температуралық мору қарқыны олардың минералдық құрамына, түсіне, құрылымы мен бітіміне және температураның ауытқу амплитудасына байланысты.

Күнгірт түсті минералдар ашық түстілерге қарағанда күшті әрі жылдам қызады, бірақ шамамен олардың екеуі де бірдей суынады. Физикалық морудың қарқыны температура ауытқуының амплитудасына тура пропорционал болғандықтан, күнгірт түсті минералдар жылдам қирайды.

Таужыныстардың механикалық қасиеттері олардың құрылымына және бітіміне байланысты болғандықтан, температуралық морудың қарқындылығына да әсер етеді. Морт таужыныстар тұтқыр таужыныстардан, ал жарықшақтылар – тығыз таужыныстардан жылдам қирайды.

Таужыныстың сыртқы температураның ауытқуы әсерінен моруы оның беткі жағынан басталып, біртіндеп ішкі жағына қарай тұрақты температура белдеуіне дейін таралады. Бірақ таужыныстың Күн қыздыратын сыртқы беті оның ішкі бөліктерімен салыстырғанда едәуір көп ұлғаяды. Нәтижесінде таужыныстың беткі және терең бөліктері аралығында оның бетін бойлай созылған жарықшақтар пайда болады. Осы жарықшақтар бойынша қабыршақтанған таужыныстың беткі жағы сыпырылып түсе бастайды. Таужыныстың беткі бөлікшелерінің қабыршақтану процесі десквамация (латынша *десквамара* – қабыршағын сыдыру) деп аталады.

Аяздық мору таужыныстардың мезгіл-мезгіл қайталанатын ұлғаю және сығылу әсерінен орын алады. Бұл құбылыс таужыныстар жарықшақтары мен кеуектері кеңістігіндегі судың температурасы оның кату нүктесі төңірегінде ауытқуы кезінде катуы және еруі салдарынан туындайды. Су қатып, мұзға айналғанда оның көлемі 9% шамасында ұлғаяды. Қатқан мұз көлемінің артуына байланысты жарықтардың қабырғасына қысым (100 МПа жасап, ең берік таужыныстардың өзін жарып жібереді.

Біздің планетаның органикалық тіршілігі таужыныстардың қирауына біршама ықпал жасайды. Қарапайым өсімдіктер – қына мен мүк өздерінің тіршілік ету процесінде таужынысты белсенді қиратады. Мәселен, қираудың іздері Амбрез (Австрия) қамалында 200 жылдан астам уақыт тұрған мәрмәр бағанның бетінде жақсы көрінеді. Тамыр клеткаларында дамитын қысымның мөлшері 19 МПа шамасына дейін жететіні анықталған. Органикалық қосылыстар мен қышқылдар таужыныстарға химиялық әсер етіп, ыдыратады. Құрт, құмырсқа, термит пен жер қазатын жануарлардың механикалық жұмысы да таужыныстың қирауына әкеледі.

Физикалық морудың барлық түрлеріне тән жалпы ерекшелік – оның аз тереңдікте ғана білінуі. Ол температураның ауытқуы, судың сінуі, желдің кеулеуі, т.б. агенттер енетін тереңдікке байланысты дамиды.

Химиялық моруда таужыныс атмосфералық факторлар ықпалынан химиялық ыдырауға ұшырап, түбірлі өзгерістерге түседі. Осының нәтижесінде бастапқы таужыныстардың химиялық құрамы өзгереді. Химиялық морудың қарқындылығы мен бағыттылығы негізінен бастапқы таужыныстардың химиялық құрамына, құрылымына, сонымен қатар аумақтың климаттық жағдайына, бедеріне және сулылығына байланысты. Органикалық тіршіліктің әрекеті де химиялық моруда аз рөл атқармайды.

Мору белдемінде химиялық реакциялардың барлығы экзотермикалық сұлба бойынша жүреді, яғни жылу бөледі. Реакциялар төрт топқа бөлінеді: тотығу, гидратталу, еру және гидролиз. Табиғи жағдайда химиялық реакциялардың бұл топтары көбінесе бір мезгілде жүреді.

Тотығу химиялық қосылыстардың оттегімен қосылуы түрінде білінеді. Бұл процесс сульфидтерде жылдам жүреді. Нәтижесінде оксидтер жаралады. Тотығу процестері жер бетінде де, тереңдікте де жүреді. Тотығудың тереңдігі атмосфералық жауынның жер қыртысына сінетін белгілі бір белдемге дейін жетеді, одан тереңде тотығу процесі толық тоқтайды. Әдетте тотығу белдемнің тереңдігі континенттерде грунт суы деңгейімен анықталады деп саналады.

Сульфид кенорындарының көпшілігінде ең көп таралғаны темір сульфиді болып табылады. Сондықтан бұл кенорындардың тотығу белдемінде темір оксидтері мен гидроксидтерінің қосылыстары жаралатындықтан, оны “темірлі телпек” деп атайды. Бұл түзілімдердің қалыңдығы 1–2 м-ден ондаған м-ге дейін жетеді. Ұсағылған пайдалы қазбаларды өндірген кезде, тотығу нәтижесінде олардың өз бетінше от алып кетуі жиі кездеседі.

Гидратталу – құрамында гидрат немесе кристалдану суы бар жаңа минералдар жаралу. Гидратталу процесінде, ол көбінесе тотығу процесімен қатар жүретіндіктен, минералдың су молекулаларымен қосылуына байланысты ішкі құрылымы қайта түзіледі. Гидратталған минералдар көлемінің артуы таужыныстарда ішкі кернеудің пайда болуына әкеліп, олардың бастапқы жатысының бұзылуына және осының нәтижесінде көптеген жарықшақтар мен ұсақ қатпарлар жаралуына әкеледі.

Еру немесе минерал заттың ерітіндіге өтуі түпнұсқа таужынысқа су мен көмір қышқылының комплексті, бірақ түрлі дәрежеде ықпал етуіне байланысты. Таужыныстар еруінің қарқындылығы бірінші кезекте олардың өзінің химиялық құрамы мен еріткіштің химиялық белсенділігіне байланысты болады.

Еру нәтижесінде ыдырауға ең көп ұшырайтыны – шөгінді таужыныстар, аз дәрежеде – метаморфтық пен магмалық таужыныстар. Минералдар арасында ерігіштік дәрежесі бойынша хлоридтер ең жоғары тұрады. Олар жер қыртысында қатты минералдар күйінде судан окшауланғанда ғана бола алады. Сульфаттар нашарлау ериді, ал карбонаттар одан нашар ериді. Карбонаттардың еру жылдамдығы хлорид-

термен және сульфаттармен салыстырғанда температура төмендеген сайын едәуір арта түседі. Бастапқы минералдардың, олардың есебінен карбонаттар немесе бикарбонаттар жасайтын еру реакциялары карбонатталу деп аталады.

Өсімдіктер мен микроорганизмдер шығаратын көптеген органикалық қышқылдардың күштілігі сондай, олар таужыныстың минералдық қышқылдарда ыдырамайтын әртүрлі минерал затын еритін формаға өткізе алады. Шамалы концентрациясының өзі кварцты, шыныны, металл қалайыны еріте алатын органикалық қышқылдар белгілі. Суда еріген көмір қышқылы мен органикалық қышқылдардың бірлескен әрекеті таужыныстардың шаймалануына және карст процесінің айрықша формаларының білінуіне әкеледі.

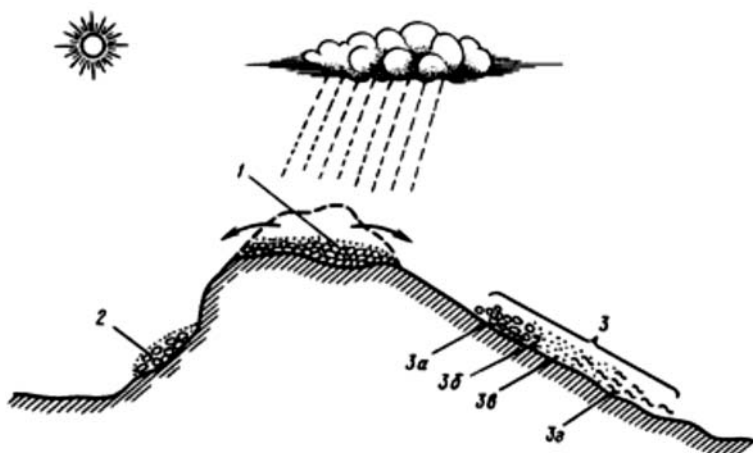
Таужыныстар мен минералдардың еруі өте қарқынды түрде континенттерде ыстық әрі ылғал климат жағдайларында қарқынды жүреді. Дегенмен теңіз жағдайларында да таужыныстардың химиялық ыдырауы орын алады, оны *гальмиорализ* процесі деп атайды.

Минералдар мен таужыныстардың табиғи еру және тотығу процестерінің жүру жағдайлары мен білінім қарқындылығын зерделеу, алынған нәтижелерді пайдалы қазба кенорындарын игерудің жаңа геотехнологиялық тәсілдерін (мысалы, шаймалау әдісі) жасау үшін пайдалануға жол ашты.

Гидролиз – судың әрекетінен минералдардың кристалдық торының қирауы және қайта құрылуы арқылы ыдырау реакциясы. Ол күшті негіздер мен нашар қышқылдар қосылыстарына тән. Мұндай жағдайда, бір жағынан – күшті негіздердің (сілтілер мен сілтіжерлер) жақсы еритін қосылыстарының шығарылуы, ал екінші жағынан – гидроксилді иондардың қосып алынуы іске асырылады. Бұл өз кезегінде жаңа жағдайларда бастапқы минералдар ыдырауынан нашар еритін өнімдер жаралуына әкеледі. Гидролиз құбылысымен бірінші кезекте жер қыртысында өте кең таралған силикат пен алюмосиликаттардың, яғни еруі қиын минералдардың химиялық ыдырауы да байланысты. Мұның көрнекі мысалы ретінде далашпаттар гидролизін айтуға болады. Олар калий, натрий мен кальцийдің еріп шығуы нәтижесінде түрленеді. Реакция мынадай сұлба бойынша жүреді: далашпат – гидрослюда – каолинит.

Мору процесінде өнімдердің екі тобы пайда болады: 1) жылжитын – олар бастапқы қирау орнынан жылыстап кетеді (коллювий, делювий); 2) қалдық (элювий), яғни түбірлік таужыныстардың бастапқы жатқан орнында қалады (*б. 1-сурет*).

Элювий – морудың қалдық өнімі. Ол әртүрлі дәрежеде мору процесіне ұшыраған және өзінің бастапқы жатқан орнында қалған таужыныс. Элювийдің қалыңдығы бірқатар факторларға байланысты, олардың ең бастылары – мору процестеріне ұшыраған таужыныстың беріктігі мен осы процестердің қарқындылығы. Элювийді құрайтын таужыныстардың жекелеген сынықтары кейін беткейден оның етегіне дейін домалап баруы мүмкін. Ал сынықтардың бір бөлігі беткейлерде қалып қояды. Мору өнімдерінің орнынан жылжуы тартылыс күші, жаңбыр тасқындары, еріген су ағындары әрекетінен туындайды.



6.1-сурет. Мору өнімдерінің жаралу сұлбасы:
 1 – элювий; 2 – коллювий; 3 – делювий (3а – тасшақпа;
 3б – шағыл; 3в – құм, құмайт; 3г – саздақ)

Коллювий – суайрықтардан беткейлерге тартылыс (салмақ) күші әсерінен сырғып кететін сынықты материал. Ол әдетте суайрықтар етегінде сусыма, сырғыма, т.б. жасайды. Коллювий болбыр цементтелген (керіштенген) және нашар іріктелген таужыныс, ол суды жақсы сіңіреді.

Делювий – беткейлер мен қыраттардың етегіне жиналатын болбыр мору өнімдері. Олар беткейлерден жаңбыр мен еріген қар суы әрекетінен сырғиды. Оларға сынықтардың өлшемі бойынша іріктелетіндігі тән. Делювий көбінесе беткейлердің етегінде жолақ түрінде жатады. Оның қалыңдығы беткейге өрлеген сайын жұқара береді. Қатқабатта беткейге параллель қабаттылық байқалады.

Жылжитын және қалдық мору өнімдерінің жиынтығы *мору қыртысы* деп аталады. Қалың мору қыртысының қалыптасуына қолайлы жағдай туындататындар – түпнұсқа таужыныс бетіндегі біршама тегіс бедер, ыстық әрі ылғал климат және органикалық заттардың молдығы. Мору қыртысының қалыптасуы күрделі әрі көпсатылы процесс.

Жаралу уақыты бойынша мору қыртысы қазіргі және көне (қазба) түрлерге бөлінеді. Қазіргі мору қыртысы жер бетінде ашылып, әдетте элювийден және оның топырақ қабатымен аралас өзгерген өнімдерінен тұрады. Көне мору қыртысы көбінесе кейінгі жас таужыныстармен жабылып, бұл қабат оны шайылудан сақтайды. Көне мору қыртысымен минералдар және пайдалы қазбалар комплексі (боксит, каолин, никель мен кобальт гидроксиді, темір, марганец, т.б.) байланысты.

Түбірлік таужыныстардың қирау өнімдері маңызды экономикалық мәнге ие және олармен өте маңызды процесс – топырақжаралу байланысты, ол органикалық заттар әрекетінен жүреді. Мору қыртысының болбыр әрі су сіңіруге қабілетті жоғарғы қабаты бактериялар мен түрлі өсімдік организмдерінің тіршілік етуіне қолайлы. Мору қыртысының жоғарғы қабаты біртіндеп организмдер тіршілігінің

қалдықтарына және олардың өлексе қалдықтарына байи береді. Органикалық заттардың оттегі көмегімен ыдырауы олардың гумусталуына әкеледі, яғни шірінді немесе гумус жаралады. Гумусқа бай мору қыртысының бұл қабаты *топырақ* деп аталады.

Мору процестерінің мәні

Мору процестері жер қыртысының жоғарғы горизонттарын терең өзгерістерге түсіреді. Мору барысында тығыз әрі берік магмалық, метаморфтық және шөгінді таужыныстар уатылып, химиялық ыдырауға түседі де қопсық, оңай қирайтын жаралымдарға ауысады.

Физикалық мору процесінде мору қыртысы белдеміндегі таужыныстардың жарықшақтық дәрежесі мен кеуектілігі артса, ал химиялық мору кезінде түпнұсқа таужыныстардың минералдық құрамы, құрылымы мен бітімі өзгереді. Бұл өзгеріс таужыныстың физикалық-механикалық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі. Моруға таужыныстардың кеуектілігі артады. Осының салдарынан олардың сусіңіргіштігі де артады. Олардың беріктігі өзгеріске түспеген таужыныстармен салыстырғанда төмен болады. Сондықтан моруға таужыныс жерасты кен үңгімелерінің ашылымдарында, карьер жақтаулары мен табиғи ашылымдарда олардың орнықтылығын нашарлатады. Олар сусыма, құлама, сел-көшкін мен сырғыма туындайтын ортаға айналады. Сонымен қатар моруға таужыныстарды өндіру жеңілдейді.

Практикада таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерінің маңыздылығын, бірінші кезекте олардың беріктігін ескеріп, моруға таужыныс немесе моруға таужыныс коэффициенті (K_M) көрсеткішін қолданады. Моруға таужыныс моруға таужыныс тығыздығының моруға таужыныс тығыздығына қатынасымен өлшенеді. Бұл көрсеткіш физикалық және химиялық мору әсерінен таужыныстардың тығыздығы мен беріктігінің азайғандығын сипаттайды.

Моруға таужыныстардың қасиетін дұрыс бағалау карьерлерді жобалағанда, жол құрылысы кезінде қиябеттердің құлдығы мен конструкциясын таңдағанда, құрылыс қазаншұңқырлары мен карьер жақтауларын есептегенде, табиғи құрылыс тастары мен материалдарының (мәрмәр, гранит, кварцит, т.б.) кондициялық блоктары қорын есептегенде, инженерлік құрылыстар жүргізгенде, алынып тасталатын моруға таужыныс белдемінің қалыңдығын және фундаменттің орналасу тереңдігін анықтағанда, т.б. маңызды мәнге ие.

Мору процестері әртүрлі пайдалы қазба кенорындарының жаралуы мен өзгеруіне әкеледі. Физикалық моруға таужыныс қопсық өнімдері – шақпатақ, дөңбектас, қиыршық, құм және кейде саз – өнеркәсіптің әртүрлі салаларында пайдаланатын құнды құрылыс материалдары болып табылады. Бастапқы таужыныстардан элювий жаралу процесінде төзімді минералдар босап шығып, олар алтын, платина, касситерит, ильменит, алмас, т.б. элювийлік шашылым кенорындарын жасайды.

Химиялық мору нәтижесінде каолин, боксит, никель, темір және марганец рудасының кенорындары пайда болады.

Барлық экзогендік немесе денудация агенттері геологиялық жұмысты ортақ сұлба бойынша атқарады, ол үш сатыға бөлінеді. Бірінші сатысында жер бетінде ашылған немесе экзогендік агенттер ықпалында болатын түбірлік таужыныстар қирайды.

Екінші сатысында осы агенттер әрекетінен қирау өнімдері ысырылып, тасымалданады, яғни бұл массалар седиментация алабына көшіріледі. Тасымалдаушы агент әрекетінің күші $F = mv^2/2$ формуласы бойынша бағаланады, мұндағы m – агенттің массасы, v – жылдамдығы. Үшінші сатысында тасымалданған қирау өнімдері жинақталады (седиментацияланады). Мысалы өзендердегі, көлдердегі, теңіздердегі немесе шөл далалардағы құмды-сазды түзілімдер түрінде.

6.2. Желдің геологиялық әрекеті (эолдық процестер)

Жел – атмосферадағы, көбінесе тропосферадағы ауа ағысы. Жер бетінің оның әртүрлі шағылыстырғыш қабілеті мен Күн сәулесінің әрқелкі бұрышпен түсуі салдарынан әрқелкі қызуы, температураның атмосферада тік бағытта таралуы мен маусымдық ауытқуы ауа массасының көлбеу бағытта да қозғалысын туындатады. Ауа массаларының қозғалысы нәтижесінде атмосфералық қысым да ауытқиды. Ауа қозғалысын туындататын факторлардың әрекетін Жер пішіні мен айналуының ерекшеліктері, оның бетінің бедері, т.б. күрделендіреді. Жалпы алғанда жербеті маңы қабатында тұрақты, кезеңдік және кезеңсіз желдің тұтас жүйесі әрекет етеді.

Айналадағы нәрселерге әрекет ету күшін анықтайтын ауа массаларының қозғалыс жылдамдығы бойынша атмосфера күйінің мынадай желді түрлерін бөледі: *штиль* (жылдамдығы 0,5 м/с-ге дейін); *баяу керімсал, самал және күшті жел* (0,5–20 м/с); *дауыл, теңіз дауылы* (20–40 м/с); *қатты дауыл* (40 м/с-ден асады). Сонымен қатар, жоғары және төмен қысымдар орталықтары төңірегінде айналмалы қозғалыс жасайтын ауа тасқындары байқалады. Олар *шаңды құйындар* мен *дүлей құйындар* деп аталады.

Соңғы жылдары тропосфераның жоғарғы бөлігінде, тіпті стратосферада да күшті жел болатыны туралы деректер алынған. Бұл жел *сорғалама ағыстар* деп аталады, олар әзірше жеткіліксіз зерттелген. 10–20 км биіктікте ені жүздеген км, ал жылдамдығы 800 км/сағ-қа жететін өте үлкен “ауа өзендері” өтетіні анықталған.

Жел әрекетіне байланысты геологиялық құбылыстардың барлығы *эолдық процестер* (*эол* – ежелгі грек мифологиясында жел құдайы) аталса, ал желдің көмегімен жаралған түзілімдер *эолдық түзілімдер* деп аталады.

Желдің қиратушы жұмысы. Жер бетіне шығып жатқан таужыныстар желдің күшінен де, ол тасымалдаған құм мен тозаңның көмегімен де қирайды. Жел тасымалдаған бөлшектер жерде ашылған таужыныстар бетіне соқтығысып, көп дүркін қайталанатын осындай соғулар нәтижесінде олардың бетінде сызықтар, айғыздар, қуыстар, атыздар, жырымдаулар, т.б. пайда болады.

Таужыныстарда желдің жонуынан пайда болған түрлі қуыстар, айғыздар мен жартастардың жалтырлануы *корразия* (лат. “*корразия*” – жонамын) деп аталады. Корразияның біліну формалары әртүрлі. Түбірлік таужыныстарда мору нәтижесінде пайда болған жарықшақтардың кеңеюі өзіндік бедер пішіндерінің жаралуына әкеледі. Мәселен, В.А. Обручев суреттеген Жоңғариядағы “эолдық қала” немесе Красноярск өлкесінде белгілі “эолдық бағаналар” осының нәтижесі.

Ауа сорғаламалары қопсық немесе нашар цементтелген таужыныстарға тікелей жанасқанда материалды үрлеп, ұшырып әкетеді. Түбірлік таужыныстардың қатты бөлшектерін желдің үрлеп, ұшырып және суыруы *дефляция* (лат. “*дефляцио*” – үрлеу, суыру) деп аталады. Дефляцияның жылдамдығы желдің күшіне, таужыныстардың жатыс ерекшеліктеріне, беріктігіне, т.б. байланысты. Дефляция әсіресе мору процесстері жақсы дамыған аудандарда қарқынды жүреді.

Тау аңғарларында беріктігі төмен таужыныстан тұратын қабаттар ашылымының үрленуі нәтижесінде әртүрлі қуыстар жаралады. Жазықтарда дефляция қопсық қабаттың суырылуына әкеледі. Құрғақ аудандарда дефляция нәтижесінде сордың бетіне тұнған тұзды жел суырып, ұшырып әкетеді.

Желдің тасымалдаушы жұмысы. Желдің жұмысы сынықты материалды тасымалдау кезінде айрықша білінеді. Тасымалдаудың алыстығы, материалдың тасымалдану мөлшері мен тәсілі бөлшектердің ірілігі мен желдің күшіне байланысты. Мәселен, жылдамдығы 6,5 м/с-ге жететін жел диаметрі 0,25 мм-ге дейінгі тозаңды жеңіл ұшырып әкетеді. Жылдамдығы 10 м/с болатын күшті жел диаметрі 1 мм құм бөлшектерін тасымалдай алады. Ал дауыл жел жылдамдығы 20 м/с-ке дейін жетіп, диаметрі 4 мм-ге дейінгі ұсақ тастарды ұшырып әкете алады. Өлшемі 0,05 мм-ге дейінгі тозаң тәрізді бөлшектерді жел мыңдаған км қашықтықтарға жеңіл тасымалдайды, ал диаметрі 0,5–2 мм болатын сынықтар өздерінің бастапқы жатқан жерлерінен жүздеген км жерлерге дейін ұшырып әкетіледі. Пассаттар Сахара тозаңын Атлант мұхиты арқылы 2–2,5 мың км қашықтықтарға тасымалдайтынын куәландыратын мысалдар бар. Ал, Арал маңынан көтерілген тұзды тозаң Батыс Еуропа мен Африкаға дейін жеткен. Жел тасымалдайтын материалдың мөлшері жүздеген мың, тіпті миллиондаған т-ға жетеді. Есептеулер көрсеткендей, орташа дауыл көтеретін тозаңның көлемі 25 км³-ге жетеді, яғни 50 млрд т массаны құрайды екен.

Желдің жасампаздық жұмысы. Жел өзіндік түзілімдер мен әртүрлі оң және теріс бедер пішіндерін қалыптастыру арқылы үлкен жасампаздық жұмыс атқарады. Ауданның бедеріне, оны жапқан өсімдіктің сипатына және негізгі жел режиміне байланысты тасымалданған материалдардың аккумуляциялануы басталады. Жаралатын құм-саз таужыныстар *эолдық түзілімдер* деп аталады. Эолдық түзілімдер климаты құрғақ, тәуліктік және маусымдық температурасы күрт өзгергіш аудандарда айрықша қарқынды жаралады. Климаты мейлінше құрғақ, ашық бетінен булану атмосфералық жауын мөлшерінен асып кететін осындай аумақтар *шөл* деп аталады.

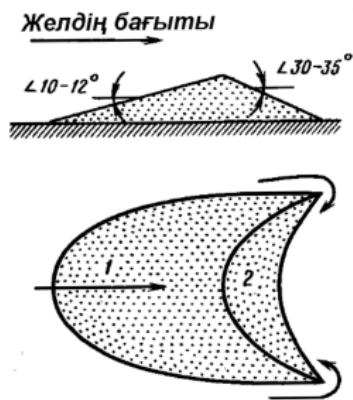
Шөл желдің геологиялық әрекетінің (корразия, дефляция, желдің тасымалдауы мен седиментациясы) басты аренасы ғана емес. Белгілі мөлшерде шөлдің өзі желдің геологиялық жұмысының нәтижесі болып табылады. Шөл әдетте өсімдік жабыны әр түрлі себептерге байланысты солып, қурап кетуінен пайда болады. Мысалы осындай жағдайға әкелетін себептердің бірі мынадай. Мұхит жақтан келетін ылғал ауа массаларының жолын көлденең көтерілген тау құрылыстары жауып қалуынан, құрлықтың ішкі алқаптары ылғалдылығы жеткіліксіз жағдайларға ауысып, құрғақ аудандарға айналады. Атап айтқанда, осындай жағдайлар Орта Азия, Қазақстан мен Орталық Азия аудандарында Памир-Гималай тау құрылыстары көтерілуінен Индия мұхиты жағынан келетін ылғал ауа массаларының жолын жауып қалуына байланыс-

ты туындаған. Солтүстік Мұзды мұхит теңіздерінің шегінуі солтүстік жақтан да ылғал ауа массаларының ену мүмкіндігін жойған. Оңтүстіктегі таужаралу процестері мен солтүстіктегі теңіздердің жаға сызығы жылжуынан орта азиялық алқаптарда ылғалқамтамасыздық жеткіліксіз болып, шөлдің дамуына жағдайлар туындаған.

Сондай-ақ шөл жаралуына орман массивтерін кесіп жою, жерді дұрыс пайдаланбау, т.б. да ықпал етеді. Шөл ұдайы ұлғаюымен сипатталады. Бұрын шұрат және шөлейт болған аудандар біртіндеп жылжыған құм массаларының астында қалады.

Бедеріне байланысты *таулы* және *құмды* шөл түрлері бөлінеді. Басты процестер мен эолдық материал сипатына қарай *тасты* (дефляция басым болғанда), *құмды* және *лессіті* (аккумуляция басым болған жағдайда) шөлдер бөлінеді. Біздің планетада шөл үлкен аудандарды қамтиды. Мәселен, Азияда шөл континенттің 2156 мың км², яғни 5,4% ауданын, Африкада – 6550,5 мың км² (21,6%) жерін алып жатыр. ТМД ауқымында шөл 2 млн км² шамасындағы ауданда таралған. Оның ширегі Түркіменстанда, мұнда шөл оның 90% аумағын жайлаған.

Ең көп таралғаны – айрықша бедер формалары бар құмды жазық шөл. Мұндай формаларға орақ немесе жарты ай пішінді асимметриялы құм төбелері – *барқандар* жатады (6.2-сурет). Олар негізінен бір бағытта тұрған желдің әрекетінен жаралады. Құмды шөлдің бұл бедер пішінінің өсуі әдетте бір кедергіден (сексеуіл бұтасы, тас, т.б.) басталып, біртіндеп жел суырған және жел үйген беткейлерді қалыптастырады. Барқанның биіктігі 30–140 м-ге жетеді.



6.2-сурет. Барқан кимада және үстінен қарағанда:

1 – желдің бағыты; 2 – ық

Құмды шөл ауқымында барқандар көбінесе тізбектерге немесе қырқаларға бірігеді, олар жүздеген жекелеген барқандардан тұрады. Мұндай қырқаның ұзындығы жел бағытына көлденең бағыттталып, 20 км-ге жетіп, ал ені 1 км болады. Қырқалардың арақашықтығы 1,5–2 км.

Құмды шөлдердің өте үлкен бедер пішіндері теңіз жағалауларында жаралады. Мұнда астыңғы жағы ылғал жерге тірелген *дюна* (дөң) деп аталатын пішіндер қалыптасады. Олар үсті дөңгелек ұзыншақ төбелер мен жалдар. Сахарадағы ірі дюналардың биіктігі 500 м-ге жетеді.

Құмды шөл түзілімдерінің ерекшеліктеріне олардың жылыстағыштығы жатады. Барқандар мен дюналар желдің басты бағытында жылжып отырып, жолындағы орман, тоғай, өзен мен елді мекендерді басып қалады. Ежелгі Мысыр қалалары (Луксор, Карнак, т.б.) 4000 мың жыл ішінде бірнеше рет құм астында қалып және одан қайта ашылып отырған. Құм жұтқан ежелгі қалалар Орталық Азияның құм шөлдерінде де жеткілікті.

Сазды шөл бедерінің өзіндік пішіндеріне сазды қабыршақпен жабылған саяз қазаншұңқыр – *тақыр* жатады. Олардың беті жарылып кеткенде сызықтық өлшемдері 7–12 см көпбұрышты тақтасаларға бөлінеді. Сазды шөлдің келесі бедер пішіні *сор* немесе *сорлы шөл*. Ол кеуіп кеткен тұзды көлдің орнында пайда болып, саз бен тұздың қопсық қабатымен жабылады.

Лёссті шөл жел әкелген өте ұсақ тозаң бөлшектердің аккумуляцияланған бөлікшелерінде жаралады. Мұндай ұсақ бөлшектердің жиналуы (өлшемі 0,05–0,1 мм бөлшектер 50%-дан асады) сарғыш түсті қопсық және кеуек таужыныс, яғни жел түзілімі – *лёсс* қалыптасуына әкеледі. Лёсс жер шарының байтақ кеңістіктерін жауып жатады. Мәселен, Алатау бөктері бойымен созылған лёсс белдеуі шығыстан батысқа қарай 1500 км-ге созылған. Бұл түзілімдер Алматының оңтүстік жағында текшеленген бедер пішіні түрінде өзіне тән сарғыш түсімен жақсы байқалады. Көктөбедегі лёсс түзілімдерінен тұратын биікте телемұнара тұрғызылған. Бұл түзілімдердің қалыңдығы 20–50 м. Ал Қытайда лёсс түзілімдерінің қалыңдығы 170 м-ге жетеді.

Бақылау сұрақтары:

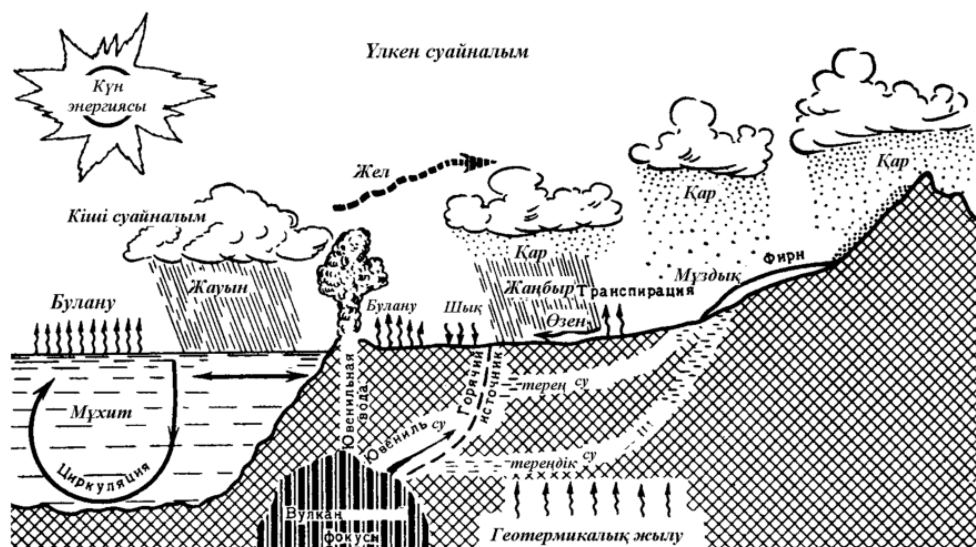
1. Экзогендік процестердің туындау себептері, олардың түрі мен энергия көзі қандай?
2. Мору деген не, оның жүру қарқынына қандай факторлар ықпал етеді?
3. Физикалық мору деген не, оның түрлері мен нәтижелері қандай?
4. Химиялық мору деген не, оның түрлері мен нәтижелері қандай?
5. Мору өнімдері қандай түрлерге бөлінеді?
6. Мору процесінің мәнісі?
7. Денудация деген не, оның агенттері мен геологиялық мәні қандай?
8. Аккумуляция деген не, оның геологиялық мәні қандай?
9. Жел қандай құбылыс, ол қалай туындайды?
10. Желдің геологиялық әрекеті қандай процесс деп аталады?
11. Коррозия және дефляция деген не?
12. Барқан мен дюна (дөң) деген не және олар қалай жаралады?
13. Лёсс деген не, ол қалай жаралады және ерекшеліктері қандай?

6.3. Жер беті суының геологиялық әрекеті

Құрлық бетіне түсетін атмосфералық жауын-шашынның бір бөлігі қайта атмосфераға буланып кетеді. келесі бөлігі жер бетінде жаңбыр және еріген қар суы түрінде ағып кетсе, қалғаны топыраққа сіңеді.

Құрлық бетінде жаңбыр және қар суы түрінде ағатын жауын *жербеті ағынын* құрайды. Топыраққа, грунтқа сіңіп кететін жауын жерасты суының қорын толықтырып, *жерасты ағынын* қоректендіреді. Құрлықтарды сорғытатын (дреналайтын) өзендер жербеті және жерасты ағындарының суын жинап апарып көлдерге, теңіздер мен мұхиттарға құяды. Өзендер суының көлдер мен теңіздерге қарай қозғалысы *өзен ағыны* деп аталады. Өзен ағыны көл бетінен, жалпы алғанда Әлем мұхитынан буланатын суды қайта толықтырады. Құрлық бетіндегі суға толған ойпаңдар *көл* деп аталады. Көлдер жербеті, өзен және жерасты ағындарының суымен қоректенеді. олар Әлем мұхитымен тікелей байланыспайды.

Планетада ұдайы *су айналымы* болады, ол мынадай сұлба бойынша жүреді: Өлем мұхиты бетінен булану → құрлық бетіне жауу → жербеті және жерасты ағындары (6.3-сурет). Планетаны қамтитын бұл айналым табиғаттағы *үлкен су айналымы*, ал Әлем мұхитынан буланған судың оның бетіне қайта жаууы *кіші айналым* деп аталады.



6.3-сурет. Табиғаттағы суайналым

Континенттердің барлық жер беті суы үш түрге бөлінеді: 1) жер беті ағыны; 2) өзен ағыны; 3) көлдер мен батпақтар.

Жербеттік судың әрекеті, жалпы басқа экзогендік агенттер әрекеті сияқты, үш сатыдан: түбірлік тау жыныстардың қирауынан (эрозия, денудация), қираған өнімдердің тасымалдануынан және жинақталуынан (аккумуляция) тұрады.

Жер беті ағынының геологиялық жұмысы

Қирату жұмысы. Нөсер кезінде жер бетін тасқын түрінде тұтас жабатын жаңбыр сорғаламаларының массасы минимал болады. Олар бірігіп, кинетикалық энергиясы едәуір шамаға жететін жылғалар мен уақытша ағындар жасайды. Жаңбыр

сорғаламаларының қиратушы әрекеті, яғни эрозиясы кейбір минералдардың еруіне, мору ықпалынан беріктігі нашарлаған сынықтардың шайылуы мен жуылуына әкеледі, ол *алаңдық шайылу* деп аталады.

Алаңдық шайылудың жылдамдығы жер беті еңістігімен анықталатын ағыс жылдамдығына байланысты. Судың эрозиялық әрекеті алаңдық шайылуда уақытша сипатқа ие, ол жаңбыр мен қар немесе тау мұздықтары еріген кезде ғана білінеді. Беткейлер ауқымында жер беті суының эрозиялық әрекеті тоқтайды десе де болады, бұл жерде негізінен делювий жиналады. Кертпештен төмен қарай жайпақталған бөлікше – *педимент* орналасады. оның ауқымында еңістік әдетте 5-7° шамасынан аспайды. Бұл жерде су сорғаламаларының кинетикалық энергиясы көп болмайды. сондықтан педименттің бетінде ең ұсақ және жеңіл сынықтар ғана түзіледі.

Алаңдық шайылудың ұзақ уақыт ықпал етуінен кертпеш қирап, беткейдің жоғары қарай төбеге бағытталған параллель шегінуіне әкеледі. Сынықты беткей мен педимент орналасқан алаң кеңейіп, аудан педименттенеді.

Осылайша алаңдық шайылудың қиратушы әрекеті үлкен болады. Жоғарыда айтылғандай, шайылу жаңбыр мен еріген судың шашыранды сорғаламаларының әрекетінен жүреді. Ал біріккен ағындар, яғни жылғалар жұмысының нәтижесінде беткейлер бетіндегі шайылудың негізгі сызықтық пішіндері – шұқанақтар мен жыралар пайда болады. Сорғаламалар мен жылғалар өздерінің арнасын тереңдету арқылы алғашында беткейлерде қысқа шайылмалар – шұқанақтар жаралуына, ал содан кейін олардың өсуінен жыралар пайда болуына әкеледі. Таулы бедер жағдайында су ағындары терең шатқалдар қалыптастырады.

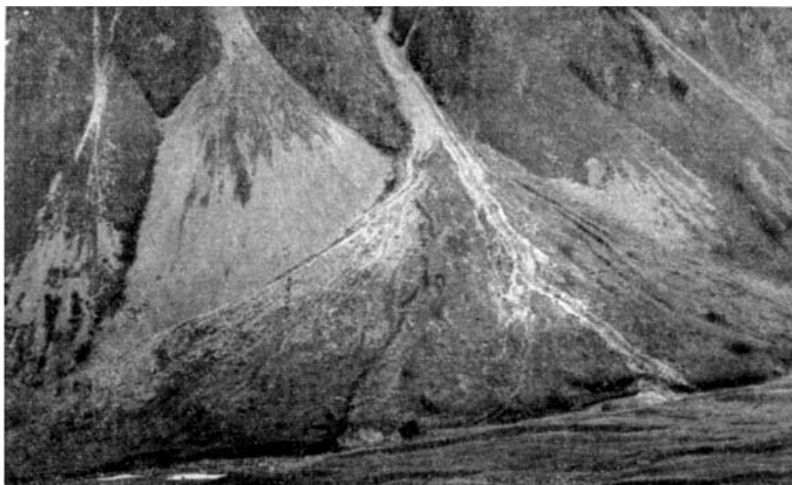
Тасымалдау жұмысы. Алаңдық шайылу кезінде уақытша су ағындары шайылған өнімдерді біршама жақын жерлерге дейін ғана тасымалдайды. Сорғаламалар мен су ағындары тасымалдаған сынықты материал ағын арнасын жылтырлап және айғыздап, *корразия* құбылысы орын алады. Сонымен қатар ағындар таужыныстарды химиялық еруге әкеліп, *корразия* да болуы мүмкін.

Аккумуляция. Судың жазықтық шаю кезіндегі аккумуляциялық әрекеті беткейлердің төменгі жағы мен етегінде сынықты материал жиынтығын, яғни делювийді қалыптастырады. Делювий түзілімдері нашар іріктелген ұсақ сынықты, майда қабаттылықты болады. оларға желек тәрізді жатыс пішіні тән (делювий жолақтары). Делювийдің құрамында құмдақ мен саздақ басым. Олар әртүрлі дәрежеде ірілеу (құм, қиыршық, тасшақпа) сынықтарға бай болады.

Тұрақты және уақытша арна суы ағындарының геологиялық әрекеті *флювийлік процесс* деп аталады.

Уақытша су ағындары атмосфера жауын-шашынынан немесе мұздықтар еруінен пайда болады. Флювийлік пішіндер эрозия атыздарын, шұңқырларды, шаймаларды, жыраларды, өзен аңғарларын қамтитын генетикалық қатар жасайды.

Уақытша арна (жыралар мен аңғар) ағындары өздері әкелген сынықты материалды саға маңында түзіп, *шығарынды конус* түріндегі үйінділер жасайды (6.4-сурет). Шығарынды конустардың өлшемі тау алдындағы ойпаттарда айрықша үлкен болады. Шығарынды конус түзілімдері *пролювий* (латынша “*пролюо*” – шаямын) деп аталады.



6.4-сурет. Тау тасқындарының шығарынды конустары

Шығарынды конус төбесінен оның етегіне қарай сынықты материалдың ірілігі де өзгереді – тасмалта мен тасшақпадан құмайт пен саздаққа дейін. Оның ең шетінде кейде сазды материал түзіледі. Пролувий негізінен материалдың нашар іріктелгендігімен және сынықтардың нашар жұмырланғандығымен сипатталады. Пролувийлік түзілімдердің қалыңдығы шығарынды конустың орталық бөлігінде бірнеше м-ден 15-20 м-ге дейін жетеді. Сондай-ақ оның ұзындығы да айтарлықтай шамада өзгереді, ал қуатты сел тасқындары кезінде 1-3 км-ден асады.

Сел – құрамында өте ұсақ бөлшектер, ірі тастар мен тасжақпарлар болатын уақытша тау тасқыны. Сел тасқындары шұғыл пайда болуымен, ауқымдылығымен және өте қуатты қиратушы күшімен сипатталады. Олар өте қаһарлы тау стихиясы болып табылады. Халық оларды “қара айдаһар” немесе “дүлей тажал” деп босқа айтпаған.

Сел тасқындары әлемнің барлық таулы аймақтарында – Австрия, Франция, Италия, Жапония, Қытай, Перу, Чили, т.б. елдерде туындайды. ТМД аумағында негізгі селқауіпті белдемдерге Қазақстан, Орта Азия, Кавказ, Карпат, Байкал мен Камчатканың таулы аудандары кіреді.

Қазақстан селдің қуаттылығы мен қиратқыштығы бойынша ТМД ішінде алдыңғы орындардың бірінде. Республиканың негізгі селқауіпті аудандарында Іле, Жоңғар және Талас Алатауы, Қаратау, Күнгей, Кетмен және Қазақстан Алтайы жатады. Қазақстанда 300-ден аса сел алаптары бар, оларда 1841–1986 жж. аралығында 780-ге жуық сел жүру оқиғасы тіркелген. Оның 83% шамасы нөсер жаңбыр жаууынан, 15% – мореналық-мұздықтық көлдердің тасуынан және 2% – жер сілкінуде таулардағы көшкін мен опырылымдар бөгеп тастауынан жаралған сушаралардың тасып кетуі нәтижесінде туындаған.

Апатты сел әрекетіне байланысты қауіпті жағдайда Қазақстанның көптеген қалалары орналасқан, мысалы – Алматы, Есік, Талғар, Сарканд, Жаркент, Текелі, т.б. елді мекендер. Бұл қалалар мен аудандарда 5 миллионнан аса адам тұрады. Бұл аймақта

маңызды экономикалық мәні бар нысандар да орналасқан. Сондықтан Қазақстанда селге қарсы қорғаныс проблемасы өте маңызды мемлекеттік мәнге ие.

Қазіргі кезде Алматы қаласы мен республиканың басқа елді мекендерінде селге қарсы қорғаныстың аймақтық сұлбасы жасалған. Біздің елде селге қарсы нәтижелі күрестің басы ретінде Алматыдағы әлемдік практикада алғаш жасалған селге қарсы қорғаныс құрылысының кешенін айтуға болады. Сел тұтқыш үш бөгет: Кіші Алматы өзеніндегі 150 метрлік Медеу бөгеті, оның селбөгенінің сыйымдылығы 12,6 млн м³, сыйымдылығы 0,22 млн м³ 17 метрлік Мыңжылқы бөгеті; Үлкен Алматы өзеніндегі сыйымдылығы 8,2 млн м³ 40 метрлік бөгет.

Алматыда апатты сел 1841, 1887, 1921, 1973–77, 2001 жж. байқалған. Олардың барлығы үлкен қираулар мен материалдық шығындарға ұшыратқан. Әсіресе 1921 жылғы апатты нөсер селінің мұндай ықпалы айтарлықтай. Бұл стихия шілденің 8-нен 9-на қараған күні болған. Сел Алматы қаласы арқылы үш бағытта: Кіші және Үлкен Алматы мен Есенсай арналары бойымен өткен. Бес сағаттың ішінде қаланың көп бөлігі қирап, балшық-тас массаның астында қалған. Осы 1921 жылғы сел әкелген зор тасдөңбектер мен тасжақпарлар қаланың көшелерінде өткен қиратушы стихияның “ескерткіштері” ретінде әлі күнге дейін жатыр. Мәселен 25 қабатты “Қазақстан” қонақүйі мен Республика мәдениет сарайы маңындағы гранит жақпартастары осы селдің куәлері (6.5-сурет).



6.5-сурет. 1921 жылғы селден кейінгі Д.А. Қонаев көшесі

6.4. Өзендердің геологиялық жұмысы

Жалпы мағлұмат. Өзендерді зерттеумен *потамология* ғылымы айналысады. Өзендер геологиялық өмірде маңызды рөл атқарады. Олар уақытша ағындармен (тұрақты немесе мерзімдік су ағындары) бірге *арналық ағын* деп аталып, оның

жұмысы алаңдық шайылумен салыстырғанда *арна* деп аталатын жекелеген тар аңғарда шоғырланады.

Өзендер – ұдайы әрекеттегі арна су ағындары. Олар атмосфералық жауын-шашынды және сужиналу алаптары деп аталатын байтақ аумақтардан жерасты суын жинайды. Өзендер планета құрлығының 68% шамасын сорғытып, мұхиттар мен теңіздерге құяды. Жыл сайын өзендер шығаратын судың 20% шамасын Амазонка – біздің планетадағы өзендердің су молдығы бойынша ең ұлысы шығарады.

Өзен таужыныстарды қиратып, олардың қираған өнімдерін тасымалдау мен қайта түзу бойынша үлкен жұмыс атқарады. Жекелеген өзендер тасымалдайтын эрозия өнімдерінің мөлшері миллиондаған тоннамен өлшеніп, өзен ағынының қуатына және шайылатын таужыныстардың сипатына байланысты болады. Өзендер жүзгін немесе домалама күйіндегі қатты минерал массаларды тасымалдап, *қатты ағын* жасайды. Таужыныстардың қираған өнімдерін өзендер қатты түрде ғана емес, еріген күйде де тасымалдайды. Суда еріген минералдар өзеннің *химиялық ағынын* жасайды.

Өзендер туындау үшін екі басты шарт – қоректендіру көзі мен су массасы қозғала алатын бедер пішіні болу керек. Өзен көздері қызметін ағынның үш түрі атқарады: әдетте аудандық шайылуды аккумуляциялайтын *жербеттік ағын*; мұздық тілдерінің жазда еруіне байланысты туындайтын *мұздықтық ағын*; жерасты суы көздерінің (бұлақтардың) әрекетіне байланысты *жерасты ағыны*. Алап ауқымында өзендердің *бастауы, арнасы және сағасы* бөлінеді және *салалары* болады.

Өзендердің қиратушы жұмысы – эрозия

Су ағындары әртүрлі таужыныстар бетімен ағып, негізінен оларды механикалық жолмен қиратады. Өзендердің химиялық әрекеті шамалы. Өзен суы біртіндеп таужыныстарға тереңдеп ену арқылы арнаның түбін шаймалайды, ал содан кейін жағаларын төменгі жағынан шайып қиратады. Осыған сәйкес эрозияның екі: *тереңдік (түптік)* және *бүйірлік* түрі бөлінеді. Ағын судың жылдамдығы мен мөлшері артқан сайын, тасымалданатын сынықтар да ірілене түседі және эрозиялық процестердің қарқындылығы жоғарылайды.

Тереңдік эрозия процестерінің қарқындылығы арнаның аймақтық еңістігін анықтайтын деңгейге – өзен келіп құятын сушара деңгейіне жақындаған сайын баяулайды. Су ағынының эрозиялық әрекеті тоқтайтын ағын табанының тереңдеу деңгейі *эрозия базисі* деп аталады. Бұл деңгей арна тереңдерінің табиғи шегі болып табылады.

Эрозия базисі абсолют және жергілікті түрлерге бөлінеді. Эрозияның *абсолют деңгейі* Әлем мұхиты деңгейіне сәйкес келсе, ал *жергілікті деңгейі* су жиналатын сушараның деңгейімен анықталады. Мысалы, бұлақтар мен шағын өзендер үшін өздері келіп құятын өзен немесе көлдің деңгейі олар үшін эрозияның жергілікті базисі болады. Сонымен қатар эрозияның *уақытша* немесе *жылжымалы базистері* де болуы мүмкін, олар су ағындары үшін түрлі тосқауылдар (бөгет немесе берік таужыныстар шоңғалы) ретінде білінеді.

Арна ұзындығы бойында өзен түбі биіктігінің эрозия базисімен салыстырғандағы өзгерісі жер бетінің жалпы аймақтық еңістігін көрсетеді, сонымен қатар өзен ағатын аумақтың геологиялық құрылысының ерекшеліктерін сипаттайды. Өзен түбі биіктіктерінің өзгерісін бейнелейтін осындай қисықты өзеннің *бойлық кескіні (профилі)* деп атайды.

Арнаның қалыптасуы мен шөгінділер түзілуін сипаттайтын факторлардың бірі – арнадағы су ағысының түрі. Судың ағысы ламина және турбулент түрлерге бөлінеді. *Ламиналық* ағыста су сорғаламалары араласпай, бір-біріне параллель қозғалады. *Турбулент* ағыста сорғаламалар бұралып, бір-бірімен араласып кетеді. Өзендердегі су көбінесе турбулент қозғалысымен сипатталады, яғни ретсіз, құйындай бұралаңдап ағады. Ағынның турбулент қозғалысы өзендегі барлық су массасының араласып кетуіне әкеледі. Ламиналық қозғалыс өзеннің арна еңістігі шамалы бұрыштармен сипатталатын жекелеген бөлікшелерінде ғана орнайды.

Арнаның түзу бөлікшелерінің өзінде турбулент ағындар су тасу мен қайта сабасына түсу кездерінде әртүрлі сипатталатын, сорғаламалар циркуляциясының (айналысының) біршама күрделі жүйесін жасайды. Осы жүйеге сәйкес су тасу кезеңінде арна бетіндегі ағыстар жағаларды шайып, бүйірлік эрозия дамуына жағдай туындайды, ал сабасына түскен кезеңде – арна тереңдеп, түптік эрозия дамиды.

Арнаны құрайтын таужыныстардың беріктігі айрықша рөл атқарады. Жұмсақ және берік таужыныстар кезектесіп орналасқан өзен арнасында сатыланған *шоңғалдар* жаралады. Егер өзен тілімденген бастапқы бедер бетімен ақса, арнада *сарқырамалар* жаралады. Әлемдегі ең ірілердің бірі саналатын Ниагара сарқырамасы АҚШ пен Канада аралығында орналасқан. Оның ені 914 м, ал судың құлау биіктігі 50 м. Ірі сарқырамалар Африкада (Виктория, судың құлау биіктігі 120 м) оңтүстік Америкада (Игуасу, 72 м), Жаңа Зеландияда (Сатерленд, 580 м), т.б. жерлерде бар. Ірі сарқырамалар Кавказ, Тянь-Шань, Памир тауларында, біздің Алатау мен Алтайда да көп кездеседі.

Өзендерде шоңғалдар және сарқырамалармен қатар аралық пішін түрлері – су текшелері де бар. Бұл текшелерде су әдетте тік құламайды, жартасты қиялар бойымен құлдилап ағады. Оның мысалы ретінде тік биіктігі 15 м Иматра (Финляндия) су текшесін айтуға болады.

Минерал затты тасымалдау

Өзендер өлшемдері әртүрлі сынықты материалды – ірі тасдөңбектерден ұсақ ұйыққа дейінгі бөлшектерді тасымалдайды. Су ағысының жылдамдығы артқан сайын, ағынның неғұрлым ірі сынықтарды тасымалдауға қабілеті артады. Өзеннің сынықты материалды тасымалдауы оны су түбінде сүйрету және жүзгін түрінде ағызу жолымен жүреді. Ұсақ пелит (лай) бөлшектер жүзгін күйінде тасымалданып, құйынды ағыстар олардың шөгуіне жол бермейді. Тасымалдау процесінде сынықты материал іріктеледі – ұсақ бөлшектер алыс қашықтықтарға жетсе, ірілері жылдам шөгеді. Мәселен, диаметрі 0,1 мм бөлшек жылдамдығы 1км/сағ ағыспен 2 км-ге дейін, ал диаметрі 0,03 мм бөлшек – 20 км-ге жетеді. Минерал заттың едәуір мөлшері еріген күйде тасымалданады. Есептеулер көрсеткендей, өзендер барлық тасымалданатын материалдың 40%-ға жуығын ерітінді күйде ағызады екен (химиялық ағын).

Шөгінді түзілу (аккумуляция)

Өзендер атқаратын геологиялық жұмыс тасымалданатын материалдың шөгуімен (аккумуляциясымен) аяқталады. Шөгінділердің түзілуі эрозиямен және тасымалданатын минерал затпен бір уақытта жүреді. Тиісті жағдайларда эрозиямен қатар, бір уақытта тасымалданатын материалдың сынықты бөлшектерін де түзбейтін бірде-бір

өзен жоқ деуге болады. Бірақ аккумуляция процесі өзендердің белгілі бір даму сатысында, арнаның жекелеген бөлікшелерінде ғана максимал масштабқа жетеді.

Жалпы айтқанда өзендердің геологиялық әрекетімен байланысты процестердің барлығы негізінен ағын жылдамдығымен анықталады. Ағыстың белгілі бір оңтайлы жылдамдығы тиісінше белгілі бір өлшемді сынықты бөлшекті тасымалдауға қабілетті. Жылдамдықтың артуына байланысты арнаның эрозиялануы орын алады, ал жылдамдық баяулағанда – шөгінді түзіледі, седиментация басталады.

Өзен аңғарларында жиналатын түзілімдер өзіндік құрылысымен сипатталады, ол теңіз және эолдық шөгінділерден өзгеше болады. Өзен түзілімдері **аллювийлік** немесе **аллювий** деп аталады. Олардың құрылысының ерекшеліктері жаралу жағдайларына байланысты.

Өзен эрозиясының кезеңдері мен циклдері

Өзен өзінің даму барысында жастық, кемелденген және көнеру (қаусау) кезеңдерінен өтеді.

Жастық кезеңінде өзеннің бойлық тепе-теңдік профилі әлі қалыптаспайды. Дамудың бұл сатысында өзенде тереңдік (түптік) эрозия процестері күшейіп, ол арнаның қарқынды тереңдеуіне әкеледі. Бүйірлік эрозия бұл кезде нашар білінеді. Өйткені өзен энергиясы негізінен өзінің табанын қиратуға және қирау өнімдерін тасымалдауға бағытталады. Арнаның жылдам тереңдеуі V-тәрізді пішінді аңғар жаралуына әкеледі. Бұл сатыдағы өзеннің ирелеңділік коэффициенті минимал болады. Таулы аудандарда ағатын өзендердің көпшілігі қазіргі кезде жастық кезеңде. Олар әдетте ағысының қаттылығымен, шоңғалдар мен сарқырамалар болуымен сипатталады. Аңғарлар шатқал және каньон пішінді болып келеді.

Өзен тепе-теңдік профилінің қалыптасуы барысында *кемелденген* кезеңге өтеді. Бұл кезең өзен түбі бедерінің бойлық тепе-теңдік профиліне жақындаған кезде орнайды. Кемелдену кезеңінде өзен өзінің арнасын тереңдік эрозия процестері байқалатын жоғарғы ағысында ғана тереңдетуге ұмтылады. Кемелденген өзеннің ортаңғы және төменгі ағыстарында тереңдік эрозия бүйірлікке алмасады. Бұл жағдай аңғардың едәуір кенеюіне әкеліп, ол қорап пішінді түрге енеді. Бұл сатыға өзеннің ирелеңділік коэффициентінің артуына әкелетін ирелең – *меандр* қалыптасуы тән. Негізгі арнаға параллель ағатын көптеген тарамдар жаралып, кең аллювийлік жазық пайда болады. Кемелденген сатыда ағыс жылдамдығы бастауынан сағасына қарай біртіндеп азаяды.

Өзеннің көнеру сатысында оның аңғарында су тасу кезінде су астында қалатын, ал қайта сабасына түскенде арнадан биік орналасатын аңғар бөлігі – кең *жайылма* немесе *жайылма террасасы* жаралады.

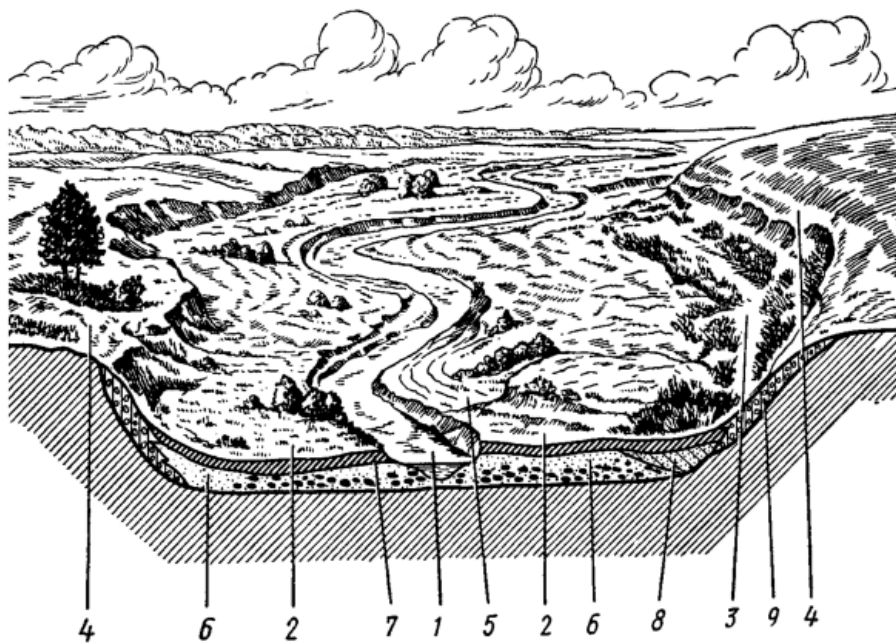
Өзеннің жастық, кемелдену және көнеру кезеңдері **эрозия циклін** құрайды. Өзендердің көпшілігі дамудың осы сатыларының барлығынан өтеді. Бірқатар жағдайларда барлық сатыларды бір өзеннен де байқауға болады. Мысалы, Алматы немесе Қаскелең өзені жоғарғы ағысында жастық кезеңде болса, төменгісінде – кемелденген өзенге айналады.

Өзеннің әрбір жаңаруы жаңа эрозия циклін туындатады – түптік эрозия білінеді, түбі тереңдейді, арна түзуленеді. Арнаның осылай тереңдеуі кезінде өзеннің жайыл-

масын құрайтын аллювийлік түзілімдер жаңа эрозия базисіне сәйкес жаңа жайылма шөгінділерінен биік орналасады. Көне жайылма құрылысының шайылмаған қалдықтары сатыланған кертпештер жасайды. Олар жаңа жайылма үстіне төне орналасып, *жайылмаүсті террасалары* деп аталады. Террасалардың саны жаңару кезеңдерінің санына сәйкес келеді.

Жаңару кезінде өзендердің тереңдеуі мынаған әкеледі – көне террасалар жас террасалардан жоғары орналасып, мору мен аландық шайылудың ықпалына ұшырайды. Сондықтан жас террасалар әдетте бедерде жақсы білінеді. Жайылмаүсті террасалары төменнен жоғары – ең жасынан көнелеріне қарай нөмірленеді: жайылма деңгейінен жоғары қарай бірінші, екінші, үшінші, т.б. террасалар бөлінеді.

Өзеннің жасампаздық жұмысы аллювийлік түзілімдердің жаралуы мен жайылма және жайылмаүсті террасаларының жаралуы түрінде білінеді. Бұл жербеті бедерінің едәуір өзгеруіне және жаңа шөгінді таужыныстар жаралуына әкеледі. олармен көбінесе түрлі пайдалы қазба байланысты болады. Өзендердің жасампаздық жұмысын түсіну үшін жайылманың, көне жайылмаүсті террасаларының құрылысын және оларды құрайтын аллювийлік шөгінділердің сипатын қарастыру керек (6.6-сурет).



6.6-сурет. Жазық өзен аңғары құрылысының сұлбасы (Н.П. Костенко):

- 1 – арна; 2 – жайылма; 3 – өсімдік басқан ескі арна; 4 – жайылмаүсті террасасы;
- 5 – жаға үймектері; 6 – арна аллювийі; 7 – жайылма аллювийі;
- 8 – ескіарна аллювийі; 9 – беткей түзілімдері

Аңғар беткейлерінің асимметриясы көбінесе геологиялық-тектоникалық себептерге байланысты. Құрылымдық асимметрия жайпақ моноклинді жататын түзі-

лімдерді тіліп өтіп, антиклиндер беткейлерінде немесе лықсыма бойында салынып, қанаттары денудация процестеріне төзімділігі әртүрлі таужыныстардан тұратын аңғарларда пайда болады. Аңғарлар асимметриясының себебіне көбінесе ең жаңа тектоникалық қозғалыстар да жатады. Белсенді өсетін көтерілімдер беткейлерінде өзендердің «домалап» кетуі орын алады да оның бір беткейі жайпақ болса, ал қарсы жағында шайылатын қия, бірақ биіктігі шамалы екінші беткейі жаралады. Аңғарлар асимметриясы пайда болуына ықпал ететін басқа себептерге экзогендік процестер (мысалы, қабаттар еңістігіне сәйкес келетін көптеген жылжымалар) немесе беткейлер экспозициясы жатады, әсіресе мәңгі тоң дамыған жағдайларда.

Өзендер берік таужыныстарды антецедент аңғарлар, эпигенетикалық аңғарлар және тосып алатын аңғарлар жасап қиып өтуі мүмкін.

Антецедент (бұрын болған) аңғарлар – өзен қиып өткен құрылымдардың көтерілуіне дейін қалыптасқан аңғарлар. Мұнда өзендер өзінің жолындағы биіктеу бөлікшелерді олардың көтерілу жылдамдығына тең жылдамдықпен қиып отырады. Антецедент аңғарлар Алатау, Қаратау, Алтай және басқа таулардың ең жаңа тектоникалық қозғалыстарымен сипатталады.

Мору мен өзен эрозиясы процестерінде суайрықтар қирайды және жылжиды. Суайрықтың екі жағында орналасқан алаптардың өзендері әдетте суайрықты түрлі жылдамдықпен қиратады. Бұл жағдай суайрықтың қарама-қарсы орналасқан беткейлері еңістігінің әртүрлі болуына, суайрық бөлген өзендердің эрозия базисі түрлі деңгейде орналасуына, ал суайрық беткейлерінің беріктігі әртүрлі таужыныстардан тұруына байланысты.

Сыртқы геологиялық агенттер туындататын және іске асыратын, таужыныстарды қирату және қирау өнімдерін тасымалдау процестерінің жиынтығы *денудация* деп аталады.

Денудация бедердің өзіндік пішіндерінің жаралуына әкеледі. Моноклин жатқан таужыныстарда жаралатын мұндай пішіндердің біріне *куэсталар* жатады, олар беткейлері күрт асимметриялы таулар болып табылады. Жайпақ беткей қабаттардың моноклин бұрышты еңістігіне сәйкес келсе, ал күрт беткейі олардың денудациялық кесілген бөлікшесінде жаралады. Куэста бедер қарқынды денудацияға ұшыраған, құрамы (және беріктігі) бойынша әркелкі таужыныстарға тән. Экзогендік факторлардың эрозиялық әрекеті денудация процесі жоғары жылдамдықпен жүретін тау жүйелерінде көрнекі білінеді. Денудация ықпалынан тұтас таулы өңірлер шамалы шоқылы жазыққа айналады. Бастапқы денудациялық беттің ары қарай көтерілуі, ондағы өзен торабының тереңдеуіне және терең шатқалдар – каньондар жүйесінің жаралуына әкеледі. Осылайша, өрлеме эндогендік қозғалыстар денудациялық процестермен толық өтеделеді. Осындай жағдайда жаралған, қарқынды дислокацияланған таужыныстардан тұратын және терең каньондармен тілімденген жайпақ қырат *пенеплен* – шектік жазық деп аталады.

Жонылудың, яғни пенепленнің классикалық мысалы ретінде қарқынды көтерілуге ұшыраған АҚШ аумағының оңтүстік-батыс бөлігін айтуға болады. Мұнда терең тілінген Колорадо өзенінің аңғары (Ұлы Каньон) баршаға белгілі. Каньонның ұзындығы 300 км-ге, ені 18 км-ге жетеді. Бұл каньонның аспалыға жуық тік қабырғаларының

биіктігі көбінесе 2–3 км-ге жетеді, ал оны құрайтын көлбеу қабаттар қия террасалар жүйесін жасайды.

Табиғаттың осындай керемет құрылысының бірі Қазақстанда да белгілі. Ол «жар-тас сарайлар аңғары» аталып кеткен Шарын каньоны.

Өзен шашылымдары

Аллювийлік түзілімдерде түбірлік таужыныстардың немесе түбірлік кенорындардың қирауы нәтижесінде жаралған *шашылым кенорындары* кездеседі. Эрозия процесінде бастапқы жатысында құрамында рудалы және бейрудалы пайдалы қазба бар таужыныстар жиі шайылады. Қирау өнімдерінің бір бөлігі өзен суы ағызып әкетуінен сейіліп кетсе, ал енді бір бөлігі қолайлы жағдайларда аллювийлік терраса түзілімдерінде шөгіп қалады. Аллювийде көбінесе тығыздығы жоғары минералдар тежеледі. Кейде аллювийлік түзілімдер құрамында құнды минералдар шоғырлануынан концентрациясы біршама жоғары, өндіруге экономикалық тиімді кенорындар жаралады. Осындай жолмен алтын, платина, алмас, вольфрам, шеелит, күміс, магнетит, гематит, хромит, анартас, циркон, т.б. шашылымдық кенорындар жаралады.

6.5. Көл мен батпақтың әрекеті

Көл – Әлем мұхитымен байланысы жоқ тұйық сушара. Олардың ең басты жіктелімдік белгісіне көл қазаншұңқырларының жаралу тегі жатады. Осы белгісі бойынша жаралуы жер беттік факторларға байланысты – экзогендік және тереңдік факторлардың жер бетінде білінуіне қарай – эндогендік көлдер бөлінеді.

Экзогендік көлдер қазаншұңқырлық және бөгеттік түрлерге жіктеледі. Қазаншұңқырлық көлдер қазаншұңқырдың жаралуына байланысты эрозиялық және опырылымдық (карст опырылымы) болады. Эрозиялық көлдер арасында мұздық, өзен және эолдық түрлері кездеседі. Опырылым (карст) көлдері карст немесе басқа опырылымдар үстінде жер бетінің ойылып түсуінен пайда болады. Бөгеттік көлдердің бір жағын бөгет құрайды. Бөгеттің жаралуы бойынша мұздық, көшкін, опырылым, морена, т.б. көлдері бөлінеді.

Эндогендікке тектоникалық және жанартаулық көлдер жатады. Тектоникалық көлдер жер қыртысы блоктарының төмен түсіп кетуіне байланысты жаралады (мысалы: Байкал, Рица, т.б.), ал жанартаулық көлдер көбінесе сөнген жанартау кратерлерімен байланысты.

Көлдердің келесі жіктелу белгілері олардың су режиміне байланысты. Осы белгісі бойынша ағынды және ағынсыз көл түрлері бөлінеді. Ағынды көлдер оларға ағып келетін және ағып шығатын өзендер болуына байланысты. Мұндай көлдің мысалы ретінде Байкалды айтуға болады. Оған көптеген өзендер құяды (Селенга, Баргузин, т.б.) және мол сулы Ангара ағып шығады. Ағынсыз көлдерге өзендер тек қана құяды. Мұндай көлдердің мысалы: Каспий мен Арал теңіздері, Балқаш, т.б.

Көл суының химиялық құрамы мен минералдылығы да маңызды рөл атқарады. Суының минералдылығы бойынша тұщы, тұздылау және тұзды көлдер бөлінеді.

Тұщы көлдердің минералдылығы 1%-ден (1 промилле = 0,1%) аспайды. Мұндай көлдердің мысалы Онега, оның минералдылығы 30 мг/л-ге дейін ғана. Тұздылау көлдердің минералдылығы 1-ден 24,7%-ге дейін, Каспий теңізінің минералдылығы 13% мөлшерінде дейін (Еділ мен Жайық өзендері сағасында небәрі 0,1-0,3% ғана). Тұзды көлдер суының минералдылығы 24%-ден асады. Олардың мысалы ретінде Эльтон көлін айтуға болады, оның суының минералдылығы 28%-ге дейін.

Тұзының құрамы бойынша содалы, сульфатты және тұзды көлдер болады.

Көлдердің геологиялық әрекеті теңіздердің әрекетіне жақын, олар өздерінің біліну масштабы бойынша ерекшеленеді. Көл жағаларында абразия білінеді, оның масштабы ірі көлдерде (мысалы, Каспий теңізінде) теңіздегідей болады. Көл ағыстары көлге әкелген таужыныстар сынығын тасымалдайды. Көлдер түбінде сынықты, органогендік және хемогендік таужыныстар жиналады. Көл шөгінділерінің өзіндік ерекшеліктеріне олардың шөгінді жиналу жағдайларының ауысуын анықтайтын маусымдық температура ауытқуларына байланысты майда қабаттылығы жатады.

Көлдерде темір рудасы, яғни қошқыл теміртас та жиі түзіледі. Көл сушаралары геологиялық уақыт масштабында әдетте тұрақсыз болады. Олардың көпшілігі шөгінділерге толып, содан кейін оны әртүрлі өсімдік басып, батпаққа айналады.

Батпақ деп топырақ қабаты мен жер беті таужыныстары аса ылғалданған және батпақ өсімдіктері дамыған бөлікшелерді айтады. Олар құрлық бетінде біршама кең таралған, 175 млн га жерді алып жатыр. Бұл ауданның 72,6% шамасы ТМД аумағында. Батпақ дамуының ерекшелігіне өсімдік қалдықтарының аса ылғалданған ортада жиналуы мен ыдырауы жатады.

Батпақтар ойпаңдық, қалқыма және өтпелі түрлерге бөлінеді. Ойпаңдық батпақтар өзен аңғарларында, ескі арналардың орнында, өзен дельталарында, мұздықтық, жағалау-теңіздік және басқа типті көлдердің суы тартылғанда пайда болады. Көлдердің батпақталуының бірінші белгісіне жататыны – жағалау белдемінде батпақ өсімдіктерінің (қамыс, қоға, мүк, т.б.) пайда болуы. Өсімдіктер уақыт өткен сайын батпақ түбінің саяз сулы бөлікшелерінде қаулап өсіп, біртіндеп көлдің орталығына қарай таралады. Батпақтар дамыған сайын қоға мен қамыс өсімдіктерін мүк, бұта, қайың, қияқ ауыстырады.

Солған өсімдіктер су түбіне жиналып, нығыздалады да шымтезек деп аталатын массаға айналады. Бірқатар батпақтарда шымтезекпен қатар темір және марганец рудасы жаралады. Темір кені тұну жүретін ортаға байланысты шөгінді түрінде карбонат (сидерит) немесе гидроксид (лимонит) темір қосылыстары болуы мүмкін. Лимонит, сондай-ақ, сидерит тотыққан кезде де жаралады. Батпақ темір рудасының қалыңдығы бірнеше м-ден ондаған м-ге дейін жетеді. Беларусь пен Карелия аумағында ондаған темір рудалы көлдер анықталған.

Ойпаңдық шымтезекті батпақтар Карелияда, Кола түбегінде, Беларусьте көп таралса, ТМД-ның еуропалық бөлігіндегі орталық аудандарда, Батыс Сібір ойпаңдығында, Қиыр Шығыста және басқа аудандарда біршама аз кездеседі. Ойпаңдық батпақтар әртүрлі даму стадияларынан өтеді. Олардың кейбіреулері шалғынға айналса, басқалары шымтезек өндіруге пайдаланылады, ал келесілері бастапқы немесе соңғы даму стадиясында болады.

Жағалаулық-теңіздік батпақтар Камчаткада, Охот теңізінің жағалауында, Қара теңіздің жағасындағы бірқатар тропик және субтропик белдемдерде белгілі. Бұл батпақтарда, континенттердегі сияқты шымтезек, бірқатар жағдайларда темір рудасы жиналады. Ең үлкен мәнге тропик және субтропик белдемдеріндегі жағалаулық-теңіздік батпақтардың шымтезек түзілімдері ие. Олар ұсақ өсімдіктер мен мүктен, ағаш діндерінен, олардың бұтақтары мен тамырларынан (мангр ну ормандарының орнында) тұрады.

Қалқыма батпақтар аз таралуымен сипатталады. Олар тундра белемінің жоғары орналасқан суайрық бөлікшелерінде, жер бетіне грунт суы шыққан және атмосфералық жауын-шашын мол жауатын жерлерде кездеседі. Қалқыма батпақтардың өсімдігі негізінен жасыл (гинкілік) және ақ (сфагналық) мүктен тұрады. Мүктің арасында кейде бұталар мен ергежейлі батпақ қарағайлары кездеседі. Батпақтың орталық бөлігінде мүктің қарқынды дамуы олардың бетінде дөңес пішіннің қалыптасуына ықпал етеді. Қалқыма батпақтардың шымтезегі біршама жоғары калориялылығымен және күлінің аздығымен ерекшеленеді.

Өтпелі (аралық) батпақтар қалқыма мен ойпаңдық батпақтар арасындағы аралық жағдайда болады.

Көл-батпақ түзілімдерінің пайдалы қазбалары

Көл-батпақ түзілімдерінің қалыптасу процесі миллиондаған жыл бойы ұдайы жүреді. Бір көл мен батпақтың орнына келесілері келеді. Оған негізінен құрлық бедерінің дүркін-дүркін жаңаруына әкелетін жер қыртысының тектоникалық қозғалыстары ықпал етеді. Көне көлдердің түзілімдері баяғыда қазба күйге өткен. Жер қыртысының қимасында оларды ондаған және жүздеген метр тереңдіктерде кездестіруге болады. Бұрын болған батпақтар мен көлдердің сұйық ұйығы өзінің әуел бастағы кейпін өзгерткен. Үстінде жатқан қатқабаттардың қысымынан бұл түзілімдер нығыздалып, шөгінді таужыныстарға айналған. Мысал үшін әкті ұйық – әктасқа, диатомды және доломит түзілімдер – диатомит пен доломититке, саз бен саз-әкті ұйық – саз бен мергельге өткен.

Елеулі өзгеріске көмірге айналған шымтезек жатындары түседі. Жоғары температура мен қысым жағдайында өсімдік затының толық ыдырауы мен оның көмірленуі алдымен шымтезектің қоңыр көмірге, яғни түсі күңгірт-қошқыл немесе қара, жылтырлығы күңгірт жанғыш таужынысқа айналуына әкеледі. Заттың сыртқы өзгерістері оның құрылымының қайта түзілуіне және көміртек мөлшерінің артуына (60–75%) байланысты. Қоңыр көмірдің жасы әртүрлі болып, ондаған және жүздеген миллион жылды құрайды. Мысалы, Торғай алабындағы қоңыр көмір (лигнит) жоғарғы палеогенде, Майкөбен алабындағы – юрада, ал Подмосковьедегі – карбонда жаралған.

Көмірлену процесі ары қарай жер қойнауындағы жоғарылау температурада (300–325°С-қа дейін) өткен кезде, қоңыр көмір тас көмірге айналады. Тас көмірдің құрамындағы көміртек мөлшері 95%-ға дейін жетеді, жылтырлығы шыныша және қаттылығы жоғарылау болады. Көмірленудің аяққы кезеңінде антрацит жаралады. Антрацит – омырылымы ұлуша, жылтырлығы металл тәрізді, шыныша және көміртек мөлшері 93–98% болатын жанғыш таужыныс. Тас көмір көптеген алаптарда, мыса-

лы – Қарағанды, Екібастұз, Донбасс, Кузбасс алаптарында, ал антрацит – Донбасс, Кузбасс, т.б. алаптарда белгілі.

Жәндік текті және төменгі сатылы өсімдік (фитопланктон, балдыр) қалдықтарынан тұратын сапропельді ұйық уақыт ағымында сапропельдік көмір мен жанғыш тақтатасқа айналады. Сапропельдік көмірдің немесе богхед пен кеннельдің жоғарыда сипатталған гумустық көмір түрлерінен айырмашылығы, құрамында суттектің мөлшері жоғары (8–12%), түсі қара-қошқыл, кейде зәйтүн-жасыл, омырылымы ұлу тәрізді болады. Жанғыш тақтатас Кендірлік кенорнында, Торғай алабында, Донбаста, Подмосковье көмір алабында, т.б. кездеседі.

Көл мен батпақтың органикалық әлеміне мұнайжаралу да байланысты деген ұғым бар.

Көл-батпақ түзілімдерімен жанғыш пайдалы қазбалардан басқа түрлі құм, саз, әктас, доломитит, мергель, диатомит, тастұз, темір мен марганец рудасының кенорындары байланысты. Липецк, Тула, Никополь, Орал темір мен марганец рудасы көне заманнан белгілі және мұнда кен өндіріледі. Қазіргі көл мен батпақтан ұйық өндіріледі. Сапропель мен шымтезек ұйығы шипа балшық ретінде пайдаланылады. Қазақстан мен Батыс Сібір көлдерінен сода мен мирабилит өндіріледі. Бор тұздары АҚШ (Серлс көлдері), Чили, Аргентина және басқа елдердегі көлдерден өндіріледі.

Көл-батпақ түзілімдерінің ішінде ең көп таралған пайдалы қазбаға шымтезек жа-тады. Оны отын, ауыл шаруашылығында тыңайтқыш, химия өнеркәсібінің шикізаты ретінде қолданады.

Бақылау сұрақтары:

1. Жер беттік су түрлері, олардың ерекшеліктері қандай?
2. Ағын судың қиратушы жұмысы және ол қалай аталады?
3. Делювий, шығарынды конустар, олардың жаралуы?
4. Пенеплен мен педилен, олар қалай қалыптасады?
5. Сел, ол адам өмірінде қандай орын алады?
6. Эрозия базисі деген не, оның қандай түрлері бар?
7. Аллювий, оның құрамы мен жайғасу жағдайлары, олармен байланысты пайдалы қазбалар?
8. Өзен аңғарының морфологиялық элементтері қалай жіктеледі және қалай қалыптасады?
9. Көл, оның жіктелімі және геологиялық жұмысы?
10. Батпақ, оның жаралуы және геологиялық жұмысы?
11. Көл және батпақ түзілімдеріндегі пайдалы қазбалар?

6.6. Жерасты суының геологиялық әрекеті

Жерасты суы адам өмірінде үлкен рөл атқарып, көбінесе елді мекендерді сумен қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Жерасты суының құрамында түрлі тұздар бір-шама көп болған жағдайда, оны техникалық немесе емдік мақсаттарда қолданады.

Сонымен, жерасты суы ең құнды пайдалы қазбалардың бірі болып табылады, ал оны зерделеу – геология ғылымының маңызды мәселесі. Геологияның тақырыбы жерасты суын зерттеу болып табылатын саласы *гидрогеология* деп аталады.

Таужыныстардың әртүрлі қуыстарын толтыратын су қысым мен температураға байланысты үш түрлі – бу тәрізді, сұйық немесе қатты (мұз түрінде) фазада болуы мүмкін. Табиғатта таужыныстармен химиялық байланысқан су бар, ол минералдардың кристалдық тор құрылысына қатысады. Оған конституциялық, кристалдық және гидраттық су жатады.

Барлық таужыныстар түрлі дәрежеде суды өткізуге қабілетті болғанымен, олардың өтімділік дәрежесі әртүрлі болады. Өтімділік дәрежесі бойынша таужыныстар үш топқа бөлінеді:

1) өтімді таужыныстар – олар арқылы су жеңіл сүзіледі (құм, қиыршық, малтатас, таужыныстардың жарықшақты түрлестері);

2) шала өтімді (құмдақ, лёсс, ыдырамаған шымтезек, т.б.);

3) іс жүзінде өтімсіз (саз, тығыз сазды тақтатаас, сазтас, цементтелген шөгінді таужыныстар, магмалық және метаморфтық таужыныстардың жарықшақсыз түрлестері, сонымен қатар мәңгі тоң белдемдеріндегі таужыныстар).

Бірінші және екінші топтағы таужыныстар жинауыш (коллектор) қабаттарды құраса, үшінші топтағы таужыныстар сутірек қабаттар жасайды.

Судың басқа физикалық қасиеттерінен маңызды мәнге таужыныстардың сыйымдылығы, яғни олардың өзінің құрамында берілген температура мен қысым жағдайында суды сыйыстыру және ұстап қалу қабілеті ие.

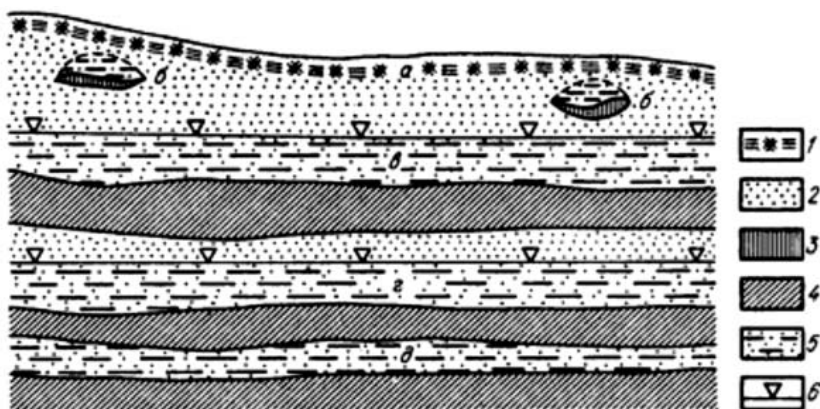
Жерасты суы жаралуы бойынша мынадай типтерге бөлінеді: инфильтрациялық (сіңбелік), конденсациялық, седиментациялық (немесе жұрнақ), магматогендік (тұмса) және аралас.

Жерасты суының құрамында әдетте еріген тұздар болады. Олардың көлем бірлігіндегі жиынтық мөлшері судың жалпы минералдылығы деп аталады. В.И. Вернадский барлық табиғи суды олардың минералдану дәрежесі бойынша тұщы, тұздылау, тұзды және тұздықтарға бөлген. Осы жіктелімге сәйкес тұщы суда еріген тұздардың мөлшері 1 г/л-ге дейін, тұздылау суда – 1–10 г/л, тұзды суда – 10–50 г/л, тұздықтарда – 50 г/л-ден асады.

Жерасты суының негізгі химиялық құрамы оның құрамындағы HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- аниондарының және Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{1+} катиондарының мөлшерімен анықталады. Көрсетілген компоненттер қатынасына жерасты суының негізгі қасиеттері – сілтілілік, кермектік, тұздылық байланысты.

Жатыс жағдайлары бойынша жерасты суы төрт типке бөлінеді: топырақ суы, кілкіме су, грунт суы және қабатаралық су (*б.7-сурет*). Жатыс жағдайына жерасты суының режимі, яғни оның минералдануы, температурасы, деңгейі және басқа көрсеткіштерінің уақыт ағымында өзгеруі байланысты.

Топырақ суы жер беті маңында орналасып, топырақтағы қуыстарды толтырады. Әдетте бұл су гигроскоп, жарғақ немесе қылтүтік түрінде болады. Топырақ суының режимі өте тұрақсыз, яғни маусымдық температура ауытқуына тәуелді. Су жаз кезінде топырақ ысыса толық буланып кетеді, қыста қатып қалады, ал жауынды мерзімдерде топырақты мол қанықтырады.



6.7-сурет. Өртүрлі типті жерасты суының жер қыртысында орналасу сұлбасы:

а) топырақ суы; б) кілкіме су; в) грунт суы; г, д) қабатаралық су;

1 – топырақ-өсімдік қабаты; 2 – сүетімді таужыныс; 3 – жартьылай сүетімді таужыныс; 4 – сүтірек; 5 – гравитациялық су; 6 – грунт суының деңгейі (ГСД)

Кілкіме су – ауалану белдемінде, яғни ауа еркін енетін белдемде шамалы тереңдікте орналасатын жерасты суы. Әдетте кілкіме су тұтас таралмайды, сүтірек таужыныстардың үстінде орналасатын шағын линзалар жасайды (6.7 б-суретте). Кілкіме судың мұндай линзаларының қалыңдығы көбінесе 0,5-1 м-ден аспайды, кейде 2-3 м-ге жетеді. Мұндағы су гравитациялық түрде болып, деңгейге ие болады. Кілкіме судың режимі тұрақсыз – деңгейі мен минералдылығы айтарлықтай өзгеріп тұрады. Кейде құрғақ климатты аудандарда кілкіме сулы құдықтар жазда толық кеуіп кетеді.

Грунт суы. Атмосфера жауыны жер қыртысына бірінші сүтірек қабаттың жабынына жеткенге дейін тереңдеп кете береді. Осылайша сулы горизонттар пайда болады (6.7 в-суретте). Сулы горизонт деп барлық қуыстары, кеуектері мен жарықшақтары суға толған таужыныс қабатын айтады. Мұндай қабаттың әрқайсысының жабыны мен табаны болады. Егер қабат суға толық толмаса, онда сулы қабат деп суға қаныққан бөлігін ғана түсінеді. Жер бетінен төмен қарай бірінші жатқан тұрақты сулы горизонтты грунт сулы горизонт деп айтады. Грунт суының беті еркін жатады, оны планда грунт суының айнасы десе, ал қимада – грунт суының деңгейі дейді. Бұл деңгей тұрақсыз болады. Әдетте ол жаңбырлы кездерде көтерілсе, құрғақшылық кездерінде төмендейді. Егер грунт суының деңгейі бір бөлікшеде жер бетіне дейін көтерілсе, ол жерде көл немесе батпақ пайда болады.

Қабатаралық (қабаттық) су. Қабатаралық судың ерекшелігіне ең алдымен оның екі сүтірек қабаттың арасында орналасатыны жатады, яғни ол астынан да (жабыны жағынан), үстінен де (табаны жағынан) шектелген. Қабатаралық су бар сулы горизонттар әдетте өлшемдері мыңдаған км²-ге жететін байтақ алқаптарға таралатындығымен, режимінің тұрақтылығымен сипатталады. Мұнда су біршама тереңдіктерде жатып, алқаптың шеттерінде ғана жер бетіне шығады. Қабатаралық су таралған мұндай байтақ алқап *гидрогеологиялық алап* деп аталады.

Алаптар сулы горизонттармен ғана емес, сондай-ақ морыған кристалды таужыныстардың ірі массивтерімен де байланысты болуы мүмкін. Мұндай жағдайда жарықшақтық пен желілік судың алабы жаралады. Грунт суы таралған байтақ алқаптар грунт суының алаптары деп аталады; қабат суы – қабат немесе артезиан суының алабын қалыптастырады (6.8-сурет).

Жерасты суы мен оны сыйыстырушы таужыныстар бірігіп гидродинамикалық жүйелер жасап, олар арынды және арынсыз түрлерге бөлінеді.

Жерасты суының жер бетіне шығып, арылуына (босап шығуына – дренажға) әкелетін көздерді (бұлақтарды) айрықша қарастыру керек. Бастаудан уақыт бірлігінде бөлініп шығатын су мөлшерін дебит (шығым) деп атайды.



6.8-сурет. Артезиан алабының сұлбасы:

1 – саз таужыныстар; 2 – сулы құм; 3 – эктас; Ф – бұрқақты ұңғыма

Жерасты суының геологиялық әрекеті ең алдымен өзі орналасып, солар арқылы қозғалатын таужыныстар мен минералдарды ерітуіне байланысты. Жерасты суының ерітуші қабілеті қысым мен температура артқанда, сонымен қатар құрамында еріген газдар болғанда күшейе түседі. Атап айтқанда, химиялық таза судың эктасты ерітетін әрекеті шамалы, ал құрамында көмірқышқыл газы болса судың жемірлігі күрт артады.

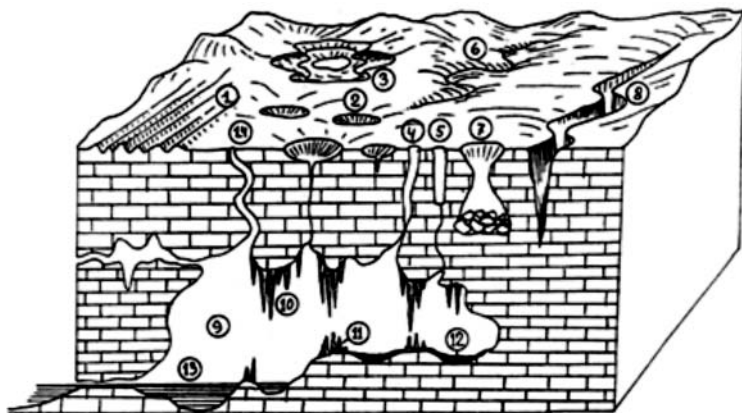
Еріту процестері, яғни карст процестері немесе карст көп дүркін қайталанады. Нәтижесінде сыйыстырушы таужыныстарда бір-бірімен жалғасқан қуыстар мен каналдардың тұтас жүйесі жаралып, біртіндеп олардың өлшемдері үлкейе береді. Осындай жолмен әртүрлі қуыстар – карст үңгірлері пайда болады.

Карст үңгірлерінің өлшемі кейде өте үлкен болады. Ең жақсы зерделенген карст үңгірлері карбонат (эктас, доломит, бор) массивтерінде орналасқан. Уақыт өтісімен карстқа ұшырайтын таужыныстардан алаңның бетінде әртүрлі карст ландшафт пішіндері пайда болуы мүмкін. Жаралу жағдайлары бойынша карст жаралу алаңында шаймалануға (*карр*) және үңгір күмбезінің опырылуы мен отыруына (*воронка*, *құдық*, *дolina* мен *полье*) байланысты карст пішіндері бөлінеді.

Алдымен карбонат массивінің бетінде терең атыздар пайда болады. Олардың жаралуы атмосфералық сумен байланысты. Көмір қышқылына байыған су жарықшақтарға еніп, олардың шеттерін ерітіп, біртіндеп шағын тесіктер мен шайылымдар жаралады. Судың бағытталған ағысы пайда болысымен, шайылымдар мен

тесіктерде әктастың шаймалануы күшейеді. Нәтижесінде тар қырқалармен бөлінген атыздар мен науашалар жүйесі қалыптасады. Осы пішіндердің барлығы *карр* деп аталады (6.9-сурет).

Жерасты суы таужыныстарды ерітіп қана қоймайды, оларды механикалық жолмен қиратады да қатты бөлшектерді алып шығады. Жерасты суының әртүрлі таужыныстардың қатты бөлшектерін ағызып шығару процесін *механикалық суффозия* деп атайды. Суффозияға көбінесе саз, құм, қопсық құмтастар ұшырайды. Осының салдарынан сулы горизонттардың көлемі кішірейіп барып, отырып қалады. Осылайша, суффозия нәтижесінде жер бетінде бедердің ойылған пішіндері пайда болады.



6.9-сурет. Карст бедер пішіндері:

- 1 – карр, 2 – воронка, 3 – полье, 4 – құдық, 5 – шахта, 6 – құрдым өзен,
7 – опырылым воронкасы, 8 – шатқал, 9 – ұңгір, 10 – сталактит (тассуңгі),
11 – сталагмит (тасқада), 12 – «terra-росса», 13 – ұңгір өзені, 14 – сифон

Таужыныстардың қия беткейлердегі жылжуы сипаты бойынша да, масштабы бойынша да әртүрлі болады. Атап айтқанда, ұсақ жылжулар немесе көшкіндер, ірі жылжулар немесе сырғымалар және таужыныстардың ірі массивтерінің кенет құлап түсуі немесе опырылымдар бөлінеді. Олар әдетте таулы аудандарға тән. Ең үлкен мәнге табиғатта кең таралған сырғымалар ие болады. *Сырғыма* – таужыныс массивтерінің ауырлық күші ықпалынан табиғи жылжуы. Ол жерасты суы әрекетінен және қимада пластикалық саз горизонттар болған кезде жүреді. Бұзылмаған күйде мұндай саздың кәдімгілерден айырмасы шамалы. Бірақ олар механикалық әрекет ету мен ылғалданған кезде жоғары пластикалықтыққа ие болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Таужыныстарда су қандай фазаларда болады?
2. Таужыныстардың кеуектілігі мен өтімділігі деген не, олар қалай сипатталады?
3. Жаралуы бойынша жерасты суының қандай түрлері бөлінеді?
4. Жерасты суының жатыс жағдайлары қандай?

5. Грунт суының артезиан суынан айырмашылығы неде?
6. Карст және суффозия деген не?
7. Сырғыманың жаралуы мен салдары қандай?
8. Жерасты суы қандай түзілімдер мен бедер пішіндерін жасайды?

6.7. Мұздықтардың геологиялық әрекеті

Мұздық – жер бетіндегі атмосфералық жаралымды мұздың табиғи жинағы. Мұздықтар қатты жауын-шашын мөлшері оның еруі мен булануынан артық болатын аудандарда жаралады. Жерде мұздықтар айтарлықтай орын алады. Олар құрлық бетінің 16 млн км² бөлігін (11% шамасындай), ал полюс алқаптарында мұздық жамылғы теңіздің саяз сулы (шельф-қайраң) алқабына да таралады. Мұздықтардағы мұздың жалпы көлемі 30 млн км³ шамасында деп бағаланады (қыры 300 км кубтың көлеміне тең). Мұздықтардың құрылысын, дамуын және әрекетін зерттеумен *гляциология* ғылымы айналысады.

Мұздықтар *глетчер мұзы* деп аталатын заттан тұрады. Судың қатуынан пайда болатын мұздың басқа түрлерінен (топырақ, өзен, теңіз мұзы) айырмашылығы – глетчер мұзы қардан жаралады. Мұздықтың ағу жылдамдығы оның қалыңдығы мен мұздық жапқан табанының еңістігіне байланысты. Мұздықтың қалыңдығы мен табанының еңістігі үлкен болған сайын, оның ағу жылдамдығы да артады. Әдетте бұл жылдамдық 3-10 м/тәулікті құрайды, ал ірі мұздықтар 40 м/тәулікке дейінгі жылдамдықпен қозғалады.

Мұздықтарда мынадай аудандар бөлінеді: *қоректену алқабы* – мұнда жиналған қар фирнге, ал фирн глетчерге айналады; *ағу алқабы* – глетчер мұзы жылжып ағады. Қоректену мен ағу алқаптарының арақатынасына, өлшемдері мен пішіндеріне байланысты мұздықтар үш типке бөлінеді: тау (немесе альпілік тип) мұздығы, жамылғы (немесе құрлықтық тип) мұздық және аралық.

Мұздықтардың геологиялық әрекеті, басқа да экзогендік факторлар сияқты таужыныстарды қирату, сынықтарды тасымалдау және оларды қайта түзу жұмыстарын қамтиды. Мұздықтың астындағы таужыныстарды қирату мен үгу бойынша жұмысы *экзарация* деп аталады.

Мұз жылжығанда терең *атыздар*, айғыздала тырналған дөңбектастар, тегістеле жылтырланған бедер пішіндері жаралады. Мұздық эрозиясының іздері бар дөңгелектенген асимметриялы таужыныс блоктары *қоймаңдайларды*, ал олардың жиынтығы *бұйра жартастар* ландшафт пішінін жасайды. Құрамында таужыныс сынықтары бар мұздық тілдері жылжыған аңғарлар табаны жайпақ әрі бүйір қабырғалары қия астау тәрізді пішін қабылдайды. Осылайша мұздық тілдері қалыптастырған аңғарлар *трог* (немісше – *астау*) деп аталады.

Мұздықтар әрекеті нәтижесінде жаралған сынықты материалды *морена* деп атайды. Морена *жылжитын* және *жылжымайтын* түрлерге бөлінеді. Жылжитындары мұзбен бірге қозғалысқа келсе, ал жылжымайтындары мұздық еріп кеткенде, қозғалмай орнында қалады. Жылжымайтын морена *аяққы* және *негізгі* түрлерге

бөлінеді. *Аяққы* немесе *шеттік* морена мұздық тілінің төменгі шекарасында жаралады.

Флювийгляциялық түзілімдерді мұздықтар ерігенде пайда болатын су ағындары қалыптастырады. Мұндай су ағындары көбінесе моренаны шайып, шыққан сынықты материалды еріген мұздықтан тыс жерлерге алып шығады. Алдымен, мұздық шекарасының маңына ірі сынықты материал шөгеді, одан ары қарай ұсақтау құм мен саз түзіледі. Сонымен, флювийгляциялық түзілімдер мореналармен салыстырғанда біршама іріктелгендігімен және өзен түзілімдеріне жақын қабаттылығымен сипатталады. Бірақ, өзен түзілімдерімен салыстырғанда, флювийгляциялық түзілімдер нашарлау жұмырлананды.

Тау алды беткейлерінде мұздықтың еруі нәтижесінде пайда болған бұлақ пен өзен тораптары шайып шығарып, жаймалап орналастырған және негізінен құм түйірлерінен тұратын түзілімдер *зандр* алаңын жасайды.

Мұздықтар аккумуляциясы өңірлерінде еріген су көбінесе нығыздалмаған қар мен кеуек фирн арқылы сіңеді де тереңге барып қатады. Абляция (азаю) алқабында еріген су әдетте жаз маусымы ағымында әрекет ететін жербеті суын қоректендіреді. Еріген су туындататын процестердің барлығын *флювийгляциялық* деп атайды.

Мұздықтар шетінде көптеген мұздық-тосқауыл көлдері жаралады. Ең кәдуілгі жағдайда олар басты аңғардың үлкен мұздығымен бөгелген аңғар-салалардың төменгі бөліктерін алып жатады. Олар сирегірек бүйірлік аңғарлардан шығарылған мұздық тілдерімен бөгелген басты аңғарда орналасады. Олардан басқа, тосқауыл көлдер бұрынғы мұздықтар жылжуымен байланысты морена қырқалары және мұздық шебі аралығындағы ойпаңдарды да алып жатуы мүмкін.

Мұздық-тосқауыл көлдеріне көлемінің жиі өзгеруі тән. Көпшілік жағдайларда олардан судың ағып шығуы уақытта өзгермелі мұздықасты мен мұздықіші каналдар арқылы орын алады, сондықтан оның қарқындылығы өте кең амплитудалы ауытқуларға ұшырайды. Шамалы сорғыған жылғалар әп-сәтте апатты тасқындар сипатына ие болуы мүмкін, онда олар орасан зор тасымалдаушы қабілетіне ие болады да мұздықтар шетінен ажыраған таужыныстардың алып блоктары мен айсбергтерді тасымалдай алады. Ең шырқау кездерінде судың шығымы 100 мың м³/с шамасынан асып кетеді. Мәселен, Алтайдың плейстоцен тосқауылдық-мұздық көлдер тасқыны 1-10 млн м³/с шамасын құраған.

Флювийгляциялық тасымалдау және аккумуляция. Мұздық беті бойынша ағатын еріген су тасқындары әдетте тасындылардың түрлі мөлшерін жеткізеді. Мұздық жабыны үстінде немесе аңғар мұздығының центрі маңында тасындылар өте таза болуы мүмкін, ал жақтаулар маңында олардың құрамында бүйірлік моренадан шайылған материалдың елеулі мөлшері болады. Мұздық астынан жарып шығатын ағындарда сынықты материал өте көп болады, оның негізгі массасы туннельдер қабырғаларынан шыққан су алып келген мұздық іші және мұздық асты моренасынан тұрады. Сынықтардың қосымша көзіне эрозияланатын түптің қирау өнімдері жатады. Тасымалданатын сынықтар өлшемі тасдөңбектерден майда ұйық пен сазға дейін өзгереді.

Мұздық-тосқауыл көлдерінде еріген су шығаратын материалдың шөгуі нәтижесінде *мұздық көл* немесе *лимногляция* түзілімдері қалыптасады. Ірі сынық материал әдетте оны тасымалдайтын ағындардың саға маңында қалса, ал майда материал көлдердің байтақ саз бен ұйық жамылғысын жасайтын орталық бөліктеріне шығарылады. Олардың арасында айсберг әкелген гравий-тасмалта және тасдөңбек өлшемді сынықтар кездеседі.

Мұздық көл түзілімдері кам комплекстерінің дельта-мұздық террасаларын, қалыпты камдардың елеулі бөлігін, сондай-ақ *таспа саз* қатқабаттарын құрайды. Таспа саз – көптеген параллель таспалардан тұратын айқын стратификацияланған шөгінді. Әрбір мұндай таспа жылдың көп бөлігінде қатқан күйде болатын көлдерде суық жағдайдағы шөгіндіжиналудың жылдық циклі нәтижесі. Ол екі қабатшадан тұрады: жоғарғы – қысқы, мұз жамылғысы астында жаралған, құрамы бойынша сазды әрі күңгірт түсті; төменгі – жазғы, абляция маусымы қызған кезде жаралған, негізінен майда құмды және ашық түсті.

Жер тарихындағы мұзбасулар. Жердің геологиялық тарихын талдау көрсеткендей, қазіргі континенттердің әр түрлі бөліктері белгілі бір уақыттарда қалың мұз жабындары астында қалып отырған. Мұздық түзілімдерін түбегейлі зерделеу барысында мұзбасулардың ең маңызды қасиеті – олардың мерзімділігі анықталған. Жердің геологиялық тарихында мұзбасу мерзімдері мұздық аралық замандармен алмасып отырған. Іс жүзінде планетаның барлық континенттері әр түрлі уақытта айтарлықтай дәрежеде (кейде тіпті толық) қалың мұзбен жабылып қалатын болған.

Гренландия мұздығы қимасындағы оттектің изотоптық құрамын зерделеу көрсеткендей, жер қыртысы тарихындағы ең соңғы мұзбасу осыдан 12-50 мың жыл бұрын болған. Соңғы 400 мың жыл ауқымында температураның 6–8°C-қа төмендеуі ең кемі бес рет орын алған. Осы кезеңдердің жер қыртысын мұзбасу мерзімдеріне сәйкес келетіні көрінеді.

Төрттік (квартер) дәуірі ағымында Батыс Еуропада басты төрт мұзбасу заманы – *юнец*, *миндаль*, *рисс* және *вюрм* бөлінген. Олардың ішінде ең үлкен аудандарды қамтығаны – *рисс* мұзбасуы. Жаһандық салқындау мен жылыну кезеңдерінде планетада судың зор көлемі қатты күйге өтіп және қайта еріп отырған. Әлем мұхитының деңгейін күрт ауытқуларға әкелген бұл құбылыс *эвстатикалық ауытқулар* деп аталған. Мәселен, мұзбасу кезеңдерінде бұл деңгей қазіргіден 50-100 м-ге дейін төмендегені байқалады.

Бақылау сұрақтары:

1. Мұздықтар жаралуына қандай табиғи жағдайлар қажет?
2. Қар фирненен, ал фирн глетчерден қандай қасиеттері бойынша ажыратылады?
3. Мұздықтың қандай типтері бар?
4. Мұздық түзілімдері қалай аталып, қандай түрлерге бөлінеді?
5. Төрттік дәуірінде қанша және қандай мұзбасулар болған; олар Қазақ даласын қамти ма?

6.8. Теңіздің геологиялық әрекеті

Жер қыртысының құрамындағы шөгінді таужыныстардың көп бөлігі теңізде түзілген шөгінділерден жаралғаны белгілі. Олардың жиналу және түрлену механизмін түсіну үшін қазіргі теңіз сушаларындағы шөгінді жиналу ерекшеліктерін зерделеу қажет. Теңіздер мен мұхиттарды түбегейлі зерттеудің қажеттілігі, олардың түбі мен қойнауларында әр түрлі пайдалы қазбалар, атап айтқанда мұнай, газ, фосфорит, темір мен марганец кендері, т.б. болуына байланысты.

Құрлықтағы пайдалы қазба кенорындарының таусылуына байланысты, кен өндірісі мұхитқа қарай жылжитыны қазір қажеттілікке айналууда. Мұндай үрдіс қазіргі әлемдік мұнай мен газ өндірісінің динамикасында айқын көрінеді. Атап айтқанда, егер 1970 жылы теңіз кенорындарынан мұнай өндіру әлемдік көлемнің 16%-ін құраса, 1980 жылы ол 23%-ға дейін өсті, ал 2000 жылы 40% шамасында болды. Өндірістегі кенорындардың осылайша таралуы пайдалы қазбалардың басқа түрлеріне де қатысты екендігі көрінеді. Теңіз геологиясының теориялық және практикалық жақтары қазіргі кезде Әлем мұхитында жүргізіліп жатқан зерттеулердің өте кең комплексін анықтап берді.

Ең алдымен, бұл зерттеулер мұхит түбін түбегейлі зерттеуге байланысты. Қазіргі кездің өзінде көп деректер жиналған. Олар мұхит түбі бедерінің сипаты туралы түсінік қалыптастыру мен оны құрлық бедерімен салыстыруды қамтамасыз етіп қана қоймайды, сондай-ақ оның аумағында әртүрлі геоморфологиялық элементтерді бөлуге мүмкіндік береді. Жер бетінің көп бөлігін (71%-ға жуығын немесе 361 млн км²) көлдер, теңіздер мен мұхиттардың суы алып жатыр.

Континенттік қайраң. Әлем мұхитының 7,6% шамасындағы ауданын алып жатыр. Ол жаға бойымен ондаған км-ден жүздеген км-ге дейінгі екі жолақ түрінде созылып жатады. Континенттік қайраң континенттердің су астындағы жалғасы болғандықтан, олардың геологиялық құрылысы да ұқсас болады және тереңдігі де шамалы. Осыған байланысты кенорындарды іздеу мен барлау тұрғысынан қарағанда, қайраң айрықша қызығушылық туындатады.

Континенттік беткей өзінің түбінің күрт төмен батуымен сипатталады. Оның еңістік бұрышы 15°-қа дейін жетеді, кейде одан да асады. Мысалы, Флорида түбегінің батысында континенттік беткейдің басталуы картада бірдей тереңдік сызықтары *изобаталардың* жиіленуі бойынша анық білінеді. Континенттік беткейдің мұхит табанына өтетін бөлігі көбінесе айқын біліне бермейді – беткейдің қирау өнімдері бұл жерде континенттік етек белдемін жасап, 2–5 км тереңдікте орналасады.

Континенттік беткейдің құлдығы оның қарқынды суасты эрозиясына ұшырауына ықпал етеді, осының нәтижесінде беткейдің оны қайраңнан бөлетін беті мен жарқабағы қатты тілімденеді. Беткей бедерінің өзіндік бедер пішініне *каньондар* – терең тілімденген беткейлері күрт қия аңғарлар жатады. Олар көбінесе өзендердің су астындағы жалғасы болып табылады. Мәселен, Конго өзенінің каньоны оның эстуарийінен бастау алып, 4 км тереңдікке дейін байқалады. Каньонның сағасында ауданы ондаған мың км²-ге жететін шығарынды конус орналасады.

Беткейлердің қирауы (сырғуы) *лайлы ағын* туындатады. Ол етекке қарай *турбидит* деп аталатын шөгінді массаларын тасымалдайды. Жалпы алғанда континенттік беткей Әлем мұхитының 15%-дай ауданын алып жатыр.

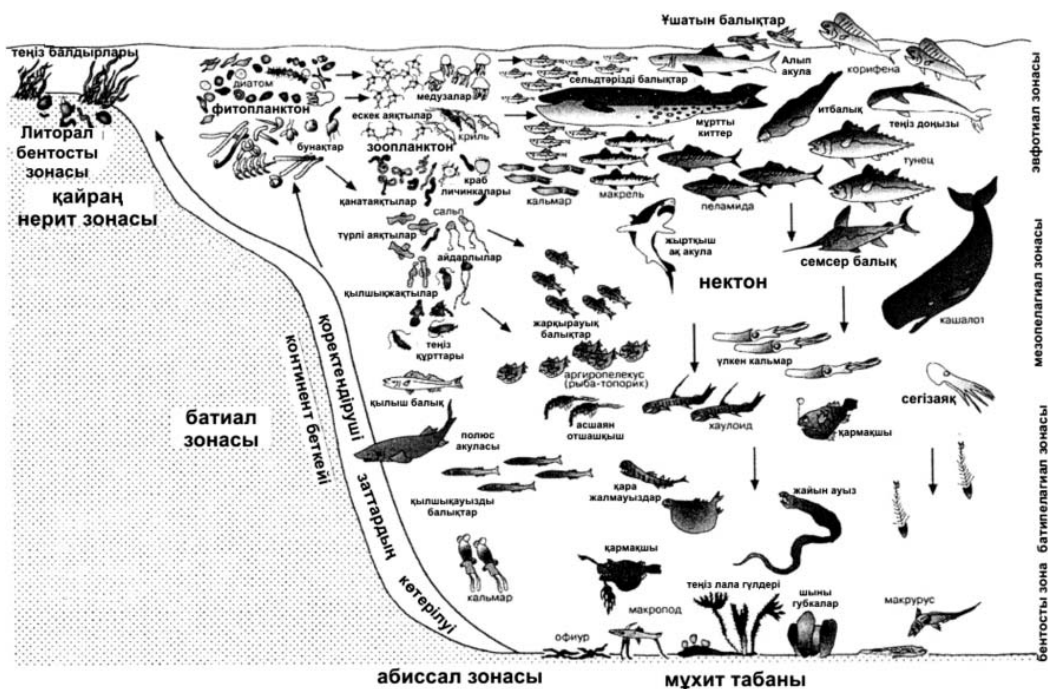
Ең үлкен аудан (Әлем мұхитының 76,2%-і) *мұхит табаны* алқабының үлесіне тиеді. Ол континенттік етек пен *абиссал жазықтарды* қамтиды. Жалпы, мұхит табаны өте жайпақтығымен және тереңдік интервалының шамалы (5,5-6 км) болуымен сипатталады. Мұндағы өзіне тән бедер пішіндері – үлкен *қазанишұңқырлар* мен ұзынынан созылған *мұхит орталық жоталар*. Қазанишұңқырлардың пішіні изометрлі, ені мыңдаған км-мен өлшенеді. Олардың жазық түбі көбінесе *тереңсулық аңғарлармен және төрткүл таулармен* күрделенеді. Тереңсулық аңғарлардың беткейлері қия, тереңдігі 100-200 м, түбі жазық, ені 2-5 км, ал ұзындығы көбінесе жүздеген км-ге созылады. Тереңсулық аңғарлардың жаралуы әзірше жеткіліксіз зерделенген.

Мұхит табанының бедерін *қазанишұңқырлармен* қатар, сондай-ақ *мұхит орталық жоталар* да анықтайды. Олардың жалпы ұзындығы шамамен 60 мың км-ге жетіп, Әлем мұхитының 1/3 аумағын қамтитын бірегей жаһандық қыраттар жүйесін жасайды. Мұхит орталық жоталардың өзіне тән пішіндері – *рифт аңғарлары* мен *трансформдық жарылымдар*. Мұхит орталық жотаның ең биік көтерілген орталық бөлігі көбінесе оның бойымен созылған терең аңғармен тілімденеді. Бұл аңғар жарылымдардан жаралады және жота бойымен созыла орналасып, *рифт* деп аталады. Мұхит орталық жоталар сонымен қатар көлденең орналасқан терең жарылымдармен де тілімденеді. Олар жоталарды ірі блоктарға бөліп, ығыстырады. Трансформдық деп аталатын мұндай жарылымдардың ұзындығы мыңдаған км-мен өлшенеді.

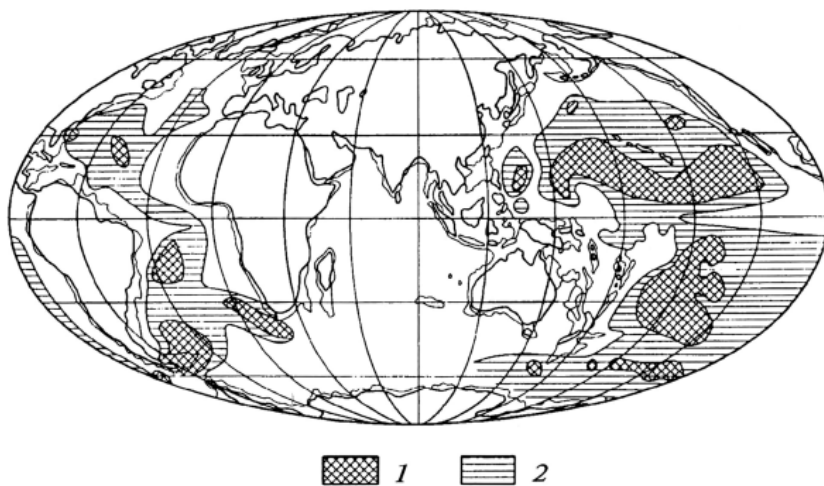
Әлем мұхитының ең терең батқан бөлігіне тереңсулық ойпаңдар алқабы жатады, олар мұхиттың 1,2% аумағын қамтиды. Бұл ойпаңдардың негізгі бөлігі Тынық мұхиттың шеткейлерінде орналасып, ұзыншақ *арал доғаларымен* байланысты болады. Арал доғалары аралдар архипелагі түрінде мыңдаған км-ге созылып, мұхитқа қараған сыртқы жағында жекелеген ойпаңдардан тұратын *тереңсулық науалармен* шектеледі. Тынық мұхит шетіндегі осы ойпаң-шұңғымалармен Жердің қатты қабығының ең терең батуы байланысты.

Әлем мұхитының органикалық әлемі. Теңіздің геологиялық әрекетіне суда тіршілік ететін көптеген жануарлар мен өсімдік организмдері қатысады. Организмдер өлген соң олардың қаңқа қалдықтары біртіндеп органогендік таужыныстарға айналады. Теңіздің белгілі бір алқаптарында бұл ортаға бейімделген жануарлар мен өсімдіктер жиынтығы (*биоценоз*) ғана тіршілік етуі осы фактімен түсіндіріледі. Теңіз алаптарындағы барлық органикалық әлем негізінен үш топқа бөлінеді, олар: бентос, планктон және нектон (*6.10-сурет*).

Континенттерге таянған теңіздерде қызыл ұйық жаралады, оның түсі ұйықта темірдің оксид минералдары (лимонит, гематит) болуына юайланысты. Мұндай ұйық Бразилия жағалауында, Жапон теңізінде, Қара теңіздің оңтүстік-шығыс бөлігінде дамыған. Қызыл ұйықтың таралуы шектеулі сипатқа ие. Қызыл түсті тереңсулық сазбен мұхит түбінде құрамында мыс, никель, кобальт, молибден және басқа металдар бар темірмарганец конкрецияларының таралуы байланысты (*6.11-сурет*).



6.10-сурет. Мұхиттың көлденең кескіні және мекендеушілері [8]



6.11-сурет. Темірмарганец конкрецияларының Тынық және Атлант мұхиттарында таралуы [8]:

- 1 – мұхит түбінің конкрециялармен тығыз жабылған, кей жерлерде 90%;
- 2 – конкрециялар жиі кездеседі, бірақ әрқелкі таралған

Мұхиттардың рифт зоналарында жоғары температуралы (415°С-қа дейін) рудалы ерітінділер анықталған, олар мұхит түбінің тереңдігі 2-3 км бетіне тұнып,

сульфид жатындарын жасайды. Мұнда күңгірт түсті жүзгін заттың үлкен көлемі атқылыланып, биіктігі 100-150 м бұрқақ жасайтыны анықталған. Олар темекінің қара түтінін будақтатып тұратындығына байланысты, «*қара темекі түтіндетушілер*» деген атауға ие болған.

Металдар сульфиді жүзгіндерден мұхит түбіне шөгеді де биіктігі ондаған метр гидротермалық құрылыстар жасайды. Олар бағаналар, конустар, мұнаралар жасап, ал орталығында «*темекі тартатын түтік*» орналасады. Құрылыстардың бетінде ағаш діңіндегі өскіндер сияқты, бактериялық көрпелер (бактериялар), сонымен қатар ақ, қызыл және жасыл түсті ұзындығы 1,5-2 м үлкен түтікше құрттар жасайды, олар *вестиментиферлер* деп аталады (6.12-сурет). Құрылыстар маңында түп организмдерінің алып бірлестігі – теренсулық «бентос оазистері» байқалады. Мұнда құжынаған вестиментиферлермен қатар, өлшемдері тамақ салатын табаққа жететін (35 см) қосжарғақты моллюскілер мекендейді.



6.12-сурет. Жоғары температуралы гидротермалық сульфид құрылыстардың морфологиясы (Лисицын және басқалар, 1990)

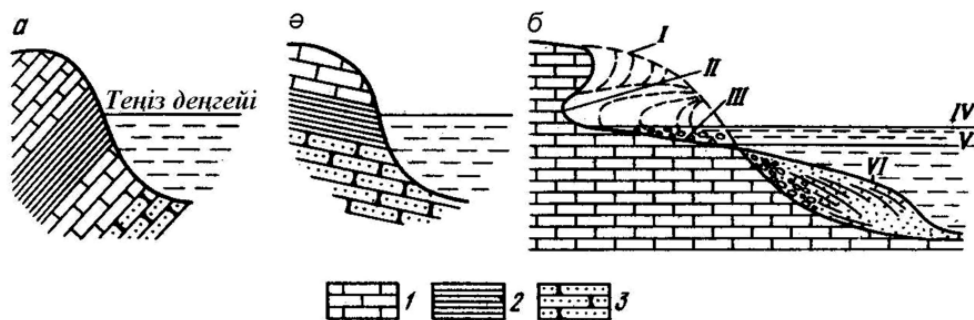
Бентос тобына теңіздер мен мұхиттар түбінде тіршілік ететін жануарлар мен өсімдіктердің үлкен тобы кіреді. Олардың бір бөлігі су түбінде өссе, екіншісі – су түбінде шағын қашықтықтарға жылжи алады. Бірінші жағдайдағы бентосты бекітілген десе, екіншілерін – қозғалатын деп атайды. *Планктон* тобына енжар жүзетін, яғни толқындар мен теңіз ағыстары тасымалдайтын организмдердің барлығы кіреді. Әлем мұхитында тіршілік ететін органикалық массаның негізгі бөлігін планктон құрайды. *Нектон* тобын белсенді жүзетін жануарлар құрайды. Бұл топқа түрлі балықтар мен көптеген теңіз омыртқасыздарының өкілдері кіреді.

Аталған теңіз организмдері топтарының ішінде негізгі геологиялық мәнге бентос пен планктон ие. Массалық таралуына байланысты бұл топтардың көптеген өкілдері шөгінді жиналу процестерінде жетекші рөл атқарып, таужыныс жасаушы организмдерге жатады.

Теңіздер мен мұхиттар суына жел, Ай мен Күннің тартылысы ықпал етеді. Осы факторлармен қатар температура және тұздылық теңіз суының қозғалысын – ағысты, толқынды, шалқу мен қайтуды туындатады. Осының нәтижесінде ерітінді, жүзгін және ірі сынықтар түріндегі биогендік пен минерал заттардың зор массалары қозғалысқа келеді. Осы теңіз суы қозғалысының әр түрінің себептері мен сипатын қарастырайық. Ағыстың бірнеше түрі болады – тұрақты және мерзімдік, беткі және тереңдік (түп маңы), салқын және жылы ағыстар, т.б.

Теңіздің қиратушы жұмысы. Теңіз жағалары мен түбінің қирауы түрлі факторлардың әрекетіне байланысты. Бұл факторлардың бастыларына жататындар – жағаға соғылатын толқынның соққылау күші, толқындар тасымалдаған таужыныс сынықтарының соққылауы, теңіз суының жағаны құрайтын таужыныстарға химиялық әрекеті. Аталған факторлар әдетте бірге әрекет етеді. Осыған байланысты теңіздің қиратушы әрекеті де біршама артады. Әлем мұхитының суы атқаратын қирату жұмысының жиынтығы *абразия* деп аталады.

Жағада абразия ұдайы білінеді. Бұл процесс ақырғы нәтижесінде қия жағаның қирауына әкеледі. Қираған сайын жағаның тікейген қабырғасында (бетінде) ойық, яғни соқпатоқындық қуыс жаралады (*6.13-сурет*). Қуыстар тереңдеген сайын оның төбесін құрайтын таужыныстар өздерінің салмақ күші әсерінен опырылып түсетін жағдайға жетеді. Қия жаға біртіндеп құрлық жаққа шегініп, қуыстың орнында соқпатоқындық терраса жаралады. Жағаның қираған бөліктері шайылып кеткен әрі тек қана түбірлік таужыныстардан тұратын соқпатоқын террасаның бөлігі абразиялық терраса деп аталады.



6.13-сурет. Теңіз жағалары қирауының сұлбасы. Қираудың таужыныстар еңістігіне байланысы: *а* – еңістік континентке қарай; *ә* – еңістік теңізге қарай; *б* – жағаның біртіндеп қуыс пен терраса жасап қирауы; *I* – әктас; *2* – саз; *3* – құмтас; *I* – жағаның бастапқы беті; *II* – соқпатоқын қуысы; *III* – соқпатоқын террасасы; су деңгейінің *IV* – жоғары және *V* – төмен орналасуы; *VI* – шайылма терраса

Соқпатоқын террасасы абразияның әрекетінен ұдайы ұлғайып, теңіз алабы жағына қарай да, құрлық жағына қарай да кеңейеді. Кейде ол едәуір өлшемдерге – ені

50-60 км шамасына дейін жетеді. Теңіздің құрлыққа қарай жылжу жылдамдығы біршама жоғары, 1000 жылда 1-2 км-ге жетеді.

Қирау өнімдерін тасымалдау. Теңіздердің суы абразия өнімдерін ғана емес, теңізге өзендер әкелетін сынықты материалдың зор массасын да тасымалдайды. Сынықты материалдың орын ауыстырып, жылжуы Әлем мұхитының жағалары мен түбін қирататын су қозғалысы түрлерінің ықпалынан іске асады. Бірақ материалды тасымалдау үшін қозғалыстағы су массасының шамалы энергиясы қажет. Ағыстардың немесе теңіз суының басқа да қозғалыс түрлерінің сынықты материалды тасымалдауға қабілетін бағалау үшін қатты материал бөлшектерін қозғалысқа келтіре алатын жылдамдықты білу керек.

Сынық материалды тасымалдаудың әмбебап факторына тұрақты теңіз ағыстары жатады. Олар әрекет ететін белдемдерде тереңдеген сайын жылдамдық баяулай түссе де, бірақ қозғалыс қалыңдығы 1500-2000 м-ге дейінгі су қабатын қамтиды. Тұрақты ағыстардың қалыңдығы бірқатар жағдайларда өте жоғары болады.

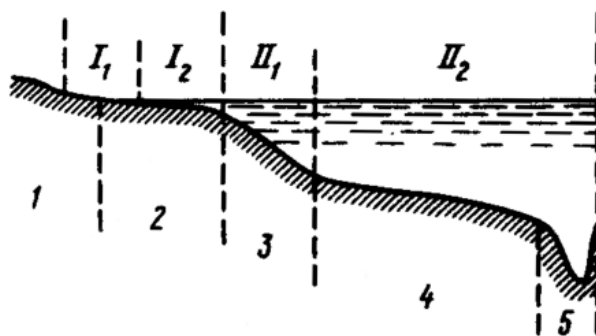
Сынық материалды тасымалдауда шалқулық ағыстар елеулі рөл атқарады. Олардың жылдамдығы кейде 5-7 м/с-ке жетеді. Шалқулық ағыстар мен толқындар сынықты материалдың алап алаңы бойынша заңдылықпен орналасуына әкеледі. Жүзіп жүрген теңіз мұздары – *айсбергтер*, сонымен қатар мұхиттағы континенттік беткейден қопсық шөгінділер мезгіл-мезгіл сырғып түскенде пайда болатын *лайлы ағындар* сынықты материалды аз көлемде болса да тасымалдайды.

Шөгінділердің жиналуы. Әлем мұхитына жағалардың қирау өнімдерінен басқа құрлықтан өзендер, аз мөлшерде мұздықтар мен жел әкелетін минерал заттардың орасан зор массасы келіп түседі. Сынықтар түрінде, сондай-ақ шынайы және коллоид ерітінділер құрамында болатын заттар теңіздің әртүрлі бөліктерінде алаптың гидродинамикалық-гидрохимиялық режимінің ерекшеліктеріне бағынышты шөгеді.

Теңіз шөгінділері жаралуында ағыстар әкелетін материалмен қатар алапты мекендеген организмдер қаңқасының қалдықтары да қатысады. Теңіздер мен мұхиттарда шөгетін материалдың құрамында аз мөлшерде жанартау әрекетінің өнімдері (суасты атқылама лавасы мен жел әкелген күл), метеориттер мен ғарыш тозаңы да кездеседі.

Қазіргі заман шөгінділерін зерттеу көрсеткендей, теңіз түзілімдері типін анықтайтын басты факторларға теңіз түбінің бедері мен тереңдігі, сонымен қатар жаға сызығының алыстауы мен климаттық жағдайлар жатады. Осы ерекшеліктерге сәйкес Әлем мұхиты ауқымында шөгінді жиналу жағдайларымен айрықшаланатын мынадай белдемдер бөлінеді: *литорал* – шалқу-қайту белдемінде; *саязсулық* – қайраң алқабында; *батыал* – континенттік беткей алқабында; *абиссал* – Әлем мұхитының табаны мен тереңсулық шұңғымалар алқабын қамтиды. Литорал және саязсулық белдемдерде қалыптасатын шөгінділер – *нериттік*, ал батиал және абиссал белдемдегілер – *пелагиалық* деп аталады (6.14-сурет).

Шөгінді материал өзінің жаралуы (генезисі) бойынша терригендік, органигендік және хемогендік түрлерге бөлінеді.



6.14-сурет. Теңіз шөгінді түзілімдерінің белдемдері мен олардың Әлем мұхиты түбі бедерінің алқаптарымен арақатынасы.
Нериттік шөгінділер: I_1 – литорал белдемдер;
 I_2 – саяз сулы белдемдер; *пелагиалық шөгінділер:*
 II_1 – баттал белдемдер; II_2 – абиссал белдемдер; 1 – құрлық; 2 – қайраң;
 3 – беткей; 4 – мұхит табаны; 5 – терең сулық ойпаңдар

Терригендік түзілімдер теңіз жағалауына тікелей жақын орналасқан қирау және тасымалдану зоналарында басым жаралады. Әлем мұхиты түбінің терең бөлігіндегі жасыл, көк, қара және қызыл ұйықтар кіреді. *Жасыл ұйық* Испания, Оңтүстік Африка мен Солтүстік Америка жағаларында кездеседі. Оның түсі құрамында глауконит минералының болуына байланысты. Жасыл глауконитті ұйық континенттік беткейдің жоғарғы шекарасының маңында орналасады, кейде 1–2 км-ге дейінгі тереңдікке төмендейді. Олар басқа типті ұйықтармен салыстырғанда ірі түйірлілеу келеді және көбінесе майда түйірлі құм түрлестеріне өтеді. Глауконитті шөгінділер белдемінде фосфорит тасберіштері орналасады. *Көк және қара ұйықтар* пелит өлшемділікті бөлшектерден тұрады. Олар органикалық затқа көп байығандықтан, күкіртсутектің исі шығып тұрады. Шөгінділердің күңгірт түсі құрамында майда дисперсиялық түрдегі пирит пен марказиттің болуына байланысты. Көк және қара ұйықтың жаралуы тотықсызданатын ортада жүреді. Ал олардың негізгі таралу алқабы континенттік беткей мен Әлем мұхиты табанының оған бірігетін бөлігінде орналасады.

Қызыл ұйық та пелит өлшемді бөлшектерден тұрады. Олардың түсі құрамында темірдің оксид минералдары (лимонит, гематит) болуына байланысты. Мұндай ұйық қызыл түсті мору қыртысы дамыған континенттерге жалғасып жатқан теңіздерде жаралады. Атап айтқанда, Бразилия жағаларында, Жапон теңізінде, Қара теңіздің оңтүстік-шығыс бөлігінде кездеседі. Сонымен, қызыл ұйықтың таралуы жергілікті сипатқа да ие.

Терең су түбіндегі ұйықтарды зерттеу, олардың түсі кездейсоқ емес, шөгінді қалыптасқан ортаның ерекшеліктерін көрсететіндігін білдіреді.

Органогендік шөгінділер континенттік беткей алқабында түзіліп, әкті ұйықтан тұрады. Оның құрамына планктон организмдердің қалдығы – фораминифер, әкті балдыр, т.б. кіреді. Бұл шөгінділер 3 км-ге дейінгі тереңдікте кездесіп, кең таралады.

Мұхит түбін зерттеу көрсеткендей, континенттерден алыстағы орташа тереңдіктерде Әлем мұхитының түбі ұйықпен жабылған. Бұл ұйық континенттік беткей ұйықтарынан өзгешелеу. Мұндай органогендік ұйық үш типке жатады – глобигеринді, радиолярийлі және диатомды. *Глобигеринді* ұйық ақ түсті, шамалы сарғыш немесе қызғылт түске боялып, құрғақ күйде жазатын бор сияқты болады. Қышқылмен жылдам әрекеттесуі бұл ұйықтың жоғары карбонаттылығын көрсетеді. Глобигеринді ұйықтағы карбонаттардың мөлшері континенттік беткейдің әкті ұйығындағыдан жоғары. Ұйықты микроскоп астында зерттегенде, ол тұтастай дерлік планктон организмдері – глобигериннің қалдықтарынан тұратыны көрінеді. Олар тропик және қоңыржай белдемдердегі суды мекендеп, әкті скелеттен құралады. Бұл ұйық кең таралған. Ол мұхит түбінің жүздеген және мыңдаған км² алаңдарын жауып жатады. Карбонат өтемелену деңгейіне, яғни 4,5 км-ге дейінгі тереңдікте таралады. Одан тереңде әкті шөгінділер жинала алмайды. Өйткені осы тереңдіктен карбонат материалдың еруі басталады.

Радиолярийлі ұйық кремнийлі балдырлардың қалдығы радиолярийден тұрып, 4,5 км-ден 8 км-ге дейінгі тереңдікте таралады. Ол ең тереңсулық органогендік ұйық, яғни мұхит түбінің карбонат материалы жинала алмайтын бөлікшелерінде қалыптасады. Радиолярийлі ұйық Әлем мұхиты табанының 41%-ға жуық алаңын қамтитын байтақ кеңістігін жауып жатады.

Өлген организмдердің органикалық заты теңіз суында біршама жылдам ериді. Сондықтан организмдер жаппай қырылған жағдайларда ғана олардың кейбір мөлшері таужыныстардың құрамына кіреді. Мұндай жағдайлар, мысалы рифт аңғарлары ауқымындағы, мұхиттың орталық аудандарында орналасқан тереңдік газдар ошағы «қара темекі түтіндетушілер» маңында болады. Газ бөлінімдерінің жоғары температурасы организмдердің жаппай қырылуына ықпал етіп, қоршаған шөгінділердің органикалық затқа баюына әкеледі.

Негізгі шөгінділермен бірге көмілген органикалық заттың мөлшері орташа алғанда көп емес және әдетте 1-2%-дан аспайды. Бірақ органикалық затты зерделеу өте маңызды. Өйткені ол табиғи көмірсутектер – газ бен мұнай жаралу үшін бастапқы материал болып табылады.

Полус алқаптарына жақындаған сайын глобигериндер мен радиолярийлер біртіндеп басқа планктон организмдерімен араласады. Олардың ішінде жетекші орында диатомейлер, яғни кремний қаңқалы микроскоптық балдырлар алады. Тиісінше глобигеринді және радиолярийлі ұйықтар негізінен диатомейлердің қалдығынан тұратын диатомейлі ұйыққа алмасады. Мұндай ұйық жоғары ендіктердегі суық теңіздерде, негізінен 1 км-ден 6 км-ге дейінгі тереңдікте таралады. Кейде диатомейлі ұйық тереңсулық науаларда да кездеседі.

6–8 км-ден асатын тереңдікте *қызыл түсті* мұхит саздары деген атпен белгілі шөгінділер дамиды. Қызыл саз Әлем мұхитының едәуір бөлігін (36%-ын) жауып жатады. Бірақ оның қалыңдығы шамалы болады. Бұл түзілім пелит бөлшектерден, киттің құлақ сүйектерінен, акула тістерінен, жанартау текті материал мен ғарыш тозаңынан тұрады. Қызыл түсті мұхит сазы қалыңдығының шамалы болуы, құрамында органикалық қалдықтар мен ғарыш тозаңының көп болуы, оның өте ұзақ және баяу түзілгендігін көрсетеді.

Органогендік карбонат жиналымдардың өзіндік пішіні – теңіз түбінде өсіп, биіктеп көтеріліп, кейде су деңгейінен асып кететін органикалық құрылымдар. Бұл құрылымдар су бетіне жақындағанда, олар рифтерге айналады. Қазіргі органогендік құрылымдарды көбінесе маржан полиптері (жабыспалары) түзеді. Бұл жекелеген немесе колониялық теңіз жануарлары су түбіне бекітіліп тіршілік етеді. Жекелеген түрлердің шағын камера немесе кораллит сияқты әкті қаңқасы болады. Колониялық маржандардың әрбір келесі ұрпақ полиптері (жабыспалары) бұрынғы ұрпақтарының өліп қалған кораллиттеріне жабысып өседі. Осылайша жаралған колонияның жоғарғы жағы ғана тіршілік етіп, дамитын болса, ал төменгі жағы қатты әк тұғырға айналады. Колониялардың өлшемі әртүрлі, көбінесе ірі болады. Маржандар тіршілік ету үшін теңіздік ортада бірқатар жағдайлар – түбінің жартастылығы, судың қалыпты тұздылығы, шамамен 5-40 м болатын біршама шағын тереңдігі болу шарт. Бірқатар жағдайларда маржан құрылыстары едәуір биіктікке жетіп, бұл биіктік аталған тереңдіктен біршама асып кетеді. Оның себебі, маржандардың өсуі теңіз түбінің төмен батуымен қатар жүреді. Маржан рифтері өлшемі, пішіні мен теңіз алабында орналасуы бойынша жағалық, тосқауылдық түрлерге және атоллдарға бөлінеді.

Әлем мұхитында жағалардың қирауы (абразия) мен теңіздің құрлыққа тасып шығуына байланысты шөгінді жиналу ұдайы жүреді. Бұл процесс саяз сулы белдемде жылдам жүріп, мұнда қайраң, құм қайыр мен аралдар да жаралады.

Бақылау сұрақтары:

1. Әлем мұхитының түбінде қандай морфологиялық элементтер бөлінеді?
2. Теңіз (мұхит) суының температурасы, қысымы мен химиялық құрамы қандай?
3. Әлем мұхитының органикалық тіршілігі қандай?
4. Әлем мұхиты суының қозғалысы (ағысы) неге байланысты және оның мәні қандай?
5. Теңіз (мұхит) алаптарының жағалаулары мен қайраңдарында қандай түзілімдер жаралады?
6. Теңіз (мұхит) алаптарының терең бөліктеріндегі түзілімдердің ерекшеліктерін немен түсіндіруге болады?
7. Риф және атолл деген не, олар қалай және қандай жағдайларда жаралады?
8. Терригендік түзілімдердің сипаттамасы және таралуы?
9. Органогендік түзілімдердің сипаттамасы және таралуы?
10. Әлем мұхиты түбінің морфологиялық элементтері?

6.9. Шөгінді таужыныстардың қалыптасуы және жіктелімі

Шөгінді таужыныстар экзогендік геологиялық процестердің нәтижесі болып табылады. Олар жер қыртысының беті мен беткі бөлігінде өте көп таралған. Олардың

даму тереңдігі кейде 15-20 км-ге жетеді. Шөгінді таужыныстардың қалыптасуы экзогендік агенттердің геологиялық әрекетіне байланысты жоғарыдағы тиісті тарауларда жеткілікті толық қарастырылған.

Шөгінді таужыныстар химиялық және түйірөлшемдік (гранулометриялық) құрамының ерекшеліктері, құрылымы мен бітімі бойынша төртке – сынықты, саз, органогендік және хемогендік кластарға бөлінеді (6.1-кесте).

6.1-кесте

Сынықты және саз шөгінді таужыныстардың жіктелімі

Өлшемі, мм	Сынықты материалдың сипаттамасы				
	құрылымы	қопсық		цементтелген	
		қырлы	жұмыр	қырлы	жұмыр
>1000	Псефиттік (зор және ірі кесекті)	Жақпартас	Жұмырланған жақпартас	Брекчия	Конгло- мерат
100 – 1000		Дөңбектас	Жұмырланған дөңбектас		
10 – 100		Шақпатаc	Малтагас		
2 – 10		Қиыршықтас	Жұмырланған қиыршықтас	Дресвит	Гравелит
0,1 – 2	Псаммиттік (құмдық)	Құм		Құмтас	
0,01 – 0,1	Алевриттік (құмайттық)	Құмайт (алеврит)		Құмайтгас (алевролит)	
<0,01	Пелиттік (саздық)	Пелит (саз)		Сазтас (аргиллит)	

Хемогендік таужыныстар: 1) аллиттер (боксит); 2) кремний (опока, диатомит, яшма); 3) минерал тұздар (тастұз, гипсит); 4) темірлі (қошқыл теміртас); 5) карбонаттар (эктас, доломитит).

Органогендік шөгінді таужыныстар: 1) карбонаттар (органогендік эктас, бақалшақтас); 2) каустобиолит (шымтезек, қоңыр көмір, тас көмір, антрацит, жанғыш тақтатас, мұнай).

Литогенез сатылары. Шөгінді таужыныстардың қалыптасуы күрделі әрі ұзақ процеске жатады, ол экзогендік процестермен байланысты. Шөгінді таужыныстардың жаралуында келесі сатыларды бөлуге болады: 1) бастапқы шөгінді материалдың жаралуы; 2) шөгінді материалдың тасымалдануы; 3) шөгіндінің алапта жиналуы (*седиментогенез*); 4) шөгіндінің шөгінді таужынысқа айналуы (*диагенез*); 5) шөгінді таужыныстың метаморфизм басталғанға дейінгі өзгерісі (*катагенез* бен *метагенез*). Шөгінді таужыныстар қалыптасуының бастапқы материалы жаралуынан бастап, шөгіндінің қатты таужынысқа айналуымен аяқталатын процесі *литогенез* деп аталады.

Шөгінділерді зерттеу олардың шөгінді жиналу ортасының сипатын білдіретін белгілерге ие болатынын көрсетеді. Жақсы жұмырланған тасмалтама мен тасдөңбектердің жаралуы сынықтарға теңіз соқпа толқыны мен ағысының ұзақ ықпал еткенін куәландырады. Эктас, саз және басқа шөгінді таужыныстарда теңіз фаунасының болуы, бұл таужыныстардың жаралуы теңізбен байланысты екенін білдіреді. Химиялық мору өнімдерінің біртіндеп түбірлік таужыныстарға өтуі басқа түзілімдердің арасындағы мору қыртысын бөледі. Осы фактілер мен процестердің барлығында геологиялық орта шөгіндінің сыртқы кейпіне, оның минералдық құрамына, жатыс пішініне және басқа ерекшеліктеріне өз таңбасын салады.

Ортаның әрбір өзгерісін шөгінді тиісінше қабылдайды. Мәселен, тотықсыздандырғыш ортаның тотықтандырғышқа алмасуы карбонат руданың арасында оксид қосылыстардың, т.б. пайда болуын туындатады. Анықталған заңдылықтар шөгінді таужыныстар бойынша өткен геологиялық замандардағы физикалық-географиялық жағдайлар мен ортаның қандай болғанын білуге мүмкіндік береді. Шөгіндінің немесе таужыныстың келбетін анықтайтын бұл заңдылықтарды *фация* (латынша *фацис* – *келбет*) деп атау қабылданған.

Л.Б. Рухин теңіз, лагуна және континент фацияларын жіктеген. Бұлар өз кезегінде ұсақ бөліктемелерге жіктеледі. Мәселен, *теңіз фациялары* литорал, нерит (қайраң), батиал және абиссал фацияларына бөлінген. *Лагуна фациялары* арасында тұздылығы жоғары алаптар мен тұщыланған алаптардың фациялары және дельта мен эстуарийлердің фациялары бөлінген. *Континенттіктерге* тұщы сулы көлдер мен батпақтардың, мұздық алқаптарының, шөлдердің, тау бөктерлерінің, өзендердің және мору қыртысының фациялары жатады.

Теңіз фациялары. *Литорал белдемі* фациялық тұрғыдан негізінен сынықты шөгінділерден тұрып, әркелкі таралуымен, бекітіліп тіршілік ететін (әкті балдырлар, тескіш моллюскілер, т.б.) организм қалдықтары болуымен сипатталады.

Қайраң алқаптарының фациялары келбеті мен құрамы бойынша өте әркелкі. Мұнда терригендік шөгінділерден малтатас, құм, саз таралған. Малтатастар қайраң түбінің 25-30 м-ге дейінгі тереңдіктегі жекелеген бөлікшелерінде ғана кездеседі. Құм кең таралған, оның таралу алаңдары жағаларды жиектейтін және 50-200 м тереңдікте, ал кейде одан да терең төмен бататын жолақтар түрінде кездеседі. Ең көп таралғаны – саз. Саз 20-40 м тереңдіктен басталып, көбінесе барлық қайраңды жауып қалады. Саздың құрамында фауна жұтаң кездеседі.

Теңіздің қазба органогендік шөгінділерінің арасында фораминиферлі эктас, бор, мергель, маржанды, брахиоподты және басқа эктастар таралған. Қайраңның хемогендік жаралымдары эктастан, бокситтен, темір мен марганец рудаларынан, фосфориттен тұрады.

Батиал белдемінің фациялары негізінен әртүрлі боялған саздан, органогендік эктас пен кремнийлі таужыныстардан тұрады.

Абиссал фацияларына терең сулық қызыл саз, радиолярийлі және глобигеринді эктастар жатады.

Лагуна фациялары. Олардың арасында ірі сынықты шөгінділер жоқ, фауна тіршілікке тұщыланған алаптарға бейімделген түрлерден тұрады. Олар негізінен мшан-

кілерден (теңіз жәндігі), шаян тәрізділерден, балықтың қалдықтары мен кейбір басқа түрлерден тұрады. Лагуна фацияларына тән химиялық шөгінділер: әктас, доломит, тастұз, гипс. Терригендік шөгінділерден тұратын тұщыланған лагуна фациялары көбінесе теңіздіктерге ұқсас, дегенмен олардан фаунасы бойынша және глауконит пен фосфориттің жоқ болуымен айрықшаланады.

Континент фациялары барлық жерде кездеспейді, құрамы бойынша әркелкі және олардың таралуы тұрақсыз.

Өзен фациялары таспа тәрізді болып, таралу аяндарының ирелең пішіні бойынша бөлінеді. Олар құм-саз аллювийлік шөгінділерден тұрады, көбінесе (құмда) қиғаш қабатты болады.

Көл мен батпақ фациялары пландағы пішіні тұйық, қалыңдығы шамалы және жатыс пішіндері линза тәрізді болады. Көл фацияларының негізгі массасын құм мен саз құрайды, тұзды көлдерге тұздар (эвапориттер) тән. Батпақ фацияларының құрамы шымтезек түзілімдерімен және темір рудасы болуымен сипатталады.

Мұздық фациялары сынықтары нашар жұмырланған әр текті, іріктелмеген материалдан тұрады. Флювигляциялық түзілімдер біршама жақсы іріктелген құм мен саздан тұрады, бірақ морена сияқты олардың құрамында да органикалық қалдықтар болмайды.

Шөл фациялары байтақ аяндарды алып жатады. Олар қалыңдығы шамалы құмнан немесе өлшемдері әртүрлі үшкір тас сынықтарынан тұрады (тасты шөл). Эолдық шөгінділер арасында жер беті жануарларының, құрғақшылыққа төзімді өсімдіктер мен фауна қалдықтары кездеседі.

Тау бөктері фациялары сусыма түзілімдерден, домалап түскен таужыныстар массасынан, уақытша тау тасқындарының шығарынды конустарынан, тау өзендерінің түзілімдерінен құралады. Бұл түзілімдер тасжакпардан, дөңбектастан, шақпатастан, малтатастан, шағылтастан, құмнан, саздан тұрады және олардың құрамында органикалық қалдықтар болмайды.

Мору қыртысының фациялары шағын таралымдарға ие. Олар біртіндеп түбірлік түпнұсқа таужыныстарға өтіп, бастапқы каолиннен, латериттен, темір рудасынан және басқа мору өнімдерінен жаралады.

Формациялар. Фациялардан айырмашылығы, формациялар петрографиялық құрамы әркелкі шөгінді таужыныстар комплекстерінен тұрады. Олар түрлі физикалық-географиялық жағдайларда жаралғанымен, қалыптасуының бірдей тектоникалық режимімен біріктіріледі. Формациялардың қалыңдығы жүздеген м-ден мыңдаған м-ге жетеді. Мысал ретінде флиштік, тұзды, қызыл түсті және көмірлі сияқты кең таралған формацияларды келтіруге болады.

Флиштік формациялар жер қыртысының өте қозғалғыш жағдайында қалыптасады. Олар түбі көп дүркін, бірақ көтерілуі мен төмен батуының амплитудасы біршама аз ауытқитын сушараларда жиналған түзілімдерден тұрады. Түзілімдердің құрылысында қайталанатын саз, құмайттас, құмтас және басқа кейбір шөгінді таужыныс қабаттарының ырғақты кезектесуі байқалады.

Тұзды формацияларға химиялық шөгінділер мен олардың ерігіштік дәрежесі бойынша заңдылықпен орналасуы тән. Тұзды қатқабаттардың төменгі жағында до-

ломит орналасуы мүмкін. Олардан жоғары қарай гипс, ангидрит, тастұз, калий тұзы, содан кейін калий-магний тұздары жатады. Осы түзілімдердің барлығының әртүрлі тұзды қабаттар құрамында болуы міндет емес. Тұзды түзілімдердің құрылысында сондай-ақ саз, құм, құмтас қабатшалары да қатысады.

Қызыл түсті таужыныстар формациясы өзендер мен олардың атырауларының, көлдердің түзілімдерінен және жағалаулық-теңіздік шөгінділерден тұрады.

Көмірлі формациялар құмтас, саз, әктас және басқа кейбір таужыныстармен қабаттасатын көмір қабаттары мен линзалары болуымен сипатталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Шөгінді таужыныстардың жіктелімі қандай көрсеткіштерге негізделген?
2. Сынықты шөгінді таужыныстар қандай кластарға жіктеледі, олардың құрылымдық және бітімдік ерекшеліктері қандай?
3. Саз таужыныстар қалай жіктеледі, олардың құрылымдық және бітімдік ерекшеліктері қандай?
4. Органогендік және хемогендік шөгінді таужыныстар қалай қалыптасады, олардың құрылымдық және бітімдік ерекшеліктері қандай?
5. Шөгінді материал қалай пайда болады?
6. Литогенез деген не және оның сатылары қандай?
7. Фация мен формация түсініктерінің мәнісі неде және олар қандай практикалық мәнге ие?
8. Литогенездің пайдалы қазба кенорындары жаралуындағы мәні қандай?

7. МЕТАМОРФИЗМ. КСЕНОГЕНДІК ПРОЦЕСТЕР

Метаморфизм (*грекше* – өзгеріске түсу, түрлену) – таужыныстардың жер қыртысында физикалық-химиялық жағдайлардың өзгеруіне әкелетін эндогендік процестер ықпалынан түрленуі. Түрленуге кез-келген таужыныс, яғни шөгінді, магмалық және бұрын жаралған метаморфтық таужыныстар ұшырауы мүмкін. Таужыныстар өздері жаралған жағдайлардан өзгеше физикалық-химиялық жағдайларға түскенде, олардың минералдық құрамы, құрылымы мен бітімі өзгереді. Метаморфизм кезінде таужыныстың минералдық құрамының өзгеруі екі жолмен жүреді: 1) *изохимиялық*, яғни метаморфталатын таужыныстың химиялық құрамы өзгермейді; 2) *метасоматоздық*, яғни метаморфталатын таужыныстың химиялық құрамы заттың әкелінуі мен әкетілуі есебінен елеуі өзгереді.

Метаморфтық процестердің ерекшеліктері – олар жүйенің қатты күйін сақтап, таужыныстың айтарлықтай балқуынсыз жүруінде. Тек белгілі бір физикалық-химиялық жағдайларда ғана метаморфизм бастапқы таужыныстардың жартылай немесе толық балқып кристалдану жолымен жүреді. Мұндай сипатты процестер *ультраметаморфизм* деген атпен біріктіріледі.

Метаморфизм факторлары: температура, қысым және флюид.

Температураның жоғарылауы жылу жұту жолымен жүретін экзотермикалық метаморфтық реакцияларға ықпал етеді. Ол гидроксил құрамды минералдардың гидратсыздануына және конституциялық суын жоғалтқан жоғары температуралық минералдардың жаралуына әкеледі. Температураның өсуі жағдайларында қайта кристалдану ірілеу кристалды құрылымдардың балқуын туындатады. Метаморфтық түрленулер жүретін температуралық интервалдың ауқымы В.С. Соболевтің (1970 ж.) деректері бойынша, 300-1000°C аралығында болады.

Қысым екі түрге бөлінеді: 1) геостатикалық қысым, үстінде жатқан таужыныстар қатқабатының массасынан туындайды; 2) бағытталған қысым немесе *стресс*, оны тектоникалық қозғалыстар туындатады.

Флюид (химиялық белсенді заттар) су мен көмір қышқылы, соңғы кезде сутекке, яғни жоғары жылуөткізгіштік пен диффузиялық қабілетке ие газға да үлкен мән беріледі. Айтарлықтай рөлді *N, Cl, F, B, S* және басқа элементтердің қосылыстары да атқарады. Бұл заттар құрамы күрделі ерітінділер түрінде таужыныстар арқылы жылыстап, оларға метаморфтаушы ықпал етеді.

Метаморфизмнің типтері және біліну жағдайлары

Кеңістіктегі орналасу ерекшеліктері мен процестің құлаш жаюы бойынша метаморфизмнің *екі типі* бөлінеді: локальдық (жергілікті немесе шектеулі) және өңірлік. Олар метаморфизм факторларының басым ықпалына байланысты мынадай *түрлерге* бөлінеді: термалық (басты фактор – температура), динамометаморфизм (қысым) және метасоматоздық (химиялық белсенді заттар). Термалық (немесе жапсарлық) және динамометаморфизм (немесе катаклаздық) шектеулі алқапта білінсе, ал метасоматоздық метаморфизм шектеулі де, аймақтық та жағдайларда дамиды.

Жергілікті метаморфизм нақты құрылымдық элементтерде – жарылымдарда, интрузиялық таужыныстардың жапсарында, қатпарлы дислокацияларда бай-

қалады. Осындай жағдайда жаралатын метаморфтық таужыныстар біртіндеп метаморфталмаған қатқабаттарға өтуімен сипатталады. Метаморфизмнің жергілікті формасы жапсарлық және катаклаздық түрлерде білінеді (7.1-сурет).



7.1-сурет. Жапсарлық метаморфизмнің белдемдері: 1 – өзгермеген гранит; 2 – метаморфталған таужыныс; 3 – өзгермеген шөгінді таужыныс; пунктир – метаморфталған таужыныстардың шекарасы

Өңірлік метаморфизм жер қыртысының байтақ бөлікшелерінде білініп, таужыныстардың үлкен көлемдерін қамтиды. Таужыныстардың түрлену процестері максимал қарқындылыққа жетуі мүмкін сипатқа да ие бола алады. Өте үлкен тереңдікте қатпарлы алқаптар *ультраметаморфизм* ауқымында өтеді. Бұл жердегі термодинамикалық жағдай таужыныстардың жартылай немесе толық балқып кетуіне әкеледі. Ультраметаморфизмнің ең басты процестері – анатексис, палингенез және граниттену.

Анатексис – бастапқы таужыныстардан кварц-далашпат құрамды минералдардың таңдалып, жартылай балқуы. Осындай құрамды балқыма әртүрлі мөлшерде кез келген шөгінді және пирокласт таужыныстардан (карбонат, эвапорит және басқа таужыныстарды санамағанда) жаралуы мүмкін.

Палингенез – белгілі бір құрамды бастапқы таужыныстардың толық балқып кетіп, гранит магмасын жасауы. Бұл құбылыс көбінесе гранит-гнейстер мен химиялық құрамы граниттерге сәйкес келетін шөгінді таужыныстардың қайта балқуына байланысты.

Граниттену – кез келген құрамды таужыныстардың гранитке айналып, химиялық және минералдық өзгеру процесі. Д.С. Коржинский (1952 ж.) мен А.А. Маракушев (1973 ж.) бойынша, граниттену процесінде бастапқы таужыныс міндетті түрде магмалық балқыма стадиясынан өтеді. Граниттенудің агенттеріне бастапқы таужыныстың балқуын туындататын, ал содан кейін балқыма арқылы диффузияланып барып, оның құрамын гранит магмасының құрамына дейін өзгертетін ерітінділер

жатады. Граниттің компоненттері мұндай жағдайда пайда болған магмада ериді. Ал ерітінділер гранит магмасының құрамына қарағанда «артық» компоненттерді магма ошағынан тыс жерге алып шығады.

Таужыныстардың терең метаморфтық түрленулері жағдайында метаморфтық және магмалық процестер арасындағы шекара жойылады да табиғаттағы айналым аяқталады. Петрограф И.Д. Лукашевичтің пікірінше, бұл табиғи айналымның сұлбасы мынадай: магма → магмалық таужыныстар → шөгінді таужыныстар → метаморфтық таужыныстар → магма.

Импакт (соққы) метаморфизмі деп таужыныстардың Жерге ірі метеориттер құлауына және жарылуына байланысы түрленуін түсінеді. Метеорит құлап, жарылыс болған жерлерде метеорит кратерлері (астроблемалар) жаралуымен сүйемелденеді. Импакт метаморфизмінің нағыз жаралымдарына аутигендік (жылыстамаған) және аллогендік (жылыстаған) брекчия мен импактит жатады.

Метаморфтық таужыныстар

Шөгінді және магмалық таужыныстар жер қыртысы қозғалыстарының салдарынан жоғары температураның, үлкен қысымның және түрлі газ бен су ерітінділерінің әрекетіне ұшырауы мүмкін. Әрине, мұндай жағдайда олар өзгере бастайды. Метаморфизм процесінде таужыныстар бітімі, құрылымы, минералдық және химиялық құрамы өзгереді. Әр белдем мен метаморфизм түрлеріндегі термодинамикалық жағдайлардың және таужыныстардың мысалы *7.1-кестеде* келтірілген.

Метаморфтық фациялар түсінігі таужыныстар бірлестігі ретінде метаморфизм параметрлерімен тығыз байланысты. Олардың минералдық құрамы метаморфизмнің берілген жағдайларында тепе-теңдікте болады. Бұл жағдайлар өзара байланысты бірқатар термодинамикалық, химиялық, құрылымдық-бітімдік және басқа факторлармен анықталады. Метаморфтық таужыныстарды метаморфизмнің белгілі бір фациясына жатқызу үшін критерий болып мынау табылады – химиялық құрамы бірдей таужыныстарда бірдей жағдайларда бір ғана минералдар ассоциациясы (минералдар парагенезисі) дамиды.

Сонымен, метаморфтық фация дегеніміз бірдей физикалық-химиялық жағдайларда жаралған метаморфтық таужыныстар бірлестігі болып табылады. Әртүрлі құрамды протолиттер (бастапқы таужыныстар) түрленетіндіктен, әртүрлі метаморфтық таужыныстар да бір фацияға бірігеді, бірақ олардың құрамына кіретін минералдар P-T параметрлерінің берілген фацияға тән тар диапазонында ғана орнықты болады.

Пайдалы қазбалары. Метаморфизм процесімен пайдалы қазбалардың көптеген түрінің кенорындары байланысты. Кенорындар қалыптасуында айрықша маңызды рөлді өңірлік метаморфизм және метасоматоз атқарады.

Прогрестік өңірлік метаморфизм жағдайларында қоры бойынша ірі, бірақ пайдалы компоненттер мөлшері бойынша жұтаң кенорындар қалыптасады, олардың кен (полиметалл, алтын рудалы, уранды және басқа) денелері біршама қарапайым морфологиясымен сипатталады. Мұнда метаморфизмнің руда жасаушы рөлі руда элементтердің сыйыстырушы таужыныстардан мобилизациясында және көлемі бойынша шектеулі бөлікшелерде өнеркәсіптік шоғырлар жасап қайта таралуында көрініс табады.

Метаморфтық таужыныстардың жіктелімі

Метаморфизм түрі	Жаралу жағдайлары	Негізгі таужыныстары	Құрылымы	Бітімі
Өңірлік	1. Жоғарғы белдем (эпизона): $t=300-500^{\circ}\text{C}$ $P=1-2\div 6-8$ мың атм	Филлит, <i>жасыл тақтатастар</i> : хлоритті, талькті Жасылтасты таужыныстар	гранолепидобласт	тақтатасты
	2. Ортаңғы белдем (мезозона): $t=400-700^{\circ}\text{C}$ $P=2-3\div 8-10$ мың атм	Слюдалы тақтатастар Амфиболит Кварцит, мәрмәр	гранолепидобласт, гранобласт	тақтатасты
	3. Төменгі белдем (катазона): $t=700-1000^{\circ}\text{C}$ $P=4-5\div 10-15$ мың атм	Гнейс Кварцит Мәрмәр Эклогит	гранобласт	көзді, жолақ, таңдақ
	4. Ультраметаморфизм белдемі	Мигматит	гранобласт	таңдақ
Жапсарлық	1. Тек t° ықпалы (термалық метаморфизм)	Мүйізтас, кварцит, мәрмәр, таңдақ (теңбіл) тақтатастар	гранобласт	таңдақ, жолақ, шомбал
	2. t° мен химиялық белсенді заттар ықпалы (метасоматоз)	Грейзен, скарн Туынды кварцит Жасылтасты таужыныстар	лепидогранобласт	таңдақ, шомбал
Катаклаздық	Ығысу (жарылым) белдемдерінде таужыныстардың уатылуы, мыжылуы	Тектоникалық брекчия Катаклазит Милонит	катакластикалық	шомбал, катакластикалық

Метаморфизм процесінде сондай-ақ өнеркәсіптік мәнге ие жаңа минералдар – тальк, асбест, графит және асыл тастар – жақұт (рубин), көк жақұт (сапфир), анартас жаралады. Метаморфтық таужыныстардың өзі көбінесе пайдалы қазба болып табылады (мәрмәр, темірлі кварцит, алюмототықты гнейс және басқалар).

Ксеногендік процестер

Ксеногендік деп Жерге шағын ғарыш денелері құлауы нәтижесінде бөлініп шығатын энергия әрекетінен жүретін процестерді атайды. Ксеногендік процестер жер қыртысының құрамы мен құрылысының (құрылымының) және жер беті пішіндерінің өзгеруіне әкеледі.

Ксеногендік процестер әрекеті нәтижелерінің біріне ксеногендік құрылымдардың жаралуы жатады, олар *импакт құрылымдары (кратерлері)* немесе *астроблемалар* деген атаумен кеңінен белгілі. Олар ерекше геологиялық жаралымдар. Бұл құрылымдардағы таужыныстар тектоникалық, жанартаулық және басқа жаралымды әртүрлі нысандардан ішкі құрылысы және жайғасу сипаты бойынша ерекшеленеді.

Импакт кратерлерін толтыратын таужыныстар – *жарылыс брекчиясы* және *импактиттер* – жайғасу жағдайлары, бітімдік-құрылымдық ерекшеліктері мен құрамы бойынша белгілі шөгінді, магмалық және метаморфтық таужыныстардан айрықшаланады да уатылу, балку, араласу және субстрат таужыныстарының жылжу нәтижесі болып табылады.

Ксеногендік құрылымдарды бөлудің ең сенімді критерийіне жататындар – метеорит заты қалдықтарының табылуы және таужыныстардың жарылыс толқындары мен жоғары температураның қысқа мерзімді әсері нәтижесінде орын алатын айрықша өзгерістері (*соққы метаморфизмі* немесе *шок-метаморфизм*).

Қазіргі кезде Жерде 200-ге жуық импакт құрылымдары белгілі, олар әркелкі таралған және таралғандығының анықтығы негізінен өңірдің геологиялық зерттелгендігіне байланысты. Жерде зерделенген астроблемалар пішіні бойынша Айдың, Марстың және Күн жүйесіндегі басқа планеталардың импакт құрылымдарына ұқсас, ал аталған планеталарда олар аса кең таралған.

Қазір кометаның (тектиттің) жерге соқтығысуынан пайда болған, яғни импактілік бірнеше кратер белгілі. Солардың біреуі – Қазақстанда, Арал теңізінің солтүстігінде Шалқтар теміржолы бекеті маңында табылған Жаманши кратері. Кратер алаңының көлденеңі 20 км-ден асады, ал орталық воронкасының диаметрі 6 км-дей, оны көлденеңі 50 мен 300 м аралығындағы ұсақ кратерлер қоршайды. Бұл кратер-сателиттер басты кратермен бір уақытта да, одан кейін де пайда болған.

Бақылау сұрақтары:

1. Метаморфизм деген не?
2. Метаморфизм қандай факторларға байланысты?
3. Метаморфизмнің қандай түрлері және типтері бар?
4. Палингенез және анатексис деген не?
5. Граниттенудің мәнісі неде?
6. Метаморфтық таужыныстар жіктелімінің принциптері?
7. Қандай метаморфтық таужыныстар және фациялар бар?
8. Ксеногендік құрылымдар қалай жаралады?
9. Ксеногендік құрылымдар Жер тарихында қандай рөл атқарады?

8. ТЕКТОНИКА

8.1. Тектоникалық қозғалыстардың жіктелімі

Тектоникалық қозғалыстарды жіктеу өте күрделі. Қазіргі кезде тектоникалық қозғалыстардың бағытын, олардың біліну алқаптарын, білінім нәтижелерін, т.б. көрсететін бірқатар жіктелімдер бар.

Соңғы жылдары ұзақтығы өте аз, тіпті онжылдықтар ауқымындағы тік бағытты тектоникалық қозғалыстарды тіркеу мүмкіндігі пайда болды. Әрине, жер бетінің мұндай қысқа уақыт кесіндісінде ауытқуы өте аз – небәрі миллиметрмен ғана өлшенеді. Бірақ қазіргі геодезиялық аспаптардың дәлдігі мұндай қозғалыстарды сенімді анықтауға мүмкіндік береді. Қазіргі кезде тіркелетін жер қыртысының қозғалыстары **қазіргі заманғы** деп аталады. Олардың тік бағыттағы құрамдастарын жер бетін қайталап нивелирлеу әдісімен зерделейді.

Е. Финько (1964 ж.) Түріксіб темір жол желісінің 1300 км бойымен Арыс бекеті-Алматы-Семей аралығында 1935 пен 1955 жылдары жүргізген жоғары дәлдікті геодезиялық өлшеулер нәтижесінде қазір де жер қыртысының даму үстінде екенін, тектоникалық қозғалыстардың әлі де елеулі орын алатынын дәлелдеді. Өлшеу жүргізген аралықта жер қозғалуының әр аудандағы жылдамдығы бірдей емес екендігі анықталды. Жердің ең жылдам көтерілу осі Үлкен Қаратау жотасының Құлантау арқылы өтетін Шақпақ асуында екен. Оның орташа мәні жылына 10-12,5 мм болатындығы есептеп шығарылды. Сонда, соңғы 10 мың жыл ішінде бұл бөлікше 100-125 м-ге көтерілген.

Тектоникалық қозғалыстардың маңызды геологиялық мәліметтері қазіргі бедерді геологиялық талдауға негізделген геологиялық зерттеулер нәтижесінде алынған. Бедер қалыптасуындағы экзогендік пен эндогендік факторлар рөлін зерделеу, жақын арадағы геологиялық өткен замандар тік тектоникалық қозғалыстардың үлкен категориясын анықтауға мүмкіндік береді. Оларды **ең жаңа (неотектоникалық)** қозғалыстар дейді. Бұл қозғалыстар, мысалы, өзен террасаларының қазіргі орналасу жағдайы бойынша нық анықталады.

Бірақ, ең үлкен амплитудаларға **ежелгі замандардың** тік бағыттағы тектоникалық қозғалыстары жетеді. Олар өте ұзақ (100 млн жылдан асатын) уақыт кесінділерін қамтиды. Мұндай тектоникалық қозғалыстар, мысалы, қазіргі тауларды құрайтын ежелгі теңіз шөгінділерінен тұратын көптеген таужыныстар қалдығы бойынша, теңіз түзілімдеріндегі күмән келтірмейтін метаморфизм іздері арқылы анықталады.

Тектоникалық қозғалыстардың бағыты, ұзақтығы мен жылдамдығы туралы ең толық және анық мәліметтерді геологиялық деректерді талдау негізінде, бірінші кезекте *литология* мәліметтерінен, яғни шөгіндіжиналу жағдайлары арқылы анықталатын таужыныстардың құрамы туралы ғылымнан алуға болады. Таужыныстардың литологиялық құрамы шөгінді жиналған ортаның физикалық-географиялық жағдайлары туралы ақпарат береді. Таужыныстардың құрамы бойынша олардың жиналу жағдайлары туралы континенттік немесе теңіздік екенін, шөгіндіжиналу алабының тереңдігі туралы білуге болады.

Палеогеографиялық карта – таужыныс қалыптасуының физикалық-географиялық жағдайларын қалпына келтірудің нәтижесі. Бұл карталарға теңіздер мен құрлықтардың контуры, жер бетінің көне құрылымдық элементтері, сынықты материалдың шайылу белдемдері мен тасымалдану жолдары, вулканизм білінген аудандар түсіріледі. Палеогеографиялық карталар шөгінді түзілімдердің литологиялық құрамының өзгеру карталары мен фациялық карталарды талдау негізінде жасалады.

Жер қыртысы тербелістерінің амплитудасы бойынша деректерді зерделенетін уақыт кесіндісі ағымында жиналған *таужыныс қабаттары қалыңдығын талдау* арқылы алуға болады. Бұл әдіс жер қыртысының ойысу амплитудасын шөгінді жиналудың өтемеленетін сипаты бойынша түсінік арқылы қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

Жерсілкіну деп табиғи себептерге байланысты туындаған жер қыртысының сілкінісін айтады. Жерсілкінулер жерасты дүмпулері түрінде білініп, көбінесе жерасты гуілімен, топырақтың толқын сияқты тербелісімен, жарықшақтар жаралуымен, ғимараттардың, жолдардың қирауымен және тіпті адамдардың опат болуымен жалғасады. Жерсілкінулер біздің планетаның өмірінде елеулі рөл атқарады. Жерде бір жыл ішінде 1 миллионнан астам жерасты дүмпулері тіркеледі, бұл – орташа алғанда шамамен сағатына 120 дүмпу немесе минутына екі дүмпу келеді деген сөз. Қуанышқа орай, олардың кейбіреулері ғана қиратушыға немесе апаттыға жатады. Жылына орташа алғанда бір апатты және 100 қиратушы жерсілкіну болады.

Жерсілкінудің күші әдетте 10–12 балдық шкала бойынша бағаланады. 1964 жылдан бері пайдаланылып келе жатқан 12 балдық *MSK–64* (оны әзірлеген С.В. Медведев – КСРО, В. Шпонхойер – ГДР және В. Карник – Чехия) сейсмикалық шкаласы қысқартылған түрде *8.1-кестеде* келтірілген.

8.1-кесте

Жерсілкінудің сұлбалық *MSK–64* сейсмикалық шкаласы

Балл	Күші	Зілзалалық сипаты
1-3	Әлсіз	Аспаптар ғана тіркейді
4-6	Күшті	Барлық адамдар сезеді, ғимараттар бүлінеді, жерде ұсақ жарықшақтар пайда болады
7-8	Өте күшті, қиратушы	Ғимараттар қатты бүлінеді, үйлер қирайды, жарықшақтар мен сусымалар, опырылымдар мен жылжымалар пайда болады
9-10	Жойқын	Ғимараттар мен үйлер қирайды, жолдар мен құбырлар бүлінеді, ашық жарықшақтар пайда болады
11-12	Апатты	Ғимараттар мен үйлер толық қирайды, бедер өзгеріп, көлбеу және тік жарылымдар мен ығыспалар пайда болады

Жерсілкінудің пайда болуы мен жаралуының геологиялық жағдайлары туралы мәселе біршама күрделі және соңына дейін шешілмеген. Дегенмен, қазіргі түсініктер бойынша жерсілкінулерді басты үш себеппен байланыстырып, солар арқылы олардың үш генетикалық – денудациялық, жанартаулық, тектоникалық пен антропогендік (техногендік) типтері бөлінеді.

Денудациялық жерсілкіну жер қыртысының денудациялық процесімен – таулардағы опырылымдармен, ірі жылжымалармен, табиғи қуыстар күмбездерінің опырылып түсуімен (мысалы, карст үңгірлерінде), т.б. байланысты.

Жанартаулық жерсілкіну жанартау әрекетімен байланысты болып, магмадан бөлінетін газдардың тереңдегі қопарылыстары, пішіні мен қимасы күрделі каналдар бойынша қозғалатын магманың гидравликалық соққылары, т.б. нәтижесінде пайда болады. Олардың гипоцентрі 30–50 км-ден асатын тереңдіктерде орналасуы сирек кездеседі. Бұл типті жерсілкінулер жанартау атқылауларын жиі сүйемелдейді және олардың алдында байқалады. Сондықтан әрекеттегі жанартаулардың маңындағы жерсілкінулер, жақындап келе жатқан жанартау атқылауларының көрсеткіші болып табылады.

Тектоникалық жерсілкіну біздің планетада тіркелетін барлық жерсілкінулердің 95% шамасын құрайды. Қазіргі түсініктер бойынша олар литосфераның жекелеген блоктарының өзара қозғалыстарға (тік және көлбеу бағыттарда) келуі кезінде пайда болатын механикалық кернеудің қысқа мерзімде арылуымен байланысты. Осының нәтижесінде блоктар тереңдік жарылымдар бойынша қозғалыстарға келіп, жер қыртысында жаңа айырылымдар жаралады. Бұл арылу әдетте деформациялардың ең кернеулі торабы болып табылатын, гипоцентрден таралатын сейсмикалық толқындардың жаралуымен сүйемелденеді.

Жерсілкінудің айрықша түрлесіне суасты жерсілкінуі, яғни *теңізсілкіну* жатады. Теңізсілкінулер туындатқан толқындар *цунами* деп аталаып, бұл айрықша толқындар апатты салдарларға әкеледі.

Антропогендік (техногендік) жерсілкіну адам әрекетінен, яғни жасанды суқоймалар суға толғанда, жерасты суын және мұнай мен газ өндіргенде, ақаба суды жер қойнауындағы горизонттарға қайта тоғытқанда, сондай-ақ азаматтық және әскери мақсаттарда жасалатын жарылыстар ықпалынан болады.

Жерсілкінулерді болжаудың мақсаты – мынадай басты үш мәселені шешу:

1) жерсілкіну қайда, қай ауданда, жер бетінің қандай нүктесінде болады? 2) болашақ жерсілкінудің жорамал қарқындылығы қандай?; 3) жерсілкіну қашан болады? – деген сұрақтарға жауап беру.

Жерсілкіну қарқындылығының объективтік және дәл бағасын топырақтың ығысу амплитудасы бойынша жүргізеді. Осындай параметрдің мысалы ретінде магнитуда M қабылданған. Ол эпицентрден 100 км қашықтықтағы топырақ ығысуының максимал амплитудасының әлсіз жерсілкінудің эталондық амплитудасына қатынасының логарифімен есептеледі: $M = \lg A/A_э$, мұнда A – топырақ бөлшектері ығысуының максимал амплитудасы; $A_э$ – эталондық амплитуда. Магнитуда жер-

сілкінуудің балмен өрнектелген күшімен (F) жуықтаған теңдеу арқылы байланысады: $M = 1,3 + 0,6 F$. Өте күшті жерсілкінулер үшін магнитуданың мәндері 8-8,5 болуы мүмкін.

Бақылау сұрақтары:

1. Жер қыртысының тектоникалық қозғалыстары қандай түрлерге бөлінеді?
2. Қазіргі заманғы және неотектониканың мәнісі неде?
3. Ежелгі геологиялық замандардағы тектоникалық қозғалыстар?
4. Тектоникалық қозғалыстарды зерделеудің қандай әдістері бар?
5. Жерсілкіну, оның гипоцентрі, эпицентрі және антиэпицентрі деген не?
6. Теңізсілкіну, цунами деген не және оның салдары қандай?
7. Жірсілкінуді болжаудың мәнісі?

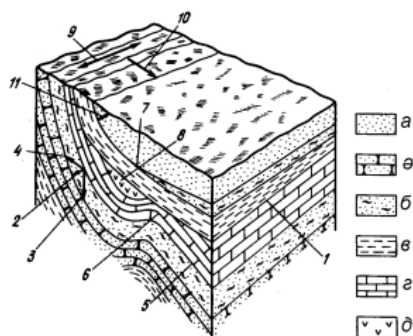
8.2. Жер қыртысының тектоникалық қозғалыстары

Тектоникалық қозғалыстар негізінен литосфераның (жоғарғы мантия мен жер қыртысының) механикалық жылжулары болғандықтан, геологиялық денелер құрылымының өзгеруіне әкеледі. Жер қыртысы геологиялық тарих ағымында кезіктікте күрделі қозғалыстар жасайды. Оны құрайтын таужыныстар қатпарларға мыжылады, бірінің үстін бірі басып қалады, айырылады, т.б. жағдайларға түседі. Нәтижесінде жер бетінің бедері өзгеріп, таулар мен терең ойпаңдар пайда болады.

Жер қыртысының даму процесі айрықша күрделілігімен сипатталады және түрлі формада жүре алатыны көрінеді. Геотектоникада екі: тік бағытты (*фиксизм*) және көлбеу бағытты (*мобилизм*) тектоникалық қозғалыстар бөлінеді.

Шөгінді жаралымдардың бастапқы элементі – қабат. *Қабат* деп біркелкі шөгінді таужыныстан тұратын, екі жағынан параллель қабаттылық беттерімен шектелген, қалыңдығы шамамен тұрақты болатын және үлкен ауданды алып жататын геологиялық денені айтады. Қабаттың атын көбінесе оны құрайтын таужыныстар анықтайды. Мысалы, әктас қабаты, құмтас қабаты және т.б. Қабатты астынан шектейтін бетті оның *табаны*, ал үстіңгісін – *жабыны* дейді. Қабаттар сериясындағы немесе будасындағы төменгі жатқан қабаттың жабыны бір мезгілде үстіңгі қабаттың табаны болады. Қабаттың қалыңдығы оның *қуаты* деп те аталады. Әдетте қабаттың нақты, тік және көлбеу қуатын анықтайды (8.1-сурет).

Шөгінді таужыныстардың бастапқы бұзылмаған жатысы олардың жайғасуының бастапқы пішіні деп аталады. Шөгінді қабаттардың бастапқы жатыс пішіні *көлбеу жайғасу* болып табылады. Таужыныстың бастапқы көлбеу жатысынан ауытқулары *дислокация* деп аталады. Дислокациялар пликративтік және дизъюнктивтік түрлерге бөленеді.



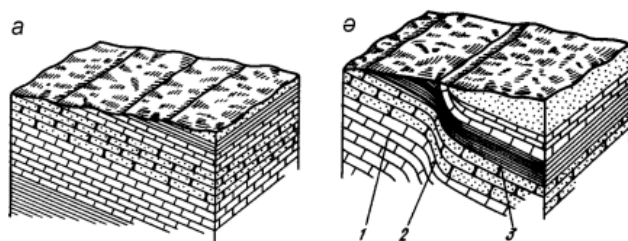
8.1-сурет. Қабаттың жайғасу элементтерін көрсететін блок-диаграмма:

- a – құм; ә – құмтас; б – құмайтмас; в – саз; г – әктас; д – гипс;*
1 – саздың табаны (әктастың жабыны); 2 – нақты қалыңдық;
3 – тік бағыттағы қалыңдық; 4 – көлбеу бағыттағы қалыңдық;
5 – делдию (қалыңдықтың ұлғаюы); 6 – қабаттың қысқаруы (бунақ);
7 – сыналану; 8 – линза; 9 – созылымы;
10 – еңістену (құлау) бағыты; 11 – құлау (еңістік) бұрышы

8.3. Пликатив дислокациялар (қатпарлы бұзылыстар)

Қабаттың көлбеу жайғасудан кез келген өзгерулерінің барлығы оның туынды жайғасу пішіндері деп аталады. Қабаттардың өзара орналасуы үйлесімді немесе үйлесімсіз болуы мүмкін. Пликатив дислокациялар немесе *қатпарлы бұзылыстар* – қабаттардың тұтастығы сақталатын дислокациялар. Олардың арасында мынадай негізі формалар болады: моноклин, флексура және қатпарлар.

Моноклин таужыныс қатқабаты қабаттарының үлкен қашықтықтар бойында бір жағына біркелкі еңіс жатуымен сипатталады (8.2 *a-сурет*).

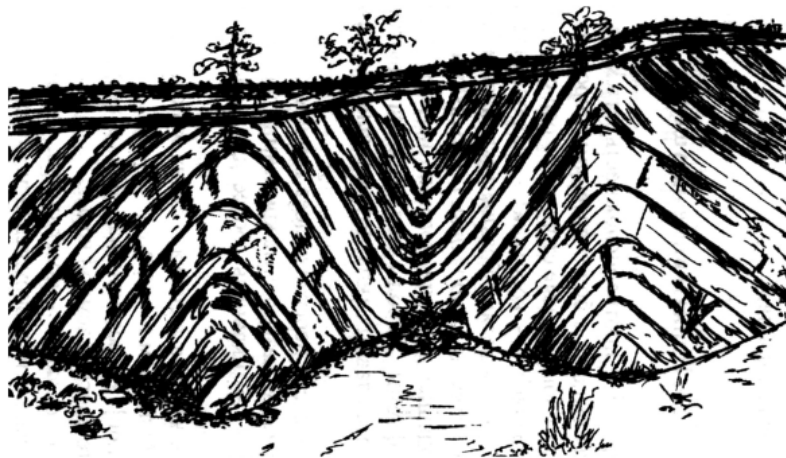


8.2-сурет. Моноклин (а) және флексура (ә). Флексураның қанаттары:

- 1 – жоғарғы, 2 – жалғастырушы, 3 – төменгі;*
шартты белгілер 8.1-суреттегідей

Флексура деп көлбеу немесе еңіс жатқан қабаттардың кerpеш тәрізді иілген бұзылысын айтады (8.2 *ә-сурет*). Флексураның төменгі, жоғарғы және оларды жалғастырушы қанаттары болады. Жалғастырушы қанат күрт еңіс жатып, қалыңдығы біршама азаяды.

Қатпар – пликативтік дислокациялардың негізгі формасы. Қатпарлар деп қабаттардың белестенген иілімдерін айтады. Олардың екі түрі болады: антиклин және синклин. *Антиклин* – негізінен дөңес пішінді қатпар. Олардың қанаттары бір-біріне кері бағытта еңіс орналасып, орталық бөліктерінде шеттеріндегілермен (қанаттарымен) салыстырғанда көнелеу таужыныстар жатады. *Синклин* – ойыс пішінді қатпар. Олардың қабаттары бір-біріне қарсы еңіс орналасады, ал орталық бөліктерінде шеттеріндегілермен (қанаттарымен) салыстарғанда жастау таужыныстар орналасады (8.3-сурет).

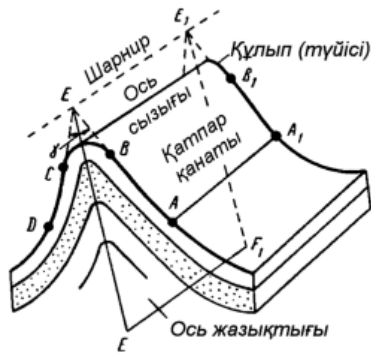


8.3-сурет. Антиклин және синклин (ортасындағы) қатпарлар

Антиклин және синклин қатпарлардың мынадай *элементтері* болады: қанаттары, топсасы, құлпы (түйісі), бұрышы, осьтік беті, осі, ядросы (өзегі). Қатпарлар енімен, амплитудасымен және ұзындығымен сипатталады.

Қанаттары – қатпардың бүйір бөліктері. *Топсасы (шарнирі)* – қатқабаттарды құрайтын кез келген қабатының максимал иілген нүктелері арқылы өтетін сызық. *Түйісі (құлпы)* – қанаттардың түйіскен немесе иілген бөлікшесі. Кейде антиклин қатпарының түйісін *дөңесі*, ал синклиннің – *мұлдасы* деп атайды. *Қатпар бұрышы* – қатпардың қанаттарын ойша жалғастырғанда қиылысқан жерінде жаралатын бұрыш. *Осьтік беті* – қатпардың барлық қабаттарының шарнирлері арқылы өтетін елес бет. *Қатпар осі* – қатпардың осьтік бетінің көлбеу жазықтықпен қиылысу сызығы. *Ядро (өзек)* немесе қатпардың ішкі бөлігі – антиклин және синклин қатпарларының құлыптарын құрайтын таужыныстар қатқабаты. *Ені* – қатпар қанаттарының арасындағы қашықтық. Бірнеше параллель қатпар болған кезде, қатпардың ені екі көрші антиклиннің немесе синклиннің осьтік беттері арасындағы қашықтықпен анықталады. *Қатпардың амплитудасы* – антиклин иілімінен онымен тоғысатын синклин иіліміне дейінгі тік бағыттағы қашықтық. *Ұзындығы* – планда бір тұйықталуынан келесісіне дейінгі қашықтық (8.4-сурет).

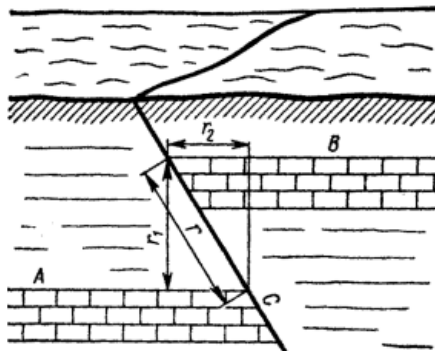
Қатпарлар өздерінің көлденең кимасында және планда көрсетілетін құрылысының ерекшеліктері бойынша ажыратылады.



8.4-сурет. Антиклин қатпардың элементтері: EE_1FF_1 – осьтік жазықтығы; AB мен CD – қанаттары; EE_1 – шарнирі (топсасы); γ – бұрышы

8.4. Дизъюнктив дислокациялар (айырылымды бұзылыстар)

Бұл дислокациялар таужыныс қабаттары тұтастығының бұзылуына, яғни айырылуына әкеледі. Олар *жарықшақтар* мен айырылымды *жарылымдар* және *уатылу белдемдері* түрінде білінеді. Жарықшақтар қабаттарды ұсақ блоктарға бөліп, бір-бірінен ажыратқанымен, жарықтары бойынша қозғалыстар болмайды. Жарылымдар *айырылым жазықтығы* арқылы бөлінген қабаттарды әртүрлі бағытта және әртүрлі қашықтыққа жылжытады. Қабаттар айырылып, қозғалысқа келетін жазықтықты *жылжытушы* деп атайды. Жылжытушыға келіп түйіскен қабаттар бөлікшелерін *қанаттары* (немесе *қапталдары*) дейді. Жылжытушысы еңіс орналасқан кезде *аспалы* және *жатқан қанаттар* (*қапталдар*) бөлінеді (8.5-сурет).



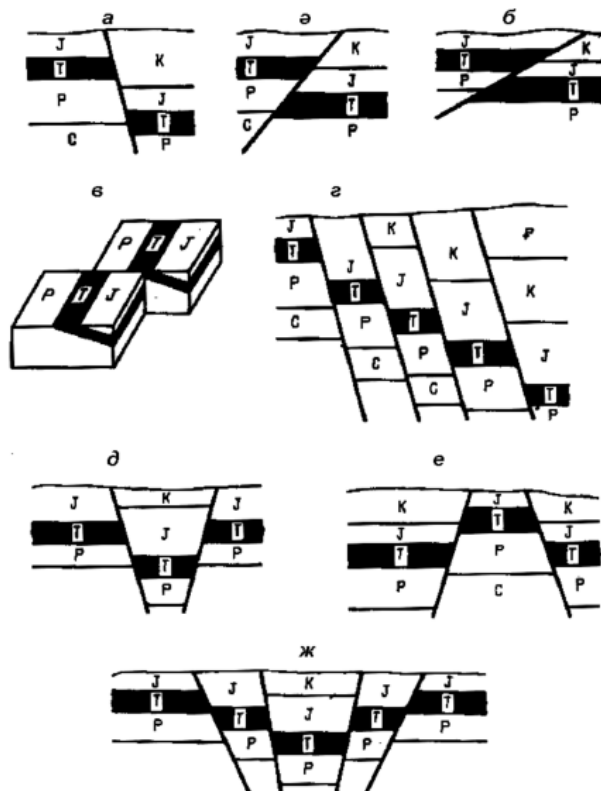
8.5-сурет. Дизъюнктив дислокацияның элементтері:

C – жылжытушысы; A – жатқан қаптал; B – аспалы қаптал; амплитудалары: r – сырғуы бойынша; r_1 – тік бағыттағы; r_2 – көлбеу бағыттағы

Қабаттардың жылжытушысы бойынша ығысуын жарылымның амплитудасы дейді. Мынадай амплитудалар бөлінеді: *шынайы* (еңіс) – жылжытушының жазықтығы

бойынша бір қабаттың аспалы және жатқан қанаттарының жабыны немесе табаны аралығындағы тік (ең қысқа) қашықтық; *тік* – шынайы амплитуданың тік жазықтықтағы проекциясы; *көлбеу* – шынайы амплитуданың көлбеу (горизонталь) жазықтықтағы проекциясы; *стратиграфиялық* – аспалы және жатқан қанаттардағы бір қабаттың жабыны немесе табаны аралығының нормал бойынша қашықтығы.

Жарылымдар өздерінің сипаты, амплитудасының шамасы, қанаттарының бір-бірімен салыстырғанда жылжу бағыты мен бұрышы бойынша жіктеледі (8.6-сурет).



8.6-сурет. Қозғалысқа келген айырылымды тектоникалық бұзылыстардың негізгі түрлері: а) лықсыма; ә) қаусырма; б) бастырма; в) ығыспа; г) сатыланған лықсыма; д) грабен; е) горст; ж) күрделі грабендер

Лықсыма – жылжытушысы түсіңкі қанаты бағытында еңіс орналасқан, ал аспалы қанаты жатқан қанатымен салыстырғанда төмен жылжыған жарылым. Лықсыма жылжытушысының көлбеу жазықтыққа қатысты бұрышы 40-60° болады. Жылжытушысы тік бағытта орналасқан лықсыманы тік лықсыма дейді.

Қаусырма – жылжытушысы көтеріңкі қанаты бағытында еңіс орналасқан, ал аспалы (көтеріңкі) қанаты жатқан (түсіңкі) қанатымен салыстырғанда құлди еңіс (60°-тан аса), жылжытушы бойынша жоғары қарай жылжыған жарылым.

Бастырма – аспалы қанаты жатқан қанатын жайпақ еңіс (60°-тан аз) жылжытушы бойынша жылжып барып басып қалатын, қаусырма типті жарылымды дислокация.

Көлбеу амплитудасы үлкен әрі жылжытушысының еңістігі шамалы жайпақ бастырмаларды шарьяж немесе тектоникалық жамылғылар деп атайды. Олардың көлбеу амплитудасы 30-40 км-ге дейін жетеді.

Ығыспа – қанаттары негізінен көлбеу бағытта, жылжытушының созылымына параллель жылжыған жарылым. Олар көбінесе лықсымалармен, қаусырмалармен және бастырмалармен (лықсыма-ығыспа және т.б.) бірлеседі.

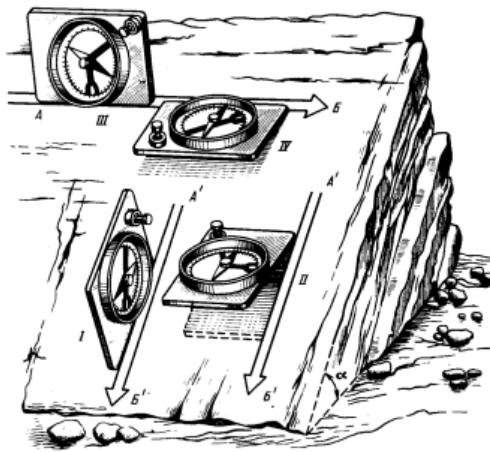
Жарылымдар көбінесе топтанып кездесіп, күрделі дизъюнктивтер: *сатыланған ығыспалар, грабендер және горсттар* жасайды.

Айырылымды тектоникалық бұзылыстардың айрықша типіне тереңдік жарылымдар (линеаменттер) жатады. *Линеамент* – терең салынымды (700 км тереңдікке дейін) ұзақ әрекет ететін жарылым. Олар жер қыртысын жарып өтеді де мантияға тереңдеп енеді, ал ұзындығы мыңдаған км-ге жетеді. Линеаменттер бойынша әдетте жер қыртысының өте ірі блоктары қозғалысқа түседі. Олардың мысалы ретінде Талас-Фергана линеаментін (барлық Тянь-Шань таулары бойынша созылады), Курил-Камчатка мен Кенді Алтай, т.б. жарылымдарды айтуға болады.

Бір айта кететіні, табиғатта *қатпарлы-жарылымды сипатты* аралық типті көптеген бұзылыстар да кездеседі.

8.5. Қабаттардың жайғасу элементтері

Қабаттың кеңістікте орналасуы жайғасу элементтерімен: созылымымен және еңістігімен сипатталады. *Созылымы* – қабат жабыны (табаны) бетінің көлбеу жазықтықпен қиылысу сызығы. Оның әлем бағыттарындағы орналасуын *созылым азимуты* анықтайды. *Еңістігі* – қабаттың көлбеу жазықтыққа еңіс орналасуы. Ол құлау (еңістік) бағытымен және құлау (еңістік) бұрышымен сипатталады. *Еңістік (құлау) бұрышы* – қабат жазықтығы (беті) мен көлбеу жазықтық арасындағы бұрыш (8.7-сурет).



8.7-сурет. Қабаттың жайғасу элементтері және оларды кен компасының көмегімен өлшеу:

AB – созылым сызығы; *A'B'* – еңістік сызығы; α – еңістік бұрышы

Таужыныстардың жайғасу элементтерін өлшеу жер қойнауының геологиялық құрылысын олардың жер бетіне табиғи шыққан жерлерінде зерделеу үшін қажет. Олар шыққан жерлер немесе таужыныстардың ашылымы олардың құрамын ғана емес, сондай-ақ қабаттардың өзара орналасу және жайғасу ерекшеліктерін де анықтауға мүмкіндік береді.

Бақылау сұрақтары:

1. Таужыныстардың бастапқы жайғасу пішінінің сипаты?
2. Таужыныстардың туынды жайғасу пішіндерінің сипаты?
3. Дислокация деген қандай құбылыс, оның қандай түрлері бар?
4. Таужыныстардың еңіс жайғасуы карта мен қимада қалай бейнеленеді?
5. Таужыныстардың қатпарлы жайғасуының карта мен қимада бейнеленуі?
6. Антиклин қатпары қалай анықталады, оның қандай элементтері бар?
7. Синклин қатпары қалай анықталады, оның қандай элементтері бар?
8. Флексура қалай сипатталады?
9. Таужыныстардың жарықшақтылығы деген не?
10. Лықсыма деген не, ол қалай сипатталады?
11. Қаусырма деген не, ол қалай сипатталады?
12. Ығыспа, горст және грабен деген не, олар қалай сипатталады?
13. Бастырма және линеамент деген не, олар қалай сипатталады?
14. Таужыныстардың жайғасу элементтері қалай анықталады?

9. ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ ЖӘНЕ ДАМУЫ

9.1. Континенттер жер қыртысының геологиясы

Жер қыртысының даму процесі айрықша күрделілігімен сипатталады және түрлі формада жүре алатыны көрінеді. Қазіргі кезде геотектоникада екі негізгі бағыт бар. Олар тік бағытты және көлбеу тектоникалық қозғалыстарды әртүрлі бағалауға негізделген.

Бірінші бағыт тік бағытты тектоникалық қозғалыстардың рөлі басым деген жорамалға негізделген. Осы бағытты ұстанатын геологтар көлбеу бағытты қозғалыстарды тік бағытты қозғалыстардың салдары деп есептеп, жер қыртысы блоктарының ірі масштабты көлбеу жылжулары мүмкін дегенге жол бермейді. Тектоникалық құрылымдардың дамуы тұрақты көлбеу қозғалыстарға байланысты деген постулатқа негізделген бұл бағыт *фиксизм* деген атқа ие.

Геотектоникадағы екінші бағыт литосфераның эволюциясын блоктардың кең ауқымды көлбеу жылжуларымен байланыстырады. Ал бұл блоктарға тұтас континенттер кіреді. Тік бағытты қозғалыстар елеулі рөл атқарғанымен, мұнда қосымша ғана деп саналады. Олар астеносфераның режимімен немесе литосфера плиталарының өзара орналасуымен байланыстырылады. Геологиялық ғылымның дамуы көлбеу қозғалыстардың басымдығына байланысты деп есептейтін бұл бағыт *мобилизм* деп аталады.

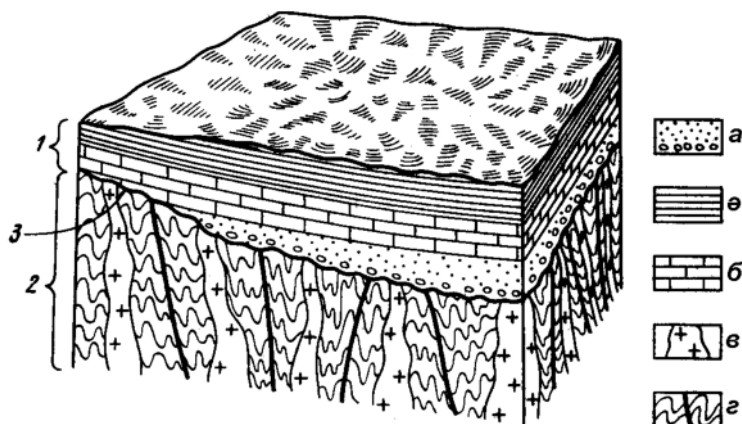
9.2. Жер қыртысының негізгі құрылымдық элементтері

Континенттердің негізгі құрылымдық элементтері қатарына континент платформалары, жылжымалы белдеулер (эпиформалық орогендер, қатпарлы белдеулер мен рифт) және тереңдік жарылымдар жатады.

Континент платформалары миллиондаған км² болатын орасан аудандарды алып жатыр және қалыңдығы 30-45 км континенттік қыртыстан тұрады. Литосфера олардың ауқымында 150-200 км-ге дейінгі қалыңдыққа жетеді, ал кейбір деректер бойынша – 400 км-ге дейін болуы. Платформалар тегістелген ойпаттау немесе жазық таулы бедерімен, тектоникалық қозғалыстарының шамалы жылдамдығымен, жылу тасқынының аздығымен сипатталады. Олар – континенттердің өте орнықты және баяу алқаптары. Платформалар аумағының бір бөлігін теңіздер суы басып жатады (Балтық, Ақ теңіз, Азов теңізі сияқты).

Платформалар құрылысында екі құрылымдық этаж ажыратылады: іргетасы және тысы (*9.1-сурет*).

Төменгі этаж немесе іргетас қатпарларға мыжылған, көптеген жарылымдармен қираған метаморфтық және магмалық таужыныстардан тұрады. Платформалар іргетасы ұзақ уақыт ағымында қалыптасқан және кейін денудацияға ұшыраған, осының нәтижесінде үлкен тереңдіктерде жайғасқан таужыныстар жер бетіне шығарылған.



9.1-сурет. Платформалардың құрылымдық этаждары [11].

Платформа тысы таужыныстары: *a* – құм және конгломерат; *ә* – саз; *б* – әктас; іргетасының таужыныстары: *в* – магмалық таужыныс интрузиялары; *г* – қарқынды дислокацияланған метаморфтық таужыныстар; *1* – платформа (шөгінді) тысы; *2* – қатпарлы негіз (іргетас); *3* – шайылу беті

Платформалардың жоғарғы құрылымдық этажы немесе тысы жайпақ жатқан метаморфталмаған қабатты қатқабаттардан – шөгінді теңіз және континент түзілімдерінен тұрады, олардың ішінде бірқатар өңірлерде *трапп* формациясының вулканогендік жаралымдары анықталған. Шөгінді тыс таужыныстары күрт бұрыштық үйлесімсіздікпен іргетасты жауып жатады. Тыс пен іргетас аралығындағы бет платформалар ауқымындағы ең маңызды құрылымдық үйлесімсіздікті көрсетеді. Кейбір платформалар кимасында іргетас пен тыс аралығында өтпелі жағдайда болатын аралық құрылымдық этап да бөлінеді.

Континент платформалары жасы, құрылысы және даму тарихы бойынша екі топқа бөлінеді: іргетасы кембрийге дейінгі көне платформалар және іргетасы негізінен фанерозойда қалыптасқан жас платформалар.

Көне платформалар континенттер ауданының 40% шамасын алып жатыр. Оларға Солтүстік Америка, Шығыс Еуропа, Сібір, Оңтүстік Америка (Бразилия), Африка (Африка-Аравия), Австралия, Антарктида және басқа платформалар жатады (9.2-сурет). Олар, әдетте шеткі жымдармен – ірі тереңдік жарылымдармен шектелген және қатпарлы белдеулермен жиектелген. Олардың көлденең өлшемдері – мыңдаған километр. Мәселен, Шығыс Еуропа платформасының параметрлері 2200x2800 км, Африка платформасының – 3500x4000 км, Солтүстік Америка платформасының – 7000x7000 км.

Көне платформалар іргетасында метаморфталған (метаморфизмнің жасыл тақтатастыдан гранулит фациясына дейін), қарқынды дислокацияланған архей және бастапқы протерозой жаралымдары басым болады, ал соңғы протерозой жаралымдары айтарлықтай аз таралған. Олардың арасында басты рөлді гнейстер мен кристалды тақтатастар атқарады, гранитоидтар кең таралған. Осыған байланысты іргетастың мұндай түрін гранитгнейсті немесе жай кристалды деп атайды.



9.2-сурет. Жер қыртысының қазіргі тектоникалық сұлбасы [11] бойынша. Платформалар: а – көне (I – Солтүстік Америка, II – Шығыс Еуропа, III – Сібір, IV – Бразилия, V – Африка-Араб, VI – Индостан, VII – Шығыс Қытай, VIII – Оңтүстік Қытай, IX – Инд-Сина, X – Австралия, XI – Антарктида); жас: б – эпикаледон; в – эпигерцин; г – эпикиммерий; д – альпі қатпарлығы алқаптары; пунктир сызықтар – айқын емес шекаралар

Жас платформалар континенттердің айтарлықтай аз ауданын алып жатыр (5% шамасында) және көне платформалардың шеттерінде (Шығыс және Батыс Еуропа платформалары, Шығыс Австралия мен Патагония сияқты) немесе олардың аралығында (мысалы, көне Шығыс Еуропа мен Сібір платформалары аралығындағы Батыс Сібір сияқты) орналасады.

Континент платформалар іргетасының орналасуы бойынша бөлінетін ең ірі құрылымдарына *қалқандар* және *тақталар* жатады.

Континенттер **жылжымалы белдеулері** арасында қатпарлы белдеулер, эпи-платформалық орогендер және рифттер бөлінеді.

Қатпарлы белдеулер – сызықтық планеталық құрылымдар, ұзындығы мыңдаған километрге созылса, ал ені әдетте 1000 км-ден асады. Олар континент платформаларын бөліп және жиектеп, шалғай-континенттік немесе континентаралық жағдайда болады (Тынық Мұхит, Орал-Охотск, Жерорта теңізі, Солтүстік Атлантика, Арктика белдеулері). Алғаш оларды *геосинклиндер* немесе *геосинклин-орогендер*, *қатпарлы геосинклин* белдеулер деп атап жүрген. Ал қазіргі әдебиетте жай ғана қатпарлы немесе орогендік белдеулер деп атайды. Мұнда басым төмен бату режимі мен теңіз түзілімдері жиналуын тікелей алмастыратын бастапқы (бұрынғы терминологияда *эпигеосинклиндік*) орогенез екені ескеріледі.

Геологияда ұзақ уақыт бойы жылжымалы белдеулердің *геосинклиндік* даму концепциясы басымдықта болған. Бұл концепция қатпарлы белдеулер қарқынды төмен

бататын және шөгінді жиналатын сызықтық зоналар эволюциясы нәтижесінде заңдылықпен пайда болады деген түсінікке негізделіп, геосинклиндер деген атауға ие болған. *Геосинклиндер туралы ілім* Америкада ХІХ ғасырдың екінші жартысында (Дж. Холл, 1859; Дж. Дана, 1873) туындап, оны ары қарай көптеген белгілі ғалымдар дамытқан.

Бірақ кейінгі ашылған ғылыми жаңалықтар, әсіресе мұхит геологиясы саласында, бұл түсініктерде бірқатар кемшілерді анықтаған (мұхит алаптары дамуының геодинамикасын бұрыс интерпретациялау, көлбеу қозғалыстардың – керілу мен сығылудың маңызды рөлін теріске шығару, актуализм әдісін қолданбау, біржақты детерминизм – геосинклиндер дамуының бірегей сұлбасын ғана мойындау және т.б.) және принциптік жаңа актуализм концепциясын – *литосфера тақталары тектоникасын* жасауға объективті алғышарттарын жасап, ол қазір әлем геологтары арасында кең қолдау тапты.

Литосфера тақталары тұрғысынан бастапқы себеп ретінде литосфера тақталарының жылжуы қарастырылып, ол алдымен керілу және континенттік қыртыстың ажырауына әкеледі, мұхиттық типті қыртыстың жаңа жаралымдары пайда болады да ұлғая береді – *рифтогенез және спрединг* (литосфераның керілу және литосфера тақталарының ажырау процесі), ал содан кейін сығылып барып, мұхиттық қыртыс континенттік қыртыстың астына кетеді, яғни *субдукцияға (астылануға)*, белдеулер *аккрециясына және коллизиясына* (континенттердің, континенттің арал доғасымен және басқалардың өзара соқтығысуы) әкеледі, мұнда оларға тән барлық құбылыстар – қатпарлық, метаморфизм, граниттену және таужаралу орын алады.

Қатпарлы белдеулер бұрынғы геологиялық кездерде (дамуының белгілі бір сатыларында) континенттердің белсенді шалғайлары және құрылысы жеткілікті күрделі континентаралық кеңістіктер болған. Оларға енжар шалғайлар элементі, теренсулы шалғай теңіздер, доға сыртының, доғааралық және доға алды ойыстары бар доға аралдар, терең су науалары (бұлардың бәрі бұрын жекелеген геосинклиндер мен геоантиклиндер ретінде сипатталып келген), мұхит орталық жоталар, микроконтиненттер (*орталық массивтер*) кіріп, осы аталғандар кейін *конвергенция (бірігу)* нәтижесінде қатпарлы-ороген құрылыстарға айналған.

Эпиplatформалық орогендер (континент іштік ороген белдеулері) ұзақ уақыт бойы платформалық болып келген аумақтар жерінде жаралады. Яғни олар қалыптасқанға дейін дамудың платформалық кезеңі болған, осының салдарынан олар *туынды орогендер* деген атауды иемденген (В.А. Обручев бойынша «қайта туындаған таулар»), ал солардың нәтижесінде пайда болған осы құрылымдарды *платформалардың тектоникалық белсенділенуі* деп атайды. Эпиplatformалық ороген мысалына Ала-тау таулары жатады.

Тереңдік жарылым терминімен А.В. Пейве 1945 жылы жер қыртысының өңірлік және планеталық айырылымды құрылымдарын атауды ұсынған, олар үлкен ұзындыққа және айтарлықтай терең салынымға ие. Тереңдік жарылымдармен ұзақ уақыт ағымында қарқынды тектоникалық, магмалық және метаморфтық процестер байланысты. Бірақ терең жарылымдар туралы ілімнің өзі бұрын пайда болған. У. Хоббс 1911 жылы жариялаған еңбегінде жер беті бедерінің негізгі бағыттары және

көптеген тектоникалық құрылымдар жарылымдарының (линеаметтердің) бастапқы торабымен анықталатынын, олар жердің айналу осіне қатысты заңдылықпен бағдарланатынын көрсеткен.

Тереңдік жарылымдарды олардың ену тереңдігіне қарай қыртыстық, литосфералық және мантиялық деп бөлуге болады. Қыртыс тереңдік жарылымдары Мохо (Мохоровичич) бетіне дейін жетеді. Литосфера тереңдік жарылымдары жер қыртысын, жоғарғы мантияны қиып өтіп, астеносферада сөнеді. Олардың көпшілігі Мохо шекарасын 10-20 км амплитудасымен ығыстырады.

9.3. «Континент-мұхит» өтпелі зоналарының геологиясы

Континенттер мен мұхиттар аралығындағы өтпелі зоналар немесе континент шалғайлары Әлем мұхитының 20% шамасын алып жатыр. Өтпелі зоналар ерекшелігіне олардың ауқымында өтпелі типті жер қыртысының дамуы жатады, ол субмұхиттық пен субконтиненттіке бөлінеді.

Өтпелі зоналарда енжар, белсенді және трансформдық континент шалғайларын бөледі.

Енжар континент шалғайлары Атлант және Индия мұхиттарының кейбір жекелеген бөлікшелерінен басқа (Батыс Атлантикадағы Кариб және Скотия теңіздері, Индия мұхитындағы Андаман теңізін қоспағанда) көп бөлігіне тән. Сондай-ақ олар Солтүстік Мұзды мұхитына және Тынық мұхитының антарктикалық бөлігіне де тән. Енжар шалғайлардың айрықша ерекшелігіне төмен сейсмикалық және төмен жанартаулық белсенділігі жатады. Енжар шалғайлар құрылысында басты үш құрылымдық (және тиісінше геоморфологиялық) элемент бөлінеді: қайраң, континент беткейі және континент баурайы.

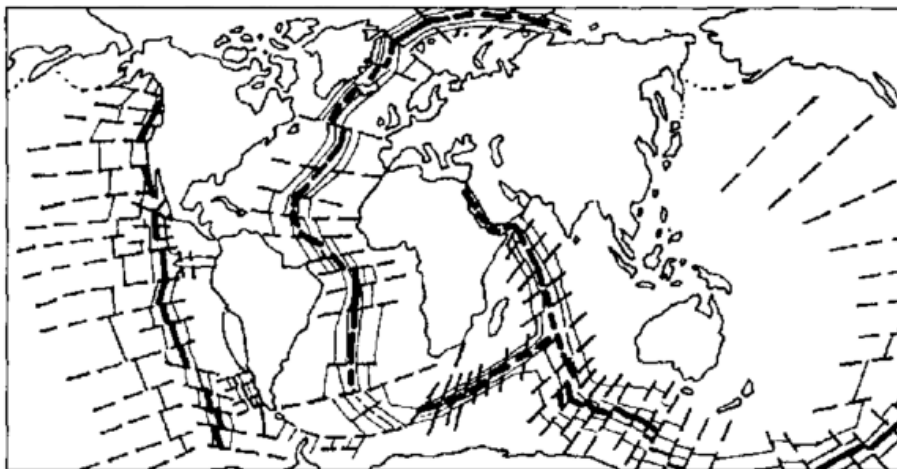
Белсенді континенттік шалғайлар Тынық мұхиттың жақтауларына Атлант (Кариб теңізі, Скотия теңізі) және Индия мұхитының жекелеген бөлікшелеріне (Андаман теңізі) тән. Олар енжар шалғайлардан жерсілкіну ошақтарының шоғырлануы жоғары белсенді сейсмофокустық зоналар (субдукция зоналары) болуымен айрықшаланады. Бір тақтаның екінші тақта астына бататын бұл зоналарымен сондай-ақ магматизм, қатпарлы бастырмалы деформациялар және метаморфизм байланысты. Сейсмофокусты зоналар белсенді шалғайларды мұхиттардан шектейді және континент жағына қарай әртүрлі бұрыштармен еңістенеді де 600-700 км тереңдікке дейін қадағаланады. Бұл зоналарды оларды зерттеген, осы феноменді анықтауға және зерделеуге көп үлес қосқан ғалымдардың құрметіне Беньоф, Заварицкий-Беньоф, Беньоф-Вадати зоналары деп те атайды. Белсенді континент шалғайлары шығыс-тынықмұхиттық немесе андылық және батыс-тынықмұхиттық немесе зондылық типтерге бөлінеді.

Трансформдық континент шалғайлары енжар және белсенді шалғайлармен салыстырғанда аздау таралған. Оларға Африка (Гвинея шығанағының солтүстік жағалауы), Солтүстік Америка (Ньюфаундленд аралы ауданы), Оңтүстік Америка (Фолкленд үстіртінің оңтүстік шеті) атлантикалық шалғайларының біршама шағын бөлікшелері, сондай-ақ Солтүстік Америка (Калифорния) және Алеут арал доғасы Командор сегментінің тынықмұхиттық шалғайлары жатады.

9.4. Мұхиттар геологиясы

Мұхит түбінің ең ірі елеулі құрылымдық элементтеріне мұхит орталық жоталары (МОЖ), біршама тұрақты әрі орнықты алқаптары – мұхит платформалары (тақталары) және трансформдық жарылымдары кіреді.

Мұхит орталық жоталары (МОЖ) жалпы ұзындығы 60 мың км шамасындағы планеталық жүйе жасап, барлық мұхиттарды қиып өтеді және олардың түбі бетінің 1/3 шамасын алып жатыр (9.3-сурет). Мұхиттық қыртыс жоталар ауқымында минимал қалыңдыққа ие, ал кей жерлерде ол тіпті болмайды, литосфера қалыңдығы әдетте 30 км-ден аспайды.



9.3-сурет. Мұхит орталық жоталарының әлемдік жүйесі (В.Е. Хаин және А.Е. Михайлов бойынша, 1985). Жоталар осі жуан қара сызықтармен көрсетілген; оларға параллель орналасқан жіңішке сызықтар сызықтық магнит аномалияларына сәйкес келеді; пунктир – трансформдық жарылымдар

Мұхит тақталары – ірі аудандық құрылымдар, орталық мұхит жоталары баурайлары мен континенттердің суасты шалғайлары аралығындағы кеңістікті алып жатады. Олар біршама баяу тектоникалық жағдайымен, қалыпты жылу тасқынымен және вулканизмнің шектеулі білінімімен айрықшалаынады. Іс жүзінде бейсейсмикалы.

Трансформдық жарылымдар орталық мұхит жоталарын және спрединг осін жекелеген сегменттерге бөліп, олар планда бір-біріне қатысты жүздеген, кейде мыңнан аса км-ге ығысады. Дербес ығыспа жылжулар рифт зоналарымен қиылысу аралығындағы орталық кесіндісінде ғана орын алады да дәл осында максимал сейсмикалылық орнайды. Бұл кесінді ауқымынан сырт жерде ығысу бір бағытта жүреді, бірақ түрлі жылдамдықпен. Трансформдық жарылымдар бедер түбінде кертпештер түрінде білінеді, биіктігі 1 км-ден асады және олардың бойымен тереңдігі 1,5 км-ге дейін тар шатқалдар созылады. Жарылымдар бойында жанартау әрекеті білінімдері, гидротермалар және мантияның серпентинденген таужыныстарының протрузиясы байқалады.

Трансформдық жарылымдардың ең ірілері (*магистралдары*) тек мұхит орталық жоталары мен абиссал жазықтарын ғана қиып қоймайды, сондай-ақ көршілес континенттер ауқымында да жалғасады. Олардың ұзындығы көбінесе мыңдаған км-ге жетеді (Тынық мұхиттағы Мендесино, Меррей, Клиппертон жарылымдары), ал оларды трассалалаушы мұхит ойпаңдарының тереңдігі – 7-8 км. Мұхит орталық жоталардың трансформдық жарылымдармен қиылысында ең ірі жанартау құрылыстары пайда болады, олар кейде су бетінен аралдар түрінде шығып тұрады (Исландия, Азор аралдары, Пасхи аралы және басқалар).

Бақылау сұрақтары:

1. Платформаларға қандай құрылымдық және тектоникалық ерекшеліктер тән?
2. Таулы-қатпарлы құрылым деген не?
3. «Фиксизм» және «мобилизм» модельдерінің мәнісі неде?
4. Жер қыртысы қандай басты құрылымдық алқаптардан тұрады?
5. Таулы-қатпарлы құрылым деген не?
6. Эпиформалық орогендердің қалыптасуы және мысалдары?
7. Тереңдік жарылымдардың сипаттамасы?
8. Өтпелі зоналар типтері және сипаттамасы?
9. Мұхиттық қыртыс құрылысының континенттіктен айырмашылығы?
10. Мұхиттарға қандай құрылымдық элементтер тән?
11. Мұхит орталық жоталарының ерекшеліктері?
12. Трансформдық жарылымдардың ерекшеліктері?

10. НЕГІЗГІ ГЕОТЕКТНИКАЛЫҚ ГИПОТЕЗАЛАР

Жер қыртысының түрлі бөлікшелерінің құрылысы мен дамуының морфологиялық, динамикалық және тектоникалық айырмашылығын түсіндіретін қозғаушы күштердің механизмін анықтау мен нақтылау әлі толық шешілмеген өте күрделі проблемаға жатады. Геотектоникалық процестердің механизмін түсіндіру үшін ұсынылатын гипотезалардың ішінде негізгі қозғаушы күштердің сипаты бойынша мыналарды бөлуге болады: 1) Жер көлемінің өзгеруін жорамалдайтын; 2) континенттердің көлбеу бағытта ығу гипотезалары; 3) Жер затының ішкі дифференциациясына негізделген гипотезалар.

Жер көлемінің өзгеруі туралы гипотезалар. Біздің планетаның қазіргі морфологиясы мен жер қыртысының құрылысын түсіндіру әрекетін Жердің пайда болуы туралы түсініктерден ажыратып қарауға болмайды. Жердің «ыстық» жаралу идеясын (Кант-Лаплас бойынша) дамытатын классикалық геотектоникалық гипотезаға *контракция гипотезасы* жатады. Оны 1852 ж. французлық геолог Эли де Бомон әзірлеген.

Контракция гипотезасы Жердің баяу суынып, көлемінің кішіреюіне жалғасатыны туралы жорамалға негізделген. Жердің бетінде оның суынуы нәтижесінде жаралған қатты қыртыс ішкі көлем азайған кезде мыжылу мен уатылуға ұшырайды. Осындай түсініктерге сай қыртыстың мыжылу белдемі қатпар жаралу белдемдеріне сәйкес келеді. Ал қыртыстың ірі айырылымдары бойынша ірі блоктардың опырылуы орын алып, мұхит ойпаңдары жаралады.

Мұхиттардың түбін зерттеген кезде анықталғандай, қатпарлардың іс жүзінде болмауы және мұхиттық типті жер қыртысы қалыңдығының шамалылығы мынадай жорамал жасауға мүмкіндік берді: деформациялардың негізгі планеталық түріне контракция гипотезасынан туындайтындай – сығылу емес, керілу (созылу) жатады. Осы жорамалға *Жердің ұлғаю гипотезасы* негізделіп, оны XIX ғ. соңында М. Рид ұсынған. Кейін оны әзірлеуге Б. Линдеман, М.М. Тетяев, И.В. Кириллов, Л. Эдбед; У. Кэри және т.б. қатысқан.

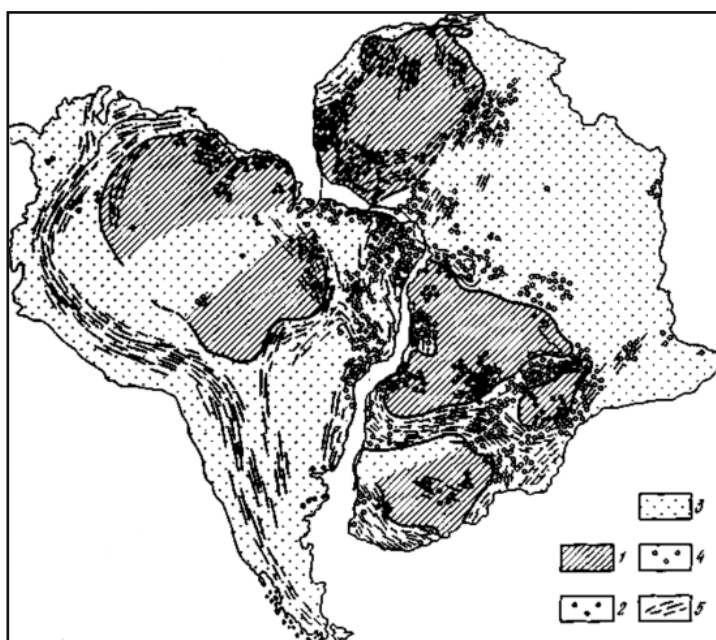
Жердің ұлғаю гипотезасына сай, бастапқы күйде Жердің тығыздығы $5,52 \text{ г/см}^3$ емес $9,13 \text{ г/см}^3$ болып, радиусі 5430 км-ге тең болған (орташа радиусінің қазіргі мәні 6371 км). Мұнда біздің планетаның барлық беті қазіргі континенттік қыртысқа ұқсас қалың қыртыспен жабылған. Жердің қызынуы мен ұлғаюы нәтижесінде жаһандық айырылымдар пайда болып, қыртыстың жекелеген фрагменттері қазіргі континенттерді жасап ажыраған. Гипотеза бойынша біздің планетаның беті соңғы 345 млн жыл ішінде 2 еседен аса ұлғайған деп жорамалданады.

Осы келтірілген екі гипотезаның синтезі *пульсация (лүпілдеу) гипотезасының* құрамына кіреді. Бұл гипотезаны америкалық геолог В. Бачер ұсынған және кеңестік геологтар М.А.Усов пен В.А.Обручев дамытқан. Лүпілдеу гипотезасына сай Жер ұлғаю мен оны алмастыратын сығылу мерзімдерімен қайталануға ұшырап отырады.

Континенттердің көлбеу ығу гипотезалары. Геотектоникалық процестерді жаңаша жору (түсіндіру) континенттердің көлбеу ығуы туралы жорамалдан туын-

дады. Жер қыртысының ірі блоктарының көлбеу бағытта жылжу мүмкіндігінің тікелей көрсеткішіне Атлант мұхиты жағаларының, әсіресе оның оңтүстік жарты шардағы бөлігінде таң қаларлық ұқсастығы жатады. Оңтүстік Американың шығыс жағалары мен Африканың батыс жағалары пішіндерінің ұқсастық фактісі бұрын да белгілі болған. Бірақ ол тек қана XX ғасыр басында ең кең таралған геотектоникалық гипотезалардың біріне негіз болған. Бұл гипотезаны 1915 ж. неміс ғалымы А. Вегенер әзірлеген.

Атлант мұхиты жағалары пішіндерінің ұқсастығынан да асқан таң қаларлығы, А. Вегенер анықтаған мыңдаған км-ге ажыраған континенттердің геологиялық құрылысының ұқсастығы болды. Мәселен, Оңтүстік Америка мен Африканың геологиялық карталарын біріктірген кезде, олардың құрылысы бірқатар геологиялық белгілері бойынша сәйкес келетіні анықталған (10.1-сурет).



10.1-сурет. Оңтүстік Америка мен Африка геологиялық құрылысының ұқсастығы (Г.А. Ажгирей және т.б. бойынша): 1 – қалқандар; таужыныстардың жасы: 2 – 4 млрд жылға дейін және одан да асады; 3 – 0,6–2 млрд жыл; 4 – 450–600 млн жыл; 5 – аймақтық тектоникалық созылымдар

Мысалы, таскөмір дәуірінің соңында қазіргі континенттер біртұтас суперконтинент – Пангея болған (10.2-сурет). Мезозой эрасында Пангеяның бөлшектенуі мен жекелеген континенттік құжбандардың олардың қазіргі орналасу бағытында ығуы басталған. Қатпарлықтың жаралуын А. Вегенер қозғалыстағы құжбандардың сыртқы жиектерінің мыжылуымен (Кордильер, Анды) немесе олардың соқтығысуымен (Гималай) түсіндіреді. Қатпар жаралудың мезгілділігі Пангеяның біртіндеп бөлшектенуімен және ыдырауымен байланыстырылады.

Кейін, 1937 жылы А. Вегенердің пікірін ары қарай оңтүстік африкалық геолог А. Дю Тойт ұсынған гипотеза дамыта түсті. Жаңа палеоклиматтық пен палеонтологиялық деректерді ескеретін бұл гипотеза бойынша, біреу емес, екі бастапқы құрлық – солтүстік жарты шарда *Лавразия* мен оңтүстік жарты шарда *Гондвана* болғаны қарастырылады (10.2-сурет).



10.2-сурет. Лавразияның және Гондвананың сұлбалық орналасуы (А. Дю Тойт)

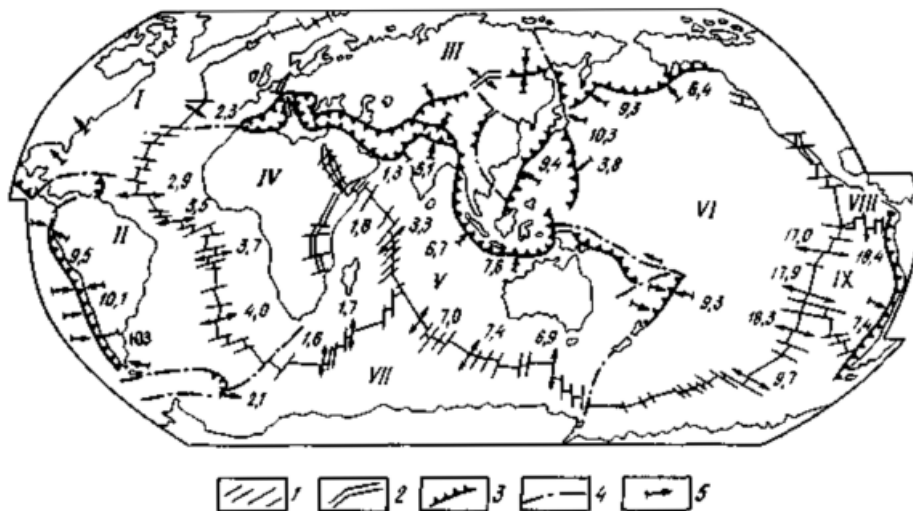
Жаңа деректер жаңа жаһандық тектоника немесе тақталар тектоникасы гипотезасына негіз болып қаланды. Гипотезаны америкалық ғалымдар Г. Хесс пен Р. Диц әзірлеген. Оның дамуына шетелдік және кеңестік ғалымдар – К. Пишон, А. Миясиро, О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков, т.б. елеулі үлес қосты.

Тектоникалық тақталар гипотезасының негізін қалаған негізгі идеялар рифт жаралу белдемдерінде жас мұхиттық қыртыс қалыптасу белдемдерін және тереңсулық наулар маңында қыртыстың жұтылу белдемдерін ашуға байланысты. Гипотеза авторларының пікірі бойынша, рифт жаралу белдемдерінде литосфера тақталары "ажырап", орталық рифт белдемінде жас мұхиттық қыртыстың жаралуы жүреді. Мұхит түбінің *спрединг* (ажырауы) деп аталатын бұл құбылыс үздіксіздігімен сипатталады, астеносферадан мантия затының енуімен және рифт белдемінде қалыңдығы шамалы базальттың айырылуларымен сүйемелденеді. Осындай белсенді белдемге вулканизм білінімдері, жерсілкінулердің саяз фокустары және жылу тасқынының аномалиялары байланысты.

Спрединг белдемдерінде жаңа қыртыстың жаралуы біздің планетаның басқа бөлікшелерінде литосфера блоктарының (тақталарының) жұтылуымен сүйемелденеді. Гипотеза авторларының пікірі бойынша, мұндай бөлікшелерге тереңсулық мұхит науаларының белдемі жатады. Оларда литосфераның бір тақтатасы екіншісінің

астына үзік-үзік ене береді. *Субдукция*, яғни астына ену деп аталатын бұл құбылыс жерсілкіну, вулканизм білінімдері түрінде айтарлықтай механикалық энергияның қысқа мерзімде бөлініп шығуымен сүйемелденеді. Мұхиттық қыртыстың континенттік қыртыс астына ұзақ уақыт бойы енуі шалғайлық теңіздің деформациясына, аралдық доғаның континентке ығысуына және қатпаржаралуға әкеледі. Мұнда астына ену мұхиттық қыртыстың байтақ бастырмалары – *обдукция* (үстіне шығу) дамуымен алмасуы мүмкін. Гипотеза авторларының пікірі бойынша, орогендік белдемдер жаралуының басқа жолына континенттердің соқтығысуы, яғни *коллизия* жағдайы. Мәселен, олардың пікірінше, Гималайдың жаралуы Индия субконтинентінің Азиямен соқтығысуы нәтижесінде орын алған.

Қазіргі деректер бойынша, литосфера спрединг, субдукция немесе мыжылу белдемдерімен шектелген мынадай жеті ірі тақтадан тұрады: Тынық мұхит, Еуразия, Индия, Африка, Антарктида, Солтүстік Америка және Оңтүстік Америка (10.3-сурет).



10.3-сурет. Негізгі литосфера тақталарының орналасуы, жылжу бағыты мен жылдамдығы:

- 1 – тақталардың спрединг белдемі – мұхит рифттері;
- 2 – континенттік рифт; 3 – тақталардың субдукция белдемі;
- 4 – ірі жарылымдар, тақталардың шекарасы; 5 – тақталар жылжуының бағыты мен жылдамдығын көрсететін векторлар, мм/жыл; тақталар: I – Солтүстік Америка; II – Оңтүстік Америка; III – Еуразия; IV – Африка; V – Индия; VI – Тынық мұхит; VII – Антарктида; микротақталар: VIII – Кокос; IX – Наска

Литосфера тақталары жылжуының негізгі үш типі бөлінеді: ажырауы (дивергенция) рифтинг және спрединг түрінде; жақындауы (конвергенция) субдукция және коллизия түрінде; трансформдық жарылымдар бойынша ығысуы.

10.1. Жер қыртысы қалыптасуының қысқаша тарихы

Біздің планетаның ішкі құрылысы туралы қазіргі түсініктер мен аймақтық геологиялық зерттеулердің негізінде, жер қыртысының пайда болған кезінен бүгінгі күнге дейінгі қалыптасу тарихын біле аламыз. Әрине, бірақ бұл тарихтың да ақтаңдақтары жеткілікті, ал оның кейбір кезеңдері жалпы нобайы бойынша ғана белгілі. Сондықтан біздің планета қыртысының күрделі қалыптасу тарихын бірнеше кезең түрінде түсіну де жеткілікті.

Геологияға дейінгі кезең, яғни *Гадей* (осыдан 4,6-4,0 млн жыл бұрын) бастапқы базальт қабатының қалыптасу уақытына сәйкес келеді. Бір жағынан, базальттың гидратсыздануы судың бөлінуі мен гидросфераның жаралуына әкелсе, екінші жағынан, бастапқы базальт метаморфизм нәтижесінде жасылтасты негізді таужыныстарға айналған. Осыдан кейін базальтты қабат тереңдік метаморфизмге (үстіңгі таужыныстар массасының астына тереңдеп батуынан, жоғары мөлшерде қысым мен температураның ықпалынан) ұшырайды. Осы кезеңде біздің планета толығымен дерлік саяз сулы бірегей мұхит – *Панталассамен* жабылған.

Архейдің басы, яғни эоархей және палеоархей (осыдан 4,0-3,2 млрд жыл бұрын) біздің планетаның ең аз зерттелген беті. Осы кезеңде қазіргі континенттердің негізінде жатқан гранитті қабат жаралған.

Архейдің соңында (мезоархей және неоархей, яғни 3,2-2,5 млрд жыл бұрын) континенттік қыртыс тұрақтанады. Ал протерозойдың басында ол біртұтас массив – *Пангея 0* суперконтинентін жасаған. Пангея әртүрлі түсініктер бойынша, қазіргі континенттердің 60-тан 80%-ыне дейінгі көлеміне сәйкес келуі мүмкін. Планетаның басқа жағында оған Әлем мұхиты – Панталасса сәйкес келген.

Палеопротерозойдың бірінші жартысында (2,2 млрд жылға дейін) қыртыстың салқындау процесі нәтижесінде қатаң және морттық қасиеттері пайда болған литосфера жарылып, суперконтинентте рифт ойпаңдары мен айырылымдар пайда болады. Бастапқы протерозойдың екінші жартысында (2,2-1,9 млрд жыл бұрын) бұл процесс күшейіп, Пангея 0 суперконтиненті көлденеңі жүздеген және бірнеше мың км болатын көптеген блоктарға – микротақталарға жіктеледі, ал айырылған блоктар арасында біршама терең сулы алаптар орнайды.

Бастапқы протерозой ағымында, тіршілік әлемінде көк-жасыл балдырлар – строматолит құрылыстары (олардың қалыңдығы кей жерлерде жүздеген метр) түзіледі. Бұл балдырлардың фотосинтездеуші әрекетінен оттегі бөлініп, атмосфера құрамы өзгере бастайды. Атмосферада таза оттегі пайда болу өз кезегінде тіршілік әлемінің өркендеп дамуын қамтамасыз еткен.

Палеопротерозойдың аяғында (1,8-1,6 млрд жыл бұрын) протогеосинклиндердің қатпарлы бастырма жүйесіне ауысуы протоплатформалардың бірігіп, континенттік қыртыстың қайта біртұтастануына және жаңа суперконтинент *Пангея I*-дің пайда болуына әкелген. Ал теңіздер суы қайта Панталассаға ығысқан.

Мезопротерозойдың (Рифейдің) басында (1,6–1,4 млрд жыл бұрын) суперконтинент Пангея I ұсатыла бастайды. Ортаңғы рифейде бұл процесс күшейе түседі. Бірақ оның аяғында суперконтинент өзінің тұтастығын қайта қалпына келтіреді. Тіршілік әлемінде қаңқасыз көп клеткалы организмдер пайда болады.

Протерозойдың соңында (0,85-0,54 млрд жыл бұрын) барлық платформалар тұтас бір континент – *Пангея II*-ге біріге бастаған, Тынық мұхит ойпаңы пайда болған. Байкал (рифей) тектоникалық циклінің нәтижесінде жер қыртысының бірқатар жаңа бөлікшелері платформалық кезеңге өтіп, көне платформалар қалыптасуын аяқтаған.

Палеозойда тіршілік әлемінде де айтарлықтай өзгерістер болған. Ордовик-силурде алғашқы омыртқалылар – балықтар, карбонда қосмекенді амфибиялар, яғни құрлыққа шыққан жануарлар пайда болады. Силур-девонда құрлықта алғашқы өсімдіктер өссе, соңғы девон-карбонда қалың өсімдік жабыны пайда болып, нәтижесінде көміржаралу кеңінен таралған. Мұнайжаралу одан да бұрын болған. Алғашқы мұнай шоғырлары рифейде белгілі (мұнай жаралу көзі теңіз балдырлары, т.б. болғаны көрінеді).

Палеозой эрасы (541–252,6 млн жыл бұрын) қозғалмалы Солтүстік Атлант, Орал-Охотск, Жерорта теңізі геосинклин белдемдерінің белсенді дамуымен сипатталады. Бастапқы палеозойдың соңында каледон тектогенезі деген атқа ие қатпаржаралу нәтижесінде тау құрылымдары – *каледонидтер* пайда болды. Олар денудацияланғаннан кейін жаралған платформалар *эпикаледондық* деп аталған. Ортаңғы және соңғы палеозой тектогенезі герциндік (варисцийлік) деген атқа ие. Осы кезеңде дамыған таулы-қатпарлы құрылыстар *герцинидтер* деп аталады.

Мезозой-кайнозой кезеңінде (252,6 млн жылдан бері) протерозойда салынған геосинклин белдеулері дамуын қайта жалғастырады. Мәселен, мезозой эрасының соңында геосинклин алқаптарының бірқатарында болған инверсия мезозой тектогенезінің білінуін көрсетеді. Ол *мезозойд* таулы қатпарлы құрылыстарының жаралуымен аяқталып, олар қирағаннан кейін *эпимезозойлық* платформалар пайда болған.

Мезозой эрасының басында континенттік қыртыс Лавразия мен Гондвананың бірігуінен біртұтас суперконтинент *Пангея II*-ге толық жиналған. Шығысында бұл континент массалары Тетис мұхитымен жіктелген, ал Тетис – Тынық мұхитпен жалғасқан.

Юра дәуірінде *Пангея II*-нің жіктелуі басталады, бор дәуірінде бұл процесс қарқындайды. Бордың аяғында Атлантика солтүстікке қарай жалғасып, Гренландияны Солтүстік Америкадан бөледі. Индия мұхиты кеңейе түседі. Австралия Антарктидадан бөлінеді.

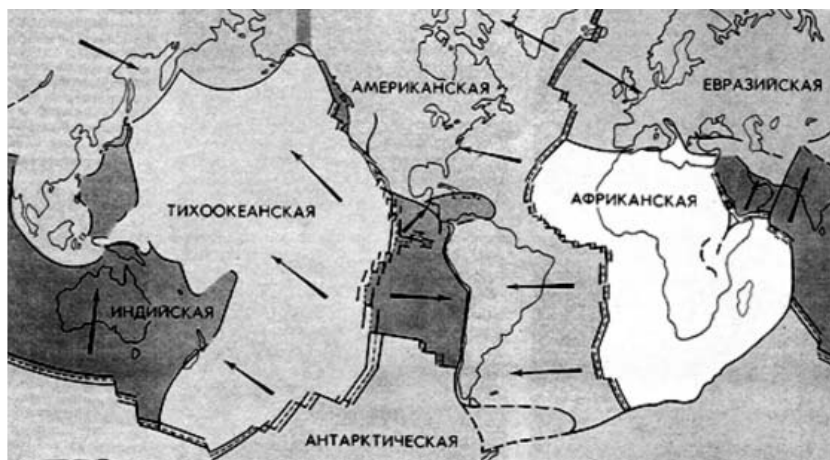
Мезозойдың басында (рэт-байос) Әлем мұхитының деңгейі қазіргіге жақын немесе одан төмендеу болған. Содан кейін көтеріліп, бордың аяғында максимумына жеткен. Ал сеноман ғасырында, қазіргі деңгейден 500 м-ден аса көтерілген. Соның нәтижесінде фанерозойдағы ең күшті трансгрессия орнаған.

Жердегі климат мезозой бойында жылы болып, мұзбасулар байқалмаған. Жануарлар әлемінде құрлықта жорғалаушылар мен қосмекенділер дамыған, құстар пайда болған, қарапайым сүтқоректілер өмірге келген.

Мезозой мен кайнозойдың аралығында (бор-палеоген) жануарлар әлемінде кембрийден бері қарай алғашқы ірі дағдарыс болады. Алып динозаврлардан бастап, ұсақ фораминиферлерге дейін (ірі нумулитидтер) жойылып кеткен.

Кайнозойда (66 млн жылдан бері) жекелеген бөлікшелерде орогендік кезең басталған. Қатпарлықтың кайнозой заманы *альпілік* деп, ал оның білінуі нәтижесінде пайда болған таулы қатпарлы құрылыстар *альпидтер* деп аталады. Кайнозой геосинклиндерінің қалыптасуы қазіргі заманда аяқталған. Бұл жерлерде әрекетті жанартаулар жинақталған, тектоникалық қозғалыстардың жоғарғы қарқындылығы, жерсілкінулер, т.б. байқалады (10.3-сурет).

Палеогенде тектоникалық белсенділік артады. Оның басты себебі – Еуразия мен оңтүстіктен келген микроконтиненттердің (Иран, Ауған, Индостан) соқтығысуы. Мұхиттар контуры қазіргіге жақындаған. Климат жылы ылғал болған. Әлем мұхитының деңгейі палеогенде соңғы бор заманымен салыстырғанда біршама төмен, бірақ олигоценнің ортасына дейін қазіргі кездегіден биіктеу болған. Олигоценнің аяғында оның деңгейі күрт батып, қазіргіден 400 м шамасында төмен болған. Ол тек миоценнің ортасында ғана қазіргі деңгейге жеткен.



10.3-сурет. Қазіргі литосфера тақталарының орналасуы

Миоценде Альпі-Гималай тау белдеуінің қалыптасуы жалғасады, қатпарлы-бастырмалы құрылыстар пайда болады. Оларға Апеннин, Карпат, Динарид, Үлкен Кавказ, Копетдаг кіреді. Платформалық режимде дамыған аумақтарды да таужаралу қамтиды. Мәселен, Тянь-Шань, Алтай, Саян, Забайкалье, Памир, Гиндукуш, Куньлунь, Наньшань, Циньлин, Тибет, т.б. тау жүйелері. Олардың көптеген шыңдары 7 км-лік деңгейге жетеді. Альпі-Гималай белдеуіндегі таужаралу қарқыны неоген бойы жалғасып, ең биік деңгейлерге төрттік кезеңінде жетеді.

Төрттік дәуірінде мұзбасулар әсерінен Әлем мұхиты деңгейі күрт өзгеріп отырған және климат жағдайлары да айтарлықтай өзгеріп, контраст белдеулер пайда болған.

Адамзат Жерде алғаш осыдан 3 млн жылдай бұрын пайда болса, оның өсіп-өніп, өркендеген ұрпақтары қазір 7,0 млрд-тан асып, планетамыздың барлық жерімен қоса ғарышты да игеруде.

Бақылау сұрақтары:

1. Геотектоникалық гипотезалар қалай жіктеледі?
2. Контракция гипотезасының мәнісі неде?
3. Жердің ұлғаю гипотезасының мәнісі неде?
4. Бүлкілдеу (пульсация) гипотезасының мәнісі неде?
5. Вегенер гипотезасының мәнісі неде?
6. А. Дю Тойт гипотезасының мәнісі неде?
8. Литосфералық тақталар тектоникасының ерекшеліктері?
9. Спрединг, субдукция, обдукция және коллизия деген не?
13. Жер қыртысы қандай геологиялық даму кезеңдерінен өткен?
14. Пангея және Панталасса дегендер не, олар қалай қалыптасып, қалай өзгеріп отырған?
15. Каледонид, герцинид, мезозоид және альпид дегендер не?

11. ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ

11.1 Геологиялық ақпарат алу және графикалық модельдеу

Адамның инженерлік әрекеті әрдайым жер қыртысының белгілі бір аудандарында немесе жекелеген бөлікшелерінде өтеді. Олар құрамы, жатыс пішіндері мен жаралу механизмі бойынша өте әркелкі таужыныс комплекстерінен тұрады. Геологиялық зерттеу процесінде геологиялық нысандарды, олардың өзара қатынасын және кеңістік пен уақыттағы өзгерістерін, қоршаған құбылыстармен және ортамен өзара қатынасын бағалауды зерделеу негізінде жер қыртысы бөлікшелерінің модельдері жасалады. Олар әдетте аумақтардың геологиялық құрылысының хаттамасы мен графикалық материалдарының бірлестігі болады. Бұл материалдар хаттаманы көрнекі түрде суреттейді және толықтырады. Зерделенетін ауданның графикалық модельдері жер бетінің де, оған іргелес жер қыртысы тереңдік бөліктерінің құрылысы, құрамы мен қасиеттері туралы қазіргі білімді де объективті көрсетеді. Мұндай графикалық модельдерге геологиялық карталар мен қималар, стратиграфиялық бағаналар, сұлбалар, т.б. жатады.

Жер қыртысын зерттеудің негізі әдісіне геологиялық түсіру (карталау) жатады. Оның мақсаты – геологиялық құрылысты, пайдалы қазбаларды зерделеу және белгілі бір масштабтағы геологиялық карта жасау. Геологиялық түсіру оны жүргізудің тәсілдері бойынша жер беттік және қашықтық түрлерге бөлінеді. Жер беттік түсіру кезінде таужыныстардың табиғи ашылымдары, бұрғылау ұңғымалары мен кен үңгімелері пайдаланылады. Көзмөлшерлеп зерттеу әдетте геофизикалық, геохимиялық байқаулармен және өлшеулермен толықтырылады (11.1-сурет).



11.1-сурет. Жер қойнауын зерттеу әдістері:
а) ғарыштан; б) ұшақтан; в) жер бетінен

Комплексті геологиялық түсіру түбірлік таужыныстарды карталаумен қатар, төрттік түзілімдерін түсіру жүргізілуімен сипатталады. Сондай-ақ мынадай арнайы түсірулер: құрылымдық, геоморфологиялық, гидрогеологиялық, инженерлік-геологиялық, металлогениялық, геофизикалық және т.б. жүргізіледі.

Жалпы жағдайда **геологиялық карта** деп топографиялық немесе географиялық негіздегі жер қыртысының белгілі бір бөлікшесінің, континенттер немесе тұтас жер шары геологиялық құрылысының шартты белгілер көмегімен жасалған графикалық бейнесін айтады. Геологиялық картада жасы, жаралуы, құрамы мен жатыс жағдайлары бойынша ажыратылатын таужыныстар ашылымдарының жер бетінде таралуы көрсетіледі.

Геологиялық карта түсіндірме жазбасымен бірге жер қыртысының қалыптасуы мен пайдалы қазбалар таралуының заңдылықтары туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Ол пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлау үшін және кен-өндіруші өнеркәсіптің перспективалық жоспарларын әзірлеуге ғылыми негіз болады. Түбегейлі геологиялық карталар барланған кенорындарды жобалауға, аршуға және игеруге, сондай-ақ кен жұмыстарын пайдалану кезінде жоспарлау үшін үлкен мәнге ие.

Карталарды құрастыру мен ресімдеудің стандартталған ережелері бар. Қазіргі нұсқаулықтардың талаптарына сай, геологиялық карталарды компьютердің көмегімен жасайды және ресімдейді. Геологиялық карта шартты белгілермен (легендамен), геологиялық қимамен, стратиграфиялық бағанамен сүйемелденіп, олар карта жақтауының тысына шығарылады. Картаның сол жағына стратиграфиялық бағана, оң жағына легенда, астыңғы жағына геологиялық қималар орналасып, анықтаушы жазбалар оның солтүстік жақтауының үстінен және оңтүстік жақтауының астынан орын алады. Әр карта сандық және графикалық (сызықтық) масштабтармен сүйемелденеді.

Таужыныстарды жасы, құрамы және жаралуы бойынша сипаттау үшін әртүрлі: түс, штрих, әріп және цифр шартты белгілер пайдаланылады (*11.1-кесте*).

11.1-кесте

Стратиграфиялық шкаланың индекстері мен түстері

Жүйе; <i>эпихрома</i>	Индекс	Түсі (бояуы)
Төрттік (квартер)	Q	Ашық немесе көкшіл сұр
Неоген	N	Лимон сары
Палеоген	P(E)	Сарғыш жирен
Бор	K	Жасыл
Юра	J	Көк
Триас	T	Күлгін
Пермь	P	Ашық қоңыр
Карбон	C	Сұр
Девон	D	Қоңыр
Силур	S	Сұрғылт жасыл
Ордовик	O	Күңгірт жасыл (темекі түсті)
Кембрий	Є(Є)	Көк-жасыл
<i>Протерозой</i>	PR	Қызғылт
<i>Архей</i>	AR	Күңгірт қызғылт

Түс белгілермен (бояумен) шөгінді және стратификатталған вулканогендік пен метаморфогендік таужыныстардың жасы халықаралық стандарттарға сай көрсетіледі. Мұнда белгілі бір жүйе бөлімдерінің таужыныстарын көрсету үшін қабылданған бояудың түс реңдері өзгертіліп пайдаланылады. Мысалы төменгі бөлімнің реңі қанықтау, ортаңғы бөлімнің – ашықтау, ал жоғарғы бөлім – ең ашық реңмен көрсетіледі. Ашық түспен магмалық таужыныстардың түсі көрсетіледі (мысалы, қышқылды таужыныстар ашық қызыл, негізділер – ашық жасыл, ультранегізділер – ашық күлгін, сілтілілер – ашық жирен түспен).

Штрих белгілермен (секпілмен) нүктелер, сызықшалар, жуандығы мен бағдарлануы түрлі штрихтер, дөңгелекшелер, крестшелер (айқыштар) және т.б. түрінде жаралу тегі әртүрлі таужыныстардың заттық құрамы бейнеленеді. Таужыныстардың басты литологиялық және петрографиялық типтері қарапайым белгілермен, аралық құрамды таужыныстар – осы белгілердің әртүрлі бірлестіктерімен немесе олардың күрделенген түрлерімен беріледі. Бір түсті карталарда штрих белгілермен сондай-ақ таужыныстардың жасы белгіленеді.

Әріп және цифр белгілер (индекстер) таужыныстардың жасы мен жаралуын көрсету үшін пайдаланылады. Грек әліппесінің әріптерімен интрузиялық, кейбір вулканогендік таужыныстардың құрамы белгіленеді (мысалы, қышқылды – γ , орташа – δ , сілтілі – ξ , негізді – ν , ультранегізді – σ).

Индекс шөгінді, вулканогендік және метаморфогендік таужыныстарды белгілеу үшін латын әліппесінің бас және кіші әріптері мен цифрлардан құралады. Алдымен жүйені белгілейтін латынның бас әрпі қойылып, оның төменгі оң жағына араб цифрымен бөлім көрсетіледі. Ары қарай кіші латын әріптерімен жікқабат белгіленеді, ал содан кейін төменгі оң жағында цифрмен жікқабатша көрсетіледі. Мысалы, K_{al_3} деген жазу мынаны белгілейді: бор жүйесі (K) төменгі бөлімі (I) альба жікқабатының (al) жоғарғы жікқабатшасы (3). Қажеттілігіне қарай әріптік белгілер комплекстерді, серияларды, свиталарды белгілеу үшін, сондай-ақ кейбір шөгінді, вулканогендік және басқа жаралымдардың генезисін көрсету үшін пайдаланылады.

Масштабтан тыс (сызықтық) белгілермен картада белгілік (маркалаушы) горизонттар (қабаттар), силдер, дайкалар, желілер, геологиялық шекаралар, айырымдылық бұзылыстар, таужыныстың жатыс жағдайлары, қатпарлар топсасының бағдарлануы, ең басты палеонтологиялық табылымдар, геологиялық-барлау үңгімелері көрсетіледі.

Геологиялық қималар. Геологиялық қима – бөлікшенің геологиялық құрылысының тік бағытты жазықтықтағы графикалық бейнесі. Оны геологиялық карталар бойынша немесе геологиялық-барлау үңгімелерінің деректері бойынша жасайды. Қима көрнекі түрде қабаттардың реттілігі мен қалыңдығын, олардың жатыс пішіндерін, интрузиялық таужыныс массивтері мен пайдалы қазба денелерінің тік жазықтықтағы жатыс пішіндерін, орналасуын көрсетеді. Қималарды салу, бояу, индексстеу геологиялық карта мен шартты белгілерге толық сәйкес жүргізіледі.

Геологиялық қималарды тұрғызу үшін геологиялық картадағы берілген бағыт бойынша алдымен топографиялық профиль сызылады. Осы топографиялық профильге геологиялық картадан қима сызығы қиып өтетін таужыныс қатқабаттарының шекаралары түсіріледі. Содан кейін қабаттардың жатыс жағдайлары бойынша де-

ректтерді пайдалана отырып, таужыныстардың тереңге қарай таралу шекараларын бейнелейді. Қиманың үстіңгі жағына оның аты, астыңғы жағына – сандық тік және көлбеу масштабтары, ал екі жағына – қиманың басы мен аяғының әріптік белгілері, әлем тараптары бойынша бағдарлануы жазылады.

Стратиграфиялық бағана белгілі бір масштабта таужыныстар қабатталуының реттілігін, олардың араларындағы жапсардың сипаты мен заттық құрамын көрсетеді. Бағананың стандарт формасы оның орталығында геологиялық бағананы (бояусыз шартты белгілермен), сол жағындағы графаларда бірегей шкала бойынша стратиграфиялық бөліктемелердің жүйеден жікқабатқа дейінгі жіктелімі мен индекстерін көрсетуді көздейді. Бағананың оң жағындағы жеке графада қатқабаттардың қалыңдығы, ал келесі кең графада – таужыныстардың сипаттамасы беріледі.

Бағана көбінесе картаға қарағанда ірілеу масштабта (карта жақтауының барлық ұзындығы бойынша созылған) тұрғызылады. Таужыныстардың жатыс жағдайларына тәуелсіз, олардың жапсары көлбеу сызықпен (қиып өтетін интрузиялық жаралымдардан басқасы) көрсетіледі. Таужыныстар үйлесімді жатқан кезде сызықтар түзу, ал үйлесімсіз жатса – көлбеу белесті болу керек.

Графикалық материалдардың басқа түрлеріне жататындар – ашылымдардың суреттемесі, жекелеген ұңғымалар мен кен үңгімелерінің геологиялық бағаналары, сонымен қатар арнайыландырылған пландар мен қималар, әртүрлі геологиялық көрсеткіштерінің мәндері изосызықтармен берілген пландар.

Бақылау сұрақтары:

1. Жер қыртысының графикалық модельдері деген не, оларды қалай жасайды?
2. Графикалық модель жасауға қажет геологиялық ақпаратты қалай алады?
3. Геологиялық түсірудің, яғни карталаудың мәнісі неде?
4. Геологиялық карта деген не?
5. Шартты белгілер (легенда) деген не, олар қандай түрлерге бөлінеді?
6. Геологиялық қима деген не?
7. Стратиграфиялық бағана деген не?

11.2. Геологиялық ортаның техногендік өзгерістері

Адамның әрекет ететін алқабы геологиялық орта болып табылады. Геологиялық орта деп нақты физикалық кеңістікті түсінеді. Оған жер қыртысының жоғарғы бөлігі және онымен де, өзара да әрекеттесетін Жердің сыртқы қабықтары кіреді.

Геологиялық орта Жердің сыртқы қабықтары мен жер бетінің күрделі өзара әрекеттесуі нәтижесінде әрі геологиялық процестерге көптеген эндогендік және экзогендік агенттердің ықпал етуінен қалыптасады. Табиғи тепе-теңдікті миллиондаған жылдар бойы тек қана табиғи факторлар анықтап келген. Бірақ қоғамның дамуы барысында, әсіресе қазіргі жағдайларда адамның табиғатқа әрекеті күшейе түсті, ал бірқатар жағдайларда планеталық сипатқа ие болатын салдарларды туындатуы мүмкін.

Адамның геологиялық ортаға тигізетін ықпалының барлық түрлерінің жиынтығы техногенез немесе антропогенез деп аталады. Бұл ықпалдар адамның инженерлік құрылыс, ауылшаруашылық, гидротехникалық, кен-техникалық және басқа әрекет түрлеріне байланысты. Техногенездің барлық типтерінің ішінде кен-техникалық жұмыстар ең үлкен мәнге ие болады. Өйткені олар жердің бетін ғана емес, сонымен қатар жер қыртысының терең қойнауларын да қамтиды.

Адамның геологиялық ортаға техногендік әсер ететін барлық алқабы техносфера, ал академик В.И. Вернадский *ноосфера* (грекше «ноос» – сана), яғни адам мен оның техникасының геологиялық ортаға саналы ықпал ететін алқабы деп атаған. Техногендік әрекет әрдайым жер қыртысының белгілі бір бөлікшесіне бағытталып, бір жағынан – геологиялық ортаның берілген бөлігінің қасиеттері мен процестерінің, ал екінші жағынан – әрекеттің сипаты мен қарқындылығының өзара байланысынан туындайтын салдарларға әкеледі. Геологиялық факторлардың ішіндегі ең елеулілеріне жататындар: ауданның тектоникалық және геологиялық құрылысы, геоморфологиялық және физикалық-географиялық ерекшеліктері, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлары.

Атмосфераның өзгеруі. Жердің бастапқы атмосферасы тотықсыздандырғыш болып, негізінен метаннан, аммиактан, су буынан тұрған. Өсімдіктің пайда болуымен туындаған фотосинтез реакциясы атмосфера ауасының құрамын азотты-оттектіге өзгертіп, атмосфера тотықтырғыш қабілетіне ие болған. Инженерлік-шаруашылық әрекеттің ықпалынан газдардың тепе-теңдігі бұзыла бастайды. Өткен 100 жыл ішінде көмірқышқыл газының концентрациясы шамамен 0,027%-дан 0,0325%-ға дейін артты. Егер оның атмосфераға бөлінуі осы деңгейде сақталса, онда ол ХХІ ғасырда 0,038%-ға дейін артуы мүмкін деп жорамалданады. Атмосфераға айтарлықтай көлемде күкірт қосылыстары түседі. Олардың басты көздеріне энергетика, түсті және қара металлургия жатады.

Гидросфераның өзгеруі. Су қабығына адамның тікелей және жанама әрекетінен оның сандық және сапалық өзгерулері, планетаның су режимі мен гидросфераның геологиялық ролін айтарлықтай өзгертеді. Су ластануының мынадай түрлері бөлінеді: тұрмыстық, агрохимиялық және өнеркәсіптік. Әдетте бұл түрлердің арасында айқын шекара жүргізу қиын.

Ластаушылардың арасында мұнай өнімдері мен радиобелсенді қалдықтар айрықша орын алады. Бір тамшы мұнай су бетінде диаметрі 0,3 м таңдақ жасайды. Мұнайдың өте жұқа жарғағының (пленка) өзі суды атмосфера ауасынан оқшаулап, көміртек-оттек алмасу режимін өзгертеді, булануды төмендетеді, экологиялық тепе-теңдікті бұзады. Жыл сайын мұхитқа 6 млн т-дай мұнай өнімдері түседі. Бұл ластану жаһандық сипатқа ие болуда.

Жекелеген аудандарда радиобелсенді бөлшектер концентрациясының өсуі үрей туғызады. Оны мұхитта немесе құрлықта радиобелсенді қалдықтарды көму туындайды.

Әлем мұхитының ластануы жаһандық сипатқа ие болуда. Есептеулер көрсеткендей, мұхиттарға жылына 25 млн т-дан аса темір, 400 мың т шамасында мырыш, мыс пен марганец, 180 мың т-дан аса қорғасын мен фосфор, 3 мың т-дай сынап түседі. Мұхит суының қатқабаты алып сүзгі сияқты. Өйткені суда континенттерден

әкелінетін органикалық пен минералдық заттар ериді, ыдырайды және мұхит түбіне шөгеді. Бірақ соңғы кезде техногендік ластану масштабының күрт артуына байланысты, ластану процесі мен судың өз бетінше тазаруы арасындағы экологиялық тепе-теңдік бұзылуда. Шамадан тыс ластанудың алдын алу бойынша тиімді шаралардың жоқ болуынан тепе-теңдіктің бұзылуы қайтымсыз болуға айналуы мүмкін.

Жерасты гидросферасы жалпы су тұтынуының (ауыз су, техникалық, шаруашылық су, т.б.) 25%-ын қамтамасыз етеді. Сондықтан техногенез салдарынан су құрамының өзгеруі суқамтамасыздау жағдайларында тікелей көрініс табады. Жерасты суының химиялық құрамы атмосфераның, жер беттік сушалардың, қар жамылғысының, Жер бетін (қалдықтар жиналған кезде, тыңайтқыштар мен улы химикаттар енгізген кезде) суландыру режимінің дұрыс жүргізілмеуінен, өнеркәсіптік және тұрмыстық ақабалардың түсуінен, өндіріс қалдықтарын жер астына көмуден (оның ішінде радиобелсенділерді де), канализация мен мұнай құбырларының ағуынан, т.б. ластану әсерінен өзгереді.

Техногенез ықпалынан өзгеріске ең көп ұшырайтындар – өнеркәсіпті қалалар, өнеркәсіптік (оның ішінде кен-рудалық) мекемелер, агрокомплексер ауқымындағы жер беті маңы сулы горизонттары.

Жер қыртысының құрамы мен құрылысы жер беті маңы бөлігінде минерал шикізат өндіру мен пайдалану деңгейінің ұдайы артуына байланысты өзгеріске ұшырайды. Қазір өндіріс технологиясында металдардың жартысына жуығы мен химиялық шикізаттың үштен бірі ысырап болады.

Кен жұмыстарын жүргізу нәтижесінде жер қыртысында көптеген химиялық элементтердің мөлшері азаяды. Мәселен, қазіргі кезде жер қойнауынан өндіріліп, жер бетіне жасанды жолмен 100 млн т-дан аса мыс, қорғасын, мырыш, қалайы мен алюминий шығарылған. Жер бетіне шығарылатын химиялық элементтердің мөлшері ары қарай да жылдам өсе бермек. Қазір жер қыртысының беткі жағында темір окисінің мөлшері 2 есе, қорғасын – 10 есе, сынап – 100 есе, күшәла – 150 есе шамасында артқан.

Бедердің өзгеруі. Жер бетінің бедері қала, жол, гидротехника, энергетика және басқа құрылыс жұмыстарын жүргізген кезде өзгеріске ұшырайды. Бедер күрт өзгеруінің артуына кен-өндіріс өнеркәсібінің ықпалы өте үлкен болады. Өйткені мұндай жағдайда бедердің оң да, теріс те пішіндері жасалады.

Тереңдігі мен ауданы бойынша пайдалы қазбаларды ашық (карьер) әдіспен өндіру кезінде жаралатын тереңдемелер айтарлықтай болады. Карьерлердің тереңдігі қазір 300-800 м-ге дейін жетті. Тереңдігі 1000 м-ге дейін, ал алаңының ұзындығы 2-5 км болатын карьерлер жобаланған.

Кен-өнеркәсіпті аудандарға кенсіз таужыныстар мен минерал шикізатты өңдеу қалдықтарын үйген кезде қалыптасқан қырқалы-төбелі техногендік бедер тән. Литосфера бедерінің техногендік түрленуі кен өндіру саласында басым.

Табиғи седиментогенездегі сияқты, техногендікте де заттың денудация және аккумуляция стадиялары бөлінеді. Бедердің теріс пішіндері техногендік денудацияға – кен массаларының орын ауысуы мен ысырылуына байланысты. Оң пішіндер техногендік аккумуляцияға (таужыныстар үйіндісі, террикон, дамба, қалдық қоймасы, шлам жинауыш, т.б.) байланысты жаралады.

Инженерлік-құрылыс әрекеті жер бетін тегістеуді (нивелирлеуді) көздейді. Ол үшін ойпаң бөлікшелерді толтырады, ал биіктеу жерлерді жонып алады. Қазір құрылыс пен аумақтарды игерген кезде реттелетін алаңдық биіктетулер қолданылады. Жасанды террасалардың биіктігі 1 м-ден 15 м-ге дейін, ал шайылма құм массивтері 2-8 м болады.

Техногендік әрекеттер – пайдалы қазбаларды жер астында шаймалаумен өндіру, жерасты құрылысы, жерасты суын қарқынды пайдалану, өсімдік жамылғысын жою, ақаба суды тастау, т.б. – карст жаралу процестерін туындатады әрі дамуына ықпал етеді. Техногенез күшейткен карст гипс-ангидрит және тұзды таужыныстарда кең дамыған.

Біздің елімізде жер қойнауын пайдалану Қазақстан Республикасының Парламенті бекіткен жер қойнауы мен қоршаған ортаны қорғау туралы заңдармен анықталады. Заңнамаларда қарастырылғандар: жер қойнауын толық әрі комплексті геологиялық зерделеу; жер қойнауынан негізгі пайдалы қазбалар қорын, олармен бірге жатқан пайдалы қазбаларды мүмкіндігінше толық айырып алу; атмосфера ауасын, жер бетін, орман, су мен басқа табиғи нысандарды кен үңгімелерінің зиянды әсерінен қорғау, т.б.

Пайдалы қазбаларды барлау мен өндіру үшін жер уақытша геологиялық және кен өндіруші ұйымдарға беріледі. Осыған сәйкес құнарлы жерлерде кенорындарды игеру, геологиялық-барлау, құрылыс және басқа жұмыстарды жүргізетін ұйымдар осы жер бөлікшелерін ауыл немесе орман шаруашылығында пайдалануға жарамды күйге келтіруге міндетті. Бүлінген жер бөлікшелерін оларды ары қарай ұтымды пайдалану мақсатында қайта қалпына келтіруге бағытталған шаралардың комплексі жерді рекультивациялау (қалпына келтіру) деп аталады.

Кенорындардан пайдалы қазбаны өндіру процесі ауаны ластандырудың үлкен қарқындылығымен сипатталады. Ластандыру көздеріне кен машиналарының іштен жану двигательдері, ашық кеніштегі жаппай қопарылыстар, карьер кертпештері мен таужыныс үйінділерінің жел дефляциясы, көмір қималары мен шахталарының газы, үйінділердің өртенуі жатады. Атмосфераны газ тәрізді ластанулар мен тозаңнан толық қорғау мәселесі әлі өзінің шешімін күтуде. Геологиялық ортаны қорғау мен ұтымды пайдалану проблемасында қосалқы мәселелер жоқ. Оны сәтті комплексті шешу адамзаттың болашағына байланысты.

Бақылау сұрақтары:

1. Геологиялық орта деген не?
2. Техногенез немесе антропогенез деген не?
3. Ноосфера деген не, осындай қабат болуы мүмкін бе?
4. Техногенез салдарынан геосфералар қандай өзгерістерге ұшырайды?
5. Геологиялық процестер техногенез ықпалына байланысты өзгере ме?
6. Геологиялық ортаны ұтымды пайдаланудың қандай жолдары бар?

II бөлім

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ БАРЛАУ

Кіріспе

Пайдалы қазба кенорындары туралы ілім геологиялық цикл ғылымдарына кіретін қолданбалы пән болып табылады. Ол кенорындарды геологиялық құбылыс ретінде зерттейді. Еліміздің экономикалық дамуына минерал шикізат базасының нығаюы мен ұлғаюы айрықша үлес қосады. Осыған байланысты бұл ілімнің негізгі мәселелеріне пайдалы қазба кенорындарының жаралу жағдайлары және олардың жер қыртысында таралу заңдылықтарын зерттеу кіреді.

Бұл мәселе өзінің сипаты бойынша теориялық болғанымен, үлкен практикалық мәнге де ие. Өйткені кенорындар генезисімен олардың мынадай негізгі геологиялық-өнеркәсіптік сипаттамалары: пайдалы қазбалардың жатыс жағдайлары, денелерінің пішіндері мен өлшемдері, заттық құрамы мен құрылымдық-бітімдік ерекшеліктері байланысты. Аталған параметрлер өз кезегінде іздеу-барлау және өндіріс жұмыстарының ұтымды бағыттары мен тиімділігін, өндірілген минерал шикізатты өңдеу сұлбасын анықтайды.

Пайдалы қазба кенорындары туралы ілім геологияның бір саласы болғандықтан, ол басқа геологиялық ғылымдармен де тығыз байланысты. Мысалы, петрография кенорындардың өзін де, олар орналасқан таужыныстар массивтерін де зерттейді, өйткені кенорындар осы массивтердің бөлігі болып табылады; минералогия мен геохимияны білу пайдалы қазбалардың құрамын, белгілі бір жағдайларда кенорындар жаралуға немесе олардың қирауына әкелетін компоненттердің шашырау және шоғырлану заңдылықтарын зерттеу үшін қажет.

Кенорындардың қалыптасуы әрдайым жалпы геологиялық процестер аясында жүреді. Бұл процестер жер қыртысының құрылысымен және дамуының өзіндік ерекшеліктерімен сипатталатын жекелеген бөлімшелері ауқымында өтеді. Пайдалы қазба кенорындары туралы ілім динамикалық және құрылымдық геология, геотектоника сияқты геологиялық ғылымдармен тығыз байланысты. Сонымен қатар, кенорындардың геологиялық жағдайын толық танып білу түбегейлі гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайларды зерттеусіз мүмкін емес.

Бейгеологиялық ғылымдардан пайдалы қазба кенорындары туралы іліммен физикалық химия тығыз байланысты, оның заңдары көбінесе минералжаралу процестерінің табиғатын таңдаған кезде пайдаланылады. Математика саласындағы білім, атап айтқанда оның ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика сияқты тараулары геологиялық барлау деректерін өңдеу және алынған нәтижелерді тиянақты пайымдау үшін қажет. Пайдалы қазбалар туралы ілім геологиялық-экономикалық ғылым болып табылады, өйткені әр кенорын іздеу мен барлаудан өндіріске дейінгі игерудің барлық сатыларында өзінің экономикалық мәні туралы анық бағасын алу керек.

Тарихи мағлұмат. Пайдалы қазба кенорындарының геологиясы туралы ілімнің қалыптасуы мен дамуы кен кәсібінің пайда болуымен және кен ісінің ары қарай жетілуімен тығыз байланысты. Кен өнеркәсібінің әртүрлі салаларының дамуы пайдалы қазбаларды анықтауға негізделіп, оларды танып білуге жол ашқан. Бұл саладағы білімнің жинақталуы біртіндеп пайдалы қазба кенорындары туралы ілімнің, кенорындарды іздеу мен барлау әдістерінің қалыптасуына әкелді.

Адамзат көне замандардан бері тұрмыс мақсатында түрлі минералдар мен таужыныстарды пайдаланып келеді. Алғаш адамдар әртүрлі бейметалл пайдалы қазбаларды – шақпақтас, кварц, мүйізтас, кварцит, әктас, құмтас, саз бен тастұзды қолданған. Мәселен, Қазақ даласында алғашқы тас құралдар осыдан 2 млн жылдан астам уақыт бұрын Үлкен Қаратау жотасының Арыстанды өзені аңғарында табылған. Бұл құралдарды ең алғашқы қарапайым адамдар шақпақтас тасмалталарын жартылай өңдеп жасаған. Бастапқы палеолит заманынан неолитке дейінгі адамдар пайдаланған тастан жасалған еңбек құралдары Қазақстанның барлық аудандарында табылған.

Адамдар біртіндеп металдарды игеріп, олардан өздерінің тұрмысына қажет құралдарды жасаған. Академик Әлкей Марғұланның археологиялық зерттеулері Жезқазған кенорнында алғашқы мыс құралдар осыдан 3-4 мың жылдай бұрын жасалғанын көрсетті. Мыстан кейін қола қорытып, одан әртүрлі құралдар жасау қолға алынған. Алғашқы кеншілер осыдан 2-3 мың жыл бұрын Жезқазғаннан басқа Шатырқұл, Жайсан (Кендіктаста), Тұйық (Кегенде), Кенді Алтай, Орта Азия түсті металл кенорындарында кен өндіріп, қола қорытқан. Осыдан 2,5 мың жылдай бұрын темірді қолдану адамдар өміріне айтарлықтай мәдени өзгеріс әкелді, осы кезден мәдени өмірдің жаңа сатысы – *темір ғасыры* басталды. Қазақ даласында алғашқы темір кені өндірілген кеніш Абайыл кенорнында (Оңтүстік Қазақстан облысы, Түркібасы ауданында) табылған. Осы ашық кеніштен өндірілген оңай балқитын қошқыл теміртастан құрыш қорытылып, сапалы еңбек құралдары мен қару-жарақ жасалған.

Асыл металдар, мұнай мен көмір де ежелден пайдаланылып келеді. Алтынды қолдану тарихы 14 мың жылдай уақытты қамтиды, яғни металдардың ішінде адам тұрмысында алғаш сомтума алтын қолданылған. Бірақ оның жұмсақ және ауыр болуына байланысты еңбек құралдары ретінде пайдаланылуы шектеліп, әшекей және зергерлік бұйымдық мәні ғана сақталған. Мұнайдың пайдаланылуы қола ғасырынан бері белгілі. Алтын, күміс, әсемтастардан жасалған мыңдаған бұйымдар, ыдыс пен басқа да тұрмыстық заттар Есік қорғанынан табылған «Алтын адамның» сүйегімен бірге қазып алынған, осыдан 2200 жылдай бұрын жасалған бұл бұйымдар – біздің аталарымыздың жоғары мәдениеттілігін көрсететін ескерткіштер.

Сонымен, Қазақ даласында кен өндіру ісі осыдан 3-4 мың жыл бұрын басталған. Бұл замандарда кенорындардың жер бетіне шыққан жоғарғы бөліктері ғана игеріліп, кен өндіру ашық тәсілмен жүргізілген. Осыған байланысты пайдалы қазбалар туралы білімнің даму деңгейі төмен болған. Дегенмен ортағасырлық заманның басында кенорындар туралы алғашқы мәліметтер Ибн Сина (Авиценна), Әл-Бируни және басқа ғалымдардың еңбегінде жинақталып, жазыла бастаған.

Кенорындар туралы біршама толық мәліметтер орта ғасырларда жиналған. Осы кезден бастап жекелеген ұсақ кен өндіруді біршама ірі, тұрақты кен өндіретін кеніштер алмастырады. Кен өндіріп, металл қорыту жұмыстары Батыс және Орталық Еуропада, кейінірек – Оралда, Алтай мен Сібірде қарыштап дами бастады. Кенорындар мен кен ісі туралы алғашқы ірі ғылыми қорытындылаулар Агрикола (Георг Бауэр) мен Рене Декарт еңбектерінде келтіріледі.

Пайдалы қазба кенорындары туралы ғылымның негізін жасауда М.В. Ломоносов (1711-1765) айрықша рөл атқарды. Ол өзінің “Жер қабаттары туралы”, “Жердің сілкінуінен металдардың тууы туралы сөз”, “Металлургия немесе кен істерінің

алғашқы негіздері” атты еңбектерінде кен минералдары жаралуының теориясын баяндаған, кенорындардың тектоникамен байланысын көрсеткен, тотыққан рудаларды кенорындар іздеуге пайдаланудың мәнін дұрыс бағалап, кенорындардың жіктелімін жасаған. М.В. Ломоносовтың көмір, мұнай, асфальт, битумды тақтатас пен янтарь органикалық заттардан жаралған деген пікірі принциптік тұрғыдан дұрыс болып шықты.

Ресейде М.В. Ломоносовтан кейін И.И. Лепехин, М.Е. Головин, Н.Я. Озерцовский, Н.П. Рычков, П.С. Палас, Г.К. Разумовский, олардан кейін В.М. Севергин, Д.И. Соколов, Г.И. Щуровский және т.б. зерттеулерінің мәні үлкен болды. *Кен ведомствосы* ашылып, оның басшылығымен геологиялық жұмыстар құлаш жайды, жекелеген аудандардың алғашқы геологиялық карталары жасалды. Петербургте 1773 жылы Кен училищесі (кейін Кен институты, 1991 жылдан Кен университеті) ашылып, ол көптеген әйгілі ғалымдар мен кен инженерлерін даярлап шығарды. Бұл оқу орны геологиялық ғылымдар мен кен өнеркәсібінің дамуына айрықша үлес қосты. 1825 жылы «Кен журналы» шыға бастады.

Батыс Еуропа мен АҚШ-та кен өнеркәсібінің жылдам дамуына байланысты, XVIII-XIX ғғ. геология мен кенорындардың жаралу жағдайына арналған көптеген ғылыми жұмыстар жарық көрді. Геологияның дамуына А. Вернер, Д. Геттон, олардан кейін Э. де Бомон, Б. Котта, К.Г. Бишоф пен басқалардың еңбегі едәуір ықпал жасады.

Ресейде XIX ғ. соңында капитализмнің дамуы геологиялық зерттеу жұмыстарын да жандандырды. Осыған байланысты Орал, Алтай, Сібірмен қатар Қазақстан мен Кавказды зерттеу де қолға алынып, бұл аймақтарға арнайы мамандар жіберілді. 1892 жылы құрылған *Геологиялық комитет (Геолком)* әртүрлі аудандарда кең ауқымды жүйелі геологиялық зерттеу жұмыстары мен жаңа кенорындар іздеуді ұйымдастырады. Жезқазған мыс кенорны, Қарағанды мен Екібастұз тас көмір алаптары, Спасск, Өспен мен Кенді Алтай түсті металдар кенорындары тіркеліп, өндіріс жұмыстары қолға алынды. Геолком 1901 жылы Кавказдың мұнайлы аудандарын зерттеуге кірісті.

Осы кезде Геолкомның ірі ғалымдарының (А.П. Карпинский, В.А. Обручев, И.М. Губкин, П.И. Степанов және т.б.) қатарына ғалымдардың жаңа легі келіп қосылды. Мәселен, А.Г. Архангельский, А.Г. Бетехтин, Ю.А. Билибин, В.И. Вернадский, И.Ф. Григорьев, А.Н. Заварицкий, В.М. Крейтер, Д.В. Наливкин, П.М. Русаков, Н.Г. Кассин, В.И. Смирнов, С.С. Смирнов, П.М. Татаринов, М.А. Усов және т.б. қысқа мерзім ішінде геология, пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлау туралы қазіргі ғылымның негізін қалады.

Қазақстан геологиясы қуатты ғылыми-өндірістік салаға айналды. 1920-шы жылдары жас геологтар Мерғали Қаділбеков пен Қаныш Сәтбаев ерен еңбек атқарып, түсті металдар мен басқа пайдалы қазбалардың ірі кенорындарын ашты. 1950-ші жылдары академик Қ.И. Сәтбаевтың басшылығымен геологияның жаңа саласы – *металлогения* дамыды. Әртүрлі пайдалы қазба кенорындарын зерттеген ғалымдар – Қ.И. Сәтбаев, Р.А. Борукаев, Ш.Е. Есенов, А.Қ. Қайыпов, С.Г. Анкинович, Е.А. Анкинович, И.И. Бок, Г.Ц. Медоев, Г.Л. Кушев, Е.Д. Шлыгин және т.б. геология ғылымын дамудың жаңа сатысына көтерді. 1995-98 жылдары С.Ж. Дәукеевтің басшылығымен

осыған дейін атқарылған геологиялық жұмыстарды қорытындылайтын Қазақстан аумағындағы негізгі минерал шикізат түрлері бойынша анықтамалық әдебиеттер жарыққа шықты. Қазір елімізде белгілі 2270-тен аса пайдалы қазба кенорындары мен кенбілімдері көрсетілген масштабы 1:1 000 000 “Қазақстан пайдалы қазбаларының” картасы мен оның түсіндірме жазбасы жасалынды (2002-2003 жж.) Елімізде кен өндіруші мекемелердің шикізат базасын нығайту мен жаңа кенорындар ашу көкейтесті мәселелердің бастысы саналады. Бұл өз кезегінде кенорындарды іздеу мен барлау жұмыстарын күшейтуді талап етеді.

Пайдалы қазбалар туралы ілімнің мәні. Пайдалы қазба кенорындары туралы ілім кен ісінің практикалық мәселелерімен тығыз байланысты. Кенорындар геологиясын білуге оларды ұтымды игеру де негізделеді. Осы себепті бұл пән үлкен экономикалық мәнге ие.

Шын мәнінде, кез келген кенорын еңбек пен кен өндірісінің нысаны болып табылады. Пайдалы қазбалардың қоры, кен денелерінің жатыс жағдайы мен морфологиясы кенорындарды ашу мен өндіру тәсілін таңдауда негізгі рөл атқарады. Аталған факторлармен қатар, пайдалы қазбалар мен оларды сыйыстырушы таужыныстардың қасиеті және құрылысы, олардың тектоникалық бұзылғандығы мен жарықшақтылығы өндіріс жүйесін, минерал шикізатты өндірудің технологиялық сұлбасын, кен үңгімелерін өрбітудің бағыттарын, оларды қазу мен бекітудің тәсілдерін таңдауға әсер етіп, жер қойнауынан пайдалы қазбаларды айырып алудың толықтығын анықтайды.

Пайдалы қазбалардың заттық құрамы, құрылымы мен бітімі өндірілген минерал шикізатты өңдеу технологиясын таңдау үшін өте маңызды. Пайдалы қазбалардың кеңістікте таралу заңдылықтарын білу шикізатты өңдеу тиімділігін оны бөлектеп өндіру арқылы арттыру, пайдалы қазбаның сапасын өндіру кезінде бағыттап қалыптастыру үшін қажет. Пайдалы қазбалардың және оларды сыйыстырушы таужыныстардың құрамын, құрылымы мен қасиеттерін, кенорындардың тектоникасын, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайларын түбегейлі зерттеу, минерал шикізат өндірудің жаңа технологиялық тәсілдерін іздестіру мен енгізу үшін төтенше маңызды. Мысалы: жер астында балқыту (күкірт), жерастылық шаймалау (мыс, уран, минерал тұздар), қатты жанғыш қазбаларды жер астында газға айналдыру (көмір, жанғыш тақтатастар) және т.б.

Пайдалы қазбаларды зерттеу әдістері. Кенорындарды зерттеудің түпкі мақсаты, олардың экономикалық мәнін анықтауға мүмкіндік беретін геологиялық-өнеркәсіптік бағалау болып табылады. Бұл мақсатқа пайдалы қазба денелерінің геологиялық жатыс жағдайлары мен морфологиясын, заттық құрамы мен құрылымдық-бітімдік ерекшеліктерін, кенорындардың генезисін анықтау арқылы ғана жетуге болады. Пайдалы қазбаларды зерттеу әдістері далалық және лабораториялық түрлерге бөлінеді.

Далалық зерттеулер тұтас кенорынның немесе оның жекелеген бөлікшелерінің геологиялық-құрылымдық жағдайын анықтау, кен жатындарының пішінін, өлшемдерін, құрылысы мен құрамын бағалау, олардың сыйыстырушы таужыныстармен арақатынасын білу үшін жүргізіледі. Далалық зерттеулер кезінде геофизикалық деректерді кең пайдалану арқылы түбегейлі геологиялық карталау орындалады.

Лабораториялық зерттеулер пайдалы қазбалардың құрамын, құрылысы мен технологиялық қасиеттерін түбегейлі зерттеуге бағытталған. Кеннің заттық құрамын үлкейткіш микроскопты пайдалану арқылы минералогиялық және петрографиялық зерттеулер бойынша нақтылайды, химиялық құрамын химиялық және спектрлік талдау жүргізіп анықтайды. Арнайы зерттеу әдістерін (рентген-құрылымдық, термикалық, люминесценттік және т.б.) минералдардың құрамы мен құрылысын дәл диагноздау үшін қолданады. Пайдалы қазбалардың технологиялық қасиеттерін бағалау физикалық-техникалық және физикалық-химиялық сынаулар көмегімен жүргізіледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Пайдалы қазба кенорындары туралы ілімнің алдында қандай негізгі теориялық және практикалық мәселелер тұр?
2. Пайдалы қазба кенорындары туралы ілімнің іргелі геологиялық және кен ғылымдарымен байланысы қандай?
3. Пайдалы қазба кенорындары туралы ілімнің негізгі даму кезеңдері қалай сипатталады?
4. Пайдалы қазба кенорындары туралы ілімнің кен ғылымына және өндіріске инженерлер даярлау үшін маңызы қандай?
5. Пайдалы қазбаларды зерттеудің қандай негізгі әдістері бар?

2.1-тарау. ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТ

12. КЕНОРЫНДАР ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

12.1. Негізгі түсініктер және анықтамалар

Пайдалы қазба – экономиканың әртүрлі салаларында пайдаланылатын табиғи минералдық агрегат. Одан табиғи түрде немесе алдын ала өңдеу (уату, іріктеу, байыту) жүргізілген соң қажет металдар немесе минералдар айырып алынады. Физикалық күйі бойынша пайдалы қазбалар газ тәрізді, сұйық және қатты түрлерге бөлінеді. Газ тәрізділерге – көмірсутек құрамды жанғыш газдар мен жанбайтын инертті газдар; сұйықтарға – мұнай, тұздық, су; қаттыларға – пайдалы қазбалардың көпшілігі жатады, олар химиялық элементтер немесе олардың қосылыстары, сонымен қатар кристалл, минерал және таужыныстар түрінде қолданылады.

Өнеркәсіптік пайдаланылуы бойынша пайдалы қазбалар металл, бейметалл, жанғыш немесе каустобиолит, гидроминералдық және газминералдық түрлерге бөлінеді.

Металл пайдалы қазбалар металдар мен элементтер айырып алу үшін қажет.

Бейметалл пайдалы қазбаларға құрылыстық таужыныстар (табиғи құрылыстық тастар, құм, саз, тас құю шикізаты, шыны мен керамика шикізаты), индустриялық шикізат (алмас, графит, асбест, слюдалар, асыл және әшекей тастар, пьезокристалдар, оптикалық минералдар), сонымен бірге химиялық және агрономиялық шикізаттар (күкірт, флюорит, барит, галит, калий тұздары, апатит, фосфорит) жатады.

Жанғыш қазбаларға торф, қоңыр көмір, тас көмір, антрацит, жанғыш тақтатас, озокерит, мұнай мен жанғыш газ кіреді. Олар энергетикалық және металлургиялық (кокс) отын, химия өнеркәсібінің шикізаты ретінде пайдаланылады.

Газ минералдық шикізатқа жанбайтын инертті газдар: гелий, неон, аргон, криптон және т.б. жатады.

Гидроминералдық пайдалы қазбаларға жататындар: жерасты суы (ауызсу, техникалық, шипа немесе минералды су); құрамында айырып алуға жеткілікті мөлшерде құнды элементтер (бром, йод, бор, радий, ванадий және т.б.) кездесетін мұнай суы; тұздықтар (көл тұздықтары, минералды балшық пен ұйық). Маңызды гидроминералдық шикізатқа мұхит пен теңіз суын жатқызуға болады, ол тұщы су мен көптеген құнды элементтер айырып алу үшін пайдаланыла алады.

Руда (кен) – құрамындағы құнды пайдалы компоненттердің (металдар, олардың қосылыстары, минералдар) мөлшері қазіргі экономиканың, техника мен технологияның ахуалы тиімді айырып алуға мүмкіндік беретін, әр салада пайдалануға жеткілікті минерал шикізат. Алғаш руда термині металл пайдалы қазбаларға қолданылған. Бұл термин біздің ежелгі сақ қандастарымыздың кенді ұралап қазып алуына байланысты, яғни *ұрада* деген сөзінен шығуы мүмкін. Қазіргі заманда айырып алынатын компоненттің түріне байланысты металл рудалар бөлінеді.

Мәселен темір рудасы, мыс рудасы, қорғасын рудасы, алтын рудасы және т.б. Ал компоненттерінің санына қарай монометалды (мономинералды), биметалды (биминералды) және полиметалды (полиминералды) рудалар болады.

«Пайдалы қазба» және «руда» деген түсініктердің мағынасы белгілі дәрежеде шартты. Олар экономиканың тарихи кезеңдердегі түрлі минерал шикізатты тұтыну қажеттілігіне тән, оларды өндірудің технологиялық мүмкіндіктері мен экономикалық жағдайларын, өңделуінің мүмкіндігі өнеркәсіпте пайдаланылуын көрсетеді.

Мәселен, В.И. Вернадскийдің мәліметтері бойынша, адамзат көне ғасырларда 18 элементті ғана тұтынса, XVIII ғ. басталғанда олардың саны 25, XIX ғ. – 47, XX ғ. басында – 54, ал XX ғ. ортасында 80 химиялық элементке жеткен, оларға 12 трансурандық элемент (1970 ж. ашылған) кірмейтінін ескеру керек. XX ғасырда пайдалы қазбаларға калий тұздары, уран рудалары, нефелин, перлит, волластонит және т.б. көптеген минерал шикізат түрлері қосылған. Темірлі кварциттер (1955 ж. оларды байыту технологиясы қолданылған соң) мен апатит-магнетит рудалары (1930-шы жылдары томастық тәсілмен балқыту енгізілуіне байланысты) да өнеркәсіптік мәнге ие болды. Соңғы жылдары техниканың жаңа салаларында шашыранды металдарға (германий, галлий, рений, индий, осмий және т.б.) деген қажеттілік артты. Сирекжер элементтерді айырып алу технологиясын қолдану, оларды арнайы жоғары сапалы болат пен қорытпалар металлургиясында қарқынды пайдалануға жол ашты.

Пайдалы қазбаларға деген қажеттіліктің артуы оларды өндіру көлемінің өсуіне әкелді. Минерал шикізаттың көптеген жаңа түрлері соңғы техника салаларында қаттылығы, беріктігі, басқа да арнайы қасиеттерінің жоғары көрсеткіштеріне сай келетін жаңа конструкциялық материалдарға қажеттілігіне байланысты өнеркәсіптік пайдалануға ене бастады. Кейбір металдардың тапшылығы оларды басқа металдармен немесе бейметалл шикізатпен алмастыру қажеттігін анықтады. Ал оларды өндірудің күрт артуы өз кезегінде құрылыс көлемінің артуына, минерал тыңайтқыштарды кең қолдану – химиялық өнеркәсіптің дамуына әкелді. Пайдалы қазбаларды өндірудің орасан масштабы, оларды өндіру мен өндегенде мүмкіндігінше толық айырып алу қажеттігін, пайдаланудың комплекстілігін арттыру мен шығынды азайтуды шешу мәселелерін алға шығарды.

Пайдалы қазбалар жер қыртысының белгілі бір бөлікшелер ауқымында шоғырланады. Олар масштабының кішірею реті бойынша провинцияларға, алқаптарға (белдеулер, алаптар), аудандарға немесе түйіндерге, алаңдарға, кенорындарға, кен-білінімдерге және кен денелеріне бөлінеді.

Пайдалы қазбалар провинциясы – жер қыртысының ірі бөлікшесі, ол платформа немесе қатпарлы белдем аумағында орналасады. Оның ауқымында өзіне тән кенорындар болады. Осындай белгісі бойынша Шығыс Еуропа және Сібір платформасы провинцияларын бөледі. Орал (герцинидтер), Кавказ (альпидтер) және т.б. да провинциялар бар. Провинциялар, сонымен қатар минерал шикізат түрлері бойынша металлогендік, көмірлі, мұнай-газдыларға бөлінеді. Металлогендік провинциялар арасында прекембрий платформаларының, герцин, мезозой және альпілік қатпарлы белдеулер провинциялары жіктеледі. Көмірлі провинциялар көмір жиналудың негізгі

кезеңдері бойынша карбон, пермь-юра, соңғы бор, палеоген-неоген провинцияларына бөлінеді. Провинциялардың ауданы өте қомақты, жүздеген мыңнан миллиондаған шаршы километр болады.

Пайдалы қазбалар алқабы – провинцияның бөлігі, құрамы мен жаралуы бойынша белгілі бір кенорындар жиынтығымен сипатталады. Олар провинцияның геологиялық құрылысын анықтайтын бір немесе топтанған ірі тектоникалық элементтерінде орналасады. Мұндай құрылымдарға платформаларда – қалқандар, антеклиздер мен синеклиздер, қатпарлы алқаптар ауқымында – антиклинорийлер, синклинорийлер, шеткі және тауарлық ойыстар, орталық массивтер жатады. Пайдалы қазба алқаптарының ауданы ондаған мыңнан жүздеген мың шаршы километрге дейін. Мұндай алқаптар ауқымында орналасқан кенорындар белдеулік немесе алаптық сипатқа ие.

Пайдалы қазбалар белдеуі – кенорындар сызықтай созылған тектоникалық құрылымдар ауқымында орналасқан алқап. Металлогендік немесе рудалы, мұнай-газды және көмір жиналу белдеулері бөлінеді. Рудалы белдеудің нақты мысалы ретінде Кенді Алтай полиметалды (өлшемі 300x400 км) және Яна-Индирик-Колыма алтын кенді (өлшемі 1000x(60-100) км) белдеулерін айтуға болады.

Алап – шөгінді пайдалы қазба қабаттары тұтасқа жуық үзіліссіз таралған алқап, оның ауданы жүздеген шаршы километрден мыңдаған шаршы километрге дейін. Мұнайдың (Батыс Қазақстан, Волга-Орал, Батыс Сібір), көмірдің (Қарағанды, Екібастұз, Торғай, Майкөбе, Донецк, Печора, Кузнецк, Москва), минералдық тұздар (Каспий маңы), металл (темір – Торғай, марганец – Қаражал) мен бейметалл алаптары белгілі.

Пайдалы қазбалар ауданы (түйіні) – алаптың бөлігі, ол кенорындардың жергілікті шоғырлануымен сипатталады. Кенді аудандар жүздеген км²-ден мыңдаған шаршы км²-ге дейін, көмір жиналу түйіндері одан да үлкен. Мысал ретінде Шығыс Забайкалье полиметалды кенорындардың 29 түйінін алуға болады. Қарағанды тас көмір алабы төрт ауданға бөлінеді (шығыстан батысқа қарай): Жоғарғы Соқыр, Қарағанды, Шерубай-Нұра және Тентек.

Пайдалы қазбалар алаңы – жаралуының ортақтығымен және геологиялық құрылымының бірнеше км²-ден ондаған км²-ге дейін жететіндігімен сипатталатын кенорындар бірлестігі. Кенді алаңдардың мысалы: Алмалық, Жезқазған, Талнах және т.б. Пайдалы қазбалар алаңы кенорындардан, ал кенорындар пайдалы қазба денелерінен тұрады.

Пайдалы қазбалар кенорны – олардың геологиялық денелер түрінде табиғи шоғырланған жер қыртысының бөлікшесі. Кенорындағы минерал шикізаттың мөлшері мен сапасы экономика мен техниканың қазіргі жағдайында өнеркәсіптік өндіріс нысаны бола алады. Пайдалы қазбаның жер қойнауындағы масса немесе көлем бірлігімен өлшенетін мөлшері оның *геологиялық қоры* деп аталады.

Кенорындарға өнеркәсіп қатаң талаптар қояды. Бұл талаптар пайдалы қазбаларды өндірудің техникалық мүмкіндігімен және экономикалық тиімділігімен анықталады. Жер қойнауындағы пайдалы қазбалардың мөлшері мен сапасына және кенорынның кен-геологиялық жағдайларына қойылатын талаптардың жиынтығы *өнеркәсіптік*

кондициялар деп аталады. Сонымен, «пайдалы қазбалардың кенорны» деп аталатын түсінік тек қана геологиялық емес, негізінен *геологиялық-экономикалық* болып шығады.

Кенбілім – өндіруге жеткіліксіз немесе әлі толық зерттеліп болмаған минерал шикізат жиынтығы. Ол тиісті геологиялық бағалаудан кейін кенорынға айналуы мүмкін.

Пайдалы қазба (кен) денесі немесе *жатыны* деп барлық жағынан шектелген минерал заттар жиынтығын айтады. Ол жекелеген геологиялық құрылым элементтерінде немесе олардың комбинацияларында орналасады. Әр кенорын ауқымында бір немесе бірнеше кен денелері болуы мүмкін.

12.2. Кенорындарды игерудің геологиялық жағдайлары

Пайдалы қазба денелерінің морфологиялық сипаттамасы

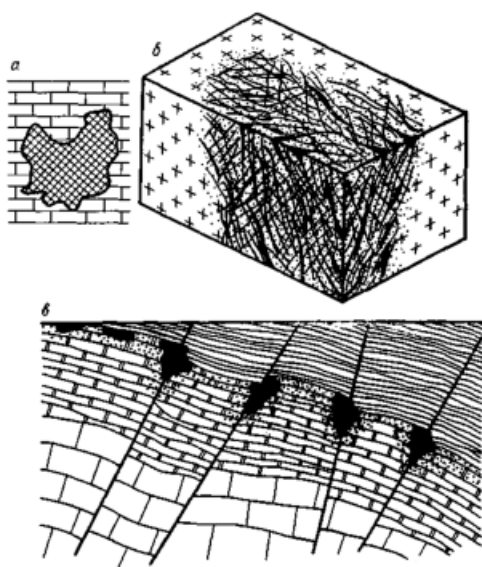
Пайдалы қазба жасайтын минералдар агрегаты жер қыртысында пішіндері мен кеңістіктегі жағдайы әрқилы геологиялық денелер түрінде орналасады. Пайдалы қазба денелерінің (кенорындарының) морфологиялық параметрлері көптеген факторларға – пайдалы қазбалардың жаралу жағдайларына, өздері орналасқан жер қыртысы бөлікшелерінің геологиялық құрылысына, бұл бөлікшелердің пайдалы қазбалар жаралған кезінен қазіргі күндерге дейінгі даму ерекшеліктеріне байланысты. Пайдалы қазба денелерінің (кенорындарының) морфологиялық сипаттамасын зерттеу оларды барлаудың ұтымды жобаларын жасау үшін де, тиімді игеру мәселелерін шешу үшін де үлкен практикалық мәнге ие.

«Пайдалы қазба денелерінің морфологиясы» деген түсінікке кіретіндер:

- 1) денелердің пішіні;
- 2) сыйыстырушы таужыныстармен жапсарының сипаты және пішіні;
- 3) сыналануының сипаты;
- 4) қалыңдығы және оның өзгергіштігі;
- 5) жатыс жағдайлары;
- 6) кенденудің біркелкілігі;
- 7) сыйыстырушы таужыныстармен жаралу уақыты бойынша арақатынасы;
- 8) сыйыстырушы таужыныстардың құрылымдық элементтері мен жатыс жағдайлары бойынша арақатынасы;
- 9) жатысы мен таралуының тереңдігі;
- 10) пострудальдық тектоникалық процестермен бұзылғандық дәрежесі мен сипаты.

Кен денелерінің (жатындарының) пішіні. Кез келген кенорынды зерттеген кезде міндетті түрде анықтауды қажет ететін элементтердің бастысы – кен денелерінің, яғни пайдалы қазба шоғырланған көлемнің конфигурациясы саналады. Өлшемдердің арақатынасы бойынша жатындардың негізгі үш морфологиялық типі бөлінеді: изомертрлі, жалпақ (тақта пішінді) және ұзыншақ (құбыр тәрізді).

Изометрлі денелердің үш өлшемі де шамамен бірдей болады. Оларға шток, шток-верк, буцена (кен қапшықтар), ұя және бүйрек пен сеппелер сияқты ұсақ бөлінімдер жатады (12.1-сурет).

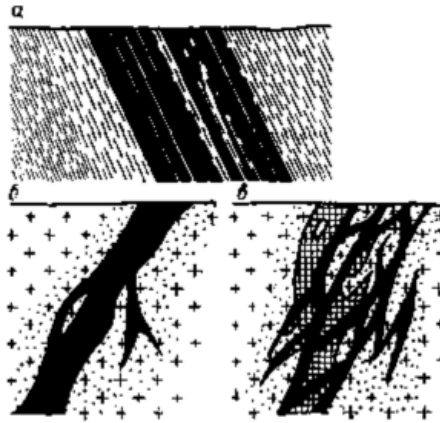


12.1-сурет. Изометрлі пайдалы қазба денелерінің пішіні:
а – шток (план), б – штокверк, в – ұялар (қима)

Шток деп ірі (10 м-ден асатын) изометрлі жатынды айтады, ол тұтас минерал шикізаттан тұрады. Оның мысалы ретінде тастұз денелерін, гидротермалық, метасоматоздық жатындарды, магмалық таужыныс массивтерін айтуға болады. Егер жатындардың өлшемі 10 м-ден кіші болса, оларды *буцаналар* немесе *кен қаптары* деп атайды. Мұндай денелерді кейбір кенорындардағы алтын, қорғасын-мырыш, хромит, сынап және т.б. рудалы жатындар құрайды. Өлшемі ондаған см-ден бірнеше м-ге дейін жететін кенді минерал шоғырлары *ұя* деп аталады. Шток, кен қаптары мен ұялары бір бағытта жалпайса, олар *линзаға* айналады. Өлшемдері бірнеше см-ден аспайтын минералдар агрегаты *бүйректер* деп аталады, олар ары қарай ұсақталып *сеппелерге* айналады.

Штокверк – әртүрлі бағдарланған және минерал зат сеппеліктеріне қаныққан желішіктермен кесіліп, түйрелген таужыныстардың біршама изометрлі көлемі. Штокверк ауқымында өнеркәсіптік жатынның шекарасы сынамалау деректері бойынша анықталады. Мұндай жағдайда руда деп кондициялар талаптарына сай келетін, минералданған желішіктермен тілгіленген таужыныс массасын қарастырады. Штокверктердің мысалы ретінде мыс, қалайы, молибден, алтын және т.б. пайда қазбалардың кейбір кенорындар денелерін айтуға болады.

Жалпақ (тақта тәрізді) денелер екі үлкен және бір кіші (қалыңдығы) өлшемімен сипатталады. Олар табиғатта ең көп таралған морфологиялық типті құрайды. Оларға кабаттар мен желілер жатады (12.2-сурет).



12.2-сурет. Тақта тәрізді (жалпақ) пайдалы қазба денелерінің пішіні:
а – күрделі қабат, б – қарапайым желі, в – күрделі желі

Қабат – көбінесе шөгінді текті, қапталдас таужыныстардан біршама параллель қабатталу (қабаттың табаны мен жабыны) беттерімен жіктелген тақта тәрізді кен денесі. Қабаттар құрылысы бойынша қарапайым және күрделі болады. Қарапайым қабаттың құрамы біркелкі, оған сыйыстырушы таужыныс қабатшалары кірмейді. Күрделі қабат пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныс қабатшаларының кезектесіп қабатталуынан тұрады.

Шөгінді емес пайдалы қазба кенорындарының пішіні қабаттарға жақын келетін денелерін *қабат тәрізді жатын* деп атайды.

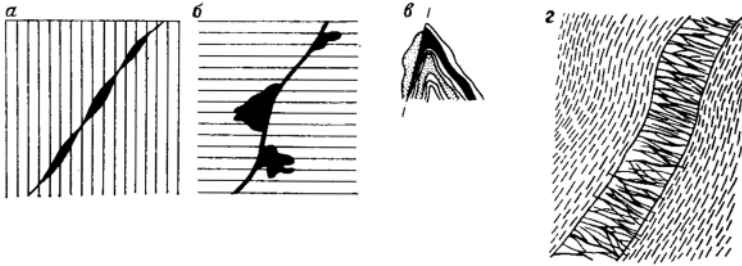
Желілер – таужыныстардағы пайдалы қазбаның минерал затына толған жарықшақтар. Оларды, сонымен қатар қабат тәрізді денелер санайды. Өйткені созылымы мен төмен қарай таралуы ондаған және жүздеген метр болса, ал үшінші өлшемі – қалыңдығы көбінесе бірнеше см мен бірнеше метр аралығында ғана болады.

Желі минерал затының сыйыстырушы таужыныстармен жанасқан беттерін *зальбанд* деп атайды. Желі маңындағы таужыныстар көбінесе оларға минералданған ерітінділердің әрекет ету нәтижесінде өзгеріске ұшырайды және минералданады. Осының салдарынан желі төңірегінде желі маңы өзгерісінің ореолы жаралады. Ореол ауқымында таужыныстардың қасиеті айтарлықтай өзгереді (беріктік сипаттамаларының артуы да, төмендеуі де мүмкін), ал кейде пайдалы компоненттердің өнеркәсіптік концентрациясы түзіледі. Желінің қалыңдығы күрт азайған кезде, ол жұқарады немесе сыналанып жоғалып кетеді, ал қалыңдығы артқан кезде делдиеді.

Желілер де қабаттар сияқты қарапайым және күрделі түрге бөлінеді. Қарапайым желілерге жекелеген минералды жарықшақтар жатады, ал күрделілері – өзара қиылысқан жарықшақтар жүйесінен, уатылу белдемінен, қабатшаларға жіктелу бөлікшелерінен тұрады.

Морфологиясының детальдары бойынша желілер арасында моншақ тәрізді, камераланған, ер тәрізді, сатыланған, парақталған және басқа түрлері бөлінеді. Желілердің жиынтығы кейде желілі алаңдар жасайды (*12.3-сурет*).

Тор тәрізді желілерде негізгі рудалы желіден оның жатқан және аспалы қапталдары бағытында тіл сияқты бұтақшалар таралады, оларды *анофиза* деп атайды. Мұндай пішіндер слюдалы және сирек металды пегматит кенорындарының көпшілігіне тән. Сатыланған желі жұмсақтау таужыныстар арасында орналасқан морт таужыныстар қабаттары мен дайкаларындағы көлденең жарықшақтар жүйесінен тұрады.

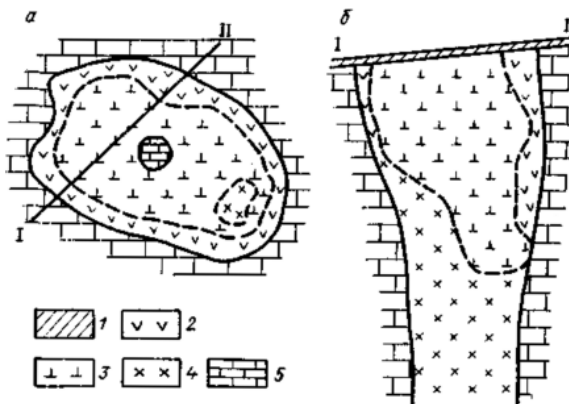


12.3-сурет. Пайдалы қазба денелерінің желі пішіндері:

a – моншақ тәрізді; *б* – камералық; *в* – ер тәрізді; *г* – сатыланған

Тақта тәрізді денелердің өлшемдері мен жатыс жағдайларын анықтайтын негізгі геологиялық элементтерге жататындар: созылу бағыты мен созылымы бойынша ұзындығы, еңістік бағыты мен бұрышы, еңістігі бойынша ұзындығы, сонымен қатар қалыңдығы. Кен денелері көлбеу немесе еңіс жатқан жағдайларда, оларды үстінен жауып жатқан, яғни жабыны үстіндегі таужыныстар – аспалы қаптал таужыныстары, ал астындағылар – жатқан қаптал таужыныстары деп аталады.

Бағана (құбыр) тәрізді ұзыншақ кен денелері бір осі бойынша созылған пайдалы қазбалардан тұрады. Мұндай денелердің көлденең қимасы изометрлі, эллипс және линза тәрізді болуы мүмкін (*12.4-сурет*).



12.4-сурет. Құбыр тәрізді дене: *a* – геологиялық план; *б* – кимберлит түтікшесінің

қимасы (*А.П. Бобривич бойынша*); *1* – тасындылар; *2* – *4* – кимберлит;

2 – өзгерген сары, *3* – өзгерген жасыл, *4* – шамалы өзгерген;

5 – карбонат таужыныстар

Құбыр тәрізді денелердің морфологиясы мен жатыс жағдайлары олардың бату (немесе сүңгу) бұрышымен, бату бағыты бойынша ұзындығымен және көлденең қимасының ауданымен анықталады. *Бату бұрышы* – құбыр тәрізді дене осі мен көлбеу жазықтық арасындағы бұрыш, оның мәні 0-ден 90°-қа дейін өзгереді. Дененің көлденең қимасының өлшемдері мен осінің ұзындығы өзгеріп тұрады. Пайдалы қазба кенорындарында құбыр тәрізді денелер өте сирек кездеседі. Олардың ең көп тараған өкілдері – алмасты кимберлит түтікшелері мен руда бағаналары. Руда бағаналары деп пайдалы компоненттерге байыған, жұтан рудалар арасында орналасқан бағана пішінді бөлікшелерді немесе қалыңдығы күрт артқан желі бөлікшелерін айтады. Мұндай желілердің көлденең қимасы изометрлі әрі еңістігі бойынша ұзын болады. Руда бағаналары көбінесе әртүрлі бағдарланған желілер қиылысқан жерлерде жаралады.

Пайдалы қазба денелерінің жапсары деп олардың айналасындағы (сыйыстырушы) таужыныстармен шекарасын айтады. Денелер еңіс немесе көлбеу жатқан жағдайларда жоғарғысын *аспалы жапсары*, ал төменгісін *жатқан жапсары* деп атайды. Сипаты бойынша жапсар *айқын (күрт)* – егер пайдалы қазбалар мен сыйыстырушы таужыныстар арасындағы шекара жай көзбен-ақ көрінетін болса немесе *біртіндеген* – егер пайдалы қазбаның тұтас массасы таужыныстарға сеппеліктерінің біртіндеп азаю белдемдері арқылы ауысса, түрлерге бөлінеді. Жапсар айқын білінбеген жағдайда пайдалы қазба мен таужыныстар арасындағы шекара сынамалау нәтижелері бойынша анықталады. Пішіні бойынша жапсарлар тегіс және күрделі (ирелең) болады.

Сыналану – пайдалы қазба денелерінің созылымы мен еңістігі бойынша жұқарып барып бітуі. Сыналанудың негізгі үш түрі бөлінеді: *қарапайым* – пайдалы қазбаның қалыңдығы біртіндеп азайып барып толық жойылады; *доғал* – пайдалы қазба созылым немесе еңістік бағытында күрт аяқталады (мысалы, тектоникалық бұзылыс бойынша жылжу нәтижесінде немесе эрозиялық поцестермен кесіліп кеткенде); *күрделі* – пайдалы қазба денесі жұқа қабатшалар мен желішіктерге тарамдалса немесе ретсіз шашырап кетсе.

Пайдалы қазбаның қалыңдығы – таужыныстардың қалыңдығы сияқты жабыны (аспалы жапсар) мен табаны (жатқан жапсары) аралығындағы қашықтық. Қалыңдық *нақты* (ең қысқа аралық) және *көрінетін* (ашылымдағы жабын мен табан аралығындағы кез келген қашықтық) түрлерге бөлінеді. Пайдалы қазба қалыңдығының геологиялық анықтамаларымен қатар өнеркәсіптік деген де түсініктері бар. Пайдалы қазбалардың игеруге жеткілікті саналатын минимал қалыңдығын *жұмыстық* деп атайды. Қалыңдықтың бұл түрін кейде *минимал өндірістік* немесе *кондициялық* дейді. *Өндірілетін* деп пайдалы қазбалар мен өндіру кезінде қоса алынатын жапсарлас таужыныстардың жиынтық қалыңдығын айтады. *Пайдалы қалыңдық* өндірістік қалыңдық ауқымындағы пайдалы қазба қабатшаларының жиынтығымен анықталады.

Тақта тәрізді кенорындар бір қабаттан да, көп қабаттардан да тұруы мүмкін. Көп қабатты кенорындарда “*өнімді қатқабат*” деген түсінік қолданылады, оның қалыңдығы пайдалы қазбамен қапталдас таужыныстар қалыңдығының жиынтығынан

тұрады. Мұндай жағдайда өнімді қатқабаттың барлығы да, әр кен денесі немесе денелер тобы да бір-бірінен бөлек өндірілуі мүмкін. Өнімді қабаттың байлығы *өнімділік коэффициентімен* (көмірлі қабат үшін) немесе *кенділік коэффициентімен* (пайдалы қазбалардың басқа түрлері үшін) анықталады. Бұл коэффициенттің мәні пайдалы қазбалардың жиынтық қалыңдығының өнімді (кенді) қатқабаттың жалпы қалыңдығына қатынасына тең.

Кен денесінің жайғасу жағдайлары (жалпы кез келген геологиялық дене сияқты) оның кеңістіктегі орналасуын сипаттайды. Пайдалы қазба денелерінің жатыс жағдайларын сипаттауға таужыныстар үшін қолданылатын жатыс (созылым сызығы, еңістік сызығы, еңістік бұрышы) элементтерінен басқа жаңа элементтер: өрлеу сызығы мен бұрылысы қосылады.

Өрлеу сызығы еңістік сызығы сияқты (созылым сызығына перпендикуляр тік жазықтықтың геологиялық дене бетімен қиылысы), бірақ еңістік сызығына кері қарай кен денесінің ең өр бағыты бойынша жоғары қарай бағдарланады. Өрлеу бұрышы еңістік бұрышына тең.

Пайдалы қазба денесінің бұрылуы – кен денесінің ұзын осінің тереңдеген сайын созылым бағытынан ауытқуы. Кен денесінің ұзын осі мен созылым сызығы аралығында жаралған бұрышты бұрылу бұрышы деп атайды.

Жатыс сипаты бойынша пайдалы қазба денелері (таужыныс сияқты) көлбеу, еңіс (моноклин), қатпарлы және қатпарлы-жарылымды жатады. Пайдалы қазба денелерінің жатыс жағдайын сипаттағанда, кен-геологиялық сипаттамасы ретінде олардың жатыс элементтерінің орташа мәндерін ғана емес, өзгергіштігін де ескеру керек.

Кенденудің ұстамдылығы (біркелкілігі) пайдалы қазбаның оның жұмыстық контуры (немесе қалыңдығы) ауқымындағы өзгергіштік (немесе ұдайылылық) дәрежесін сипаттайды. Осы тұрғыдан алғанда жатынның төрт типі бөлінеді:

1) ұстамды – пайдалы қазба денесінің ауқымында оның барлық ауданы (және қалыңдығы) бойынша, пайдалы қазбаны өндіруге келмейтін бөлікшелері болмайды;

2) біршама ұстамды – жұмыстық контур ауқымында кенденуі бойынша өндіруге жарамсыз немесе кенсіз бөлікшелер кездескенімен, мұндай бөлікшелердің жалпы ауданы пайдалы қазба денесінің жалпы ауданының 25% шамасынан аспайды;

3) ұстамсыз – жұмыстық контур ішінде қалыңдығы бойынша өндіруге келмейтін (немесе кенсіз таужыныс) бөлікшелері 25-50% болады;

4) өте ұстамсыз – бейкондициялық бөлікшелердің немесе кенсіз таужыныстардың ауданы жатынның барлық ауданының 50%-нан асады.

Рудаланудың ұстамдылығы рудалылықтың аудандық немесе көлемдік коэффициентімен (Kp) де сипатталуы мүмкін: ұстамды – $Kp > 0,9$; біршама ұстамды – $Kp = 0,75-0,9$; ұстамсыз – $Kp = 0,5-0,75$ және өте ұстамсыз – $Kp < 0,5$.

Сыйыстырушы таужыныстармен жасы бойынша арақатынасына қарай кен денелері (кенорындар) екі топқа бөлінеді: синегенезисті және эпигенезисті (*12.1-кесте*).

Пайдалы қазбалар денелері пішінінің жіктелімі

Геометриялық белгілері бойынша	Сыйыстырушы таужыныстарға қатынасы бойынша	
	сингенезисті	эпигенезисті
Изометрлі	Шток, ұя	Шток, ұя, штокверк
Тақта тәрізді	Қабат, линза	Желі, линза, жасмық
Құбыр тәрізді	–	Құбыр, кен бағанасы

Сингенезисті денелер өздерін қоршаған таужыныстармен бір уақытта немесе соған жақын уақытта қалыптасады. Мұның мысалы ретінде барлық шөгінді кенорындарды айтуға болады.

Эпигенезисті денелер деп өздерін сыйыстырушы таужыныстардан кейін жаралғандарды айтады. Бұл топқа әртүрлі желілер мен алмасты жарылыс құбырлары жатады.

Сыйыстырушы таужыныстардың жатыс жағдайлары мен құрылымдар элементтерінің арақатынасы бойынша үйлесімді және қиюшы денелер бөлінеді.

Қиюшы денелер – таужыныстарды қиып орналасатын немесе жатыс жағдайлары өздерін сыйыстырушы таужыныстар мен құрылымдар элементтерінің жатыс жағдайларынан едәуір ауытқитын пайдалы қазбалар. Қиып орналасатын денелер сыйыстырушы таужыныстармен салыстырғанда эпигенезисті болады.

Үйлесімді денелер арасында толық үйлесімді жатындар бөлінеді. Ондай пайдалы қазба сыйыстырушы таужыныстардың жатыс жағдайларымен (және элементтерімен) толық үйлесімді болады. Мұндай денелер өздерін сыйыстырушы таужыныспен сингенезисті жаралады (барлық шөгінді кенорындар осындай).

Эпигенезисті денелер осы белгілері бойынша үш түрге бөлінеді:

1) үйлесімді немесе сыйыстырушы таужыныстар қабаттылығының элементтерімен үйлесімдіге жақын (минералданған қабаттар, гидротермалық шөгінді және инфильтрациялық кенорындар);

2) қапталдас таужыныстар қабатталуымен үйлесімсіз, бірақ әртүрлі құрамды немесе генезисті таужыныстардың жапсарлық беттерімен үйлесімді (стратификацияланған интрузиялардағы, скарндағы, морудың қалдық кенорнындағы денелер және т.б.);

3) қапталдас таужыныс қабаттарымен үйлесімсіз немесе қабаттылықсыз таужыныстарда жататын, бірақ руда сыйыстырушы құрылымдардың жатыс жағдайларымен немесе орналасуымен (әртүрлі ретті тектоникалық жарықшақтармен, жарықшақтардың бір-бірімен қиылысуымен, қатпарлардың құлыптық бөліктерімен және т.б.) үйлесімді.

Жайгасу тереңдігі – тік бағыт бойынша жер бетінен пайдалы қазба денелерінің жоғарғы шетіне дейінгі тереңдік. Осыған байланысты кен денелері беткі (жер бетіне шығады), жер беті маңы (тереңдігі 100 м-ге дейін) және терең жатқан (тереңдігі жер бетінен 100 м-ден асады) түрлерге бөлінеді.

Кенденудің таралу тереңдігі – жер бетінен кенденудің төменгі шекарасына дейінгі қашықтық.

Кенденудің құлашы – таралу тереңдігі мен жатыс тереңдігінің айырмасы.

Кез келген пішінді кен денелері кейде минералданудан кейінгі тектоникалық деформациялармен бұзылып, кенорынның бастапқы құрылымын күрделендіреді және кен қазу жұмысын жүргізгенде көбінесе айтарлықтай қиындық туындатады. Біріншіден, олар кен денелерінің пішінін өзгертеді, өндіріс жағдайларын нашарлатады немесе мүмкіндігінен айырады. Екіншіден, тектоникалық бұзылыс белдемдерімен грунт суы қозғалады. Үшіншіден, мұндай белдемдерде пайдалы қазба мыжылады әрі уаытылады, оның сапасы нашарлайды, кен үңгімелерін қазу және бекіту қиындайды.

Минералданудан кейінгі тектоникалық бұзылыстар (деформация) қатпарлы және айырылымды түрлерге бөлінеді. Қатпарлы бұзылыстар металл, бейметалл мен көмірдің шөгінді кенорындарына ерекше тән. Егер мұндай бұзылыстарға иілмейтін қатаң пайдалы қазбалар (темір рудалары, әктас) ұшыраса, қабат қалыңдығының өзгерісі байқалмайды. Пластикалы пайдалы қазбалардың қатпарлы деформациялануы кезінде (гипс, көмір, тұз, графит), қабаттардың қалыңдығы қанаттарында азаяды, ал қатпар құлыптарында артады.

Кенорындарда ең көп таралған айырылымды бұзылыстар – лықсымалар, қаусырмалар және ығыспалар. Олар экзогендік кенорындарға да, эндогендіктерге де тән. Әртүрлі бұзылыстардың комбинациялары да жиі кездеседі. Лықсымалар мен қаусырмалар жатындардың және жылжытушысының созылымдарымен арақатынасы бойынша бойлық, көлденең және диагональ түрлерге бөлінеді.

Айырылымды тектоникалық бұзылыстарды зерттеген кезде жекелеген блоктардың жылжу бағытын анықтаудың маңызы үлкен. Ол пайдалы қазба денесінің ығысқан бөлігін табуға көмектеседі. Осы мақсатта қабаттардың бүктелуі (жұмсақ таужыныс қабаттары көбінесе қозғалыс бағытында бүктеледі), сырғу айнасындағы атыздар (атыз тереңдігі қозғалыс бағытында азаяды), үйкеліс сазшасындағы «қабаттылықтың» бағдарлануы, т.б. геологиялық және құрылымдық белгілер пайдаланылады.

Пайдалы қазбалардың сапалық сипаттамасы

Барлық пайдалы қазбалар жер қыртысында әртүрлі физикалық-химиялық жағдайларда қалыптасып, эндогендік және экзогендік геологиялық процестердің өзара әрекеті мен ықпалының нәтижесі болып табылады. Осының салдарынан олардың сапалық сипаттамасы әртүрлі және мынадай факторларға байланысты: жаралу процестері мен олардың ерекшеліктеріне, жатыс жағдайларына, қоршаған таужыныстың құрылымы мен құрамына (химиялық және минералдық), жер қыртысының кен денелері орналасқан бөлікшелері ауқымындағы құрылысы мен ерекшеліктеріне, жер беті бедерінің тілімденгендігіне және т.б.

Пайдалы қазбалардың сапалық сипаттамаларын зерттеудің барлау торабының параметрлерін анықтау үшін маңызы өте жоғары. Бұл параметрлерге геологиялық ақпараттың толықтығы мен анықтығы және барлаудың ұзақтығы мен бағасы бай-

ланысты болады. Сонымен қатар, сапа көрсеткіштерімен көпшілік жағдайда кен өндіруші кәсіпорынның экономикалық көрсеткіштері де байланысты. Өйткені олардың көмегімен пайдалы компоненттердің саны және минерал шикізаттың байытылуы мен өңделуі анықталды.

Жалпы алғанда, минерал шикізаттың сапасы оның пайдалану сапасына (қолданылуына) сай келетінін, сақталғыштығы мен технологиялылығын анықтайды. Пайдалы қазбалардың қолданылуына байланысты қасиеттеріне (сипаттамасына) жататындар: заттық (минералдық және химиялық) құрамы, бітімдік-құрылымдық сипаттамасы, негізгі пайдалы компоненттердің мөлшері, ілеспе пайдалы компоненттердің мөлшері, зиянды компоненттердің мөлшері, кенорны немесе кен денесі ауқымында пайдалы және зиянды компоненттердің таралуы.

Кен-руда шикізаттың сапасы пайдалы минералдар мөлшерімен және олардың өнеркәсіптік пайдалану мүмкіндігі мен жағдайларын білдіретін айрықша қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіштер жиынтығымен анықталады. Әртүрлі минерал шикізаттың мұндай қасиеттеріне жататындар: алмастың түсі, кристалдық құрылымында ақаулардың болмауы; асбест талшықтарының иілгіштігі; ұзындығы мен қышқылға төзімділігі және т.б. Ең басты көрсеткіштері – МЕМСТ бойынша шикізаттың сорттылығы және әр сорттың шығымы.

Пайдалы қазбалардың сапасы олардың өнеркәсіптік мәнін анықтайтын физикалық-техникалық қасиеттері бойынша да бағаланады. Табиғи тас құрылыс материалдары үшін мұндай көрсеткіштерге беріктігі, әсемдігі, блоктылығы және т.б. жатады. Көмірдің сапасын сипаттайтын негізгі қасиеттері – күлділігі, ылғалдылығы, кесектілігі, минерал қоспалар, күкірт пен фосфордың мөлшері, жылу бөлгіштігі.

Минерал шикізатқа қатысты *сақталғыштық қасиеттері* (ұзақ уақыт жатқанда өзінің қасиетін өзгеріссіз сақтау қабілеті) – моруға төзімділігі, нығыздалуға және өз бетінше жануға қабілеті, т.б. Бұлар кеннің заттық құрамына, құрылымдық-бітімдік сипаттамасына, сондай-ақ физикалық-химиялық және физикалық-механикалық көрсеткіштеріне байланысты.

Технологиялылық (шикізаттың байытылуын және өңделу ерекшеліктері мен жағдайларын анықтайтын қасиеттер) – байытылғыштық, флотациялану, түрпілік және т.б. – кеннің заттық құрамына, құрылымдық-бітімдік сипаттамасына және физикалық-механикалық қасиеттеріне байланысты.

Минерал шикізаттың технологиялық қасиеттері:

- шикізаттың минералдық (фазалық) құрамы, жекелеген минералдар бойынша пайдалы компоненттер мен зиянды қоспалардың таралуы;
- минерал түйірлердің пішіні мен өлшемдері, олардың бір-бірімен және таужынысжасаушы мен желілік минералдармен кірігу сипаты, минерал агрегаттардың бітімі мен құрылымы;
- минерал шикізат пен олардың құрамындағы пайдалы минералдардың физикалық қасиеттері, олардың қаттылығы, морттығы, тығыздығы, сыйыстырушы таужыныстар мен желілік массаның химиялық және минералдық құрамы.

Сонымен, «пайдалы қазбаның сапасы» деген түсінік мынадай көрсеткіштер комплексінен тұрады:

- 1) заттық (минералдық және химиялық) құрамы;

- 2) құрылымдық-бітімдік сипаттамасы;
- 3) негізгі, ілеспе және зиянды компоненттердің мөлшері;
- 4) кенорын немесе пайдалы қазба денесі ауқымында құнды және зиянды компоненттердің таралуы;
- 5) физикалық-механикалық және физикалық-химиялық қасиеттері.

Металл және бейметалл кендердің заттық құрамы руда немесе құнды және оларға ілеспе бейруда немесе желілік минералдардың арақатынасымен анықталады. Металл кендерде руда минералдар құнды металдардан тұрады (12.2-кесте), ал бейметалл кендерде – құнды минералдар құрамында металлоид элементтер болады немесе олардың өзі айрықша қасиеттеріне байланысты практикалық қызығушылыққа ие болады.

Өртүрлі кенорындарда руда минералдармен оларға ілеспе желілік минералдар арасындағы сандық қатынас кең ауқымда өзгереді. Мәселен, алтынды кварц желілерде алтынның үлесіне проценттің мыңдаған бөліктері ғана келсе, ал полиметалды рудаларда галенит пен сфалериттің мөлшері 30-50% шамасына дейін жетеді; бай темір рудалары толығымен дерлік руда минералдардан тұрады.

Минералдардың басты бөлігінің құрамы бойынша рудалардың мынадай типтері бөлінеді:

1) сомтума немесе табиғи таза – мыс, алтын, платина сияқты сомтума металдар мен интерметалдық қосылыстар;

5) сульфаттар – барий, стронций, кальций сульфаты;

6) фосфаттар – апатит пен фосфорит бейметалл рудалары, сонымен қатар кейбір металдардың фосфаты;

7) силикаттар – темір, марганец пен мыстың біршама сирек рудалары; кең тараған силикат бейметалл қазбалар – слюда, асбест, тальк;

8) галоидтар – минерал тұздар мен флюорит.

Пайдалы қазба типтері деп олардың кеңістікте шоғырлану мүмкіндігін ескеретін минералдық құрамы, бітімдік және құрылымдық ерекшеліктері бойынша бөлінетін табиғи түрлестерін айтады. *Өнеркәсіптік сорттарға* өндірілуі ұтымды және алынатын өнімнің қажет сапасын қамтамасыз ететін пайдалы қазбалардың бір немесе бірнеше табиғи типтері кіреді.

12.2-кесте

Рудалардың басты құнды минералдары

Элемент	Минерал	Формуласы	Элемент мөлшері, %	Тығыздығы, г/см ³
Алюминий	Диаспор	AlO(OH)	47,2	3,3
	Бёмит	AlO(OH)	47,2	3,0
	Гидрагиллит (гиббсит)	Al(OH) ₃	36,2	2,4
	Нефелин	Na[AlSiO ₄]	18,9	2,6
	Алунит	KAl ₃ [SO ₄] ₂ (OH) ₆	20,5	2,7

Барий	Барит	(Ba, Sr) [SO ₄]	58,0	4,3
Бериллий	Берилл	Be ₃ Al ₂ [Si ₆ O ₁₈]	5,1	2,7
Вольфрам	Вольфрамит	(Fe, Mn)[WO ₄]	60,5	7,0
	Шеелит	Ca[WO ₄]	63,8	6,0
Темір	Магнетит	Fe ₃ O ₄	72,3	5,2
	Гематит	Fe ₂ O ₃	70,0	5,2
	Лимонит	FeO(OH)×nH ₂ O	55,0	4,0
	Сидерит	Fe[CO ₃]	48,1	3,8
	Ильменит	(Mg, Fe)TiO ₃	36,8	4,5
Калий	Сильвин	KCl	52,4	2,0
	Карналлит	KCl×MgCl ₂ ×6H ₂ O	14,1	1,6
Литий	Сподумен	LiAl[Si ₂ O ₆]	8,1	3,2
	Лепидолит	KLi ₂ Al[Si ₄ O ₁₀](F,OH) ₂	3,7	2,8
Марганец	Пирролюзит	MnO ₂	63,2	4,8
	Манганит	MnO(OH)	62,5	4,3
	Псиломелан	mMnO×MnO ₂ ×nH ₂ O	45,0	4,6
Мыс	Сомтума мыс	Cu	100,0	8,8
	Халькозин	Cu ₂ S	79,8	5,7
	Ковеллин	CuS	66,5	4,7
	Халькопирит	CuFeS ₂	34,6	4,2
	Борнит	Cu ₅ FeS ₄	63,3	5,2
	Куприт	Cu ₂ O	88,8	6,0
	Малахит	Cu ₂ [CO ₃](OH) ₂	57,5	4,0
	Азурит	Cu ₃ [CO ₃] ₂ (OH) ₂	55,3	3,8
Молибден	Молибденит	MoS ₂	60,0	4,8
Күшәла	Арсенопирит	FeAsS	46,0	6,0
	Реальгар	AsS	70,1	3,5
	Аурипигмент	As ₂ S ₃	61,0	3,5
Никель (тініке)	Пентландит	(Fe, Ni) ₉ S ₈	34,2	4,8
	Никель силикаттары	–	18,0	2,8
Қалайы	Касситерит	SnO ₂	78,7	7,0
Сынап	Киноварь	HgS	86,2	8,1
Қорғасын	Галенит	PbS	86,6	7,5
Күкірт	Сомтума күкірт	S	100,0	2,0
	Пирит	FeS ₂	53,4	5,2
	Пирротин	Fe _{1-x} S	36,5	4,6

Сүрме	Антимонит	Sb_2S_3	71,4	4,6
Титан	Рутил (титанит)	TiO_2	60,0	4,2
	Ильменит	$FeTiO_3$	31,6	4,7
Фосфор	Апатит	$Ca_3[PO_4]_3(F, Cl, OH)$	41,5	3,2
	Фосфорит	Шөгінді таужыныс	20,0	3,0
Фтор	Флюорит	CaF_2	48,8	3,2
Хром	Хромит	$FeCr_2O_4$	46,4	4,4
Мырыш	Сфалерит	ZnS	67,1	3,8

Қатты жанғыш қазбалардың – көмір, жанғыш тақтатастың құрамы айрықша. Олар органикалық және бейорганикалық компоненттерден тұрады. Органикалық компоненттер бастапқы өсімдік материалы мен олардың түрлену өнімдерінен құралған жекелеген элементтер болып табылады. Олар әдетте микроскоп астында ғана анықталады. Өйткені олар, бір жағынан, белгілі бір морфологиялық және құрылымдық белгілермен ерекшеленсе, ал екінші жағынан, геологиялық факторлар ықпалынан өзгермелі химиялық құрам мен физикалық қасиеттерге ие болады. Қатты жанғыш қазбалар арасында құрамы мен қасиеттерінің ерекшеліктері бойынша макро-типтер (немесе литотиптер), микролитотиптер мен микрокомпоненттер бөлінеді.

Қатты жанғыш қазбалар құрамында көп немесе аз мөлшерде міндетті түрде болатын бейорганикалық компоненттерге минерал қоспалар (саз минералдары, карбонаттар, темір сульфидтері, кварц және т.б.) жатады. Қатты жанғыш қазбаларда минерал қоспалармен қатар 15-тен 60%-ға дейінгі мөлшерде ылғал болады.

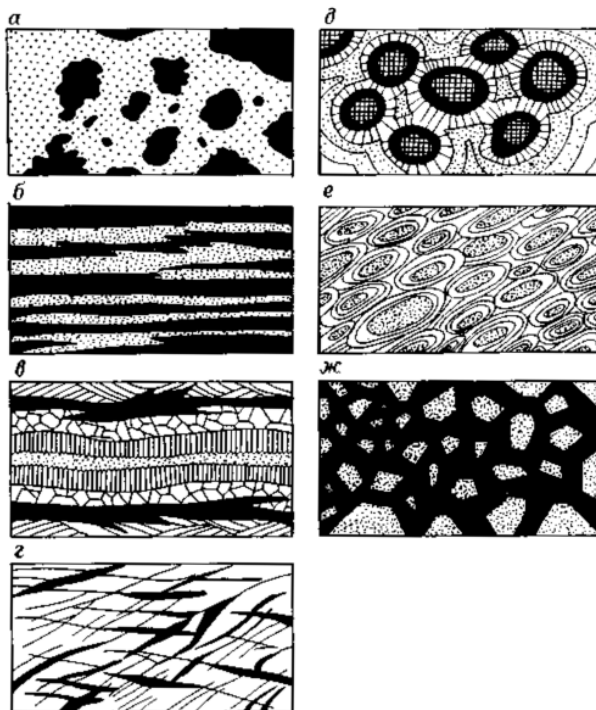
Органикалық компоненттер құрамына көміртек, оттегі, сутек, азот, күкірт пен фосфор кіреді. Минерал қоспалар мен су *балласт* деп аталады. Күкірт пен фосфор зиянды қоспаларға жатады. Балласт пен құрамдас бөліктердің мөлшері қатты жанғыш қазбалар пайдаланылуының көпшілік бағыттарында қатаң шектеледі (бұл туралы төменде “жанғыш қазбалар” тарауында толық мәліметтер келтірілген).

Пайдалы қазбалардың *бітімдік-құрылымдық ерекшеліктері* минерал шикізаттың технологиялық мақсат үшін сапасын бағалаудың маңызды көрсеткіші болып табылады. Минерал агрегаттың арақатынасы, олардағы минералдардың пішіні, өлшемдері мен өзара орналасу тәсілдері пайдалы қазбаларды өңдеу сұлбасына әсер етеді. Олар пайдалы қазбаларды уатудың оңтайлы ірілігі мен майдалануын анықтап, түйірлерді мүмкіндігінше толық бөлуді және пайдалы компоненттерді тиісті концентрацияларға айыруды қамтамасыз етеді.

Пайдалы қазбалардың бітімі бір-бірінен құрамы, пішіні, өлшемі және құрылымы бойынша ажыратылатын минерал агрегаттың кеңістікте өзара орналасу ерекшеліктерімен анықталады. Білімінің масштабы бойынша мега-, макро- және микробітімдер бөлінеді. Мегабітім ауданы бойынша ірі минерал агрегаттарды сипаттайды, олардың өзара қатынасы табиғи немесе жасанды ашылымдарда зерттеледі.

Макробітім пайдалы қазбаның жекелеген кесектерінде көзмөлшермен анықталады. Микробітім микроскоп астында байқалады.

Морфологиялық белгілері бойынша пайдалы қазба бітімінің мынадай типтері бөлінеді: шомбал, таңдақ, жолақты, желішікті, сфероидты, бүйрек тәрізді, уатылған, қуысты қаңқалы, болбыр немесе қопсық (12.5-сурет).



12.5-сурет. Пайдалы қазба бітімінің типтері (В. Смирнов бойынша):
*а – теңбіл, б – жолақ, в – крустификацияланған, г – желішікті,
 д – кокардалы, е – оолитті, ж – брекчиялық*

Шомбал (тұтас) бітім моно- немесе полиминерал құрамды агрегаттардың кеңістікті біркелкі толтыруымен сипатталады. Ол барлық генетикалық типті кенорындарда таралған.

Таңдақ (такситтік, секпілдік) бітімге руда минералдардың бейруда минерал массасының арасында бұрыс пішінді бөлінуі тән. Ол шөгінді кенорындардан басқа барлық типтерде байқалады.

Жолақ бітім мен олардың түрлестері – (таспалы, қабаттылы, линза тәрізді, тарақшаланған және т.б.) – әртүрлі минералдық құрамды немесе әртүрлі құрылымды жолақтардың алмасуынан тұрады. Жолақты бітімнің жекелеген түрлестері белгілі бір типті кенорындарға тән: қабаттылықты-шөгінді; гнейс тәрізді, тақтатастылықты және бүрмелік-метаморфогендік; тарақшаланған (крустификациялық) және ағындық (флукуациялық) – магматогендік типтілерге.

Желішікті бітім магмалық және гидротермалық кенорындарға тән. Оны торланған, қиылысқан немесе параллельге жуық орналасқан желішіктер жүйесі жасайды.

Сфероид бітім минерал агрегаттардың концентрлі орналасуымен ерекшеленеді. Әртүрлі типті кенорындар үшін оның жекелеген түрлері тән: нодульдік – магмалықтарға; кокардалық пен секрециялық – мору кенорындарына; оолиттік, ноқаттық, конгломераттық – шөгінді кенорындарға; сақиналық, друзалық және сәулелік – метаморфогендіктерге.

Бүйрек тәрізді бітім минерал массалардың коллоидтық ерітінділерден бөлінуі кезінде пайда болады. Олар көбінесе мору және гидротермалық руда кенорындарында байқалады.

Уатылу бітімі алғашқы генерация минерал массаларының уатылу нәтижесінде қалыптасып, кейінгі генерация минералдарының сынықтарымен цементтеледі. Оның жекелеген түрлестері – брекчиялық, брекчия тәрізді, ілмек сияқтылар – метаморфогендік, магмалық, гидротермалық және мору рудаларының кенорындарында білінеді.

Қуыстық (кеуек, көпіршікті, ұяшықты) бітім мору кенорындарының жекелеген бөлікшелерінде жаралып, минералдардың сұрыптала шайылуына байланысты руда массасының каверналық құрылымымен ерекшеленеді.

Қаңқалық (ұяшықты, жәшікті) бітім руда кенорындарының тотығу белдемінде пайда болады. Ол ұяшықтары қопсық минерал массаларына толған майда минерал қабырғалар жүйесінен тұрады.

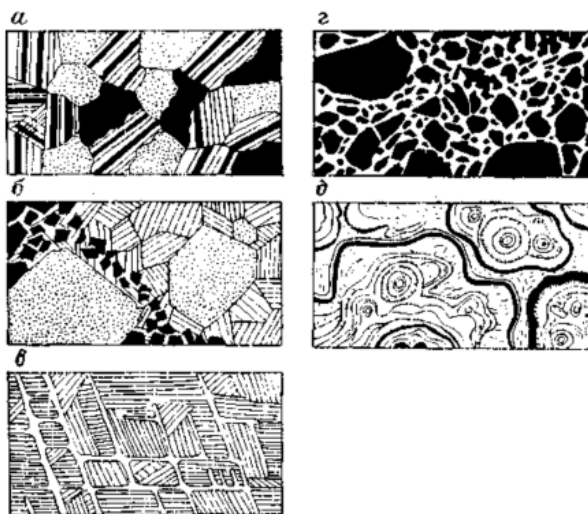
Қопсық (сынықты, жер тәрізді, ұнтақ, күйе сияқты) бітім мору және шөгінді кенорындарда байқалады. Ол өлшемдері әртүрлі сынықтар мен түйірлерден тұратын, нашар тығыздалған шөгінділерге тән.

Пайдалы қазбаның құрылымы кеңістікте оқшауланған минерал агрегаттарды құрайтын жекелеген минерал түйірлердің немесе олардың сынықтарының пішіні, өлшемдері мен өзара орналасу тәсілі бойынша анықталады. Макроқұрылым көзмөлшер анықтала алса, майда түйірлі немесе көрінбейтін агрегаттардың микроқұрылымы микроскоп астында анықталады. Құрылымның морфологиялық бірлігі ретінде минерал агрегаттарды құрайтын жеке түйірлер қарастырылады.

Пайдалы қазбаның құрылымдары арасында морфологиялық белгілері бойынша мынадай типтер бөлінеді: біркелкі түйірлі, әркелкі түйірлі, қалақша, талшықты, белдемділікті, кристаллографиялық бағдарланған, тығыз кіріккен, алмасқан, уатылған, колломорфтық, сферолиттік, сынықты (*12.6-сурет*).

Әркелкі түйірлі құрылым құрамында ірі түйірлі бөлінімдері бар ұсақ түйірлі агрегаттарда немесе белгілі бір минералдық ұсақ бөлінімдері бар ірі түйірлі агрегаттарда байқалады. Құрамының бұл типі магмалық және гидротермалық кенорындарға тән.

Қалақша және талшықты белдемділік құрылым гидротермалық ерітінділерден ретімен түзілетін минерал жолақтардың заңдылық бойынша алма-кезек алмасуымен білінеді.



12.6-сурет. Пайдалы қазба құрылымының типтері
(В.И. Смирнов бойынша):

а – біркелкі түйірлі, б – әркелкі түйірлі, в – кристаллографиялық бағдарланған, г – уатылған, д – колломорфтық

Кристаллографиялық бағдарланған құрылым (торланған, эмульсиялық) магмалық, пегматиттік және кейде гидротермалық кенорындарға тән. Ол бір минералдың екіншілердің кристаллографиялық бағыттары бойынша бөлінуінен жаралады.

Тығыз кіріккен (торлық, графикалық және т.б.) құрылым бір минералдың екіншілеріне терең еніп, күрделі ирек шекара жасауы нәтижесінде пайда болады. Бұл құрылым көбінесе магматогендік кенорындарда кездеседі.

Алмасу құрылымы бір минералдың бұрынғылардың контуры бойынша метасоматоздық бөліну процесінде қалыптасады. Оның түрлестері – ілгектік, қаңқалық, жұрнақ (реликт) құрылымдар, олар гидротермалық кенорындардың кенді мору белдемдерінде білінеді.

Уатылу құрылымы негізінен метаморфогендік кенорындарда байқалады. Ол кейінгі минералдардың бұрын бөлінген агрегаттардың қираған белдемдерінде түзілуінің нәтижесі болып табылады.

Колломорфтық құрылым мору қыртысы, сонымен қатар шөгінді және гидротермалық жаралымды пайдалы қазбалардың коллоидтық ерітінділерден бөлінуі кезінде дамиды.

Сферолиттік құрылым минерал агрегаттың сәулелі немесе концентрлі-дөңгелек құрылысымен ерекшеленеді. Ол мору және гидротермалық кенорындардың рудаларында байқалады.

Сынықты құрылым шөгінді кенорындарға тән. Ол түйірлері бөлек немесе цементтелген минерал массаларды сипаттайды.

Пайдалы қазба сапасының ең маңызды сипаттамасы – пайдалы және зиянды компоненттердің немесе минералдардың мөлшері (металдың, оксидтің немесе

минералдың масса немесе көлем бірлігіндегі мөлшері). Металл және агрономиялық рудалардың, кен-химиялық шикізаттың сапасы олардың заттық құрамымен анықталып, пайдалы компоненттер мен зиянды қоспалар мөлшерімен сипатталады. Түбірлік рудаларда минералдардың (мыс, темір, марганец, кобальт, никель және т.б.) немесе тиісті элементтер оксидтерінің (Al_2O_3 , TiO_2 , W_2O_5 және т.б.) мөлшерімен анықталады. Шашылым пайдалы қазбалардың сапасы құмның немесе кен массасының тығыздық бірлігімен өрнектеледі ($кг/м^3$ – магнетит, хромит, циркон және т.б. кенінің массалары; $г/м^3$ – алтын, платина құмы, оларды бөлектеп өндіргенде және т.б.)

Зиянды қоспалар көптеген минерал шикізаттың көптеген түрлерінің сапасын бағалауға айтарлықтай әсер етеді. Әсіресе, қара металдар рудасы үшін. Мәселен, темір және марганец рудалары үшін зиянды қоспаларға күкірт пен фосфор жатады. Бұл қоспалардың өте аз мөлшерінің өзі темір рудасының сапасын күрт төмендететіп, одан алынатын металдың сапасын нашарлатады және металлургиялық агрегаттардың өнімділігін түсіреді. Фосфордың мөлшері жоғары болса (5%-тен асады), ол руда құрамынан бөлініп алуына байланысты пайдалы компонент ретінде қарастырылады. Екінші жағынан, темір рудасында аз мөлшерде кездесетін пайдалы қоспалар (хром, ванадий, титан) руданың сапасын жақсартып, оны табиғи легирленген түрге әкеледі.

Кенорындардың абсолют көпшілігінде екі және одан да көп компоненттер болуына байланысты, оларды игерудің ұтымдылығы да көпшілік жағдайда минерал шикізатты комплексті пайдалану деңгейімен анықталады. Ілеспе пайдалы қазбалар (компоненттер) санына МҚК (Мемлекеттік қор комиссиясы) жіктеліміне сәйкес мыналар жатады:

1) негізгі кен денелерін құрайтындардан басқа аршылым таужыныстары мен бірге жатқан басқа түрлі пайдалы қазбалар;

2) екінші дәрежелі руда және бейруда минералдар (пирит, сфалерит, галенит, барит және т.б.) – негізгі тауарлық концентраттар немесе аралық өнімдер құрамынан айырып алатындар; негізгі металдар концентратындағы минерал және басқа қоспалардың құрамында болып, концентраттары металлургиялық немесе гидрометаллургиялық өндеу сатысында айырып алынатындар (алтын мен күміс – мыс пен қорғасын концентраттарын өндеген кезде айырып алынады, күкірт – мыс пен мырыш концентраттарын күйдіргенде бөлінеді және т.б.)

3) түсті металдардың негізгі өнеркәсіптік концентратының руда жасаушы минералдары құрамындағы сирек және шашыранды элементтер (сынап, кадмий мен индий – мырыш концентраттарында; галлий, рубидий, цезий – нефелин концентраттары мен бокситтерде және т.б.).

Ілеспе компоненттерді айырып алудың міндетті түрде қажеттілігі бейэкономикалық жағдайларға да байланысты болуы мүмкін, мысалы, қоршаған ортаны қорғау мақсатында.

Пайдалы қазба кенорындары немесе денелері ауқымында пайдалы және зиянды компоненттердің таралуы кенорындарды игеру процесінде өндірілетін руда сапасының тұрақтылығын қамтамасыз үшін өте маңызды мәнге ие. Компоненттер

заңдылық бойынша немесе кездейсоқ таралуы мүмкін. Заңдылық бойынша таралған жағдайда кенденудің белгілі бір белдемділігі байқалады – мысалы, минералдық типтер мен өнеркәсіптік сорттардың созылымы бойынша (бір шетінен екіншісіне қарай), еңістігі бойынша (жоғарыдан төмен қарай), қалыңдығы бойынша (жатқан жапсарынан аспалы жапсарына қарай); немесе белгілі бір қашықтықтар бойынша руда типтері мен сорттарының алмасып отыруы және т.б.

Анық білінген заңдылықтар болмаған кезде компоненттер мөлшерінің таралу әркелкілігі (немесе біркелкілігі) математикалық статистика көмегімен бағаланады. Геологиялық барлау практикасында пайдалы және зиянды компоненттер бөлінуінің әркелкілік дәрежесін жуықтап бағалау үшін көбінесе вариация коэффициенті қолданылады, ол өлшенетін параметрдің жеке мәндерінің орташамен салыстырғанда ауытқығыштығын сипаттайды. Вариация коэффициенті (V) мына формула бойынша анықталады:

$$V = \sqrt{\frac{\sum(C_i - \bar{C})^2}{n-1}} / \bar{C} \times 100\%, \quad (12.1)$$

мұндағы C_i – әр сынамадағы компонент мөлшерінің мәні; \bar{C} – руда денесіндегі немесе оның бөлікшесіндегі компоненттің орташа мөлшері, ол орташа арифметикалық тәсілмен анықталады; n – өлшеулердің (сынамалардың) саны.

Егер вариация коэффициенті 40%-дан аспаса, компоненттің таралуы біркелкі, $V = 40 - 100\%$ болса – әркелкі, $V = 100 - 150\%$ болса – аса әркелкі, $V > 150\%$ болса – шектен асқан әркелкі саналады.

12.3. Кенорындарды игерудің гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлары

Пайдалы қазба кенорындарын игеру олардың табиғи гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайларына байланысты. Бұл жағдайлар массивтің геологиялық құрылысын, оның таужыныстарының құрамын, қасиеттері мен күйін сипаттап, туындайтын сулылық пен жағымсыз геологиялық құбылыстармен күресу шараларын, сонымен қатар осы кенорындарда салынған және салынатын кен кәсіпорындарда супайдалануды ұйымдастыруды анықтайды.

«Кенорындардың гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлары» көп факторлы категория болғандықтан, оларды бағалау үшін көптеген белгілер жүйесін қарастыруды қажет етеді. Олар нысанның жағдайларын және осы жағдайларға байланысты процестерді, сонымен қатар кен-технологиялық көрсеткіштерді сипаттайды. Бұл жағдайлардың күрделілігі белгілердің жиынтығы (нысан күрделілігінің геоиндикаторы) бойынша немесе категориясы күрделі жүйеге кіретін белгілер арқылы анықталады.

Гидрогеологиялық факторлар кенорынды игеру жағдайларын, атап айтқанда кен үңгімелерінің сулылық сипаты мен дәрежесін көрсетеді. Олардың басты фак-

торлары – сулы горизонттардың кеңістікте таралуы және жер асты суының кен үңгімелеріне жиналу режимі. Сулылықтың басқа факторларына мыналар жатады: климат жағдайлары, ауданның бедері мен гидрографиясы, кенорынның геологиялық құрылысы мен тектоникалық бұзылғандығы, экзогендік өзгерістердің сипаты мен даму дәрежесі (мору белдемдері, карст және т.б.), кен денелерінің жатыс жағдайлары мен морфологиясы, денелердің сулы горизонттармен және комплекстермен кеңістіктегі арақатынасы, кенорын ауданы гидрогеологиялық режимінің оны игеруге байланысты техногендік бұзылуы.

Пайдалы қазба кенорындарының сулылығы мына көрсеткіштермен сипатталуы мүмкін: сумолдылық коэффициенті, ол 1 т пайдалы қазбаны өндіру үшін қанша суды сорып шығару керек екенін көрсетеді (t/m^3); шахтада (карьерде) кен қазу жұмыстары толық даму кезеңіне жеткендегі судың кему мөлшері ($m^3/сағ$); сулылықты анықтайтын сулы горизонттардың саны мен олардың гидродинамикалық сипаттамалары; меншікті сукему – пайдалы қазбаны өндіріп алғаннан соң қазылған кен үңгіме бірлігіне немесе қазылған ауданның бірлігіне келетін су ағыны. Пайдалы қазба кенорындарының сулылық көрсеткіштері бойынша жіктелімі 12.3-кестеде берілген.

12.3-кесте

Кенорындардың сулылық көрсеткіштері бойынша жіктелімі

(М.В. Сыроватко бойынша)

Сулылықтың гидрогеологиялық көрсеткіші	Сулылығы бойынша кенорынның типі			
	сумолдылығы аса жоғары	сумолдылығы жоғары	сумолдылығы орташа	сумолдылығы нашар
Сулылық коэффициенті, m^3/t	>25	8–25	3–8	<3
Шахта (карьер) алаңында кен өндіру жұмысы толық дамығанда келетін су, $m^3/сағ$	>1000	1000–300	100–300	<100
Негізгі суқанықты горизонттың сүзілу коэффициенті, $m/t\text{әулік}$	>100	5–100	0,5–5	<0,5
Әр $1m^2$ ауданға келетін меншікті су кему, $л/сағ$	>4	0,4–4	0,05–0,4	<0,05

Сулы горизонттардың негізгі гидрогеологиялық көрсеткіштеріне сусыйымдылық, суқайтарымдылық, сүетімділік пен судың табиғи қоры жатады. Сусыйымдылық таужыныстар құрамында су болуына қатысты гигроскоптық, молекулалық, капилляр және толық түрлерге бөлінеді. Максимал гигроскоптылық орташа алғанда құмда 1%, лёсс пен ұйықта 10-15%, сазда 15-20% болады.

Молекулалық сусыйымдылық 1,5%-дан (құм үшін) 40%-ға (сазда) дейін өзгерсе,

ал капилляр сусыйымдылық осы таужыныстар үшін 2-3-тен 8-50%-ға дейін болады. Толық сусыйымдылықтың шегі таужыныстардың ашық кеуектілігіне байланысты, ал оның мәні 0,5-дан 60%-ға дейін өзгереді.

Физикалық байланыстағы және капиллярлық суға қатысты сусыйымдылық кен кәсіпорындар жұмысының жалпы тиімділігін төмендетеді. Өйткені ол аса ылғал таужыныстар мен пайдалы қазбаларды тасымалдауға және көмірді жағып, руданы балқыту кезінде ылғалды жоюға байланысты үлкен энергетикалық шығындар әкеледі. Бұл сусыйымдылық таужыныстың физикалық-механикалық қасиеттерінің (жабысқақтығы, ісінуі, отырғыштығы артады) нашарлауына байланысты шахта мен карьерлердегі жұмысшы механизмдер мен машиналардың өнімділігін төмендетеді. Толық сусыйымдылық жерасты суының қорын және кен үңгімелеріне су жиналу режимін анықтайды.

Суқайтарымдылық суқанықты таужыныстардың көлеміне, олардың минералдық құрамына, судың ағып келу уақытына, оның минералдану дәрежесіне және т.б. байланысты. Ірі түйірлі құмда оның орташа мөлшері 25-35%, түйірліде 10-15%, ал құмтас, көмір мен жарықшақты әктаста – 5-10% болады.

Суөтімділік сүзілу коэффициентімен сипатталады және таужыныстардың түйірлік пен минералдық құрамына, жалпы және ашық кеуектілігіне, судың минералдану дәрежесіне, оның құрамы мен температурасына байланысты. Таужыныстар өздерінің сүзілу коэффициентінің мәніне байланысты мынадай түрлерге бөлінеді: сутірек ($< 0,1$ м/тәулік – саз, монокристалл магмалық таужыныстар, сазды құмтастар); нашар суөтімді (0,1-10 м/тәулік – лёсс, саздақ, аргиллит, алевролит, құмдақ, қоңыр көмір); орташа суөтімді (10-1000 м/тәулік – кеуек әктаста, құмтас); жеңіл суөтімді (> 1000 м/тәулік – ірі құм, малтатас, жарықшақты қатты таужыныстар). Судың келуі суөтімділікке тікелей байланысты болуы бұл көрсеткіштің өте маңызды екенін білдіреді. Сулы горизонттардың қоры кен үңгімелеріне су келу режимінің сипатын анықтайды.

Пайдалы қазба кенорындарының сулылығы шахта (карьер) ауқымында сандық тұрғыдан сулы горизонттардың (белдемдердің, комплекстердің), статикалық, динамикалық және серпімді қоры (ресурсы) бойынша анықталады.

Статикалық қор сулы горизонттардағы (белдемдердегі) және су астында қалған ескі кен үңгімелеріндегі судың көлеміне тең. Бұл қор кен үңгімесі әсер ететін белдемдегі сулы горизонттардың (белдемдердің, комплекстердің) жиынтық қалыңдығына, олардың таралу ауданына және суқайтарымдылық коэффициентіне байланысты. Ең көп статикалық қор карстталған таужыныстарда болса, азы – байланыссыз қопсық таужыныстар (құмтас, малтатас) горизонттында, ал ең азы – қатты (берік) таужыныстарда болады. Кенорындарды аршыған кезде үлкен статикалық қор кен үңгімелеріне көп су келуге әкеледі, оның мөлшері кейін біртіндеп азаяды.

Жерасты суының *динамикалық қоры (ресурсы)* сулы горизонттың (белдемнің, комплекстің) көлденең қимасы арқылы уақыт бірлігінде ағып өтетін судың шығымына сәйкес келеді. Ол сулы горизонт таужыныстарының суөтімділігіне, олардың қоректену жағдайларына (атмосфералық жауыннан, жербеті сушараларынан, басқа сулы горизонттардан) және сорғу орындарының орналасуына байланысты. Сулы горизонттар сорғуының қарқындылығы мен олардың кен үңгімелеріндегі

ашылымының ауданы маңызды рөл атқарады. Динамикалық қорды бағалау үшін сулы горизонттар қалыңдығын, көлденең қимасын, суөтімділіктің әрекетті градиенті мен көрсеткіштерін, таужыныстар суқайтарымдылығы мен деңгейөткізгіштігін, кен үңгімелерінің ықпалдық радиусын білу қажет.

Кенорындар жерасты суының құрамы мен қасиеттері. Жерасты суының химиялық құрамы мен қасиеттері иондардың мөлшері мен арақатынасымен, диссоциацияланбаған қосылыстар болуымен, қышқылдық-сілтілігімен (*pH*), кермектілігімен, жалпы минералдығымен, суда еріген және ерімеген газдардың мөлшерімен және құрамымен анықталады.

Судың минералдану дәрежесі бойынша – тұщы (еріген заттардың мөлшері 0,1%-ға дейін), тұздылау (0,1-1%), тұзды (1-5%), тұздық суларға (5%-дан аса) бөлінеді; температурасы бойынша – салқын (<20°C), жылы (20-37°C), ыстық (37-42°C), өте ыстық (>42°C) болса, ал химиялық құрамы бойынша – гидрокарбонат, сульфат, хлорид және күрделі құрамды кластарға бөлінеді. Сонымен қатар, биологиялық белсенді иондары бар және газды сулар да ажыратылады.

Пайдалы қазба кенорындарындағы жерасты суы құрамының қалыптасуына ықпал жасайтын факторлар: физикалық-географиялық жағдайлар, кенорындардың геологиялық құрылысы, сулы горизонттардың (белдемдердің, комплекстердің) жату тереңдігі, жерасты суының режимі, сондай-ақ таужыныстардың минералдық құрамы мен геохимиялық ахуалы.

Жерасты суының құрамына ықпал ету дәрежесіне қарай кенорындардың мынадай типтері бөлінеді: 1) өзіндік жеңіл еритін элементтері жоқ; судың құрамы жалпы геологиялық жағдайға сай келеді; 2) жеңіл еритін тұздардан тұрып, минералданған су жасайтын (тұз кенорындарының суы); 3) мору белдемінде жеңіл еритін тұздарға айналатын минералдан тұрып, суға айрықша құрам беретін (сульфид және көмір кенорындарының тотығу белдеміндегі қышқыл су); 4) терең горизонттарда тотықсыздану ахуалымен сипатталып, минералдануы жоғары жерасты суын жасайтын.

Руда мен көмір кенорындары маңында көбінесе жеміргіш су (оның ішінде тотығу белдемінің қышқыл суы да бар) қалыптасады. Бұл су бетон мен металл құрылыстарды қиратады; сушаралардың өсімдік пен тіршілік әлеміне қолайсыз ықпал жасайды. Сонымен қатар, судың құрамы адам әрекетінен механикалық, химиялық, радиобелсенді және биологиялық ластану нәтижесінде белсенді өзгереді.

Жерасты суының режимі деп олардың уақыт ағымында арынының, деңгейінің, температурасының, химиялық және газдық құрамының, әртүрлі сужинау дебитінің (шығымының), жасанды және табиғи факторлар ықпалынан кен үңгімелеріне су келуі өзгерулерінің жиынтығын айтады.

Айтылып өткендей, кенорындардың жалпы сулылығы сулы горизонттар, белдемдер мен комплекстердегі жерасты суының статикалық және динамикалық қоры бойынша анықталады. Бұл қор табиғи жағдайлардың ықпалынан қалыптасады. Кен жұмысымен бұзылмаған кенорындарда сулы горизонттардың, белдемдер мен комплекстердің көрсеткіштері табиғи гидрогеологиялық жағдайлармен сипатталады. Сонымен қатар, табиғи жағдайларда бірқатар гидрогеологиялық көрсеткіштер

өзгеріске түседі. Жерасты суының деңгейі судың тік бағыттағы қозғалысынан (грунт және артезиан суының ауалану белдемінде және қоректену алқабында) ауытқиды. Ауытқу жербеті суағындары мен сушараларының маңында жатқан жерасты сулы горизонттарының гидростатикалық арыны ықпалынан тежлім көтерілімінен болады.

Грунт суы үшін режимнің екі типі бөлінеді: суайрықтық және жағалаулық. Суайрықтық режим атмосфералық жауынның әркелкі сіңуіне байланысты болса, жағалаулық – жер беті суының режимімен анықталады. Грунт суы деңгейінің жылдық ауытқу амплитудасы 1-3 м аралығында өзгереді. Жарықшақты таужыныстар үшін бұл шама 10 м-ге жетеді. Қабатаралық және артезиан суының деңгейі терең белдемдерде шамалы ғана (1 м-ге дейін) өзгереді.

Жерасты суының режимі кенорындарды игерген кезде күрт өзгереді. Өзгеру стационар саналады, егер үңгімелерден айдап шығарылған судың көлемі оның ағып келу мөлшеріне тең болса, және бейстационар болады, егер бұл теңгерме оң немесе теріс жағына өзгерсе.

Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайлары. Пайдалы қазба кенорындарының инженерлік-геологиялық жағдайлары таужыныстардың өндірілгіштігімен, олардың массивте орнықтылығымен, өндіру кезінде кен қысымы білінімдерімен, массивтегі және кен массасындағы физикалық-химиялық процестермен сипатталады.

Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайлары кенді ауданның физикалық-географиялық ахуалына, таужыныстар мен массивтің құрамы мен құрылысына, олардың физикалық-механикалық қасиеттері мен гидрогеологиялық факторларына, қазіргі геологиялық процестердің білініміне, массивке кен-техникалық ықпал етудің салдарына байланысты болады.

Таужыныстардың физикалық күйі мен қасиеттері олардың құрылысына байланысты. Минералдар арасындағы байланыстың типі мен күшіне қарай бөлектенген түйірлі, байланысты (саз) және қатты (берік) таужыныстар бөлінеді. Таужыныстардың физикалық күйіне және қасиеттеріне кен үңгімелерінің конструкциясы, олардың үңгу және пайдалану кезіндегі орнықтылығы, кен-геологиялық құбылыстардың дамуы байланысты.

Таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері олардың кирату мен деформацияға қарсыласуын анықтайды. Осыған байланысты таужыныстардың беріктік және деформациялық қасиеттері ажыратылады. Қатты таужыныстар өздерінің беріктік көрсеткіштері бойынша қатты денелерге ұқсас. Сазды таужыныстардың механикалық қасиеттері олардың литификацияланғандығына, минералдық және түйірлік құрамына байланысты. Бөлектенген түйірлі таужыныстар өздерінің сипаты бойынша сусыма денелер сияқты болады.

Таужыныстардың физикалық-химиялық қасиеттеріне ерігіштік, тотығу, коррозиялық және адсорбциялық қасиеттер, ісінгіштік, субкемдік және т.б. кіреді. Таужыныстардың еруі судың, көмірқышқылдың, минералдық және органикалық қышқылдардың ықпалына байланысты. Бұл процеске ең көп ұшырайтыны карбонат пен галлоид таужыныстар. Таужыныстардың тотығуы жербеті маңы бөлігіндегі оттегімен жеңіл қосылатын химиялық элементтер мен органикаға бай таужыныстар

арасында дамиды. Жанғыш қатты қазбалар мен сульфид рудалардың өз бетінше жануын тотығу процесінің жекелеген жағдайы деп қарастыруға болады.

Рудалардың өз бетінше жанғыштығы өндіру жүйесін тандауға ықпал етіп, кен массасын қоймалау жағдайларына және тасымалдауға айрықша талап қояды.

Дисперсиялық таужыныстардың адсорбциялық қабілеті олардың қасиеттеріне, дисперсиялылығына, құрамына, сүзілетін ерітінділермен әрекеттесу сипатына байланысты. Дисперсиялық таужыныстардың субкемдігі олардың құрамына, құрылымдық ерекшеліктеріне, ылғалдығына және оның жату тереңдігіне байланысты болатын жібігіштігімен сипатталады.

Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайлары негізінен массивтің негізгі кен-геологиялық ярус таужынысының құрамы, құрылысы мен күйінің ерекшеліктеріне және оның жату тереңдігіне байланысты. Таужыныстар массивінің жарықшақтық дәрежесі ең маңызды көрсеткіш болып табылады. Тектоникалық жарықшақтар қатпарлы немесе айырылымды бұзылыстар кезінде білінетін кернеу нәтижесінде қалыптасады. Жарықшақтылықты сандық тұрғыдан бағалау үшін жарықшақтардың типтері мен жүйелерін, жатыс элементтерін, ұзындығы мен үңіреюін, жүйелердегі олардың арақашықтығын, меншікті жарықшақтылықты анықтау қажет.

Массивтердің инженерлік-геологиялық жағдайларының маңызды факторына таужыныстардың газдылығы жатады. Кенорындардың газдылығы көбінесе метан мен көмірқышқыл газдың мөлшерімен анықталады. Ең газдыларға көмір кенорындары жатады, мұнда газдардың таралуы көмірдің құрамына және киманың көмірқанықтылығына байланысты. Газдылығы бойынша қауіпті шахталарға кен өндіруде қауіпсіздік жағдайларды сақтауға байланысты айрықша талаптар қойылады.

Қазіргі геологиялық процестер арасында, олардың кен өндірудің инженерлік-геологиялық жағдайларына ықпал етуіне қарай екі тобы бөлінеді: экзогендік – сырғыма, сел, опырылым, эрозия; эндогендік-сейсмикалық процестер, жер қыртысының неотектоникалық қозғалыстары және гидротермалық құбылыстар. Бұл процестер ырықтауға келмейтін категорияларға жататындықтан, оларды болжаудың айрықша мәні бар. Осы болжау негізінде берілген геодинамикалық ахуалға сай келетін сенімді инженерлік конструкциялар, пайдалы қазбаларды өндірудің технологиялық сұлбалары мен әдістері жасалады.

Кен ісінде таужыныстардың өндірілгіштік дәрежесі бойынша жіктелімі пайдаланылады. М.М. Протодьяконов ұсынған жіктелімде өндірілетін таужыныстардың беріктік коэффициенті пайдаланылады. Таужыныстардың өндірілгіштігін анықтауға бағытталған басқа да жіктелімдер бар. Олар дыбыс өту жылдамдығына, газ өтімділігіне, сүзілу қасиеттеріне және т.б. көрсеткіштерге негізделген.

Бақылау сұрақтары:

1. Пайдалы қазба, руда деп нені айтады?
2. Пайдалы қазбалар физикалық күйі мен өнеркәсіпте пайдалануы бойынша қалай жіктеледі?
3. Мына түсініктердің анықтамасы: пайдалы қазбалар провинциясы, белдеуі, ала-

бы, ауданы (түйіні), алаңы, кенорны, кенбілінімі және денесі; олардың мысалдары қандай?

4. «Өнеркәсіптік кондициялар» деген түсініктің мәнісі қандай?

5. «Пайдалы қазба кенорындары» неге геологиялық-экономикалық түсінік саналады?

6. Пайдалы қазба денелерінің негізгі морфологиялық типтерінің сипаттамасы қандай?

7. Изометрлі, жалпақ және құбыр тәрізді кен денелерінің пішінін, өлшемдерін және жайғасу жағдайларын қандай геологиялық элементтер анықтайды?

8. Қандай кен денелері (кенорындар) сингенезисті және эпигенезисті, үйлесімді және үйлесімсіз аталады?

9. Кен денелерінің сыналануының және жапсарларының қандай типтері бар?

10. Алюминий, вольфрам, темір, марганец, мыс, никель (тініке), фосфор рудаларының басты өнеркәсіптік минералдары қандай?

11. Пайдалы қазбалардың типі және сорты деген не?

12. Пайдалы қазбалардың бітімі және құрылымы деген не?

13. Металл рудалары, кен-руда шикізаты, құрылыс материалдары қандай көрсеткіштермен сипатталады?

14. Кенорындар сулылығының сандық көрсеткіштері қандай?

15. Кенорындар жерасты суының құрамы мен қасиеттерінің, көрсеткіштерінің сипаты қандай?

16. Жерасты суының режимі деген не, оның тұрақтылығы қандай себептер ықпалынан бұзылады?

17. Таужыныстардың негізгі физикалық-механикалық және физикалық-химиялық қасиеттері қандай?

18. Таужыныстардың өндірілгіштігі бойынша жіктелімінің негізінде қандай қасиеттер жатыр?

2.2-тарау. ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТИПТЕРІ

Пайдалы қазба кенорындары жаралуының геологиялық жағдайларын зерттеу олардың генетикалық жүйеленуіне, белгілі бір геологиялық құрылымдар және таужыныстар комплексімен байланысына, пайдалы минерал массалары түзілуінің көздері мен жолдарына, рудажаралу процестерінің физикалық-химиялық параметрлеріне қатысты мәселелерді қамтиды.

13. Кенорындардың генетикалық жіктелімі

Кез келген нысандарды жіктеу оларды нақты бір белгілері бойынша жақын топтарға біріктіруге негізделетіні айқын. Бұл белгілер жіктелім принциптері саналады. Кенорындардың қалыптасу жағдайларының жақын топтарын бөлу генетикалық принципке негізделеді. Кенорындарды генетикалық жүйелеудің ғылыми және практикалық маңызы үлкен. Өйткені кенорындардың жаралу жағдайлары олардың жер қыртысында орналасу заңдылықтарын, негізгі кеңістіктік-морфологиялық және көлемдік-сапалық сипаттамаларын анықтайды.

Кенорындарды генезисі бойынша жіктеудің көптеген нұсқалары бар. Мысалы В.А. Обручев (1922 ж), Е.Е. Захаров (1953 ж), С.С. Смирнов (1955 ж), С.А. Вахромеев (1975 ж), В.И. Смирнов (1976, 1985 жылдар) ұсынған жіктелімдер. Олардың көпшілігі тиісті оқулықтар мен оқу құралдарында қарастырылған.

Пайдалы қазба кенорындарының генетикалық жіктелімнің ұсынылып отырған нұсқасында мынадай алғышарттар ескерілген. Біріншіден, кенорындардың қалыптасу процестері өз бетінше оқшауланып жүрмейді. Олар біздің планета дамуының жалпы геологиялық аясындағы жекелеген «көріністер» болып қана табылады. Сондықтан жіктелімде жалпы таужыныс жаралудың геологиялық процестермен нақты байланысы көрсетілуі керек. Акад. В.И. Смирнов (1982 ж) атап көрсеткендей, «...Пайдалы қазба кенорындары минерал массалардың дифференциациялану процесіндегі айналым кезінде таужыныстар мен геологиялық құрылымдар жаралуының шөгінді, магмалық және метаморфтық циклдерінде қалыптасады». Екіншіден, барлық жіктелім бойынша бірегей принципті сақтау жөн, яғни оның негізгі бірліктерін бөлудің барлық деңгейінде генетикалық болып қалуы керек. Үшіншіден, жіктелімде өтпелі топтар сақталуы тиіс, бұл топтарға екі немесе бірнеше геологиялық процестердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын күрделі генезисті кенорындар қамтылады. Төртіншіден, жіктелім кенорындардың генезисі туралы қазіргі білімнің жалпы деңгейін көрсетіп, жеткілікті қарапайым болу керек.

Ұсынылған жіктелімеде мынадай бір-біріне бағынышты таксондар қарастырылады: пайдалы қазба кенорындарының сериялары, топтары, кластары мен класшалары (13.1-кесте).

Пайдалы қазба кенорындары генетикалық жіктелімінің сұлбасы

Серия	Топ	Класс	
Эндогендік (магматогендік)	Магмалық	Ликвациялық	
		Бастапқы магмалық	
		Дербес магмалық немесе ортомагмалық	
		Соңғымагмалық	
	Флюид-магмалық	Карбонатиттік	
		Пегматиттік	
	Постмагмалық	Пневматолиздік және пневматолиз-гидротермалық	Скарндық
			Альбититтік
			Грейзендік
	Экзогендік-магматогендік	Гидротермалық	Плутоногендік
Вулканогендік			
Седиментациялық-гидротермалық			
Экзогендік	Мору	Фильтрациялық-гидротермалық	
		Фильтрациялық-гидротермалық	
	Шөгінді	Қалдық	
		Қайта түзілген	
		Механикалық (кластогендік)	
	Фильтрациялық	Химиялық (хемогендік)	
		Биохимиялық (биохемогендік)	
		Грунттық-фильтрациялық	
	Экзогендік-метаморфогендік	Инфилтрациялық	
		Эксфилтрациялық	
Метаморфталған			
Эндогендік (метаморфогендік)	Метаморфтық	Жасылтақтатастық	
		Амфиболиттік	
		Гранулит-эклогиттік	
	Магматогендік-метаморфогендік	Импактиттік	
		Метаморфогендік-гидротермалық	
		Ультраметаморфтық	

Жіктелімдегі ең ірі бірлік – серия. Пайдалы қазба кенорындарының қалыптасуына әкелетін геологиялық процестерді туындатушы энергия көздерін ескеретін принцип бойынша эндогендік, эндогендік-экзогендік және экзогендік сериялар бөлінеді.

Кенорындардың топтарға бірігуі петрогенездің негізгі үш процесімен байланысты. Бұл процестермен (магматизм, метаморфизм және седиментогенез) рудажаралу да байланысты. Топтардың арасында дәстүрлі магматогендік, метаморфогендік және седиментогендік кенорындармен қатар, эндогендік серияда қосымша магматогендік-

метаморфогендік, ал эндогендік-экзогендік серияда – магматогендік-седиментогендік топтар бөлінген.

Аталған процестердің әрқайсысы уақыт пен кеңістіктегі даму сипаты, формасы мен білінім жағдайлары, минерал массалар бөлінуінің және жиналуының физикалық-химиялық механизмі бойынша өте күрделі болғандықтан, дәл осы генетикалық принциптерге жіктелімдегі ұсақтау бірліктер – кластар мен класшалардың бөлінуі негізделген.

Мәселен, магматогендік кенорындар магма балқымалардың эволюциялану және жіктелуінің негізгі кезеңдеріне сай кластарға бөлінеді. Бұл кезеңдер ағымында минерал жаралатын ортаның сипаты да өзгереді. Класшалар пайдалы минерал массалардың бөліну, кенорындардың қалыптасу уақытына және механизміне байланысты. Метаморфогендік кенорындар метаморфизмнің негізгі типтеріне сай жіктеледі. Седименттіктер үшін жіктелім седиментогенездің негізгі кезеңдеріне – заттың мору белдемінен жылыстап, содан кейін шөгінді ретінде түзілуіне, сонымен қатар бұл процестердің физикалық-механикалық механизміне негізделеді.

Пайдалы қазба кенорындары мен олардың әр класс пен класша ауқымында жаралу жағдайлары төменде арнайы қарастырылады. Кенорындар минералдық құрамы бойынша бөлініп сипатталады. Сондықтан кенорындардың бөлінген типтері таза генетикалық тұрғыдан емес, өнеркәсіптік-генетикалық мағынада баяндалады.

13.1. Кенорындардың жер қыртысының негізгі құрылымдық элементтерімен байланысы

Пайдалы қазба кенорындары кеңістік пен уақыт ағымында жер қыртысының белгілі бір бөлікшелерімен немесе оның негізгі құрылымдық элементтерімен генетикалық байланыста болады. Олардың геологиялық даму тарихымен ең соңында жер қыртысының әр бөлікшесінде немесе құрылымдық элементіне тән кенорындардың типі мен оның қалыптасу жағдайлары байланысты. Осыған байланысты: 1) тектоникалық белсенді, яғни бұрынғы терминология бойынша геосинклин алқаптарының; 2) платформа алқаптарының; 3) теңіз бен мұхиттар түбінің кенорындары бөлінеді.

Қатпарлы-геосинклин алқаптарының кенорындары

Геосинклин алқаптары немесе геосинклиндер – жер қыртысының тектоникалық белсенді бөлікшелері. Бұл термин қазір көнергендіктен, қолданыстан шыға бастады. Қазір қолданыстағы литосфера тақталары тектоникасы (плейттектоника) мұндай бөлікшелерге рифт зоналары (спрединг), субдукцияның және коллизияның вулканды-плутонды аралдоға зоналары кіреді. Дегенмен, барлық дерлік геологиялық әдебиеттерде көне деректер мен терминдер кездесетіндіктен, осы оқулықта да ескі терминдер олардың жаңа мағынасында сақталған. Осы белсенді геосинклин алқаптарының дамуында, олардың біртіндеп орнықты қатпарлы құрылыстарға айналуы барысында көптеген пайдалы қазбалардың эндогендік және экзогендік кенорындары жаралады. Кенорындардың жаралу жағдайлары геосинклиндердің әртүрлі сатысында

айтарлықтай өзгешеленеді. Олардың геологиялық тарихында екі негізгі: бастапқы (ортогеосинклиндік) және соңғы (орогендік) саты бөлінеді.

Геосинклин дамуының бастапқы сатысы өте ұзақ уақыт кесіндісін қамтиды – оның салынуынан бастап, қатпарлықтың негізгі фазаларына дейін. Геологиялық процестер, солардың ішінде рудажасаушылар да, бұл кезде негізінен жер қыртысының керілуі жағдайында өтіп, оның тұтастығының бұзылуына әкеледі. Сонымен қатар, аумақ жалпы ойысу, қалың шөгінді жиналу және қарқынды суасты базальттық вулканизм білінімі жағдайлары орын алады. Ойыстарда вулканогендік және шөгінді таужыныстардың қалың қатқабаттары жиналады, ал ірі жарылымдар арқылы интрузиялық денелерді құрайтын негізді және ультранегізді магма енеді.

Геосинклин дамуының бастапқы сатысындағы таужыныстың барлық комплекстерінде (шөгінді, эффузиялық және интрузиялық) пайдалы қазбаның белгілі бір топтары орналасады, ал рудашоғырлану қалыптасуында заттың мантиялық көздері негізгі мәнге ие болады.

Шөгінді комплекстермен сынықты және саз таужыныстар, темір мен марганец рудалары, боксит, қабаттық фосфорит жатындары, корбонат таужыныстар және т.б. кенорындар байланысты. Субмариндік жағдайларда базальт-липарит құрамды қалың вулканогендік қатқабаттар жаралады. Олармен мыс, мырыш, қорғасын, сонымен қатар темір мен марганец оксиді рудаларының вулканогендік және гидротермалық-шөгінді кенорындары ассоциацияланады.

Ультранегізді және негізді интрузивтерде хромиттің, титан-магнетиттің, платина тобындағы металдардың кенорындары жаралады.

Соңғы (орогендік) саты қатпарлықтың басты фазаларының білініміне – мобильді геосинклин алқабының біртіндеп жас таулы-қатпарлы құрылысқа айналуына сәйкес келеді. Ол тектоникалық қозғалыстар бағытының ауысуымен және аумақтың жалпы көтерілуімен сипатталады. Көтерілу аумақтың орталығынан басталып, біртіндеп шеттеріне қарай ұлғаяды. Метаморфизм процесі қарқынды білінеді.

Қатпарлықтың басты фазаларына гранитоид құрамды батолит денелерінің жаралуына әкелетін қуатты интрузиялық әрекет тән. Бұл денелерде негізінен қалайы, вольфрам, тантал, литий мен бериллийдің пегматиттік, альбититтік, грейзендік кенорындары жаралады. Біршама қышқыл гранитоидтармен вольфрамның скарндық кенорындары және гидротермалық алтын, мыс, молибден, кейде қорғасын мен мырыш ассоциацияланады. Кенорындар геосинклиндер дамуының қорытынды кезеңіндегі шағын интрузиялармен генетикалық байланыста болады. Мәселен – түсті, сирек, радиобелсенді және асыл металл рудаларының (қорғасын-мырыш, вольфрам-молибден) скарндық кенорындары.

Негізінен андезит-дацит құрамды жербеттік эффузивтермен алтын, күміс, қалайы мен сынаптың гидротермалық вулканогендік кенорындары ассоциацияланады. Бұл сатыдағы рудалы заттың көзі аралас мантиялық-қыртыстық сипатқа ие.

Орогендік саты ағымында ойыстар ауқымында дамиды шөгінді жиналу процестерімен құрылыс материалдары, каустобиолит пен минерал тұздар кенорындарының жаралуы байланысты. Геосинклин алқаптары кенорындарының көпшілігі кен денелері морфологиясының күрделілігімен, күшті тектоникалық

бұзылыстарға ұшырауымен ерекшеленіп, оларды барлау үшін айрықша талаптар қояды.

Платформа кенорындары

Платформа тектоникалық тұрғыдан алғанда жер қыртысының біршама орнықты алқаптары болып, екі ярусты құрылысымен сипатталады. Оның әр ярусына өзіндік пайдалы қазба кенорындарының комплекстері сәйкес келеді.

Төменгі құрылымдық ярус немесе платформа іргетасы әдетте қатпарлы архей, протерозой немесе олардан кейінгі таужыныстардың күшті метаморфталған формацияларынан тұрады. Жоғарғы ярус, яғни платформа тысы фанерозойдың біршама өзгеріссіз жатысты шөгінді, кейде вулканогендік-шөгінді таужыныстарынан тұрады.

Төменгі ярустың гранит-гнейс негізіне және ең көне гранит-гнейс ядросына слюдалы және сирек металды пегматиттік кенорындар тән. Осы құрылымдық ярустың метаморфтық жаралымдарында темірлі кварциттердің өте ірі кенорындары орналасады.

Платформалық көптеген кенорындар магматизм білінімдеріне байланысты жаралған. Трапп магматизмімен сульфид мыс-никель рудаларының, исланд шпатының кенорындары қалыптасуы байланысты. Траптар көмір қабаттарымен жапсарласқан жағдайларда графит кенорындары пайда болады. Платформаларға алмасты кимберлит кенорындары айрықша тән. Көбінесе көп фазалы сақиналық интрузияларды құрайтын ультранегізді-сілтілі таужыныстармен флогопит, сирекжер, алюминий шикізатының кенорындары байланысты.

Платформа тысының кенорындары негізінен экзогендік геологиялық процестер барысында қалыптасады. Олардың ішінде боксит, темір мен марганец рудалары, фосфорит, калий мен тастұздар, көмір, оттөзімді саз бен түрлі құрылыс материалдарының кенорындарын айтуға болады. Эзогендік кенорындардың жаралуында әртүрлі организмдердің тіршілігімен байланысты процестер едәуір рөл атқарады.

Теңіздер мен мұхиттар түбінің кенорындары

Әлем мұхиты біздің планета бетінің 70,8% аумағын алып жатыр және жер қыртысының айрықша мұхиттық типті құрылысты алқабы болып табылады. Әрине, ол көптеген пайдалы қазба кенорындары да орналасқан алқап. Бірақ біздің ол туралы біліміміз әзірше шектеулі.

Мұнда рудалы кенорындардың айрықша типіне көптеген мұхиттардың терең белдемдеріндегі темір-марганец тасберіштері жатады. Оларда масштабы бойынша пайдалы қазбалардың орасан зор қоры шоғырланған. Тасберіштер – құрамында темір, марганец, кобальт, никель, ванадий бар полиметалл жаралымдар. Мұндай тасберіштердің ең көп қоры АҚШ-тың батыс жағалауы бойында 1500-3000 м тереңдікте табылған. Олар 5 млн км² ауданды алып жатыр. Бірқатар елдерде осы өте құнарлы кеннің өнеркәсіптік өндірісін жолға қоюға әрекет жасалынууда.

Кенбілінімдердің біршама жақында анықталған жаңа типі – мұхиттардың терең бөліктеріндегі металды ыстық тұздықтар мен ірі жарылымдар белдемінде орналасқан полиметалл рудаларының желілері. Олардың орналасуына рифт құрылымдардың маңызы үлкен (6.11-суретте).

Сонымен қатар, теңіз суында көптеген пайдалы металл және бейметалл компоненттер бар екендігі белгілі. Олардың жиынтық қоры континенттердегі барлық белгілі кенорындар қорынан бірнеше есе артық. Бірақ химиялық элементтер мөлшерінің аздығына байланысты және арзан технология жоқ болғандықтан, әзірше олар теңіз бен мұхит суынан айырып алынбайды. Бұл ресурстарды игеру жолдары көптеген елдерде қарастырылуда.

13.2. Кенорындардың жаралуын және орналасуын анықтайтын факторлар

Кенорындардың барлық сипаттамасы (пішіні, жатыс жағдайлары, өлшемдері, заттық құрамы) өздері орналасқан жер қыртысы бөлікшесінің тарихы мен геологиялық даму процестері арқылы анықталады. Сондықтан пайдалы қазба кенорындарын оларды қоршаған геологиялық ортамен бір байланыста, пайдалы қазбалар жаралуына қолайлы геологиялық факторлар мен жағдайларды талдау арқылы зерттеу керек. Кенорындардың әртүрлі генетикалық топтары қалыптасуы үшін магмалық, стратиграфиялық, литологиялық және тектоникалық факторлар жетекші орын алады.

Магмалық факторлар. Әртүрлі эндогендік пайдалы қазба кенорындары құрамы бойынша белгілі бір магмалық таужыныс комплекстерімен байланысты. Ультра-негізді (дунит, перидотит, пироксенит) таужыныстармен платина тобындағы металдардың, хромит, никель-кобальт рудаларының, титанмагнетиттің, алмастың магмалық кенорындары ассоциацияланады. Сонымен қатар, бұл таужыныстарда асбест, магнезит пен тальктің гидротермалық кенорындары орналасады.

Негізді (габбро, норит, анортозит) таужыныстармен титанмагнетит пен сульфид мыс-никель рудаларының магмалық кенорындары байланысты. Сілтілі таужыныстарға (нефелинді сиенитке) апатит пен нефелиннің магмалық кенорындары тән.

Граниттер мусковит, асыл тастар мен сирек элементтердің пегматиттік кенорындары үшін түпнұсқа таужыныстар болып табылады. Біршама қышқылды гранитоидтарға темір, вольфрам мен молибденнің жапсарлық-метасоматоздық (скарндық) кенорындары, сонымен қатар алтын, мыс, қалайы, полиметалл және уранның гидротермалық кенорындары бейімделеді.

Пайдалы қазба кенорындары магмалық таужыныстармен генетикалық (тікелей әрі анық) және парагенетикалық байланысты. Генетикалық байланыс жағдайында магмалық, пегматиттік және скарндық кенорындар магмалық таужыныстардың нақты массивтерімен тікелей ассоциацияланады, кен денелері олардың ауқымынан шықпайды. Парагенетикалық байланыс көптеген гидротермалық кенорындарда байқалады, олардың кен денелері интрузиялармен тікелей байланыста болмайды. Бірақ кенорындар да, интрузиялар да бір тереңдік магма ошағының туындылары болып табылады.

Литологиялық факторлар постмагмалық кенорындардың өзіндік айрықша құрамымен, физикалық-химиялық және физикалық-механикалық қасиеттерімен сипатталатын таужыныс орналасуында байқалады. Мұндай жағдайда таужыныстардың қасиеттері мен құрамы кендену дамуына әкелетін факторлар рөлін атқарады.

Карбонат таужыныстарды рудалық зат алмастыруы кезінде қалыптасқан гидротермалық кенорындар белгілі. Мыс, қорғасын-мырыш, сүрме-сынап және басқа рудалардың ірі кенорындары морт таужыныстардан тұратын горизонттардағы кеуектілігі мен жарықшақтылығы жоғары таужыныстарда орналасады.

Стратиграфиялық факторлар экзогендік кенорындардың геологиялық қимадағы белгілі бір стратиграфиялық бөліктерінде орналасуын анықтайды. Кенорындар мен оларды сыйыстырушы таужыныстар белгілі бір процестер нәтижесінде жаралып, нақты геологиялық формациялар құрамына кіреді.

Жер қыртысының тектоникалық қозғалыстарымен байланысты шөгінді түзілу ырғақты жүрген. Тау жаралудың саябырсыған кезеңіндегі теңіз трансгрессиясы кезінде темір, марганец пен боксит кенорындары қалыптасқан. Осыған байланысты мұндай кенорындар белгілі бір жастағы трансгрессиялық сериялардың төменгі жағында жатады. Көтерілу кезеңінде болатын теңіз регрессиясында (қайтуында) каустоболит пен минерал тұздар кенорындары пайда болған. Сондықтан олар шөгінділердің регрессиялық сериясының жоғарғы жағында кездеседі.

Көптеген кенорындар үшін әртүрлі геологиялық құрылымдар ауқымында жақсы сақталатын белгілі бір жасты түзілімдермен байланыста болуы тән. Мұндай байланыс көмірлі алаптар, минерал тұздар, фосфорит пен темір рудаларының кенорындары ауқымында байқалады.

Тектоникалық факторлар. Пайдалы қазба кенорындарының, рудалы аландар мен белдеулердің орналасуы әдетте ірі тектоникалық элементтерде бақыланады. Мұндай элементтерге терең жарылымдар, қатпарлы белдемдер, тау бөктері ойыстары, тауіші қазаншұңқырлары, платформалық антеклиздер мен синеклиздер жатады.

Әсіресе, терең жарылымдардың руда бақылаушылық маңызы үлкен. Бұл белдемдер жүздеген километрге созылып, ені ондаған километрге жетеді. Терең жарылымдар бойында көбінесе эндогендік кенорындар шоғырланады, кейде көмір мен минерал тұздар кенорындары орналасады. Аймақтық бастырмалар, лықсымалар, ығыспалар мен жаншылу белдемінде түсті және сирек металдар кенорындары орналасқан белгілі аудандар – Кенді Алтай, Забайкалье, Кавказ.

Тектоникалық бұзылыстар кендену қалыптасуына қатысты өзінің жаралу уақыты бойынша рудаға дейінгі, рудаіштік және рудадан кейінгі болуы мүмкін. Кендену орналасуында ең үлкен мәнге бұзылыстардың алғашқы екі тобы ие. Рудадан кейінгі бұзылыстар көбінесе пайдалы қазба денелерінің пішінін күрделендіретіндіктен, оларды кенорындарды игеру кезінде ескеру қажет.

Металл және бейметалл пайдалы қазбалар мен каустоболиттің көптеген кенорындары (мыс, тұз, көмір және т.б.) көбінесе платформалар мен қатпарлы алқаптардың шекарасына орналасатын таубөктері ойыстарында бөлінеді.

Жаралу тереңдігі. Пайдалы қазба кенорындары әртүрлі тереңдіктерде қалыптасады. Кенорындардың жаралу тереңдігі деп рудажаралу уақытына сәйкес ке-

летін кездегі жер бетінен пайдалы қазбалар массасы орналасқан жерге дейінгі арақашықтықты айтады. Пайдалы қазбалар қалыптасуының төрт негізгі тереңдік белдемін бөлуге болады: 1) жер беті-жер беті маңы; 2) шамалы тереңдіктер (гипабиссал); 3) орташа тереңдіктер (абиссал); 4) үлкен тереңдіктер (ультраабиссал).

Бірінші, яғни *жер беті-жер беті маңындағы белдем* жердің бетінен 1-1,5 км тереңдікке дейін созылады. Мұнда экзогендік генезисті барлық кенорындар, сонымен қатар вулканогендік және гидротермалық-шөгінді кенорындар орналасады. Кейде жер беті маңы жағдайларында жекелеген магмалық және скарндық кенорындар да жаралады.

Шамалы тереңдік (гипабиссал) белдемі 1-1,5 км-ден 4 км-ге дейінгі аралықты қамтиды. Бұл тереңдік эндогендік кенорындар пайда болу үшін ең қолайлы белдем, ол ортаның оңтайлы физикалық-механикалық қасиеттерімен сипатталады. Осы белдемдегі таужыныстарда рудажасаушы ерітінділер немесе балқымалар жылыстауына қолайлы жағдайлар туындататын айырылымдық бұзылыстар кең дамыған. Осы белдеммен темір мен мыстың плутоногендік гидротермалық, скарндық кенорындарының басым көпшілігі, сондай-ақ сульфид мыс-никель мен карбонатит магмалық кенорындары байланысты.

Орташа тереңдік (абиссал) белдемі 4-10 км шамасында таралады. Таужыныстар кеуектілігі мен пластикалылығы, ашық жарықшақтардың болмауы ерітінділердің сіңуін қиындатады. Осыған байланысты бұл белдемде сіңбелік-диффузиялық масса тасымалдау басым болады және метасоматоздық процестер кең таралады. Мұнда негізінен пегматиттік және жапсарлық-метасоматоздық кенорындар қалыптасады.

Үлкен тереңдік (ультраабиссал) белдемінің руда жаралуға қолайлылығы өте шектеулі. Өйткені жан-жақты жоғары қысым жағдайында жарықшақтар толық жабылады, таужыныстар жоғары пластикалылыққа ие болады да, ерітінділердің өтімділігі күрт нашарлайды. Бұл белдемде негізінен метаморфогендік кенорындар қалыптасып, орналасады.

Әртүрлі тереңдік жағдайларында пайда болған кенорындар әрқелкі эрозиялануы мүмкін. Эрозия кесілімінің тереңдігі пайдалы қазба денелерінің қазіргі жер бетіне қатысты орналасуы бойынша анықталады. Кенорындар эрозиялану дәрежесі бойынша үшке бөлінеді: бастапқы – кен денелері жаңа ғана ашыла бастағандықтан, кенорындардың тереңге қарай перспективалылығы мол; толық – кенорындардың перспективасы шектеулі; ортаңғы – бастапқы мен толық эрозияланудың аралығында болады. Геологиялық барлау жұмыстары кезінде эрозиялық кесілімнің тереңдігін әдетте әртүрлі геохимиялық және минералогиялық әдістерді қолдану арқылы анықтайды.

Температура мен қысым. Пайдалы қазба кенорындары жер қыртысының шектеулі бөлікшелерінде – рудажасаушы жүйелерде қалыптасады. Бұл жүйелердің ең маңызды термодинамикалық параметрлері температура мен қысым болып табылады. Әртүрлі кенорындар қалыптасуының температуралық интервалы жеткілікті кең – экзогендік кенорындар үшін 0-50°C, эндогендіктерде – 800-900°C, ал геосинклиндерде тіпті 1200-1300°C-қа дейін. Рудалық процестің температурасын көбінесе жанама әдістермен анықтайды. Бұл әдістер арасында аталатындар: термометриялық (минералдағы газ-сұйық кірінділер бойынша), минералогиялық (минерал термометрлер көмегімен, ол әртүрлі минералдардағы фазалық өтулерге негізделеді),

геохимиялық (бірлескен минералдардағы элементтердің таралу коэффициентінің олардың қалыптасу температурасына тәуелділігіне негізделген).

Рудажаралу процестері кезінде қысым әдетте жүздеген мегапаскаль аралығында өзгереді, кейде, мысалы кимберлиттегі алмас кенорындары жаралғанда, 5-7 ГПа шамасына дейін жетеді. Қазіргі кезде қысымды анықтайтын нақты эксперименттік әдістер жоқ. Дегенмен рудажасаушы жүйелердегі қысымды минералдардағы кірінділер қысымын өлшеу бойынша сандық тұрғыдан бағалау үшін әрекеттер жасалынууда.

Рудажасаушы жүйелердің температура мен қысымнан басқа маңызды физикалық-химиялық параметрлеріне ортаның қышқылдық-сілтілік көрсеткіші (pH), тотығу-тотықсыздану потенциалы (Eh), көмірқышқыл мен күкірт режимі, иондардың химиялық белсенділігі жатады.

13.3. Кен заттарының көзі және олардың түзілу тәсілдері

Әдетте кенорындардың пайдалы минералдар массасын қалыптастыратын зат көздері біршама әртүрлі болады. Олардың негізгілері болып саналатындар: 1) қыртыстық немесе мантиялық текті магма балқымалары; 2) магмадан оның белгілі бір даму сатысында бөлінуі мүмкін немесе магма балқымасына байланыссыз пайда болатын газды, газ-сұйық және сұйық ерітінділер; беймагмалық генезисті ерітінділер арасында жер қыртысы мен жоғарғы мантияның терең бөліктерінен газсыздану кезінде жаралатын (Д.С. Коржинский бойынша «трансмагмалық ерітінділер»), сонымен қатар минералданған жербеті мен жерасты суы бөлінеді; 3) эндогендік немесе экзогендік жағдайларда механикалық және химиялық әрекет ықпалына ұшыраған таужыныстар; бұл таужыныстар өздері арқылы балқымалар мен ерітінділер жылыстайтын геологиялық орта болып, осы ортада ерітінділер белсенді әрекет етеді және көптеген пайдалы компоненттер әкеледі немесе алып шығады; 4) әртүрлі жануар мен өсімдік организмдер тіршілігінің өнімдері; 5) ғарыштан келетін зат.

Заттық ерітінділер мен қапталдас таужыныстар алмасу химиялық реакциясына түсу кезінде түзілу тәсілін (*метасоматоз* процесін) айрықша айту керек. Ол жапсарлық-метасоматоздық кенорындар қалыптасу кезінде кең таралған. Бұл процесте масса тасымалдану сүзілу-диффузиялық сипатқа ие болып, жаралған пайдалы қазба жатындары зат алмасу денелері болып шығады.

Жоғарыда аталғандар пайдалы қазба кенорындары қалыптасуының төтенше күрделілігін, рудагенез процестерін анықтайтын геологиялық және физикалық-химиялық жағдайлардың әртүрлі екендігін көрсетеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Пайдалы қазба кенорындарының жіктелімі қандай принциптерге негізделген және ол қандай бірліктерден (таксондардан) тұрады?
2. Геосинклин және платформа алқаптарының кенорындары жаралу жағдайлары мен заттық құрамы бойынша қандай ерекшеліктерімен сипатталады?

3. Теңіздер мен мұхиттар түбінде пайдалы қазбалардың қандай түрлері орналасқан?
4. Кенорындар жаралуының жағдайлары мен орналасуын анықтайтын геологиялық факторлардың сипаттамасы қандай?
5. Кенорындар қалыптасатын тереңдік белдемдер қандай? Әртүрлі белдемдерге кенорындардың қандай типтері қалыптасады?
6. Пайдалы қазба жағдайларын қандай физикалық-химиялық параметрлер анықтайды?
7. Пайдалы қазбалар қалыптастыратын заттың қандай көздері бар және ол қандай тәсілдермен түзіледі?

14. МАГМАЛЫҚ КЕНОРЫНДАР

14.1. Жаралу жағдайлары

Магмалық кенорындар ультранегізді, негізді немесе сілтілі құрамды рудалы магманың дифференциациялану және кристалдану процесінде, жоғары температура (700-1500°C) мен жоғары қысым жағдайында және үлкен тереңдікте (>3-5 км) қалыптасады. Магмалық кенорындардың рудажасаушы элементтерінің негізгі көзі Жердің жоғарғы мантиясының заты болып табылады. Бұл туралы кенорындардың да, оларды сыйыстырушы таужыныстардың да терең жарылымдарда орналасуы куәландырады.

Интрузиялық массивтердің қалыптасуы барысында екі типті заттың дифференциациялануы орын алған: ликвациялық және кристалданулық. Ликвация жағдайында магма балқымасы руда мен силикат бөліктерге кристалданғанға дейін жіктеледі, ал кристалдану жағдайында – кристалдану процесі бөлінеді. Балқыманың сұйық және қатты фазалары тығыздығы бойынша әртүрлі болғандықтан, екі жағдайда да оның гравитациялық дифференциациялануы орын алады.

Рудалы магма балқымасы дифференциациялануының негізгі бағыттарына сәйкес дербес (өзіндік) магмалық кенорындардың үш класы бөлінеді: ликвациялық, бастапқы магмалық кристалдану және соңғымагмалық кристалдану.

Ликвациялық кенорындар ликвация процесі, яғни рудалы-силикат құрамды магманың салқындауы барысында араласпайтын руда (сульфид) және силикат құрамды екі сұйыққа бөлінуі және олардың ары қарай оқшауланып кристалдануы нәтижесінде қалыптасады. Магма ликвациясының басты геохимиялық факторлары мыналар: 1) күкірттің концентрациясы; 2) магманың жалпы құрамы, әсіресе оның құрамында темір, магний және кремний болуы; 3) силикат фазасында мыс, никель және басқа халькофиль элементтер болуы. Магма ликвациясына оның қапталдас таужыныстармен араласып, химиялық тепе-теңдігінің бұзылуы себеп болуы мүмкін.

Ликвация басталғанда сұйық силикат массасында сульфид фазасы ұсақ тамшы тәрізді шариктер формасында шашыла кристалданады. Шариктер жолақтарға, ұяларға бірігіп, олардың бір бөлігі тығыздығына байланысты магма камерасының түп маңы бөліктеріне батады. Ал қалған бөліктері камераның түбіне жетпей, орта жолда асылып қалады. Ал түбіне жеткен тамшылар бірігіп тұтас дене жасауы мүмкін. Осыған байланысты аспалы, түптік және қабаттық жатындар пайда болады. Сульфид балқыманың негізгі бөлігі тұтқыр силикат балқымадан кейін кристалданады. Сондықтан руда денелері көбінесе эпигенетикалық сипатқа ие болып, түпнұсқа таужыныс арасында тұтас руданың қиюшы желілері мен жатындарын жасайды.

Бастапқымагмалық кенорындар руда минералдардың силикаттардан бұрын немесе бір мезгілде кристалдануы, яғни қатты фазаның сұйық магма балқымасында оқшаулануы нәтижесінде қалыптасады. Алғашқы кристалдану кейбір руда минералдарға тән. Олар – хромит, платина тобындағы металдар, алмас, сирекжер (монцанит) өздерінің жоғары тығыздығына байланысты сұйық силикат балқымада магма

камерасының түбіне қарай батады. Бұл жерде олар гравитация мен конвекциялық ағын ықпалынан жылжып, байыған бөлікшелер (сегрегациялар) жасайды. Бұл бөлікшелер өздерінің құрамы бойынша сыйыстырушы таужыныстарға жақын болады, олардан құрамында руда компоненттері мөлшерінің артық болуымен айрықшалаынады. Осындай жолмен алғашқы магмалық кенорындардың руда таңдақтары (ширлері) пайда болады.

Соңғымагмалық кенорындар құрамында құнды компоненттердің негізгі массасы шоғырланған қалдық руда балқымасынан қалыптасады. Бұл типті кенорындарда алдымен таужынысжасаушы силикат минералдар кристалданады. Қалдық балқыма тектоникалық қозғалыстардың, ішкі кернеу мен ұшпа компоненттердің ықпалынан қатайған силикат интрузияда жарықшақтарды, силикат минералдар түйірлерінің арасындағы әртүрлі қуыстар мен бос аралықтарды толтырады. Осыған байланысты руда минералдар силикат түйірлерді цементтеуден қалыптасқан *сидерониттік құрылым* дамиды.

Соңғымагмалық кенорындарға, сондай-ақ карбонатиттік кенорындар да жатқызылған. *Карбонатиттер* деп эндогендік карбонаттар шоғырларын айтады, олар күрделі ультранегізді массивтер – сілтілі таужыныстар қалыптасуының ұзақ процесін аяқтайды.

Магмалық текті кенорындар негізінен жіктелген магмалық таужыныстар массивтерінде жатады. Геосинклин белдемдерде перидотиттермен байланысты хромит пен платиноидтардың алғашқы және соңғы магмалық кенорындары, сонымен қатар габбро-дунит-пироксенит таужыныстарда орналасқан соңғы магмалық титанмагнетит кенорындары қалыптасады. Платформаларда ликвациялық магмалық кенорындар негізді және ультранегізді таужыныстардан тұратын интрузияларда, ал алмасты кимберлиттер ультранегізді типті жарылымдарда орналасады. Соңғы магмалық апатит, апатит-магнетит және сирекжер рудаларының кенорындары сілтілі таужыныстармен ассоциацияланады.

14.2. Кенорындарының типтері

Ликвациялық кенорындар

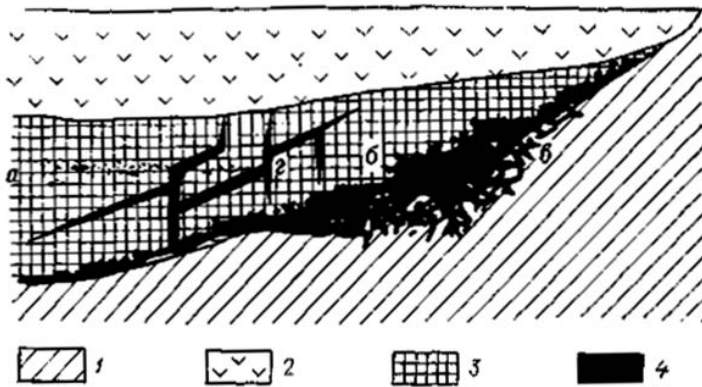
Ликвациялықтарға негізді және ультранегізді магмалық таужыныстардағы пентландит-халькопирит-пирротин (сульфид мыс-никель) кенорындары ғана жатады. Бұл кенорындар біршама сирек, бірақ олардың өнеркәсіптік мәні өте үлкен. Олар тек қана ежелгі платформалардың тектоникалық белсендірілген бөлікшелері ауқымында орналасып, дифференцияланған габбродолерит, норит, пироксенит және перидотит интрузив массивтерімен кеңістікте және генетикалық байланыста болады.

Рудалы массивтер лополиттен, қабаттық және күрделі жатындардан тұрады, ал олардың орналасуын терең жарылымдар мен платформа шөгінді тысының синклин құрылымдары бақылайды. Интрузиялардың ұзындығы км-мен, ал қалыңдығы ондаған м-мен өлшенеді. Интрузияларды сыйыстыратындар – шөгінді және вулканогендік-шөгінді таужыныстар. Рудаланған интрузиялар көбінесе қабатталған,

қышқылдылау таужыныстарды жоғарыдан төмен қарай негізділеу таужыныстар алмастырады.

Кенорындар негізінен интрузиялардың төменгі дифференциаттарында орналасқан. Морфологиясы мен жатыс жағдайлары бойынша сульфид рудаларының төрт типі бөлінеді:

- 1) интрузиялардағы секпілдік руданың қабаттық аспалы жатындары;
- 2) интрузиялар мен олардың астындағы таужыныстардағы шомбал және желішікті-секпілді рудалардың қабаттық және линза тәрізді жатындары;
- 3) жапсар маңы брекчиялық рудалардың линзалары мен бұрыс денелері;
- 4) интрузия мен сыйыстырушы таужыныстағы желілер (14.1-сурет).



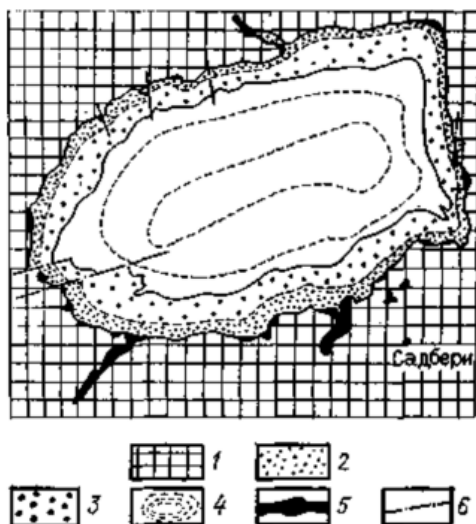
14.1-сурет. Сульфид мыс-никель кенорындары руда денелерінің орналасу сұлбасы (Г.Б. Роговер бойынша):

1 – сыйыстырушы шөгінді таужыныстар; 2 – сыйыстырушы эффузиялық таужыныстар; 3 – интрузиялық жсаралымдар; рудалар: а – секпілді; б – түптік жатындар; в – жапсар маңы брекчиялық; г – желілер

Барлық мыс-никель кенорындарына тән ерекшелік – рудалардың минералдық және химиялық құрамының біршама қарапайымдылығы мен тұрақтылығы. Басты минералдарға жататындар – пирротин, пентландит пен халькопирит, кейде магнетит пен кубанит; қосымша және сирек минералдар әртүрлі – олар алтын, күміс пен платина тобының металдары, мыс (борнит, халькозин), никель мен кобальт (миллерит, никелин) және т.б. минералдары. Рудаларда олардан басқа әртүрлі мөлшерде селен, теллур және т.б. болады.

Руданың бітімі шомбал, брекчиялық, порфирлілеу, желішікті-секпілдік және секпілдік, құрылымы орташа ірі түйірлі.

Қарастырылып отырған типке жататындар: Красноярск өлкесі (Норальск-І, Талнах, Октябрь) мен Кола түбегінің (Печенга тобы) кенорындары; Канадада – Садбери (Садбери лополиті шетел кенорындары арасындағы ең ірісі – 14.2-сурет) мен Томпсон аудандары; Оңтүстік Африкада – Бушвельд пен Инсизва; Австралияда – Калгурли ауданы. Бұл типті шағын кенорындар АҚШ, Финляндия, Швеция мен Норвегияда белгілі.



14.2-сурет. Канададағы Садбери лополиті геологиялық құрылысының сұлбасы (П. Колеман бойынша):

1 – астыңғы таужыныстар; 2 – габбро; 3 – норит; 4 – жатын таужыныстары; 5 – сульфид кенорындары; 6 – айырылымды тектоникалық бұзылыстар

Бастапқымагмалық кенорындар

Магма кристалдануының алғашқы кезеңінде сыйыстырушы магмалық таужыныстармен бір мезгілде дерлік жаралатын алғашқы магмалық кенорындарға мынадай ерекшеліктер тән:

1) руда мен сыйыстырушы таужыныстар арасындағы жапсарлардың біртіндеп қалыптасуы (осыған байланысты оларды контурлау сынамалаудың деректері бойынша жүргізіледі);

2) руда денелері негізінен бұрыс пішінді болуы – ұялар, линзалар, күрделі тақта тәрізді жатындар, құбыр тәрізді денелер;

3) рудалардың бітімі негізінен сеппелік, ал құрылымы – кристалды-түйірлі.

Бұл класқа жататындар – қабатталған перидотит пен дунит интрузияларындағы (Оралдағы Ключевское кенорны, Оңтүстік Африкадағы Бушвельд пен Ұлы Дайка) хромиттерінің сеппелік және шпир тәрізді жиылым белдемдері. Алғашқы магмалықтарға сонымен қатар габброидтардағы титанмагнетит рудалары мен сілтілі таужыныстардағы графит кенорындары (Шығыс Саяндағы Ботогол, Канада, Испания, Австралия кенорындары).

Өнеркәсіптік мәнді алғашқы магмалық кенорындарға кимберлиттердегі алмастың түбірлік кенорындары жатады. Олар ежелгі платформалардың белсенділенген белдемдерінде орналасады – Сібірде (Саха Республикасы), Африкада (ОАР, Танзания, Конго), Индияда (Голконда), Австралияда (Жаңа Оңтүстік Уэльс штаты), Солтүстік Америкада (Канада, АҚШ).

Жер шарында барлығы 2000 кимберлит түтікшелері анықталған, бірақ олардың аз бөлігі ғана алмасты. Алмасты кимберлиттер күрт еңіс цилиндр немесе сопақ

қуыстарды толтырып, құбыр тәрізді денелер жасайды. Түтікшелердің өлшемдері көлденең қимасында бірнеше метрден жүздеген метрге дейін өзгереді; тереңге қарай олар 1 км-ге дейін байқалады. Түтікше ішінде алмастың таралуы жеткілікті біркелкі, тереңдеген сайын оның мөлшері азайып, толық жойылады. Кимберлиттегі алмастың мөлшері әр 1 м³ таужынысқа 0,5 карат (1 карат = 0,2 г) мөлшерінен аспайды. Кимберлит түтікшелері арасында массасы ондаған карат болатын өте ірі алмастар да кездеседі.

Соңғы магмалық кенорындар

Барлық соңғымагмалық кенорындарға тән жалпы сипаттар:

1) қиюшы желі, линза және құбыр пішінді руда денелері негізінен эпигенезистілігімен сипатталады;

2) сидерониттік құрылым, тұтас рудалардың сеппеліктерден басымдығы;

3) руда денелері өлшемдерінің ірілігі, біршама құнарлы руда кенорындары масштабының үлкендігі.

Соңғы магмалық кенорындардың типтері:

1) серпентинденген дунит мен перидотиттегі хромит кенорындары – Оралда (Кемпірсай, Алапаевское, Сарановское), Закавказьеде (Шоржинское), Швецияда, Норвегияда;

2) габбро-перидотит-дунит құрамды массивтердегі титанмагнетит кенорындары – Оралда (Куса, Качканар, Гусевогорское), Карелияда (Пудожгорское), Таулы Алтайда (Харловское), Забайкальеде (Чиней), Норвегияда (Телнесс), Швецияда (Таберг), АҚШ-та, Канадада;

3) дунит, перидотит пен пироксениттегі платина кенорындары – Оралда (Нижне-Тагил), ОАР (Бушьвельд);

4) сілтілі таужыныстардағы апатит-магнетит кенорындары – Оралда (Лебяжинское), АҚШ (Адирондак), Мексикада, Чилиде;

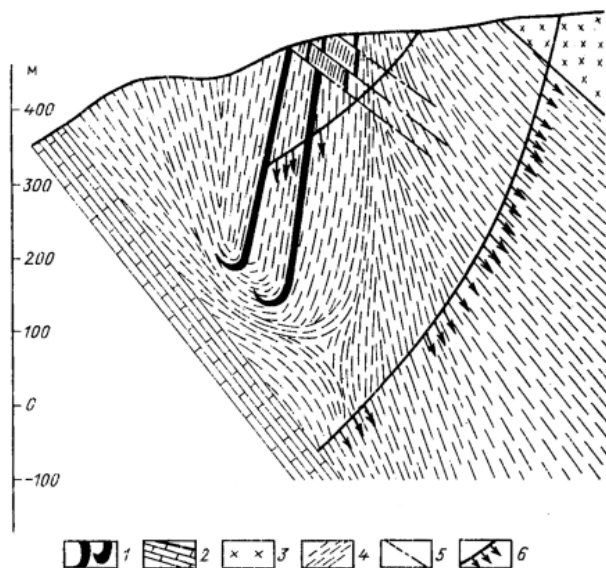
5) сілтілі таужыныстар массивтерімен байланысты апатит-нефелин кенорындары – Кола түбегінде (Хибин), Шығыс Сібірде (Горячегорское, Қия Шалтыр).

Кенорындардың өнеркәсіптік мәні, әсіресе хромит, титанмагнетит пен апатит рудалары үшін жоғары. Олардың барлық әлемдік өндірісін жоғарыда аталған соңғы магмалық генезисті кенорын типтері қамтамасыз етеді.

Хромит кенорындары құрамы бойынша белгілі бір дәрежеде дифференциацияланған және серпентинденген ультраанегізді таужыныс массивтерінде орналасқан. Массивтер лакколит, лополит және силл пішінді болады. Әдетте олардың төменгі жағы серпентинденген дуниттен тұрады. Олардың құрамында желі, линза, түтікше, ұя және тұтас жолақтар мен секпілді рудадан тұратын кен денелері орналасады. Руданың бітімі жолақты, таңдақ, нодульді, брекчиялы және секпілді; құрылымы ұсақ және орташа түйірлі. Руда хромшпинелидтер, магнетит, тальк пен карбонаттардан, кейде оливин мен пироксеннен тұрады. Хромит кенорындарының басым бөлігі геосинклиндік дамудың алғашқы сатыларындағы гипербазиттермен ассоцияланады.

Титанмагнетит кенорындары геосинклиндік дамудың алғашқы сатысындағы габбро-пироксенит-дунит массивтерімен генетикалық байланысты. Руда денелерінің орналасуы протомгмалық тектоника элементтерінде және кейінгі айырылымдық

бұзылыстарда бақыланады. Олар желі, линза, ұя, шпир пішінді, ал рудалардың бітімі шомбал, жолақты, тандақ, секпіл болады, сидерониттік құрылым тән. Негізгі руда минералдар – титанмагнетит, ильменит пен рутил болса, ал бейруда минералдар – пироксен, амфибол, негізді плагиоклаз, хлорит, биотит пен анартастардан тұрады (14.3-сурет).



14.3-сурет. Кендену орналасуын тектоникалық бақылау
(Куса титанмагнетит кенорны, Д.С. Штейнберг бойынша):

- 1 – тұтас титанмагнетит; 2 – жатқан қаптал карбонат таужыныстары;
3 – гранит-гнейс; 4 – габбро-амфиболит; 5 – тектоникалық айырылымды
бұзылыстар; 6 – құрылымдық элементтердің ұңғыма
мен керндегі өлшеу бойынша бағыты

Апатит-нефелин кенорындары сілтілі таужыныс массивтерімен генетикалық байланыста. Олардың арасындағы аса ірілерге Кола түбегіндегі Хибин сілтілі массивінің кенорындары жатады. Массив платформалық жаралымдарға кіріп, ежелгі гнейстер мен тақтатастардың арасында жататын конус құрылысты лополит пішінді. Ол хибинит, нефелинді сиенит пен ийолит-уртит қатарындағы таужыныстардың біртіндеп енуі нәтижесінде қалыптасқан. Олармен планда ірі линзалар сақинасын жасайтын апатит рудаларының ірі жатындары генетикалық әрі кеңістіктік байланыста. Руда апатит, нефелин, магнетит, ильменит, сфен, пироксен, лопариттен тұрады. Олар құрамы бойынша комплексті, құрамында фосфор, алюминий, титан мен сирек элементтердің өнеркәсіптік концентрациялары бар.

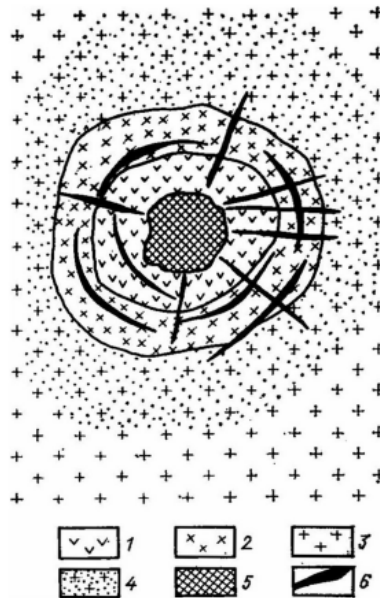
Карбонатиттік кенорындар соңғы магмалық жаралымдардың айрықша типін құрайды. Зерттеушілердің көпшілігі оларды жеке топқа бөледі. Бірақ олардың ультра-негізді-шөгінді таужыныстың күрделі интрузивтерімен кеңістікте және генетикалық байланыста болуы, пайдалы минерал массалардың аталған интрузиялардың аяққы

даму сатысында бөлінуі – кенорындарды сипатталып отырған класқа жатқызуға мүмкіндік береді.

Карбонатиттік кенорындар біршама сирек және олардың құрамында соңғы кездері ғана қызығушылық туындаған өте айрықша пайдалы компоненттер комплексі бар. Қазіргі кезде карбонатиттік ультранегізді-сілтілі таужыныстардың 200-дей массиві анықталған. Олардың ішінде тек 20-сы ғана өндіріс нысаны бола алады. Мұндай массивтер Карелияда, Кола түбегінде, Шығыс Сібірде, Приморьеде табылған. Алыс шетелдерде олар АҚШ, Канада, Бразилия, Германия, Швеция, Норвегия, Финляндия, Гренландия, Австралия, Индия, Ауғанстан мен Африканың бірқатар аудандарында белгілі.

Интрузивтердің құрылысы концентрлі-белдемді болады. Олар шток, лополит, сақиналық және жартылай сақиналық дайкалар жүйесі, жарықшақтық сызықша созылған массивтер, күрделі пішінді денелер болуы мүмкін. Қалыпты жағдайда массивтердің орталық бөліктері сілтілі таужыныстардан тұрып, олар ультранегізді таужыныстармен жіктеледі, ары қарай гнейстер белдемі, содан кейін метасоматоздық таужыныстар белдемі (фениттер) орналасады.

Карбонатит жатындары шток массивтің орталығына қарай еңіс орналасқан конус дайкалар, қарама-қарсы еңіс жатқан радиал дайкалар жасайды. Кен денелердің өлшемі әртүрлі: штоктардың көлденең қимасы жүздеген м-ден 10 км-ге дейін; дайкалардың созылымы бойынша ұзындығы жүздеген м-ден 1-2 км-ге дейін (14.4-сурет).



14.4-сурет. Карбонатиттік кенорындар геологиялық құрылысының сұлбасы:

1 – сілтілі таужыныстар; 2 – ультранегізді таужыныстар; 3 – гнейс;

4 – метасоматоздық өзгерген тақтатастар; 5 – карбонат штогы;

6 – карбонатит желілері (дайкалары)

Карбонатиттер өте маңызды өнеркәсіптік мәнге ие. Олармен тантал, ниобий, сирек жерлердің негізгі ресурстары, титан, темір рудасы, флюорит, флогопит, апатит және т.б. едәуір қоры байланысты. Карбонатиттермен сондай-ақ сирек металдар мен сирекжер элементтердің кенорындары байланысты (АҚШ, Канада, Бразилия, Африка, Россия).

Сонымен, барлық кенорындардың ең маңызды ерекшелігі – олардың нақты магмалық таужыныстар комплексімен тығыз байланысы. Бұл жағдай оларды іздеу белгілері болып табылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Магмалық кенорындар деген не? Олар қалыптасқан кездегі заттың дифференциациялану типтері қандай?
2. Бастапқы-, соңғымагмалық және ликвациялық кенорындар қалай жаралады?
3. Бастапқымагмалық кенорындар қалыптасуының геологиялық жағдайы қандай, оларға қандай пайдалы қазбалар тән?
4. Соңғымагмалық кенорындардың өзіндік ерекшеліктері қандай, олардың қандай типтері өнеркәсіптік мәнге ие болады?
5. Ликвациялық сульфид мыс-никель кенорындарының сипаттамасы қандай?

15. ПЕГМАТИТ КЕНОРЫНДАРЫ

15.1. Жаралу жағдайлары

Пегматиттер деп тереңдік массивтер қатаюының аякқы сатысында қалыптасатын, минералдық құрамы, морфологиясы, құрылымы мен генезисі бойынша өзіндік сипатқа ие соңғы магмалық денелерді айтады. Олар интрузиялық таужыныстар мен постмагмалық руда желілері арасында өтпелі жағдайда болады.

Пегматиттер интрузиялық таужыныстармен байланысты, өйткені олар кеңістікте массивтің ішінде немесе тікелей маңында орналасады. Пегматиттер мен түпнұсқа таужыныстардың құрамы бірдей болғанымен, олар бір-бірінен мынадай ерекшеліктермен ажыратылады: пегматит денелердің өлшемі кішілеу болады, пішіні желі мен ұя тәрізді, ішкі құрылысы белдемделген, таужыныстардың құрылымы ірі және зор түйірлі, минералдық құрамы күрделі, құрамында минералдаушы ұшпа компоненттер, сирек және сирекжер элементтер болады, бұрынғы минерал ассоциацияларды кейінгілердің алмастыру белгілері байқалады.

Пегматиттерге кез келген құрамды интрузиялық таужыныстар да кездесетіні тән. Бірақ олардың арасында басым таралғаны және жетекші мәнге ие болатыны гранит пегматиттер, кейде сілтілі және ультранегізді пегматиттер кездеседі.

Пегматиттердің өнеркәсіптік құндылығы өте жоғары болғанына қарамай, олардың генезисіне қатысты көптеген мәселелер әлі күнге дейін толық шешімін тапқан жоқ. Бұл олардың типтерінің көптігіне, құрылысы мен құрамының заңдылықтарын анықтаудың күрделілігіне байланысты. Пегматиттер қалыптасуының физикалық-химиялық және геологиялық жағдайлардың кең диапазоны осының куәсі.

Қазіргі гипотезалар бір-бірінен пегматит жасаушы магма балқымасы мен метасоматоздың ролі, өзгертуші ерітінділердің көзі, магма балқымасындағы жүйенің тұрақтылық дәрежесі мен ұшпа қосылыстардың (су және т.б.) ерігіштігі бойынша алшақтайды. Осы белгілер бойынша қазір ұсынылған гипотезаларды шамамен үш топқа біріктіруге болады: 1) қалдық балқыма гипотезасы; 2) метасоматоздық ерітінді гипотезасы; 3) қалдық балқыма мен метасоматоздық ерітінді гипотезасы.

А.Е. Ферсман ұсынған және кейін К.А. Власов, А.И. Гинзбург пен т.б. зерттеушілер дамытқан бірінші гипотеза бойынша пегматиттер магма ошағынан дараланып, ұшпа компоненттерге (H_2O , F , Cl , B , CO_2 және т.б.) қаныққан қалдық магманың катаю өнімі болып табылады. Алдымен кәдімгі магмалық минералдар кристалданады, олар кейін пневматолиздік-гидротермалық ерітінділер жасайтын ұшпа минералдаушылардың ықпалына ұшырайды. Алғашқы минералдар жартылай басқаларға алмасып, жаңалары пайда болады. Минералжаралу процесі 700-800-ден 400-500 °C-қа дейінгі температура аралықтарында жүреді. Осыған байланысты пегматит жаралымдарының әр фазасында өзіндік минералдар бөлініп, тиісінше пегматит денелерінің құрылысы өзгереді.

А.Е. Ферсман бойынша гранит пегматиттер таза желі және будан (гибрид) желі пегматиттеріне бөлінеді. Таза желі пегматиттері граниттерде немесе соларға ұқсас таужыныстарда орналасып, құрамы бойынша осы түпнұсқа таужыныстарға

сәйкес келеді. Бұдан желі пегматиттері құрамы едәуір басқа типті таужыныстар арасында жаралады. Осындай жағдайларда, бір жағынан, қапталдас таужыныстар затын ассимиляциялаған және екінші жағынан; біршама кремнеземін қапталдас таужыныстарға беруіне байланысты кремнийсізденген бұдан пегматиттер пайда болған.

Пегматиттердің минералдық құрамында силикаттар мен оксидтер басым кездеседі. Таза желі гранит пегматиттері далашпаттардан, кварц пен слюдалардан тұрады. Бұдан пегматиттер ассимиляцияланған таужыныстар құрамына байланысты, көбінесе дистен, силлиманит, мүйіз алдамышы, пироксен, сфен және корунд сияқты минералдардан тұрады.

Екінші гипотеза қалдық магма балқымасының мәнін жоққа шығарып, пегматиттер қалыптасуында гранит пегматиттерге жақын таужыныстардың (гранит, аплит) қайта жинақ кристалдануы жетекші рөл атқарады деген пікірді ұстанады. Қайта кристалдану ыстық газдық-сулық ерітінділер ықпалынан жүріп, ірі және зор түйірлі минерал агрегаттар қалыптасуына әкеледі. Келесі кезеңде олардың метасоматоздық түрленуі орын алуы мүмкін. Бұл көзқарас А.Н. Заварицкий, В.Д. Никитин және т.б. еңбектерінде дамуын тапқан.

Келесі гипотеза компромистік сипатқа ие. Оның авторлары Р. Джонс, Ф. Хесс және т.б. пікірінше, пегматиттер екі – магмалық және метасоматоздық кезеңде қалыптасады. Магмалық кезеңде балқымадан белдемді пегматиттер кристалданады, екінші кезеңде газдық-сулық минералданған тереңдік ерітінділердің әсерінен бұрын түзілген минералдар метасоматоздық өзгеріске түсіп, жекелеген компоненттер шығарылады. Пегматиттердің кварц, альбит, мусковит, сирек металдар минералдарынан тұратын метасоматоздық бөлігі пайда болады.

Ерекше орынды соңғы кезде ұсынылған (Г. Рамберг, Ю.М. Соколов және т.б.) пегматиттердің *метаморфогендік жаралуы туралы гипотеза* алады. Бұл гипотезаға сай пегматиттер негізінен прекембрий таужыныстарының метаморфтық түрленуінің әртүрлі сатыларында қалыптасады және құрамының ерекшеліктері бойынша сыйыстырушы таужыныстар метаморфизмінің фазасына сәйкес келеді.

Ең ықтималы, пегматитжаралу процесі түрлі геологиялық жағдайда әркілы жолдармен жүруі мүмкін. Мұндай жағдайда пегматиттік кенорындар жалпы геологиялық, минералогиялық және геохимиялық белгілердің өзіндік жиынтығына ие болады. Бұл объективті құбылыс кенорындардың конвергенттілік принципі ретінде белгілі.

Пегматит денелерінің негізгі пішіндері – қарапайым қабат тәрізді және күрделі желі; кейде линза, ұя және құбыр тәрізді денелер. Денелердің өлшемдері ерекше әртүрлі: қалыңдығы 10-25 м-ден 50-200 м-ге дейін ауытқиды; еңістігі бойынша ұзындығы ондаған-жүздеген метр, созылымы бойынша жүздеген м-ден бірнеше км-ге дейін.

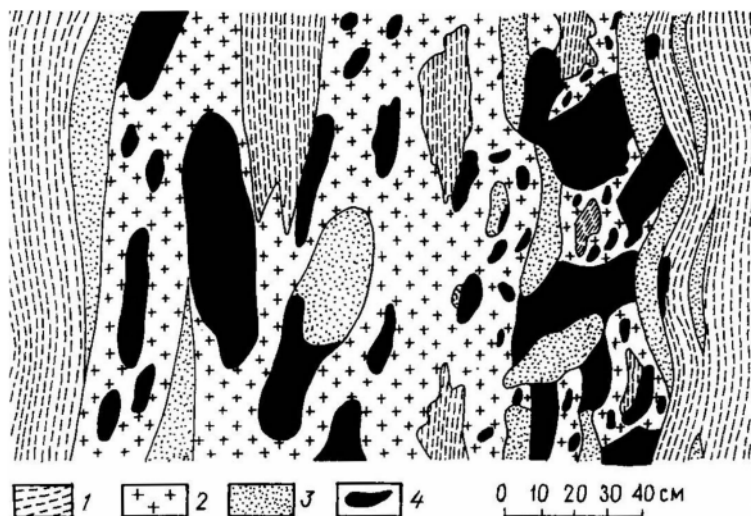
15.2. Кенорындарының типтері

Пегматиттік кенорындар генетикалық жіктелім бойынша қарапайым, қайта кристалданған және метасоматоздық кристалданған түрлерге бөлінеді.

Қарапайым пегматиттер. Минералдық және химиялық құрамы бойынша, қарапайым пегматиттер бастапқы таужыныстарға сәйкес келеді. Мәселен, қарапайым гранит пегматиттердің құрамына кварц, калийлі далашпат, қышқыл плагиоклаздар, сонымен қатар мусковит, турмалин мен анартас қоспалары кіреді. Олар жазбалық (графикалық) немесе граниттік құрылымымен сипатталады, қайта кристалдану мен метасоматоз белгілері байқалмайды.

Қарапайым пегматиттер арасында өнеркәсіптік мәнге кварц-далашпатты кенорындар ғана ие. Олардан комплексті керамзит шикізаты алынып, фарфор мен фаянс өнеркәсібінде пайдаланылады. Керамикалық пегматит кенорындары Карелияда (Хетоламбино, Чкаловское, Лупикко), Кола түбегінде, Украинада (Бельчаковское, Глубочанское), Шығыс Сібірде (Мама-Чуй), Швецияда, Финляндияда, Норвегияда, Индияда, АҚШ-та, Канада, Бразилияда белгілі.

Қайта кристалданған пегматиттер. Олар үшін әртүрлі кристалды ірі және зор түйірлі құрылым тән, ол бастапқы заттың газдық-сулық ерітінділер ықпалынан қайта кристалдануы нәтижесінде қалыптасады. Қайта кристалдану процесінде кварц, далашпат пен мусковиттің ірі кристалдары пайда болады. Белдемділік жоқ болуы мүмкін. Сипатталған пегматиттер дербес алаңдар мен желілір жасап, күрделі пегматиттер алаңы арасында орналасады (15.1-сурет).



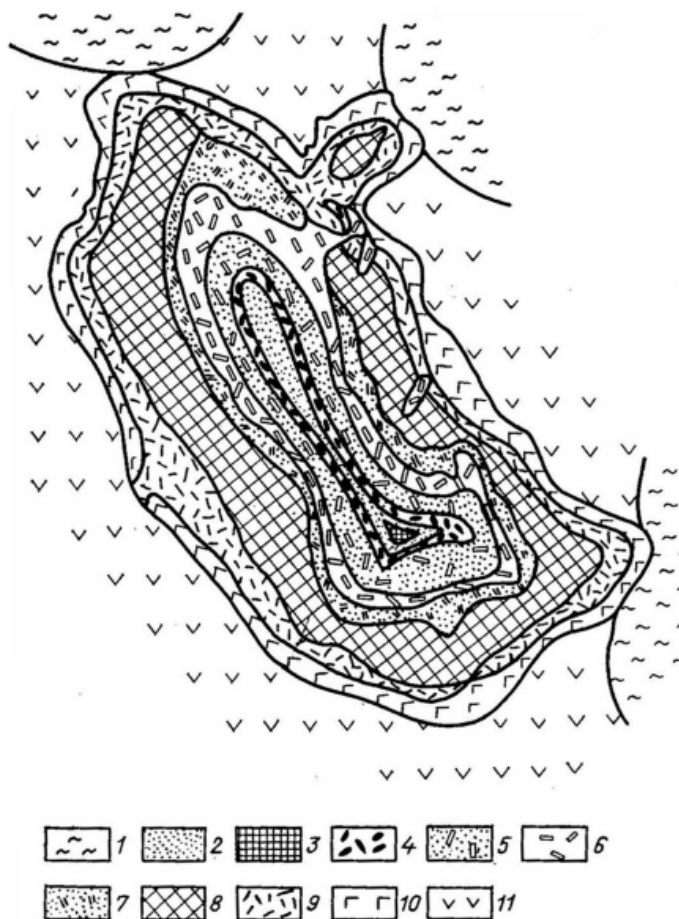
15.1-сурет. Қайта кристалданған пегматит желілерінің құрылысы (В.И. Смирнов бойынша): 1 – гнейс; 2 – ұсақ және орташа кристалды пегматит; 3 – кварц; 4 – мусковит

Қайта кристалданған пегматиттермен мусковиттің бірегей өнеркәсіптік көзі болып табылатын мусковит-кварц-далашпат кенорындары байланысты. Бұл типті кенорындар Шығыс Сібірдегі Мама-Чуй ауданында, Карелияда (Чупино-Лоух тобы), Кола түбегінде (Енское мен Стрельнинское) шоғырланған. Алыс шетелдерде мусковиттің негізгі массасы Индия мен Бразилияның қайта кристалданған пегматит кенорындарында өндіріледі.

Метасоматоздық алмасқан пегматиттер. Пегматиттердің бұл типі қайта кристалданып қана қоймай, ыстық минералданған газдық-сулық ерітінділер ықпалынан метасоматоздық түрленуге ұшырайды. Оларға белдемдік құрылыс, ірі ашық қуыстар (200 м³-ге дейін) мен оларда құнды минералдар кристалдарының друзасы болуы тән.

Жалпы алғанда олар қайта кристалданған пегматиттерге қарағанда кең таралған, бірақ ірі кенорындары (қоры бойынша) сирек кездеседі. Метасоматоздық алмасқан пегматиттермен маңызды өнеркәсіптік мәнге ие кенорындардың мынадай типтері байланысты:

1) сподумен-кварц-далашпатты – Ресей, ОАР, Канада, АҚШ кенорындары (15.2-суретте белдемді пегматит денелердің бірінің қимасы берілген);



15.2-сурет. Метасоматоздық алмасқан пегматит денесінің геологиялық қимасы (Н.А. Солодов бойынша): 1 – тасындылар; 2-10 – пегматит денесінің белдемдері: 2 – блоктық кварц, 3 – ірі блоктық микроклин II, 4 – ұсақ пластиналық альбит, 5 – кварц-сподумен, 6 – клевеландит-сподумен, 7 – кварц-мусковит ұялары, 10 – графикалық кварц-микроклин; 11 – сыйыстырушы таужыныстар

2) берилл-кварц-далашпатты (Ресей, Конго, Замбия, Австралия, АҚШ, Бразилия);

3) асыл тасты – тау хрусталі, аметист, топаз, аквамарин, турмалин (Ресей, Қазақстан, Украина, Ауғанстан, Индия, Австралия, Бразилия);

4) корундты және оның асыл түрлестері – сапфир мен рубинді (Орал, Индия, ОАР, Австралия, Канада; АҚШ).

Сонымен қатар, метасоматоздық алмасқан кенорындармен қалайы, тантал, ниобий, уран, торийдің өнеркәсіптік кенорындары байланысты. Бірқатар жағдайларда бұл пегматиттер касситерит, циркон, асыл тастардың ірі шашылымдарының түбірлік көзі болып табылады. Олардың кенорындары ҚХР, Индия мен Бразилияда кең таралған.

Бақылау сұрақтары:

1. Пегматит кенорындары деген не, әртүрлі генетикалық гипотезалар бойынша гранит пегматиттер қалай жаралады?

2. Пегматит пайдалы қазбалары және олардың қалыптасуының геологиялық жағдайлары қандай?

3. Қайта кристалданған пегматиттерге қандай пайдалы қазбалар байланысты?

4. Метасоматоздық алмасқан пегматиттердің қандай типтері өнеркәсіптік мәнге ие?

16. ГИДРОТЕРМАЛЫҚ КЕНОРЫНДАР

16.1. Жаралу жағдайлары

Гидротермалық кенорындар негізінен жер қыртысының жоғарғы бөлігінде айналымданатын және суыған магмалық денелердің туындылары болып табылатын минералданған ыстық газдық-сулық ерітінділерден қалыптасады. Пайдалы қазбаларды жасайтын минерал заттар көпшілік жағдайда сулық ерітінділерде тасымалданады. Олар физикалық-химиялық құрамы бойынша жүзгін, коллоид және молекулалық (шынайы) ерітінділерге жатады.

Жорамал бойынша гидротермалық ерітінділер суының көзі магмалық, метаморфтық, ежелгі шөгінділер құрамында көмілген терең айналымды атмосфералық су болуы мүмкін. Магмалық (тұмса) су магма балқымасынан оның қатаю және магмалық таужыныстар қалыптасу процесінде бөлінеді. Эксперимент пен төгілген лаваларды зерттеу деректері бойынша, магмадағы судың мөлшері 1-7% екен, бұл гидротермалық кенорындар дамуының масштабын түсіндіре алады.

Метаморфтық су таужыныстар метаморфизмі кезінде жоғары температура мен қысым ықпалынан бөлінеді. Өзгермеген таужыныстарда кеуек, жарғақ, қылтүтік суы, интерминералдық және конституциялық су болады. Оның мөлшері таужыныстар массасының 3%-ына дейін жетуі мүмкін. Осыған байланысты метаморфизм кезінде гидротермалық ерітінділер жасауға қабілетті судың орасан зор мөлшері пайда болуы мүмкін.

Бастапқы теңізде жаралып, ежелгі шөгінділердің кеуек кеңістігінде көмілген су таужыныстар массасының 10-30% мөлшеріне дейін жетеді. Бұл су әртүрлі геологиялық процестер ықпалынан босап шығып, суөтімді құрылымдар бойында гидротермалық ағындар жасауы мүмкін. Атмосфералық немесе метеорлық су қолайлы гидрогеологиялық жағдайларда жер қыртысының терең бөліктеріне еруге қабілетті. Қызу мен минерал заттарды сіңіру нәтижесінде ол гидротермалық ерітінділер қасиеттерін қабылдайды.

Минерал заттар көзі тұмса магмалық, ассимиляцияланған магмалық және сүзілген магмалықтан тыс болуы мүмкін. Руда жасаушы заттардың тұмса магмалық көздері бастапқы қыртыстық базальтоид магманың туындылары болып табылады. Олар темір, ванадий, никель, мыс және т.б. металдардың концентрациясын қамтамасыз етеді. Рудажаралудың ассимиляцияланған магмалық көздері жер қыртысының шөгінді қабығының төменгі бөлігі балқыған кезде пайда болған гранитоид магмамен байланысты. Мұндай көздер қалайы, вольфрам, бериллий, литий, ниобий, тантал кенорындарына тән. Егер минерал заттар қапталдас таужыныстан гидротермалық ерітінділер айналымы кезінде пайда болса, онда олар магмадан тыс, сүзілген көздерден жаралады дейді. Сүзілу кезінде ерітіндіге кремний, кальций, магний, калий, хлор сияқты петрогендік элементтер, сонымен қатар қорғасын, мырыш, алтын, уран, никель (тініке), кобальт, қалайы, бериллий, вольфрам сияқты металлогендік элементтер өтуі мүмкін.

Минерал заттар гидротермалық ерітінділерде минералдардың шынайы немесе коллоид ерітінділері, қарапайым иондық элементтердің жеңіл еритін қосылыстары, комплексті иондық-молекулалық ерітінділердің оңай еритін қосылыстары түрінде тасымалданады.

Заттардың гидротермалық ерітіндімен қозғалысқа келуі тоқырау ерітіндіде диффузия арқылы, ал қозғалыстағы ерітіндіде инфильтрация (сіңу) арқылы жүруі мүмкін. Гидротермалық ерітінділерден минерал массалар түзілуге мыналар себеп болуы мүмкін: ерітіндідегі және ерітінді ығысқан кездегі заттардың алмасу реакциялары; ортаның қышқылдық-сілтілігінің (pH) өзгеруі; коллоидтардың коагуляциясы; сүзілу әсері; сорбция, табиғи электр өрістерінің ықпалы; ерітінділер температурасы мен жүйе қысымының өзгеруі.

Пайдалы қазбалардың шоғырлануы минерал массалардың таужыныстар қуысында түзілуі салдарынан немесе олардың алмасуына байланысты қалыптасады. Сондықтан гидротермалық кенорындардың денелері рудасыйыстырушы қуыстардың морфологиясына немесе алмасатын таужыныстар шекарасының конфигурациясына байланысты болады. Кен денелеріне тән пішіндер: желі, шток, ұя, штокверк, линза, қабат тәрізді жатындар мен күрделі құрама денелер. Денелердің өлшемі әртүрлі – ұзындығы небәрі 2-3 м болатын қысқа желілерден (алтынды кварц желілер кенорындары) бастап, өте ұзын (200 км-ге дейін) денелерге (Калифорниядағы Аналық желі) дейін. Еңістігі бойынша желілер ондаған-жүздеген метрден, кейде бірнеше километрге дейін байқалады.

16.2. Кенорындарының типтері

Гидротермалық кенорындар жаралу жағдайлары бойынша плутоногендік (тереңдік) пен вулканогендік (жербеттік) түрлерге бөлінеді. Плутоногендік және вулканогендік кенорындар 400-ден 50°C-қа дейінгі температура аралығында қалыптасып, көбінесе жоғары температуралық (400-300°C), орташа температуралық (300-200°C) және төмен температуралық (200-50°C) болып бөлінеді.

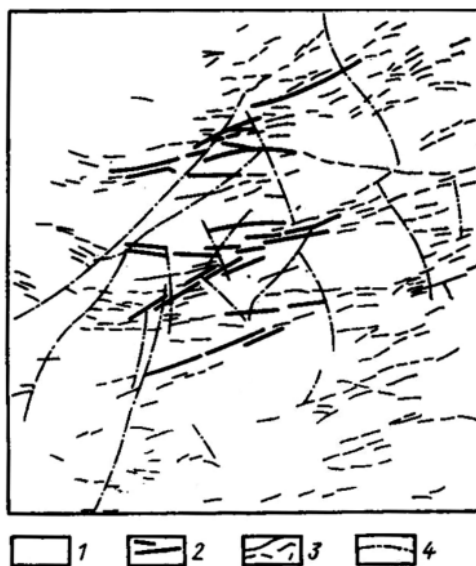
Плутоногендік кенорындар. Плутоногендік гидротермалық кенорындар қышқылды, біршама қышқылды және біршама сілтілі магмалық таужыныстармен кеңістікте және генетикалық байланыста. Рудалану тік бағытта 1-2 км тереңдікте дамып, жақсы ұстамдылығымен ерекшеленеді. Руда денелері қуыстарды толтыру немесе метасоматоздық жолмен қалыптасады. Олардың пішіні сыйыстырушы таужыныстар мен тектоникалық құрылымдарға байланысты болып, әртүрлілігімен сипатталады. Изометрлі, жалпақ және құбыр пішінді үйлесімді және үйлесімсіз типті жатындар белгілі. Денелердің өлшемі кең ауқымда өзгереді, ұзындығы бірнеше м-ден ондаған км-ге дейін. Ең көп таралғаны – қалыңдығы аз, саны көп руда денелерінен тұратын кенорындар.

Рудажаралу сыйыстырушы таужыныстардың қарқынды өзгеруімен ұштасады. Оларда серициттену, хлориттену, кварцталу, доломиттену, лиственииттену, серпентиндену, флюориттену, пириттену, гематиттену кең таралған. Рудалардың бітімі – сек-

пiлдi, желiшiктi, шомбал, ал кұрылымы – түйiрлi, порфир тәрiздi, эмульсиялық, пластиналық, торлы.

Плутоногендiктерге мынадай кенорын типтерi жатады: алтын-кварцты, вольфрамит-молибденит-кварцты, касситерит-кварцты, никель-кобальт-арсениттi, молибденит-халькопириттi (мысты порфирлiк), галенит-сфалериттi, алтын-сульфидтi, касситерит-силикат-сульфидтi, тальктi, магнетиттi, хризотил-асбесттi, флюориттi және киноварь-антимонит-кварцты. Осы типтердiң негiзгiлерiн қысқаша сипаттайық.

Алтын-кварцты кенорындар. Олар көбiнесе дайкалар сериясына жалғасқан гранитоид массивтерiмен байланысты. Руда денелерi айырылымды және қатпарлы тектоникалық бұзылыстармен қадағаланады. Олардың пiшiнi негiзiнен штокверк, қарапайым және күрделi желiлер, сонымен қатар қатпарлар топсаларында орналасқан ер тәрiздi денелер. Рудада алтынды кварц басым таралған, сульфидтердiң мөлшерi 0,5-2% шамасынан аспайды. Бұл типке Орал (Кочкар – 16.1-сурет), Өзбекстан (Мұрынтау), Сiбiр (Коммунар, “Советский” кенiшi), Швеция (Болиден), Индия (Колар), Мали, Конго, Австралия (Бендиго), Канада мен Бразилиядағы кенорындар жатады.



16.1-сурет. Кочкар кенорнындағы алтын-кварц желiлерiнiң орналасу сұлбасы (Ф.И. Вольфсон бойынша): 1 – плагиогранит;

2 – өнеркәсiптiк желiлер мен рудалы белдемдер; 3 – бейөнеркәсiптiк желiлер; 4 – айырылымды бұзылыстар

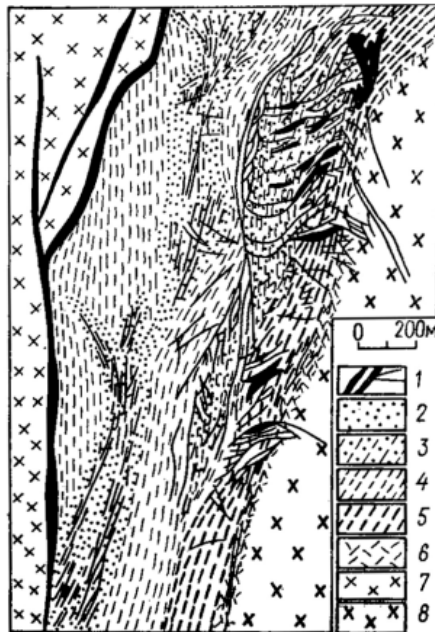
Вольфрам-молибденит-кварцты кенорындар күрт еңiс жатысты желiлерден, кұбыр тәрiздi денелер мен секпiлдi руданың штокверк белдемдерiнен тұрады. Олар гранитоид күмбездерiнде және олардың сыртқы жапсар белдемдерiнде орналасады. Бұл типтi кенорындар Қазақстанда (Шалқия, Жоғарғы Қайрақты) және Ресейдегi Забайкальеде (Джида, Белуха, Букука, Шактама) бар. Олар Португалия, Норвегия

(Кнабан), ҚХР (Ляндушань, Шанпин), Маңғолия, Мьянме, Австралия, АҚШ (Квеста) мен Канадада (Ред-Роуз, Босс-Маунтин) дамыған.

Касситерит-кварцты кенорындар гранит интрузияларының сыртқы жапсарындағы құмтас мен тақтатастар арасында жатады. Секпілді, желішікті және шомбал руда толтыру желілерін, рудаланған белдемдер мен штокверктер, құбыр тәрізді денелер жасайды. Кенорындардың бұл типі Забайкальеде (Онон, Ималка), Чукоткада (Иультин), Ұлы Британияда (Корнуолл), Португалияда, ҚХР-да, Нигерияда таралған.

Никель-кобальт-арсенид кенорындары скарндалған эффузиялық-шөгінді таужыныстарда орналасқан. Секпілді рудалар ұялар мен линзалар жасайды, ал шомбал рудалар күрт еңіс орналасқан желілерді толтырады. Бұл типтің нағыз өкілдеріне Ховуаксы (Тыва Республикасы, Ресей) мен Кобальт (Канада) кенорындары жатады.

Молибденит-халькопирит (мысты порфирлік) кенорындары порфир құрылымды, магмалық гранитоидтар дөңестері маңында шашыранды рудалану штокверктері мен желішікті-секпілді белдемдер қалыптастырады. Рудалы белдемде гидротермалық өзгерген таужыныстар дамыған. Рудалану аймақтық жарылымдармен, жарықшақтар жүйелерімен қадағаланып, көбінесе белдемді құрылысымен сипатталады. Кенорындардың бұл типі Қазақстанда (Қоңырат), Өзбекстанда (Қалмақыр), Арменияда (Каджаран, Агарак) дамыған. Ірі кенорындар АҚШ (Бингем, Кляймакс), Чили (Чукикамата) мен Болгарияда таралған (16.2-сурет).



16.2-сурет. Чукикамата мыс-порфир кенорны геологиялық құрылысының сұлбасы (В. Лопес пен В. Пери бойынша): 1 – руда желілері мен желішіктері; 2-6 – өзгерген палеоген монзонит порфири: 2 – кварцталған, 3 – серициттелген, 4 – альбиттенген, 6 – хлориттенген; 7-8 – гранодиорит: 7 – палеогеннің, 8 – юраның

Касситерит-силикат-сульфид кенорындары құмтас, тақтатас, әктас, эффузив, гранитоид массивтерінің сыртқы жапсар белдемдерінде, жарылымдар мен брекчиялы белдемдер бойында орналасады. Рудалануды көбінесе дайқалар бақылайды, оларда секпілді, желішікті және шомбал руда дамыған. Руда денелері желі, штокверк, құбыр және линза тәрізді. Басты руда минералдары – касситерит пен пирротин, желі минералдары – кварц, турмалин мен хлорит. Бұл типті кенорындар Забайкальде (Хапчегранга), Саха Республикасында (Эге-Хая, Депутатское), Приморьеде (Хрустальное), Чукоткада (Валькумей), Ұлы Британияда (Крофти), Канадада (Маунт-Плезант), Австралияда бар.

Галенит-сфалерит (полиметалл) кенорындары қышқылды және негізді эффузивтерде, олардың туғында, метаморфтық тақтатаста, қышқылды және қышқылдыдау гранитоид массивтерінің сыртқы жапсарында орналасады. Олар секпілді рудаланған белдемдерден, линзалардан, шомбал руда жатындары мен штоктарынан тұрады. Руда құрамына галенит пен сфалериттен басқа пирит, солғын кендер, халькопирит, ал бейруда минералдардан – барит, карбонаттар, кварц пен серицит кіреді. Сипатталған типті кенорындар белгілі жерлер: Кавказ (Садон, Згид, Холст), Забайкалье (Нерчинск тобы), Германия (Фрайберг), Чехия (Пршибрам), Болгария (Мадан, Руен), Индия, Мьянме (Боудвин), АҚШ (Тинтик), Канада.

Алтын-сульфид кенорындары көбінесе гранитоид массивтерінің өзінде немесе олардың жабынындағы таужыныстарда орналасады. Руда денелері негізінен желі пішінді болады. Ал руда кварц, барит, карбонат, пирит, халькопирит, сфалерит, солғын кен минералдарынан тұрады. Алтын сомтума түрде немесе сульфидтердегі қоспалар түрінде кездеседі. Бұл типті кенорындар дамыған жерлер: Қазақстан (Степняк), Орал (Березовское), Забайкалье (Дарасун), Батыс Сібір (Берикульское, Саралинское), Австралия, АҚШ (Аналық желі), Канада.

Хризотил-асбест кенорындары серпентинденген ультранегізді таужыныстармен байланысты. Оларға жиектік желілі ірі жатындар, ірі және ұсақ желішіктер торы, жекелеген желілер тән, бұл денелер жарылымдардың қалың белдемдерінде орналасады. Кеннің бітімі желішікті, көлденең және бойлама талшықты. Бұл типті кенорындар таралған жерлер: Орал (Баженов, Алапаевск), Қазақстан (Жітіғара), Тыва Республикасы (Актоврак), Забайкалье (Молодежное), сонымен қатар Зимбабве (Шабани, Машаба), ОАР (Нью-Аминтус), Канада (Джефри, Блек-Лейк).

Вулканогендік кенорындар. Гидротермалық жанартаутекті (вулканогендік) кенорындар негізінен геосинклиндердің жербеті андезит-дацит вулканизімімен, сонымен қатар белсенділенген платформалардың сілтілі және трапп магматизімімен байланысты. Ең көп таралғаны – вулкан таскөмейлері мен олардың шеттерінде орналасқан кенорындар.

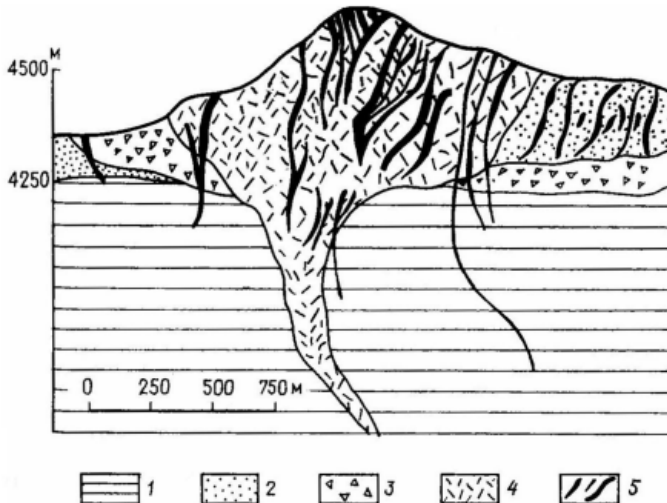
Кенорындарға конустық, сақиналық, құбырлық, таскөмей іші мен таскөмейден тыс орналасқан радиал-жарықшақтық құрылымдар тән. Сонымен қатар, жарылымдар мен эффузиялық таужыныстардың жербеттік қабаттастықтарын бақылайтын кенорындар да белгілі. Руда денелері желі, құбыр және штокверк болып келеді, олар 300-500 м тереңдікке дейін жылдам сыналанып кетеді. Руданың минералдық құрамы күрделі, ол пайдалы компоненттердің әркелкі таралуымен және қоңды кеннен тұратын «кен бағаналары» деген денелердің болуымен сипатталады. Руда бітімінің

арасында ең көп таралғаны – метакolloидтықтар. Вулканогендік кенорындарда көбінесе эффузиялық таужыныстардың гидротермалық өзгерістері байқалады. Бұл өзгерістер кварцталу, пропициттену, алуниттену, каолиндену түрінде білінеді.

Сипатталып отырған кенорындар арасында мынадай негізгі типтер бөлінеді: магнетит, касситерит-сульфид, киноварь, алтын-күміс, алунит, күкірт (сомтума күкіртті), цеолит кенорындары.

Магнетит кенорындары трапп денелерімен байланысты және габбро-диабаз штоктары мен жарылыстың жанартау құбырларында орналасады. Олар карбонат және құмтас-тактатас таужыныстар, скарндалған интрузиялық трапп арасында жатады. Руданың бітімі шомбал, секпілді және брекчия тәрізді, кейде друзалы және тарақшаланған. Олар жанартау түтікшелері ауқымында және тектоникалық белдемдер бойында желі, шток пен штокверк тәрізді белдемдер жасайды. Руданың құрамына магнетиттен басқа гематит, карбонаттар кіреді, аз мөлшерде хлорит, апатит, кварц пен сульфидтер болады. Бұл кенорындардың типтік мысалдары – Шығыс Сібірдегі Коршуновск, Рудногорск, Нерюндина, Тагар.

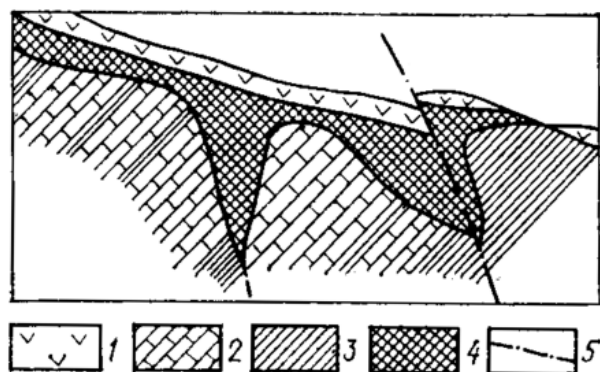
Касситерит-сульфид кенорындары орташа құрамды дайкалармен, субвулкандық интрузиялармен ассоциацияланып, жарылымдар мен олардың жарықшақтық белдемдерінде орналасады. Сыйыстырушы таужыныстар: құмтас, сазды тактатас, эффузивтер, эрупциялық брекчиялар. Руда денелері желі, ұя, рудаланған брекчия, штокверк, бұрыс жатындар пішінді болады. Руда касситерит, галенит, сфалерит, пирит, халькопирит пен арсенопирит құрамды. Кенорындардың бұл типі Приморьеде (Джалинда, Хинган), Жапонияда (Акенобе), Боливияда (Ллалгуа, Потоси), Мексикада (Дуранга, Эль-Сантин) белгілі (16.3-сурет).



16.3-сурет. Боливиядағы Потоси кенорнының геологиялық қимасы (Х. Мурильо бойынша):

- 1 – ордовик тақтатасы; 2 – палеогеннің вулканогендік-шөгінді таужыныстары;
3 – жанартау брекчиясы; 4 – андезит-дацит; 5 – руда желілері

Киноварь (сынап) кенорындары қалыптасуы мен кеңістіктегі жағдайдары бойынша қышқылды және орташа құрамды төрттік вулканизмімен байланысты. Олардың орналасуы жарылымдар, экструзивтер, брекчиялану белдемдері тоғысымен бақыланады. Секпілді және жарықшақты руда штокверк, шашыранды секпілдік денелер мен жұқпалар жасап, уатылу мен брекчиялану белдемдеріндегі жарықшақтарды толтырады. Руда құрамына киноварьдан басқа антимонит, реальгар, сомтума күкірт, пирит, марказит кіреді. Бұл кенорындар Чукоткада (Пламенное), Камчаткада (Чемпура), Амур маңында (Ланское), Закарпатьеде (Боркут), Италияда (Монте-Амиата), Алжирде (Ислаим), Жапонияда (Итомука), АҚШ-та (Мак-Дермит-Опалит), Жаңа Зеландияда (Пуи-Пуи) белгілі (16.4-сурет).



16.4-сурет. Монте-Амиата кенорнының сұлба геологиялық қимасы (В.И. Смирнов бойынша): 1 – төрттік трахиты, 2-3 – бор таужыныстары: 2 – әктас, 3 – тақтатас; 4 – кен денесі (рудаланған брекчия), 5 – жарылымдар

Алтын-күміс кенорындары кварцты порфир субвулкан интрузияларымен ассоциацияланып, тереңдік жарылымдар, уатылу белдемдері мен көне жанартауларда орналасқан. Олар көбінесе андезит-дацит таужыныстар арасында орналасып, жанартау көмейлерін кесіп өтетін желілер будасы болады. Руда құрамына кварц, халцедон, опал, пиритті карбонат, халькопирит, галенит, сфалерит, күміс пен алтын кіреді. Бұл типке Забайкалье (Балей, Белая гора, Тасеев), АҚШ (Крипл-Крик, Комсток) пен Румыниядағы кенорындар жатады.

Сомтума күкірт кенорындары көбінесе стратовулкандардың немесе вулканаралық ойпаңдардың беткейлерінде, етегінде, кальдераларында орналасады. Руда денелері негізінен кеуек пирокласт таужыныстардың тектоникалық жарылымдармен қиылысқан белдемдерінде орналасып, әртүрлі пішіндер (линза, шток, қабат және құбыр пішінді жатындар) жасайды. Рудалы саналатындар – күкірт қышқыл ерітінділер әсерінен туынды кварциттерге айналған вулканогендік таужыныстар. Олардың құрамында сомтума күкірт сеппелері болады. Бұл типке Камчатка (Новое, Заозерное және т.б.), Жапония (Мацуо, Адзума), Чили (Копиано), Перу мен Филиппин кенорындары жатады.

Бақылау сұрақтары:

1. Гидротермалық кенорындар дегеніміз не?
2. Гидротермалық кенорындар қалыптасуының физикалық-химиялық жағдайлары қандай?
3. Плутогендік гидротермалық кенорындар пайдалы қазбалары мен геологиялық жағдайларының сипаттамасы қандай?
4. Вулканогендік гидротермалық кенорындар пайдалы қазбалары мен геологиялық жағдайларының сипаттамасы қандай?

17. ЖАПСАРЛЫҚ-МЕТАСОМАТОЗДЫҚ КЕНОРЫНДАР

17.1. Жаралу жағдайлары

Жапсарлық-метасоматоз класына интрузиялық таужыныс массивтерінің жапсар маңы белдемдерімен кеңістікте әрі генетикалық байланысты және негізінен метасоматоз процестері нәтижесінде қалыптасқан кенорындар бірігеді.

Метасоматоз – бір минералдар агрегатын екіншілері олардың химиялық құрамын өзгертіп алмастыру процесі. Бір минералдардың еруі мен екіншілерінің жаралуы бір мезгілде жүреді. Бұл жағдайда минералдар (таужыныстар) қатты күйін сақтайды және олардың көлемі өзгермейді.

Жапсарлық-метасоматоздық класқа *альбититтік, грейзендік* (көбінесе альбитит-грейзендікке біріктіріледі) және *скарндық* кенорын класшалары жатады.

Альбититтік және грейзендік кенорындар өздерінің жаралуының, рудажасаушы компоненттер көзінің ортақтығымен, кейде олардың бірге жаралуымен бірігеді. Типтік жағдайларда олар сілтілік метасоматозға ұшырайтын қышқылды және сілтілі гипабиссал интрузиялық таужыныстар массивтерінің апикал (шеткі) бөліктерінде орналасады.

Кенорындар химиялық белсенді постмагмалық ерітінділерден кристалданған таужыныстар ықпал етуі нәтижесінде қалыптасады. Процестің бастапқы сатысында, ерітінділер негізінен әлі газдық күйде (температура сындарлықтан жоғары) болғанда, альбититтер жаралуынан натрийлік метасоматоз дамиды. Калий мөлшерден аса жиналғанда грейзен пайда болады. Ол ерітінділер қышқылдығы артқан жағдайда, сындарлықтан жоғары күйден гидротермалыққа өткен сатыда қалыптасады. Сонымен, альбититтер бұрын жаралып, метасоматоз бағанасының тылдық бөлігінде орналасады және сындарлықтан жоғары ерітінділердің әрекетіне байланысты болады, ал грейзендер – метасоматоз шебінің бойымен, температурасының жоғарылығы шамалы газдық-сулық ерітінділер әрекетіне байланысты кейінірек жаралады. Альбититтер мен грейзендер қалыптасуының температурасы 650-300°C, оңтайлы тереңдігі 1-4 км, қысымы 130-10 МПа деп бағаланады.

Скарндық кенорындардың қалыптасуы кальцийлік және магнийлік метасоматоз процесімен байланысты. Бұл процестер қышқылды және қышқылдау гранитоидтардың (гранит, гранодиорит, сиенит) оларды сыйыстырушы карбонат, кейде силикат таужыныстар жапсарында өтеді. Оңтайлы тереңдіктің диапазоны 500-2000 м болады. Көптеген зерттеушілердің пікірінше, бұл кенорындардың жаралу температурасы кең ауқымда – 250-ден 900°C-қа дейін өзгереді. Процесс бірнеше сатыда дамиды, олардың ағымында ерітінділердің агрегаттық күйі өзгереді, олар пневматолиттіктен нағыз гидротермалыққа ауысады.

Қорыта айтқанда, барлық жапсарлық-метасоматоздық кенорындардың басты ерекшелігі мынада болады: оларды сыйыстырушы таужыныстар – альбитит, грейзен мен скарндар – жаралуы бойынша метаморфогендіктерге жатады. Өйткені метасоматоз дегеніміздің өзі жапсарлық метаморфизмнің айрықша түрі саналады. Ал руда затының көзі табиғаты бойынша магматогендікке жатады. Өйткені пайдалы компоненттерді магма балқымасынан негізінен газдық-сулық ерітінділер шығарады.

Осыған байланысты сипатталған кенорындарды аралық немесе өтпелі магматогендік-метаморфогендік топқа жатқызуға болады.

17.2. Кенорындарының типтері

Альбититтік кенорындар. Өнеркәсіптік нысан ретінде бұл кенорындар зерттеушілердің назарын жуықта ғана аударып, оларды жүйелі зерттеу жұмыстары соңғы кезде жанданды.

Альбитит – метасоматоздық жолмен жаралған лейкократтық таужыныс. Оның құрамында ұсақ түйірлі негізді альбит массасының аясында кварц, микроклин, слюда, сілтілі амфиболдар немесе пироксендердің порфир бөлінімдері байқалады.

Альбититтік кенорындар шамалы және орташа тереңдіктердің қышқыл және сілтілі құрамды, жасы әртүрлі интрузиялық комплекстермен байланысты. Олар интрузив массивтерінің апикал бөліктерінде, апофизаларында, күмбез тәрізді дөңестерінде орналасып, айырылымды тектоникалық бұзылыстар белдемдерімен бақыланады. Рудаланудың апикал бөлікшелері ауқымында орналасуы, бұл жерде интрузив массивтерінің терең бөліктерінен шыққан рудажасаушы ерітінділердің ұзақ уақыт бойы жинауыш рөлін атқарған төмен қысымды белдемдер пайда болғандығымен түсіндіріледі.

Кенорындардағы руда денелері көбінесе штокверк пен минералданған уатылу белдемдері пішінді, олардың заттық құрамы күрделі болады. Рудалану дамыған аудан бірнеше шаршы километрді қамтиды, тереңдігі – жүздеген м-ден 600 м тереңдікке дейін таралады. Альбититтерде тантал, ниобий, торий, уран, сирекжер, цирконий кенорындары орналасады. Олар Ресей, ҚХР, Индия, Намибия, Нигерия, Канада, Бразилия аумағында дамыған.

Грейзендік кенорындар. Грейзен жалпы жағдайда көбінесе слюда (мусковит, биотит, лепидолит) мен кварц агрегаттарынан тұрады. Олардың құрамында топаз, флюорит, турмалин мен руда минералдар жиі кездеседі. Грейзендердің негізгі массасы гранит массивтерінің апикал дөңестерінде және олардың жабынындағы алюмосиликат таужыныстарда – құмтас, тактатас, эффузивтерде орналасады. Осыған байланысты магмалық таужыныстардың өзінде орналасқан *эндогрейзендер* мен сыйыстырушы таужыныстардағы *экзогрейзендер* бөлінеді. Грейзен кенорыны руда денелеріне көбінесе желі, штокверк, минералданған белдемдер пішіні тән. Желілердің қалыңдығы бірнеше см-ден бірнеше м-ге дейін, созылымы бойынша ұзындығы 1-2 км, еңістігі бойынша 70-80 м-ден 600 м тереңдікке дейін таралады. Көбінесе күрделі пішінді желі-штокверк жаралымдар кездеседі.

Айтылып өткендей, грейзендік кенорындар альбититтермен тығыз генетикалық байланыста, кейде бұл байланыс кеңістікте де байқалады. Бірақ олардан металлогениялық бағыты бойынша көп айырмашылығы да бар. Егер альбититтердің типоморфтық элементтеріне ниобий, тантал мен цирконий жатса, ал грейзендерге көбінесе вольфрам, қалайы, молибден және т.б. тән.

Грейзендік кенорындар арасында мынадай негізгі типтер бөлінеді: вольфрамит-топаз-кварцты, касситерит-топаз-кварцты және комплексті вольфрамит-молибденит-топаз-кварцты.

Вольфрамит-топаз-кварц кенорындары лейкократ және пегматоид гранит массивтерінің күмбез тәрізді апикал бөліктерінде және олардың сыртқы жапсар белдемдерінде орналасады. Руда денелері шток, штокверк, желі пішінді болады. Басты руда минерал – вольфрамит, сонымен қатар касситерит, молибденит, висмутин ұшырасады.

Сыйыстырушы таужыныстар грейзенденеді, мусковиттенеді, биотиттенеді және кварцталады. Бұл типті кенорындар дамыған жерлер Қазақстанда (Ақшағау, Қараоба), Забайкальде (Спокойнинское), Чехияда (Циновец), Германияда, Францияда (Монтебрас), ҚХР (Пяотан, Синьхуаньшань), Маңғолияда (Югодзыр, Баянмод), Австралияда (Вольфрам Кемп, Торрангтон).

Касситерит-топаз-кварц кенорындары гипабиссал фацияның лейкократтық аляскит гранитімен байланысты. Рудалы желілер мен штокверктер гранит ішінде де, жабынындағы таужыныстарда да орналасады. Басты руда минералдар – касситерит пен вольфрамит. Сыйыстырушы таужыныстар грейзенденуге, калишпатталуға және албиттенуге ұшыраған. Сипатталған типті кенорындар белгілі жерлер: Орта Азия (Ақтас), Чукотка (Экуг), Забайкалье (Этыка), Приморье (Чапаевское), Германия (Альтенберг), ҚХР (Лиму), Мьянме (Маучи), АҚШ (Лост-Ривер).

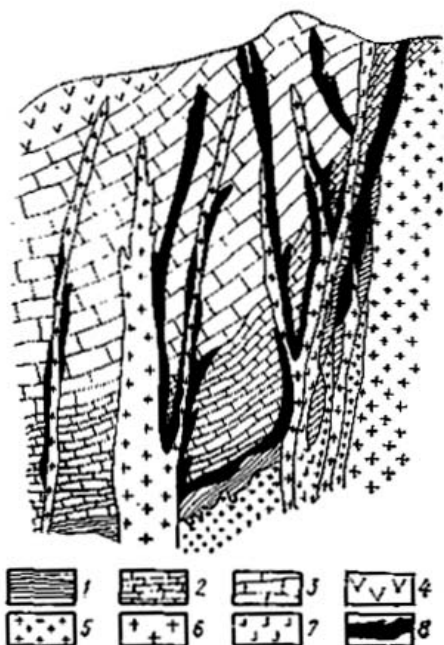
Вольфрамит-молибденит-топаз-кварц кенорындары көбінесе аляскит граниттің күмбезінде және оларды жапқан мүйізтастарда орналасады. Грейзендерді жарылымдар, сакиналық және сызықтық жарықшақтар, кливаж шекаралары бақылайды. Басты руда минералдар – молибденит пен вольфрамит. Бұл типке жататын кенорындар Орталық Қазақстанда (Шығыс Қоңырат, Жанет), Забайкальде (Булуктай, Первомайское), Маңғолияда, Аргентинада (Серро-Асперро) бар. Грейзендермен маңызды өнеркәсіптік мәнге ие бериллий кенорындары да байланысты.

Скарндық кенорындар. Скарн – метасоматоздық жолмен карбонат, кейде силикат таужыныс арасындағы интрузивтердің жапсарлық белдемінде жаралған карбонат-силикат құрамды таужыныс. Құрамында саны мен сапасы өнеркәсіптік талаптарға сай келетін құнды минерал шикізат бар скарндар өзі аттас – скарндық немесе жапсарлық-метасоматоздық пайдалы қазба кенорындары деп аталады. Интрузивтердің өзгеріске ұшыраған аумағындағы бөліктеріндегілер – *эндоскарндар*, ал сыйыстырушы таужыныстарда орналасқандар – *экзоскарндар* деп бөлінеді. Мұндай таужыныстардың көпшілігі интрузивтердің жапсарлы бойында орналасқандықтан, экзоскарндарға жатады. Кейбір скарн жатындары сыйыстырушы таужыныстардың қабаттылық беттері арқылы интрузивтерден ондаған-жүздеген м-ден 1-2 км-ге дейін алыс орналасады.

Ең қарқынды скарнжаралу орташа құрамды (гранодиорит, кварцты диорит, монцанит) интрузиялардың жапсарында және орташа тереңдіктерінде жүреді. Скарндық кенорындар қалыптасуына интрузиялардың жайпақ жапсары, тектоникалық бұзылыстар, олардың сыртқы және ішкі жапсарларындағы қарқынды жарықшақталған белдемдер, сыйыстырушы таужыныс құрамының карбонаттылығы (эктас, доломит пен мергель) қолайлы факторлар болып табылады.

Скарнжаралу метасоматоздық процесс ретінде жұқарған және делдиген көптеген бөлікшелерден тұратын, метасоматоздық денелерге тән ирелең шекаралары бар руда денелерінің пайда болуына әкеледі. Морфологиясы бойынша скарн жатындардың

мынадай типтері бөлінеді: қабатты және қабат тәрізді, линза тәрізді, шток, құбыр, желі мен желі тәрізді, ұя, күрделі тарамдалған денелер (17.1-сурет). Скарндардың ұя тәрізді денелері кейде көлденеңінде бірнеше м-ден асады, құбыр тәрізді және желілі денелер 1-1,5 км-ге дейін созылуы мүмкін, қабат тәрізділердің қалыңдығы 100-150 м, ұзындығы 2-2,5 км болады.



17.1-сурет. Алтынтапқан скарндық кенорынның геологиялық қимасы (А.А. Амирасланов бойынша): 1 – эффузиялық-шөгінді таужыныс; 2 – доломит; 3–әктас; 4 – туф; 5 – гранодиорит; 6 – гранодиорит-порфир; 7 – гранит-порфир; 8 – руда денелері

Скарндар интрузияларды сыйыстырушы таужыныстардың құрамына байланысты әкті және магнезийлі (кейде, сонымен қатар силикат скарн) түрлерге бөлінеді. Скарндардың осы негізгі түрлеріне байланысты пайдалы қазба кенорындары бір-бірінен заттық құрамымен, өздеріне тән пайдалы қазбаларымен, сонымен қатар морфологиясы мен жатыс жағдайлары бойынша ажыратылады.

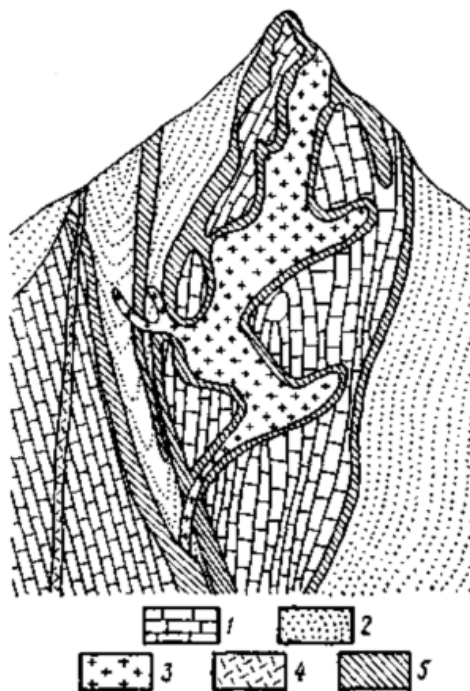
Әкті скарндар әктастарды алмастыру арқылы қалыптасады. Олардың басты минералдарына анартас (гроссуляр-андратит қатары) пен пироксен (диопсид-геденбергит қатары) жатады. Әкті скарн құрамында маңызды орынды везувиан, волластонит, амфибол, эпидот, магнетит, кварц, карбонаттар иемденуі мүмкін. Скарндық жатындарда көбінесе белдемдік құрылыс байқалады, ол түпнұсқа интрузиядан алыстаған сайын жоғары температуралық минералдар ассоциациясының төмендеу температуралықтармен белгілі бір заңдылық бойынша алмасуы арқылы бөлінеді.

Әкті скарндар хром, сүрме мен сынаптан басқа барлық металдардың, сонымен қатар көптеген бейметалл пайдалы қазбаның өнеркәсіптік кенорындарын сыйыс-

тырады. Олардың жетекші рөл атқаратын кенорындарының типтері төменде қарастырылады.

Магнетит және кобальт-магнетит кенорындары шағын тереңдіктердегі қышқылдылау гранитоидпен және сиенитпен байланысты. Руда денелері карбонат, кейде силикат таужыныста (эффузивтер, интрузивтер, туф пен тақтатастар арасында) орналасады. Денелердің пішіні – қабаттар, шток тәрізді және бұрыс бұтақталған. Жатындар ұзындығы бірнеше км-ге созылып, қалыңдығы бірнеше м болады. Басты руда минералдар магнетит, гематит, пирит, кобальтин, пирротин болса, бейрудальылары – пироксен мен анаргас. Мұндай кенорындар бар жерлер: Қазақстан (Соколов-Сарыбай, Қашар және т.б.), Орал (Высокогорное, Гороблагодать), Закавказье (Дашкесан), Батыс Сібір (Таштагол, Абакан, Шерегеш), сондай-ақ ірі кенорындар Болгарияда, Италияда, ҚХР, Жапония мен АҚШ-та бар.

Молибденит-шеелит типті кенорындар брекчияланған белдемдер мен гранит, плагиогранит, кварцты диорит массивтерінің әктас, мәрмәр, тақтатастар жапсарындағы құрылымдарда орналасқан. Рудалы скарндардың басты минералдары – молибденит, шеелит, молибдошеелит, темір мен мыс сульфиді, пироксендер мен анаргастар. Бұл типке Солтүстік Кавказда (Тырныауыз – 17.2-сурет), Орта Азияда (Лянгар, Чорух-Дайрон), Мароккода (Азгур), АҚШ-та (Бишоп), ҚХР-да орналасқан кенорындар жатады.



17.2-сурет. Тырныауыз кенорынының геологиялық қимасы
(В.И. Смирнов бойынша): 1 – мәрмәрленген әктас; 2 – биотитті мүйізтас;
3 – лейкократ гранитоид; 4 – липарит; 5 – скарн

Халькопиритті кенорындар гранитоидтар мен әктастар арасындағы эффузивтердің жапсар маңы белдемінде орналасады. Рудалар ұя, құбыр және желі тәрізді денелер жасайды, олардың бітімі секпілді және шомбал. Басты минералдарға халькопирит, пирит, пирротин, магнетит, сфалерит жатады. Бұл типті кенорындар Қазақстанда (Шатырқұл, Жайсан, Базылшак), АҚШ (Клифтон, Мэрисвейл), Мексикада, Канадада, Швецияда бар.

Галенит-сфалеритті скарндық кенорындар гранит-порфир, гранодиорит-порфир мен кварцты порфирлердің әктастар жапсарында орналасады. Руда денелері күрделі пішінді және ірі өлшемді болады. Олардың кенорындардағы орналасуын тектоникалық бұзылыстар жүйелері, брекчиялану белдемдері және жапсар құрылымдары бақылайды. Руданы галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, пирротин, анартастар мен пироксендер құрайды. Бұл типті ірі кенорындар орналасқан жерлер: Қазақстан (Гүлшат), Приморье (Верхнее, Дальнегорск, Николаев), Орта Азия (Алтынтапқан, Кенсай), Югославия (Трепча), АҚШ (Франклин, Лоуренс), Мексика, Түркия, Ауғанстан.

Магнезийлі скарндар доломит және доломиттенген әктастың алмасуы кезінде қалыптасады. Бұл скарндардың типоморфтық минералдары диопсид, форстерит (магнийлі оливин), шпинель, флогопит, серпентин, магнетит, людвигит (темірлі-магнийлі борат), доломит, кальцит. Руда денелері линза, қабат тәрізді және күрделі жатын пішінді. Оларға белдемденген құрылыс тән. Ең үлкен өнеркәсіптік мәнге людвигит-магнетит (темірлі-борлы), флогопит және хризотил-асбест кенорындары ие.

Людвигит-магнетит кенорындары гранодиорит, гранит, кварцты порфир мен сиениттің доломитті және әкті доломитті, кейде магнетит жапсарында жаралады. Линза тәрізді, қабат тәрізді және күрделі пішінді жатындар белдемденген құрылысымен сипатталады. Руданы людвигит, магнетит, шпинель, форстерит пен сульфиттер құрайды. Бұл типті кенорындар Шығыс Сібірде (Таежное, Железный Кряж), сондай-ақ Болгарияда, Румынияда, АҚШ пен Перуде белгілі.

Флогопит кенорындары магнезийлік скарндарда гранитоид интрузияларының мәрмәрленген әктас, доломит, метаморфталған пироксенді таужыныстарға жапсарлас белдемдерінде орналасады. Руда денелері секпілдіктер мен ұялары бар ірі белдемдерден тұрады, сонымен қатар жекелеген ірі желілер мен сатылы желілер жүйесін жасайды. Олар жарықшақтылығы жоғары белдемде орналасып, флогопит, апатит, диопсид, кальцит пен скаполиттерден тұрады. Бұл типті кенорындар Сібірде (Прибайкалье, Алдан), сондай-ақ Канадада, Шри-Ланкада, Индияда, Мадагаскарда дамыған.

Хризотил-асбест кенорындары доломиттітер арасындағы гранитоид интрузияларының жапсарлық ореолдарында қалыптасады. Кенорындарда көбінесе серпентиниттенген жолақтарда орналасқан қалыңдығы әртүрлі параллель желілер сериялары байқалады. Олардың орналасуын тектоникалық бұзылыстар бақылайды. Руданың құрамына хризотил-асбест (жоғары сапалы, темірсіз), серпентин, карбонаттар, магнетит, диопсид, оливин, анартас кіреді. Мұндай кенорындар Красноярск өлкесінде (Аспагаш, Бистаг), Қырғызстанда (Укок), АҚШ-та (Аризона), Канадада, ҚХР-да, Оңтүстік Африкада белгілі.

Бақылау сұрақтары:

1. Жапсарлық-метасоматоздық кенорындар дегеніміз не?
2. Метасоматоздық алмасу қандай физикалық-химиялық жағдайларда жүреді?
3. Альбититтік кенорындардың пайдалы қазбалары және олардың геологиялық құрылысының ерекшеліктері қандай?
4. Әртүрлі өнеркәсіптік типті грейзендік кенорындар жаралуының геологиялық жағдайлары қандай?
5. Скарндық кенорындардың геологиялық жағдайлары мен пайдалы қазбалары қандай?
6. Әкті және магнезийлі скарндардың айырмашылығы неде?

18. МЕТАМОРФОГЕНДІК КЕНОРЫНДАР

18.1. Жаралу жағдайлары

Метаморфизм – геологиялық денелердің температура, қысым, газ бен сұйық ерітінділер ықпалынан өзгеріске ұшырау процесі. Бұл өзгерістер пайдалы қазба денелерінің жатыс жағдайлары мен морфологиясына, таужыныс пен пайдалы қазбаның құрылымы-бітіміне, минералдық және химиялық құрамына әсер етеді.

Метаморфизм процестері кезінде ең көп өзгертіні – пайдалы қазбалар мен таужыныстардың минералдық және химиялық құрамы, олардың физикалық қасиеттері. Экзогендік жағдайларға төзімді коллоидтық гидраттар мен суға бай қосылыстар метаморфизм процестерінде судан арылып, сусыз немесе суға жұтаң минералдарға түрленеді. Жалпы алғанда минерал компоненттер көлемі кішірейген және тығыздығы артқан минералдарға өтуге бейімделеді. Мәселен, темір гидроксидтері метаморфизм кезінде магнетитке, пиролюзит пен манганит – браунитке, боксит – корундқа, опал – кварцқа, фосфорит – апатитке түрленеді; органикалық зат графиттенеді; сазды тақтатас анартас-слюдаға өзгереді. Метаморфизм процесінде қалыптасқан минералдар (магнетит, гематит, браунит, корунд, кварц, графит, анартас) жаңа физикалық-химиялық жағдайларда тұрақты болады. Сонымен бірге, экзогендік жағдайларда орнықты көптеген минералдар (күкірт, гипс, алунит, малахит, темір гидрооксидтері) белгілі, бірақ олар метаморфизмде сақталмайды.

Метаморфизм процесінде пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстар құрылымдық-бітімдік сипаттамаларының негізгі өзгерістері байланысты. Минерал массалар құрылымы бойынша метаморфтық комплекстерге тән сипатты қабылдайды. Гранобласт, порфиروبласт, мүйізтастық, қалақ, парақталған және бума тәрізді құрылымдар пайда болады. Бітімі катаклаз бен тақтатастылық дамуымен айрықшалаанады, таужыныс пен рудаға жолақтық, тақтатастылық, бүрмелік, көзді және сәуле тәрізді бітім тән. Метаколлоидтық бітім кристалдыға алмасады.

Пайдалы қазба денелерінің пішіні жалпақтанады. Тұтас және секпілді руданың кабат тәрізді, линза тәрізді, таспа тәрізді және желі тәрізділері басым таралады. Денелердің өлшемдері көбінесе ірі болады – ұзындығы мен ені бойынша ондаған км-ге, қалыңдығы ондаған және жүздеген м-ге жетеді.

Метаморфогендік кенорындар екіге: метаморфталғандарға және метаморфтыларға бөлінеді.

Метаморфталған кенорындар деп аймақтық және термалық жапсарлас метаморфизм процесінде бұрын болған пайдалы қазба кенорындарының есебінен қалыптасқандарды айтады. Бұл процесте пайдалы қазба денелері де, сыйыстырушы таужыныстар да, пішіні, құрамы мен құрылысы бойынша метаморфтық белгілерді иемденеді, бірақ минерал шикізаттың өнеркәсіптік қолдануы өзгермейді.

Метаморфтық кенорындар таужыныстардың және көбінесе бұрын өнеркәсіптік маңызы болмаған кенорындардың метаморфизм процесіне ұшырауынан пайда бо-

лады. Сонымен, бұл жағдайда пайдалы қазбалардың өзі метаморфизм процесінің нәтижесі болып табылады.

Екі класс кенорындары да метаморфизмнің негізгі түрлеріне сай өңірлік-метаморфтық (-метаморфталған) және жапсарлық-метаморфталған (-метаморфтық) класшаларға бөлінеді.

18.2. Кенорындарының типтері

Метаморфталған кенорындар. Бұл топтың кенорындары бастапқы шөгінді қошқыл теміртас немесе марганец кенорындарының, кара және түсті металдардың постмагмалық кенорындарының, көмір мен кейбір бейметалл пайдалы қазба жатындарының метаморфизмі кезінде жаралады. Метаморфизм процесінде металдар гидроксидінің оксидке ауысуы кезінде рудадағы құнды компоненттер мөлшері көбінесе артады, ал зиянды элементтер – фосфор, күкірт, күшәла және т.б. азаяды. Жалпы алғанда, темір мен марганец рудаларының сапасы едәуір жақсарады. Метаморфизм гидротермалық-метасоматоздық процеске жалғасады, сондықтан көбінесе қатардағы руданың жалпы массасында қайта түзілген қоңды руданың шток тәрізді денелері байқалады.

Өңірлік-метаморфталған кенорындар арасында ең маңыздыларға мына типтер жатады: гематит-магнетит (темірлі кварциттер) пен браунит-гаусманит (марганец рудасы).

Темірлі кварцит (сонымен қатар, *таконит* пен *табирит*) кенорындары барлық ежелгі платформалар іргетасының прекембрий мен біршама төменгі палеозой метаморфтық таужыныстарында кең таралған. Олардың құрамы гематит пен магнетит бар жұқа кварц қабатшаларының слюдалы, амфиболды және хлоритті тақтатаас қабатшаларына алмасуымен анықталады. Өнімді темір рудалы свита магнетит-мартитті мүйізтастан, жеспилиттен, хлоритті, биотитті және амфиболды тақтатастардан тұрады. Темір руда свитасының қалыңдығы Кривой Рог алабында 1300 м шамасында; оның толық қимасында жеті темірлі және жеті тақтатасты горизонттар бөлінеді. Жұтаң темірлі кварциттер құрамында қабат, линза мен таспа тәрізді және бағана тәрізді қоңды руда жатындары орналасады; олар бастапқы руда затының эпигенездік қайта түзілуі кезінде қалыптасады.

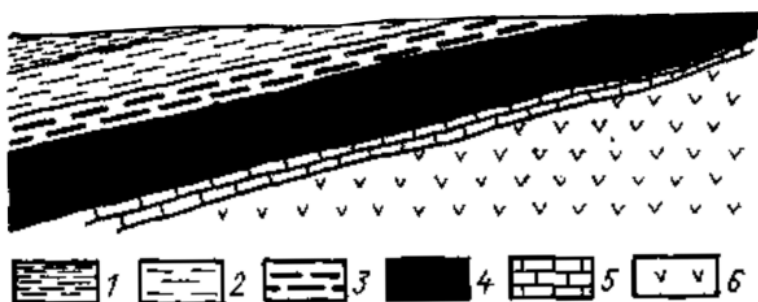
Сипатталған кенорындар КМА (Коробковское, Михайловское, Лебединское, Яковлевское, Стойленское), Кривой Рог (Скелеватское, Ингулетское, Первомайское), Кола түбегі мен Карелияда (Костомукша, Оленогорское, Кировогорское), Кіші Хинганда, Қазақстанда (Қарсақбай тобы), ҚХР, КХДР, ОАР, Австралия (Хамерсли), АҚШ (Жоғарғы көл), Канадада, Бразилияда дамыған.

Браунит-гаусманит (марганец) кенорындары бастапқы оксид кенорындарының өзгеруі салдарынан қалыптасады немесе опал-карбонат марганец рудасының метаморфизмімен байланысты. Олар көбінесе протерозойдың мәрмәр, кварцит пен тақтатастары қабаттасқан силикат (гондит пен кодурит) таужыныстарында орнала-

сады. Бұл таужыныстар үлкен аудандарда таралған. Руда жатындарының ұзындығы 3-8 км, қалыңдығы 3-60 м болады. Руда белгілі жолақтылығымен сипатталады. Бұл типті кенорындар Индияда, Оңтүстік Африкада, Австралияда, Бразилияда бар.

Өңірлік-метаморфталғандарға, сондай-ақ ураны бар алтынды конгломерат кенорындары да жатады. Олар Финляндия, ОАР (Витватерсранд), Австралия, Канада (Блайнд-Ривер) мен Бразилияда маңызды рөл атқарады.

Жапсарлық-метаморфталған графит кенорындары тас көмір қабаттарын жарып өткен интрузиялардың жылу ықпалы ореолдарында пайда болады. Көмір қабаттары бойынша дамыған графит жатындары көлбеуге жақын жатқан линза, қабат пен кварцит, графит тақтатасы және басқа метаморфтық таужыныстар арасында орналасады. Графит қабаттары көбінесе көмірдің пирометаморфизміне әкелген магмалық жаралымдармен жапсарласады. Олардың өзіне тән бітімі – шомбал жасырын кристалды және тақтатастылық (18.1-сурет).



18.1-сурет. Курей графит кенорнының сұлба геологиялық қимасы (С.В Обручев бойынша): 1 – құмтас; 2 – тақтатас пен кварцит; 3 – графит тақтатас; 4 – көмір қабаты бойынша жаралған графит; 5 – карбонат таужынысы; 6 – диабаз траппы

Бұл типті кенорындар Шығыс Сібірде (Тунгуска тобындағы Курей және басқа кенорындар), Оңтүстік Оралда (Боевское, Полтавское, Брединское), сонымен қатар Корея түбегінің оңтүстігінде және Мексикада таралған.

Метаморфтық таужыныстар. Бұл кластың кенорындары өзгергенге дейін практикалық мәнге ие болмаған таужыныстар метаморфизмі нәтижесінде қалыптасады. Мұндай жағдайда пайдалы қазба заты компоненттердің жинақтала кристалдануы мен топтануы салдарынан жаралады. Бұл процесс ұшпа қосылыстардың қатысуымен, бірақ руда сыйыстырушы қатқабаттан заттың әкелуінсіз жүреді. Метаморфтыққа негізінен өңірлік метаморфизм жағдайларында жаралған бейметалл пайдалы қазба кенорындары жатады. Метаморфтық кенорындардың басты типтеріне дистен-силлиманит, графит, мәрмәр, кварцит пен жабындық тақтатас кенорындары кіреді.

Жоғары алюмототықты шикізат немесе *дистен-силлиманит кенорындары* сазды тақтатастардың аймақтық метаморфизмі кезінде пайда болады. Олар көбінесе

кристалды тақтатастардан, гнейс пен амфиболиттерден тұратын докембрий таужыныстары қатқабаттарында орналасқан. Руда денелері дистен мен силлиманитке байыған тақтатас пен гнейстің жекелеген горизонттары болып табылады. Жатындар біршама қашықтыққа дейін (бірнеше км) созылады. Руда негізінен секпілді, кейде тұтас. Бұл типті кенорындар Қола түбегінде (Кейв), Саха Республикасында (Чайныт), Забайкальде (Кяхтинск, Китой), Индия мен АҚШ-та (Калифорния, Вирджиния) дамыған.

Графит кенорындары құрамында шашыранды күйде көмірлі зат пен битум бар таужыныстардың терең метаморфизмі кезінде жаралады. Олар сондай-ақ құрамында қабыршақты графит секпілдері бар кристалды тақтатастың, гнейстің, мәрмәрленген әктас пен доломиттің көне метаморфтық қатқабаттарында орналасады. Жатындар бұрыс қабат пішінді болады. Олар құрамында графит мөлшерінің артуы байқалатын бөлікшелер ретінде жатады. Бұл типті кенорындар таралған жерлер: Украина (Старокрым, Завальевское), Орал, Кіші Хинган, ал шетелдерде АҚШ пен Мадагаскарда кездеседі.

Метаморфтық жаралымдардың негізгі типтеріне мынадай кенорындар жатады: әктастың метаморфизмінде пайда болған мәрмәр; құмтас өзгеруінен қалыптасқан кварцит; сазды тақтатас метаморфизмінің өнімдері болып табылатын жабындық тақтатас. Айта кететіні, көптеген жағдайда бұл кенорындардың пайда болуы өңірлік метаморфизммен байланысты. Бірақ кейбір жағдайларда мәрмәр мен кварцит кенорындары терможапсарлық метаморфизм жағдайларында дамуы мүмкін.

Мәрмәр кенорындары Оралда (Уфалей, Коелгинское, Баландинское), Қазақстанда (Саяқ, Жәйрем және т.б.), Алтайда (Ороктойское), Салайыр бұйратында (Пуштулимское), Саянда (Кирик-Кородонское), Орта Азияда (Газган), Кавказда бар.

Кварцит кенорындары сирек кездеседі. Олардың ішінде ең белгілілері – Карелиядағы Шокшинское; жекелеген кенорындар Донбаста, Кузбаста және Оралда кездеседі.

Жабындық тақтатас кенорындары Карелияда, Украинада, Оралда (Атлянское), Батыс пен Шығыс Сібірде, Орта Азияда, Забайкалье мен Кавказда (Ларское, Красная Поляна) белгілі.

Альпілік желілер де метаморфтық жаралымдар типіне жатады. Олар жарықшақтарды метаморфизм кезінде пайда болған минерал заттың толтыруынан қалыптасады. Бұл желілердегі жаралымдар мен сыйыстырушы таужыныстардың заттық құрамы ұқсас болып келеді. Мәселен, сазды-доломитті таужыныстарда амфибол-асбест желішіктері байқалады, ал кварцит қатқабаттарында тау хрусталі жаралады. Аталған ассоциацияларды кейде өнеркәсіптік кенорындар жасайды.

Жапсарлық-метаморфтықтар арасында наждак (түрпітас) кенорындарын айтуға болады. Олар габбро, норит, гранит арасында және осы интрузиялық массивтердің сыйыстырушы таужыныстармен жапсарында бұрыс пішінді линзалар жасайды. Жаралуы бойынша пайдалы қазбаның бұл жатындары магма өзімен қоса алып кеткен және қайта кристалданған жоғары алюмототықты шөгінді таужыныстарының ксенолиттері болып табылады. Бұл кенорындардың мысалы ретінде Хакасиядағы Синангойды айтуға болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Метаморфизм процесінде геологиялық денелердің құрылысы мен құрамы қалай өзгереді?
2. Метаморфталған кенорындар жаралуының геологиялық жағдайлары мен пайдалы қазбаларының ерекшеліктері қандай?
3. Метаморфтық кенорындар геологиялық құрылысының ерекшеліктері қандай, олармен қандай пайдалы қазбалар байланысты?

19. ВУЛКАНОГЕНДІК-ШӨГІНДІ КЕНОРЫНДАР

19.1. Жаралу жағдайлары

Қабылданған жіктелім бойынша вулканогендік-шөгінді кенорындар эндогендік пен экзогендік жаралымдар аралығынағы өтпелі класс ретінде қарастырылып, эндогендік-экзогендік серияның магматогендік-седиментогендік тобына жатқызылады. Руда затының көзі бойынша бұл кенорындар нағыз эндогендік, дәлірек айтқанда магматогендік болғанымен, олар вулканизм процестерімен тікелей генетикалық байланыста екені байқалады. Минерал затың жиналу тәсілі бойынша су алаптары жағдайында седиментациялануы, оларды кәдімгі шөгінді жаралымдарға жақындатады.

Вулканогендік-шөгінді кенорындар әртүрлі геологиялық замандарда, геосинклиндік және платформалық алаптар түбінде қалыптасқан. Олардың ең маңыздылары геосинклин дамуының бастапқы сатыларында су астында төгілген базальтпен байланысты. Сондықтан вулканогендік-шөгінді кенорындардың өзіндік ерекшеліктеріне олардың құрамында әртүрлі мөлшерде вулканогендік материал болатын қатқабаттарда орналасуы жатады. Кенорындардың минерал заты седиментация алабына жер қойнауына сулы ерітінділер мен тұздықтарға қаныққан газ эманациялары түрінде түседі.

Руда жатындарының морфологиясы көбінесе сыйыстырушы таужыныстармен үйлесімді, бітімдік-құрылымдық ерекшеліктері қалыпты шөгінді кенорындардың осындай көрсеткіштеріне жақын. Дегенмен, бұл топқа жататын көптеген кенорындар сияқты, вулканогендік-шөгінді кенорындардың да генезисі әлі күнге дейін толық анықталмай күрделі әрі даулы күйде қалуда.

19.2. Кенорындарының типтері

Қазіргі кезде вулканогендік-шөгінді кенорындар қатарына металл және бейметалл қазбаның көптеген түрлері жатады. Олардың арасында ең үлкен мәнге мыс, қорғасын мен мырыштың колчедан кенорындары, сондай-ақ темір мен марганец кенорындары ие болады.

Колчедан типтілерге рудасы темір сульфидтерінен тұратын кенорындар жатады. Олардың минералдық құрамында пирит пен пирротин басым болады, аз мөлшерде марказит, халькопирит, борнит, сфалерит және солғын кендер кездеседі. Бейруда минералдардың мөлшері аз, олар барит, кварц, карбонаттар мен хлориттен тұрады. Кен жатындарын сыйыстырушы таужыныстар хлориттену өзгерісіне ұшырайды. Өзгеріс негізінен жатынның жатқан қапталында жүреді.

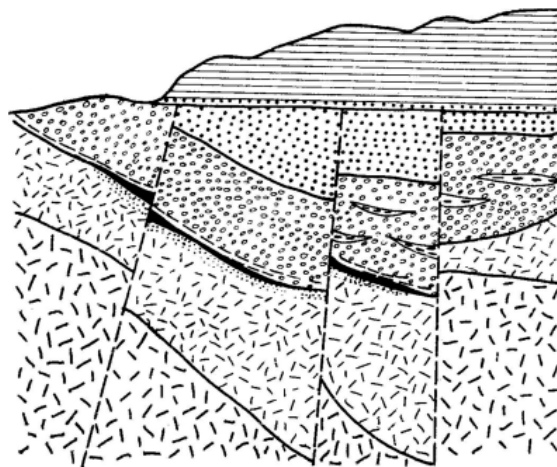
Колчедан кенорындарының өзіндік ерекшеліктеріне олардың вулканогендік-шөгінді таужыныс белдеулеріне, тектоникалық бұзылыстар мен жарықшақтармен қираған брахиантуклин құрылымдарда орналасуы жатады, сондай-ақ негізді және қышқыл құрамды субвулкан интрузиялармен байланысты болады. Руда денелері

негізінен линза, желі, қабат тәрізді жатындар мен шток, секпілдік және желішікті белдемдер пішінді. Сондай-ақ руда денелерінің пішіндері мен ішкі құрылысы сыйыстырушы таужыныстар метаморфизмінің дәрежесіне байланысты болады. Шамалы өзгерген таужыныстарда руда колломорфтық құрылымды болып, изометрлі пішінді, ұзыншақ штоктар мен қабат тәрізді жатындарды жасайды. Қатты метаморфталған таужыныстардағы жатындар жалпақ пішінді, ал руданың құрылымы кристалды болады.

Колчедан кенорындарының арасына мынадай типтер бөлінуі мүмкін: пирит (күкіртті колчедан), халькопирит-пирит (мысты колчедан), галенит-сфалерит-пирит (полиметалды колчедан) кенорындары.

Пирит кенорындары күкірт қышқылы өндірісінің шикізат көзі. Руда толығымен пириттен тұрады, аз мөлшерде кварц кездеседі. Кенорынның бұл типі Оралда (Қарабаш), Закавказьеде (Чирагидзор, Тандзут), Испания мен Жапонияда белгілі.

Халькопирит-пирит кенорындары (оралдық тип) көбінесе базальтоидтық формациялардың шөгінді-вулканогенік қатқабаттарында немесе кремнийлі-терригендік жаралымдарда орналасады. Руда денелері жанартаулық брекчиялар мен туф арасында жатады, ал кенорындардың орналасуын көбінесе оқшауланған жанартаулық құрылымдар бақылайды. Кен денелері үйлесімді қабат жатындар мен линза пішінді, сондай-ақ олармен тоғысқан шток, штокверк пен желі түрінде кездеседі. Кен денелердің ұзындығы бірнеше км-ге, қалыңдығы ондаған м-ге жетеді (19.1-сурет).



19.1-сурет. Уруп кенорының геологиялық кимасы (Н.С. Скрипченко бойынша):

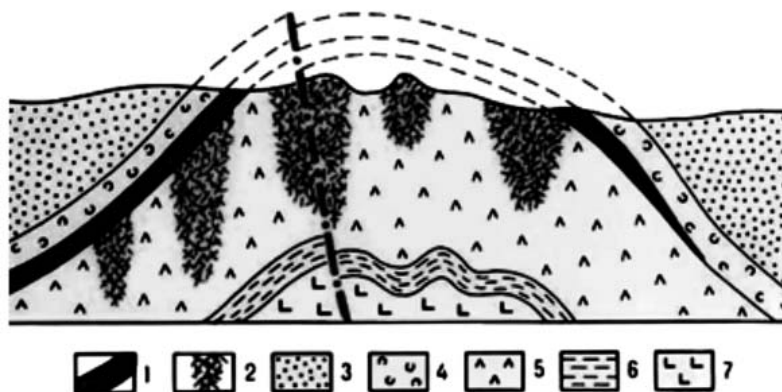
- 1 – құмтас пен тақтатас; 2 – қышқыл туф; 3 – орташа туф; 4 – филлит;
5 – кремнийлі тақтатас; 6 – кварцты альбитофир; 7 – диабаз бен диабаз порфириті; 8 – шомбал колчедан руда жатыны; 9 – секпілді руда минералдануы; 10 – рудадан кейінгі тектоникалық бұзылыстар

Бітімдік-құрылымдық ерекшеліктері бойынша шомбал, қабатталған және желішікті-секпілді рудаларға ажыратылады. Олардың құрамында темір сульфидтері (пирит, мельниковит, марказит) мен халькопирит басым кездеседі. Қосымша руда минералдарға сфалерит, пирротин, солғын кендер, галенит және т.б. жатады. Рудалар химиялық құрамы бойынша комплексті. Оларда өнеркәсіптік айырып алуға жеткілікті қорғасын, мырыш, күкірт, селен, теллур, күміс, алтын, кадмий, индий, таллий, галлий болады.

Кенорындардың бұл типі таралған жерлер: Орал (Сибай, Гай, Блява, Учалы), Кавказ (Уруп, Кафан, Шамлуг, Алаверды), Югославия (Бор), Норвегия (Леккон), Швеция (Болиден), Түркия (Эргани), АҚШ (Юнайтед-Верде), Канада (Кидд-Крик).

Галенит-сфалерит-пирит кенорындары (алтайлық тип) базальтоид вулканизмінің қышқылды өнімдерімен кеңістік пен генетикалық байланыста болып, жанартау тәрізді және таскөмей құрылымдарда, жанартау-тектоникалық және жанартауаралық депрессияларда, жарықшақтық және жарылымды белдемдерде орналасады.

Руда денелері үйлесімді қабат пен линза тәрізді жатындар пішінді. Олардың төменгі шекарасы күрт еңіс апофизалармен және штокверк белдемдерімен күрделенеді (19.2-сурет). Олардың өлшемі: созылымы бойынша 1-2 км (көбінесе жүздеген метр), еністігі бағытында 500-600 м, қалыңдығы жүздеген метрден 15-20 м-ге (кейде 50 м-ге) дейін.



19.2-сурет. Рио-Тинто колчедан-полиметалл кенорнының сұлба геологиялық қимасы (Ф. Паломеро бойынша): 1 – шомбал колчедан руда; 2 – рудалы штокверк; 3 – тақтатасқұмтас қатқабаты; 4 – риолит туфты; 5 – риолитдацит және риолит лавасы; 6 – тақтатас және конгломерат; 7 – негізді құрамды лава

Басты руда минералдар пирит, сфалерит, галенит, кейде халькопирит. Желі минералдарының арасында кварц пен барит басым. Мұнда жоғарыда қарастырылған кенорындар типі сияқты, минералжаралу процесі күрделі, белдемділік анық білінеді.

Сипатталған кенорындар типі ТМД аумағында Қазақстанда (Зырьян, Риддер-Сокольское, Тишинское, Белоусовское, Жайрем, Текелі), Прибайкальде (Холодинское), Забайкальде (Озерное), Кавказда (Филизчай, Маднеули), ал алыс шетелде – Гер-

мания (Раммельсберг), Испания (Рио-Тинто), Норвегия, Швеция (Фалун), Мьянма, Жапония, Австралия, АҚШ пен Куба (Санта-Люсия) аумағында дамыған.

Магнетит-гематит кенорындары көбінесе эвгеосинклин алқаптарының синклин белдемдерінде орналасады. Руда денелері қабат және линза түрінде туф, туффит, карбонат және кремнийлі-карбонат таужыныстар арасында орналасады. Олар көбінесе сыйыстырушы таужыныстармен бірге күрделі дислокацияланған. Руда гематиттен, аз мөлшерде магнетит пен сидериттен тұрады. Бұл типке Қазақстандағы *Батыс Қаражал*, Алтайдағы *Холзунов*, Германиядағы *Лан* мен *Дилль* кенорындары және Алжир кенорындары жатады.

Браунит-гаусманит-псиломелан кенорындары да суасты вулканизмі қарқынды білінген алқаптарда орналасып, көбінесе кремнийлі, темірлі және карбонат таужыныстарда, жанартау әрекеті ошақтарының маңында да, олардан біршама алыстау жерлерде де білінеді. Мору белдемдерінде браунит пен гаусманиттен басқа псиломелан да кең дамыған. Мұндай кенорындар Қазақстанда (Атасу тобы, Жезді, Үшқатын, Тур), Алтайда, Оңтүстік Оралда, Кузнецк Алатауында (Мазульское, Дурновское), Хабаровск өлкесінде белгілі.

Бақылау сұрақтары:

1. Вулканогендік-шөгінді кенорындарға қандай ерекшеліктер тән?
2. Колчедан кенорындары жаралуының геологиялық жағдайлары мен заттық құрамы қандай?
3. Қорғасын-мырыш және темір руда вулканогендік-шөгінді кенорындардың сипаттамасы қандай?

20. ГИДРОТЕРМАЛЫҚ-ШӨГІНДІ (СТРАТИФОРМДЫҚ) КЕНОРЫНДАР

20.1. Жаралу жағдайлары

Бұл топқа жаралуы гидротермалық-шөгінді болуы ықтимал кенорындар жатады. Бірақ олар стратиформдық терминімен (қабаттық жатыс пішіні бойынша) генезисінің толық анықталмағандығы салдарынан аталған. Қарастырылып отырған кенорындардың жаралуына қатысты бірнеше гипотеза бар.

Кейбір геологтар бұл кенорындарды бастапқы-шөгінді сингенезді, бірақ кейінгі кездері біршама өзгерістерге ұшыраған деп санайды. Сонымен қатар, кенорындардың қалыптасуы гидротермалық эпигенезді, олар эрозиямен ашылмаған тереңдегі интрузиялық таужыныстар массивімен байланысты деген пікір айтылады (академик Сәтбаев Қ.И.).

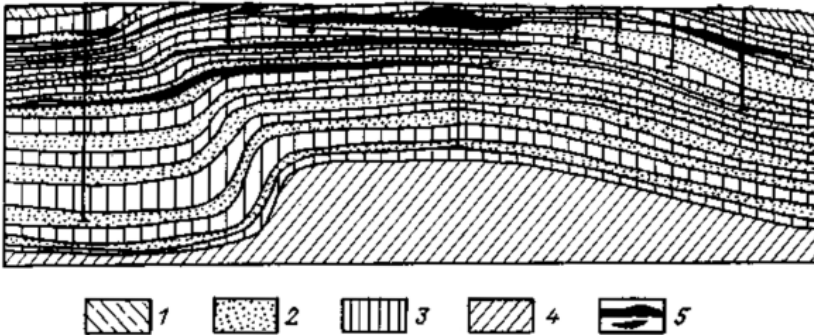
Бұл кенорындардың жаралуы полигендік; олар ұзақ уақыт ағымында қалыптасқан деген гипотеза да кең таралған. Гипотезаның туындауына кенорындардың шөгінді қатқабаттар дамыған аудандарда орналасып, бұл жерде гидротермалық минералды ерітінділердің көзі болатын интрузиялық массивтердің болмауы ықпал еткен. Бұл гипотезаның негізінде көптеген стратиформдық кенорындардың ұзақ дамығандығы туралы деректер, олардың сингенезді шөгінді де, эпигенездік жаралымдар сипатты да болуы жатады. Кенорындардың қалыптасуы сингенезді вулканогендік-шөгінді руда жиналудан басталып, диагенез сатысына өтеді деп жорамалданады. Осыдан кейін, яғни жатындар өздері қалыптасқаннан кейінгі жас жаралымдармен жабылған соң, рудажаралу жерасты ыстық минералды судың әрекетіне байланысты жалғасқан. Осы су ықпалынан минерал массалар қайта топталып, эпигенездік рудалану жүрген.

20.2. Кенорындарының типтері

Стратиформдық кенорындар класында мынадай типтер бөлінеді: құмтас пен тақтатас қабаттарындағы борнит-халькопирит (мыс рудасы); карбонат таужыныстардағы галенит-сфалерит (қорғасын-мырыш); киноварь-антимонит (сүрме-сынап) кенорындары.

Борнит-халькопирит мысты құмтас пен тақтатас стратиформдық кенорындары ырғақты қабаттасқан құмтас, тақтатас және доломиттерден тұратын, құрамында органикалық көміртек бар қатқабаттарға толған депрессияларда орналасқан. Руда денелері үйлесімді қабат, линза тәрізді және таспа тәрізді жайпақ жатындардан тұрады (20.1-сурет). Олардың қалыңдығы ондаған метрден ондаған сантиметрге дейін өзгереді. Қалыңдығы бойынша ұстамды жатындар созылымы бойынша көптеген километрге, ал еңістік бағытында бірнеше километрге жетеді. Оларға жатындардың

көп қабаттылығы, яғни кенді қабаттардың біртіндеп кенсіз таужыныстарға ауысып отыруы тән. Кейде қиюшы руда желілері мен уатылу белдемдері кездеседі.



20.1-сурет. Жезқазған кенорнының геологиялық қимасы (Қ.И. Сәтбаев бойынша):
 1 – қызыл түсті төменгі пермь қатқабаты; 2-4 – карбон жаралымдары:
 2 – рудалы сұр құмтас, 3 – рудасыз қызыл түсті құмтас пен сазтас (аргиллит),
 4 – құмтас және әктас; 5 – руда денелері

Стратиформдық кенорындар рудасының минералдық құрамы біршама қарапайым. Олардың басты минералдары – халькозин, борнит, халькопирит, пирит, ал қосымшалары – солғын кендер, ковеллин, галенит, сфалерит, желі минералдары – кварц, кальцит, барит. Руда денелерінде көбінесе минерал ассоциациялардың белдемділігі байқалады, ол шөгіндіжиналу мен рудажаралу процестері ерекшеліктерінің сипатына байланысты болады.

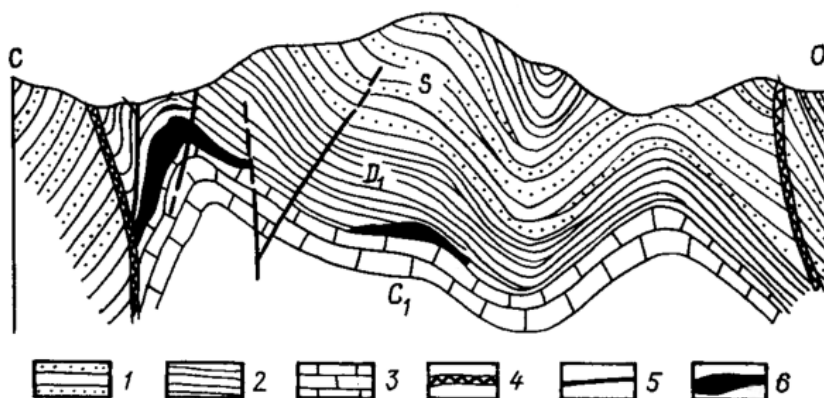
Кенорындардың бұл типі дамыған жерлер: Қазақстан (Жезқазған, Итауыз, Сарыоба, Жаманайбат, т.б.), Прибайкалье (Удокан), Германия (Мансфельд), Польша (Предсудет), Ауғанстан (Айнақ), Замбия (Роан-Атилоп, Чамбиши, Нчанга), Конго (Камото, Мусоши), АҚШ, Мексика.

Галенит-сфалерит кенорындары карбонат таужыныстар – доломит, әктас қатқабаттарында орналасады. Рудалы карбонат формациялар ондаған-жүздеген км-ге таралады. Кенорындар айқын стратиграфиялық және литологиялық бақылануымен, рудалануды туындататын магмалық комплекстердің болмауымен үйлесімді қабат және линза тәрізді жатындардың көп ярусты (жікқабатты) құрылысымен сипатталады. Қиюшы желілер мен құбыр тәрізді денелер сирек кездеседі. Жатындардың ұзындығы созылымы бойынша жүздеген м-ден бірнеше км-ге дейін, еңістігі бойынша 800-1000 м, қалыңдығы 0,5 м-ден 200 м-ге (орташа мәні 10–20 м) дейін өзгереді.

Рудаға қарапайым минералдық құрам тән. Басты минералдар – сфалерит, галенит, пирит, кальцит, доломит, кейде барит; қосымша минералдар – марказит, халькопирит, борнит, қорғасынның сульфотұздары, кварц, флюорит. Руда жолақты, желішікті және қабатталуы бойынша секпілдік бітімді, ұсақ түйірлі құрылымды болады. Руданың құнды компоненттеріне қорғасын мен мырыштан басқа мыс, күміс, кадмий жатады.

Бұл типке жататын кенорындар Қазақстанда (Мырғалымсай, Шалғия), Орта Азияда (Үшкүлаш, Сумсар, Жерғалан) дамыған. Олар, сондай-ақ Польша (Олькум, Болеслав), Болгария, Франция, Италия, Испания, Иран (Ангуран), Марокко, Алжир, Тунис, АҚШ пен (Миссисипи-Миссури) Канадада (Пайн-Пойнт) таралған.

Киноварь-антимонит кенорындары геосинклиндердің тұрақталған алқаптарында немесе платформалардың белсенділенген белдемдерінде орналасады. Олардың магмалық таужыныстармен тікелей байланысы анықталмаған. Осы себепті мұндай кенорындар беймагмалық деп аталады. Олар күмбез тәрізді және сандықша қатпарлармен, сондай-ақ айырылымды бұзылыстармен күрделенген терригендік және карбонат комплекстер арасында жатады. Руда қабат тәрізді жатындар мен линзалардан, көбінесе кенді желілер мен штокверктермен тоғысқан денелерден тұрады (20.2-сурет).



20.2-сурет. Қадамжай кенорнының геологиялық қимасы (Н.А. Никифоров бойынша):
 1 – құмтас-тақтатас түзілімдері; 2 – гравелит қабатшалары бар сазды тақтатас;
 3 – шомбал әктас; 4 – бастырма; 5 – басқа жарылымдар;
 6 – рудалы мүйізтас-жаспероид брекчия

Басты руда минералдар – киноварь, антимонит; қосымша минералдар – реальгар, аурипигмент, пирит, халькопирит, марказит, солғын кендер. Негізгі желілік минералдарға кварц, кальцит, флюорит пен барит жатады. Кенорындардың мұндай типі таралған жерлер: Орта Азия (Қадамжай, Хайдаркен, Чаувай), Украина (Никитовка), Болгария (Рыбново), Италия, Испания (Альмаден), ҚХР (Синьхуаньшань, Ваньшань), Перу.

Бақылау сұрақтары:

1. Вулканогендік-шөгінді кенорындар қалай қалыптасады?
2. Колчедан кенорындары жаралуының геологиялық жағдайлары мен заттық құрамы қандай?

3. Қорғасын-мырыш және темір руда вулканогендік-шөгінді кенорындардың сипаттамасы қандай?

4. Борнит-халькопирит стратиформдық кенорындардың геологиялық құрылысы мен заттық құрамының сипаттамасы қандай?

5. Галенит-сфалерит стратиформдық кенорындардың геологиялық құрылысы мен заттық құрамының сипаттамасы қандай?

6. Киноварь-антимонит стратиформдық кенорындарын гидротермалықтардан қалай ажыратуға болады?

21. МОРУ КЕНОРЫНДАРЫ

21.1. Жаралу жағдайлары

Мору кенорындары минералдар мен таужыныстарға атмосфераның жербеті мен жерасты суының, органикалық агенттердің ықпал етуі нәтижесінде жаралады. Олардың әрекетінен таужыныстар мен минералдар механикалық жолмен жекелеген құрамдас бөліктерге қирайды, содан кейін химиялық процестер ықпалынан ары қарай өзгеріске ұшырайды. Бұрынғы минералдар экзогендік жағдайларда төзімді жаңа минералдармен алмасады. Бұл процестердің мору деп аталатыны белгілі. Олардың нәтижесінде мору қыртысы мен олармен байланысты мору кенорындары қалыптасады.

Мору қыртысы – дербес континенттік геологиялық формация. Ол жер бетіне шыққан түбірлік таужыныстарға атмосфералық және биогендік агенттер ықпал етуі нәтижесінде жаралып, осы таужыныстардың механикалық, химиялық және биохимиялық қирау өнімдерінен тұрады. Мору қыртысы барлық экзогендік кенорындар минерал массаның қуатты көзі.

Мору кенорындарының қалыптасуы жер қыртысының жербеті маңы бөлігіндегі термодинамикалық жағдайларда химиялық төзімсіз болатын тереңдік таужыныс массаларының қайта топтануына байланысты. Мору қыртысы Жер қойнауында грунт суы деңгейіне дейін, яғни жер бетінен 60-100 м, кейде 200 м тереңдікке дейін таралады. Морудың негізгі агенттеріне су, оттегі, көмір қышқылы, организмдер мен температураның ауытқуы жатады.

Түбірлік таужыныстардың мору қыртысында ыдырауына маңызды рөлді тотығу, гидраттану, гидролиз реакциялары атқарады. Мору қыртысындағы геохимиялық түрленулер сатылана жүретіндігімен сипатталады. Бастапқы сатыда мору сілтілі орта жағдайында, таужыныстардан оңай еритін тұздар (сульфат, хлорид және калий, натрий, кальций, магний карбонаттары, кремнийтотық) шығарылған кезде өтеді. Осымен бір мезгілде алюминий, темір мен марганецтің жиналуына әкелетін силикаттар гидролизі жүреді. Минералдардың ыдырау жылдамдығы әртүрлі және олардың құрамы мен кристалдық құрылымына байланысты.

Ыдырау кезінде бейметалл элементтер оңай шығып кетеді де, металдар мору қыртысында жиналады. Жылдам шығарылатын элементтерге хлор, бром және күкірт; оңай шығарылатындарға – кальций, натрий, калий мен фтор; жылжығыштарға – кремнийтотық, фосфор, марганец, кобальт, никель мен мыс; ал енжарларға (интерттілерге) – темір, алюминий мен титан жатады.

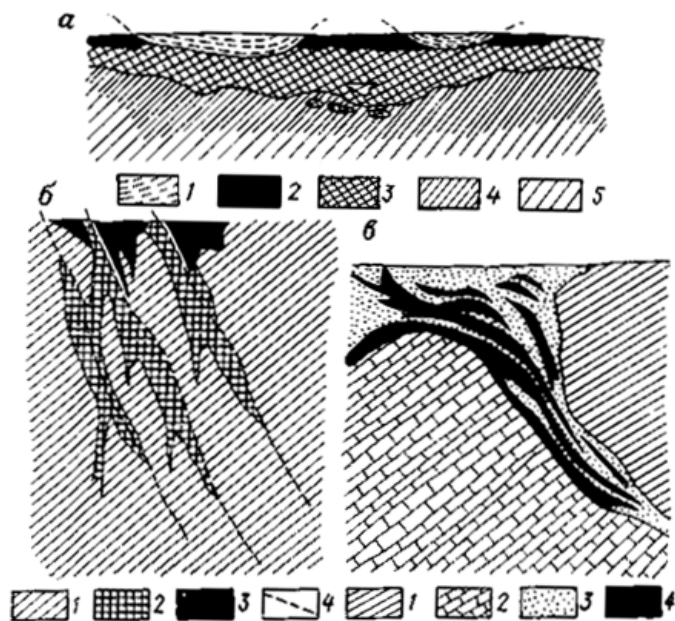
Мору қыртысының профилі үш түрге бөлінеді: қаныққан сиалиттік, қанықпаған сиалиттік және алиттік. *Қаныққан сиалиттік (гидрослюда)* профиль гидраттану мен гидролиз реакцияларында силикаттар құрамынан кремнеземнің шамалы мөлшерде шығарылуына байланысты өзгеруімен сипатталады. Бұл профильдің типоморфтық минералдары – гидрослюда, гидрохлорит, бейделлит, монтмориллонит. Пайдалы қазбалар қалыптасуында бұл тип айтарлықтай рөл атқармайды. *Қанықпаған сиалиттік (сазды)* профиль кремнийтотықтың шығарылуымен айрық-

шаланады. Оның типоморфтық минералдары каолинит, галлуазит, нонтронит, кварц болғандықтан, мору қыртысының бұл типімен саз бен каолин кенорындары ассоциацияланады. *Алумтік (латериттік)* профильге алюмототық пен кремнийтотық арасындағы байланыстың толық бұзылып, олардың қарқынды жылыстауы тән. Оның типоморфты минералдары – алюминий гидроксидтері, темір оксидтері мен гидроксидтері. Бұл профильге барлық негізгі мору кенорындары байланысты.

Мору қыртысын құрайтын минералдар арасында түбірлік таужыныстардың бастапқы минералдары (кварц, рутил, магнетит), ыдыраудың бастапқы сатысының минералдары (гидролюда, гидрохлорит), кейін кристалданған аморфты минералдар, сонымен қатар морудың соңғы өнімдері болып табылатын туынды минералдар (темір, алюминий мен марганецтің гидроксидтері, халцедон, опал) бөлінеді.

Мору қыртысы және олармен байланысты пайдалы қазба кенорындары жаралу үшін маңызды мәнге ие факторлар: климат, түбірлік таужыныстардың құрамы, құрылымы мен жасы, массивтің тектоникалық бұзылғандығы, ауданның бедері, гидрогеологиялық жағдайлар, мору қыртысы қалыптасу процесінің ұзақтығы.

Пайдалы қазба денелерінің пішіні мен орналасу жағдайлары бойынша аудандық, сызықтық және жапсар маңы мору қыртысының кенорындары бөлінеді (21.1-сурет).



21.1-сурет. Мору қыртысы кенорнының типтері:

- а – аудандық: 1 – жамылғы түзілімдер; 2 – жоса-саз таужыныстар;
 3-4 – никель минералдары жиналған серпентинит: 3 – нонтрониттенген,
 4 – ыдыраған; 5 – ыдырамаған серпентинит;
 б – сызықтық: 1-2 – серпентинит: 1 – ыдырамаған, 2 – никель минералдары
 жинала ыдырап морыған; 3 – жоса-саз таужыныстар; 4 – жарықшақтық белдемі;
 в – жапсар маңы (карст): 1 – серпентинит; 2 – әктас; 3 – карст түзілімдері; 4 – кен

Аудандық мору қыртысының кенорындары түбірлік таужыныстарды желек түрінде жауып жатады. Олардың астыңғы шекарасы күрделі. Бейтегіс, көлденең қимасының өлшемдері ондаған метрден мыңдаған метрге дейін, қалыңдығы – ондаған метр. Сызықтық мору қыртысының кенорындары желі тәрізді болып, жарықшақтар жүйесі бойынша 100-200 м тереңдікке дейін дамиды. Жапсар маңы мору қыртысының кенорындары еритін таужыныстар (мысалы, карбонаттар) мен ыдыраған кезде минерал зат жеткізетін таужыныстардың жапсары бойында орналасады.

21.2. Кенорындарының типтері

Қалдық кенорындар

Мору кенорындарының бұл класшасы өздерін қалыптастырған таужыныстардың үстіне орналасады. Жаралған массаның (элювийдің) минералдық құрамы түпнұсқа таужыныстар құрамы мен химиялық мору реакцияларының сипатына тікелей байланысты болады. Жер қыртысында силикат (магмалық және метаморфтық) таужыныстар көп таралған. Мору белдемінде бұл таужыныстар ыдырап, гидролиз процесі жүреді. Мұндай жағдайда сілтілі және сілтіжер элементтер шынайы ерітінділерге өтіп, көмірқышқыл бикарбонаттарын жасайды да, грунт суы алқабына өтеді немесе жербеті ағын суымен шайылып кетеді. Бастапқыда негізінен коллоид ерітінділерден тұрған минерал қалдықтың құрамына кремнийоттық, алюмототтық, темір мен марганец оксидтері кіреді.

Қалдық мору кенорнындағы денелер пішіні негізінен астыңғы шекарасы бейтегіс бұрыс қабат тәрізді. Ол мору процесі дамуының әркелкілігіне байланысты. Ұялар мен штоктар аз кездеседі. Қалдық кенорындардың өнеркәсіптік мәні негізінен осы типті кенорындардан өндірілетін каолин үшін айрықша үлкен; темір мен марганец рудаларының, боксит, тальк пен фосфориттің қалдық кенорындары шамалы рөл атқарады.

Каолин кенорындары кез келген далашпатты таужыныстың, бірақ көбінесе қышқылды және сілтілілердің мору қыртысында қалыптасады. Алаңдық типті жатындар көбінесе қалыңдығы 10 м шамасындағы (кейде одан асатын) бұрыс пішінді жамылғылардан тұрып, тереңге қарай түпнұсқа таужыныстарға өтеді. Олардың минералдық құрамына каолин, галлуазит, монтмориллонит, халцедон, сондай-ақ жұрнақ (кварц, мусковит, рутил) және туынды (кальцит, доломит, гипс) минералдар кіреді. Каолин кенорындары Украинада (Глуховецкое), Оралда, Алтайда, Батыс Сібірде таралған, ірі кенорындар Германияда, Чехияда, Ұлыбританияда, Францияда, АҚШ-та белгілі.

Гарниерит-нонтропит кенорындары силикат никель (кобальт қоспасы бар) рудасынан тұрып, дунит пен перидотиттер бойынша жаралған серпентиниттердің мору қыртысымен байланысты. Никельді минералдар ыдырауының бастапқы сатыларында никель ерітіндіге, мору қыртысының жоғарғы бөліктерінен тереңге қарай өтеді де, бұл жерде туынды минералдар ретінде қайта түзіледі. Мұндай жағдайда никель

темірдің оңай тотықтанғыштығына байланысты одан бөлінеді де, pH көрсеткішінің аз мәндерінің өзінде шөгінді ретінде тұнады. Никель өзінен бұрын, бірақ темірден кейін тотығатын марганец пен кобальттан да бөлінеді. Кейде никель темір гидроксидтерінің құрамында шоғырланады. Кальций мен магний де мору қыртысында жылыстайды, бірақ никельден төмен және pH көрсеткішінің үлкен мәндері жағдайында түзіледі.

Мору процесінің нәтижесінде бірге жылыстайтын элементтер орналасуында тік бағыттағы белдемділік пайда болады. Мұндай жағдайда никельдің мөлшері бастапқы таужыныстағыдан 5-15 есе артады.

Силикат никель рудасының қалдық кенорындары мору қыртысының құрылысында үш белдем (жоғарыдан төмен қарай) бөлінеді: 1) темірлі жоса (қалыңдығы 5-10 м), оның құрамында никельдің өнеркәсіптік шоғырлануы болмайды; 2) никель мен кобальттың өнеркәсіптік мөлшері бар нонтронит белдемі (5-15 м); 3) туынды никель минералдарына байыған жартылай қираған және шаймаланған серпентинит белдемі (5-25 м).

Құрылымдық-морфологиялық ерекшеліктері бойынша кенорындар аудандық және сызықтық мору қыртысына жатуы мүмкін. Бұл типті кенорындар Оңтүстік Оралда (Кемпірсай, Сахаринское, Верхнеуфалей, Халилов), сондай-ақ Албания, Индонезия, Австралия, Куба, Бразилия мен Жаңа Каледония аралында белгілі.

Боксит кенорындары әртүрлі алюмототықты-сілтілі, қышқылды, негізді таужыныстар ыдырауынан қалыптасады. Бастапқы таужыныстардың өзгеру процесі үш сатыда өтеді: 1) силикаттардың ыдырауы, сілті мен сілтіжер элементтердің шығарылуы, кремний тотықтың да жартылай шығарылып, саз құрамды минералдардың жиналуы; 2) силикатсызданып, алюмототық жиналу; 3) карбонат, сульфид пен басқа қосылыстардың бөлінуі салдарынан боксит құрамының күрделенуі.

Жаралу жағдайлары бойынша қалдық кенорындар арасында аудандық және карст бокситтері бөлінеді. Бокситтердің құрамына алюмототықтың моно- және тригидраттары кіреді, олар саз минералдарымен, темір мен марганец гидроксидтерімен, кремний қосылыстарымен ассоциацияланады. Бокситтердің қалдық кенорындары КМА ауданында (Висловское), Енисей бұйратында, Испания, Франция, Греция, Индия, Гвинея, Бразилия, Гайане мен Суринамда таралған.

Лимонит кенорындары серпентиниттің моруы кезінде пайда болады. Руда құрамында аз мөлшерде легирлеуші металдар концентрациясы болатындықтан, оны табиғи легирленген деп атайды. Олардың арасында бір-біріне өтуіне байланысты мынадай түрлестер бөлінеді: никельмен және кобальтпен легирленген темір рудасы; комплексті темір-никель; комплексті темір-кобальт; комплексті темір-марганец-никель рудасы. Табиғи легирленген лимонит рудасының қалдық кенорындары белгілі жерлер: Орал (Елизаветское, Стрижевское, Аккермановское және т.б.), Солтүстік Кавказ (Малкинское), Индонезия, Гвинея, Куба, Филиппины, Гвинея мен Суринам.

Пирролюзит-псиломелан (марганец рудалы) кенорындары құрамында марганец бар метаморфталған таужыныстар морыған кезде жаралады. Олар дамыған жерлер: Орал (Полуночное), Батыс Сібір (Мазульское), Индия, Гана, Габон, ОАР, Австрия, Канада, Куба, Бразилия, Венесуэла.

Инфильтрациялық (сіңбелік) кенорындар

Бұл кенорындар типіне еріген күйде грунт суының айналымы алқабына түсіп, қолайлы жағдайларда тұнба түрінде шөгетін мору өнімдері бөлігінен жаралатындар жатады. Минерал заттың түзілуі кеуектерді толтыру жолымен немесе метасоматоздық тәсілмен жүреді. Кеуектерді толтыру жағдайында пайдалы қазба біршама салқын сулық ерітінділерден бөлінеді, яғни пайдалы жүк гидротермалық ерітінділер әкелетін себептерге байланысты болады. Метасоматоздық тәсілде сулық ерітінділер белсенді әрі оңай еритін таужынысты кездестіргенде, сыйыстырушы таужыныстың кейбір компоненттерін шаймалап шығарады да, олардың орнына бұрын ерітінділер құрамында болған компоненттерді түзеді. Осыған байланысты қапталдас таужыныс минералдары еріген күйде келген жаңа минералдармен метасоматоздық алмасады. Осындай жолмен бірқатар пайдалы қазбалар: темір, марганец, мыс, ванадий, уран, радий, фосфорит, гипс, борат, магнезит, исландия шпаты кенорындары пайда болады.

Сидерит-лимонит темір кенорындары көбінесе мору қыртысында сүзілу тәсілімен жасалады. Темір әртүрлі мөлшерде барлық таужыныстарда бар. Химиялық мору кезінде ол коллоид күйде, кейде карбонат немесе сульфат тұздарының шынайы ерітіндісі түрінде рудалы ерітінділерге өтеді. Темірлі коллоид ерітінділер химиялық әрекетсіз карбонат таужыныстар қуыстарына темір гидроксидінің гелін түзеді, ол кейін лимонитке өзгереді. Қарастарылып отырған кенорындар типінің рудалары сидерит, лимонит пен гематиттен тұрады. Руданың бітімі – сынықты, конгломераттық, жалбырлық. Кен денелерінің ең көп таралған пішіндері: ұя, линза және қабат тәрізді, олар моруға кремнийлі таужыныстар мен әктастарда орналасады. Мұндай кенорындар Оралда (Алапаевское мен Синоро-Каменская тобы) орналасқан; осындай кенорындар Ұлыбританияда, Германияда (Зальцгиттер, Пейне-Илседе) кездеседі. Бірақ бұл кенорындардың өнеркәсіптік мәні шектеулі.

Инфильтрациялық уран кенорындары терең айналымды жерасты суының әрекеті нәтижесінде пайда болады. Құрамында уранның жоғары концентрациясы бар таужыныс осы элементтің көзі болып табылады. Уран аксессуар минералдар құрамына кіреді. Олардың мору процесі кезінде ыдырауы нәтижесінде уран ерітіндіге өтіп, уранил қосылыстары түрінде грунт суымен тасымалданады.

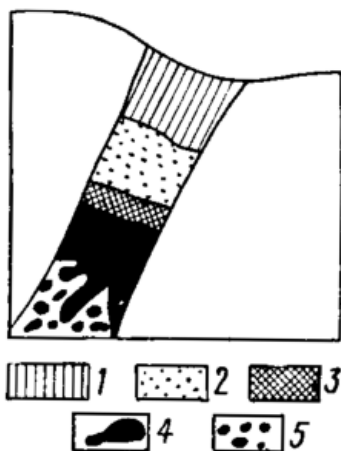
Уранның ерітінділерден настуран және уран кіреуекесі түрінде бөлінуі әртүрлі тотықсыздандырғыштар – көмірлі зат, битум, күкіртсутек және т.б. әсер етуіне байланысты. Бұл кенорындардың өнеркәсіптік мәні жоғары. Олар Қазақстанда Францияда, Ұлыбританияда, Италияда, Венгрияда, Румынияда, Германияда, Австрияда, Индияда, АҚШ пен Канадада белгілі.

21.3. Пайдалы қазбалардың мору кезіндегі өзгерістері

Химиялық және физикалық мору кезінде пайдалы қазба денелерінің минералдық, химиялық құрамы мен құрылысы үлкен өзгерістерге ұшырайды. Ең үлкен өзгеріс сульфид руда денелері, көмір қабаттары, минерал тұздар мен күкірт жатындары моруға кезде орын алады.

Пайдалы қазба денелерінің жер беті маңындағы өзгерісі мору қыртысындағы жоғары оттектік әлеует (потенциал) жағдайында минералдың төзімсіз болуына байланысты. Бастапқы минералдардың ыдырауы нәтижесінде жаңа қосылыстар пайда болады. Олардың кейбіреулері орнында қалады, келесілері шығарылып барып қайта түзіледі, үшіншілері – жылыстап кетіп шашырайды. Өзгерістің негізгі бағыты пайдалы қазба заттарының тотығуымен байланысты. Руда денелерінің тік бағыттағы өзгеру интервалы *тотығу белдемі* деп аталады.

Өзгерістердің негізгі агенттеріне су, оттегі, көмірқышқылы, органикалық заттар жатады. Жерасты суы да айрықша рөл атқарады. Жер беті суының айналымы үш белдемге бөлінеді (21.2-сурет). Жоғарғы белдем ауалану немесе сіңу белдемі еріген оттегі пен көмірқышқылына қаныққан судың жылдам және еркін, негізінен тік бағыттағы айналымымен сипатталады. Грунт суы деңгейінің астында ағу немесе белсенді суалмасу белдемі орналасады; бұл белдемде құрамында еріген оттектің біршама мөлшері бар су бүйіріне қарай баяу жылжиды. Ең төменгі тоқырау су белдемінде еркін оттегі болмайды.



21.2-сурет. Сульфид руда кенорнының тотыққан бөлігі құрылысының сұлбасы:
 1 – толық тотығу белдемі; 2 – шаймалану белдемшесі; 3 – тотыққа қайта баю белдемшесі; 4 – сульфидке қайта баю белдемшесі; 5 – бастапқы сульфид руда белдемі

Ауалану (сіңу) белдемінде төрт белдемшеден тұратын тотығу белдемі қалыптасады. Ең жоғарғысы – жербеті маңындағы қабат руда денесінің ең көп өзгерген бөлігі, мұнда руданың құрамынан ең көп жылыстайтын қосылыстар да шығып кетеді. Тотыққан руданың бұл белдемшесінде бастапқы руданың негізгі оксид туындылары ғана таралады. Тотыққан шаймаланған руда белдемшесі металдардың олардың тотығу белдеміндегі орташа мөлшерінен әлдеқайда аз мөлшерде болуымен сипатталады. Бұл белдемнің астында бай тотық рудалар белдемшесі орналасады.

Тотығу белдемінің қалыңдығы көбінесе бірнеше метрден ондаған метрге дейін болады, кейде жүздеген метрге жетеді. Бұл белдемнің дамуы (оның қалыңдығы мен

өзгеру процесінің қарқындылығы) климатқа (температура мен жауынның мөлшері), бедер мен аудан эрозиясының дәрежесіне, руданың құрамы мен құрылымдық-бітімдік ерекшеліктеріне, сыйыстырушы таужыныстың физикалық және химиялық қасиеттеріне, руда денелерінің жатыс жағдайларына байланысты болады. Олардың ішінде ең қолайлы факторларға жылы ылғал климат, орташа тілімденген бедер, руданың полиминералдық құрамы, пириттің болуы, болбыр бітім, әр түйірлі құрылым, таужыныстардың біркелкі сүетімділігі мен химиялық белсенділігі, құрамы мен қасиеті бойынша әртүрлі таужыныстар жапсарындағы руда денелерінің еніс жатуы, белсенді тектоникалық бұзылыс жатады.

Қайта баю немесе керіштеңу белдемінің пайда болуы тотығу белдемінен шаймаланған металдардың бір бөлігінің қайта түзілуіне байланысты. Бұл белдемнің жоғарғы горизонттары туынды сульфидтермен ерекше байиды. Ал терендеген сайын туынды сульфидтер мөлшері азайып, біртіндеп бастапқы рудаға өтеді. Сульфидпен қайта баю белдемінің қалыңдығы бірнеше м-ден ондаған м-ге дейін өзгереді, кейде жүздеген м-ге жетеді. Бұл белдемнің дамуы бірқатар факторларға байланысты. Ең қолайлы факторлар қатарына жылы, біршама ылғал климат, орташа тілімденген бедер, рудалар мен қапталдас таужыныстардың қарқынды жарықшақтылығы, осы таужыныс пен руда арасында рудалы ерітінділермен тотығу белдемінде-ақ әрекеттесетін карбонаттардың жоқ болуы, бастапқы руданың пирит-халькопиритті құрамы жатады.

Сульфид кенорындарының тотығу белдемінде күкірттің толық шығарылуымен қатар басқа элементтердің шашырау процестері жүреді. Нәтижесінде тотығу белдемі ауыр металдардан толық арылып, минералдық құрамы бойынша біркелкі күйге түседі – тек қана кремний тотығының әртүрлі формалары, темір мен марганец оксидтері мен гидроксидтері, алюминий-кремний қосылыстары байқалады. Тотығу процестері кезінде металдар бөлініп шығады. Мәселен, қиын еритін сульфидтер құрамына кіретін металдар тотығу белдемінде оңай еритін сульфаттарға қарағанда ұзақ сақталады. Әртүрлі металдардың тотығу белдеміндегі әрекеті төмендегідей негізгі заңдылықтарға бағынады.

Темір. Тотыққан пирит II-темір сульфатына өтеді, ол еркін оттек болған жағдайда III-темір сульфатына түрленеді. Бұл сульфаттың гидролизі кезінде қиын еритін темір гидроксиді пайда болады, ол ерітіндіден лимонит гелі түрінде тұнады. Жалпы алғанда, тотығу белдемі темір гидроксидтеріне қарқынды байитындықтан, оны көбінесе “темір телпек” деп атайды.

Мыс. Мыс сульфидтері (мысалы, халькопирит) тотыққан кезде оңай еритін сульфат пайда болып, ол тотығу белдемінен шығарылады. Мыс қайта баю белдемінде бөлінетіндіктен, тотығу белдемінде оның мөлшері күрт азаяды.

Қорғасын. Галениттің тотығуы қиын еритін сульфат – англезит жаралуына әкеледі, ол тотығу белдемінде жиналады, ал ары қарай қиын еритін карбонатқа (церусситке) өтеді. Кейде тотығу белдемінде бастапқы галенит те сақталады.

Мырыш. Сфалерит тотыққан кезде оңай еритін сульфат пайда болып, ол керіштеңу белдемінде түзілмей, кенорыннан тыс алқапқа шашырап кетеді. Мырыш тек қана карбонат (смитсонит) немесе силикат (каламин) дамыған жағдайда шоғырланады.

Сонымен, полиметалл руда денелері мұрығанда тотығу белдемінде мырышқа жұтанданып, қорғасынға байиды.

Алтын. Тотығу белдемінде біршама алыс қашықтықтарға жүзгін немесе еріген күйде жылыстайды. Ол керіштену белдемінің жоғарғы белдемінде шөгеді.

Күміс. Тотығу белдеміндегі күмістің әрекеті оның бастапқы руда құрамындағы формасына байланысты болады. Сомтума күміс көбінесе тотығу белдемінде тұрақтап, ал сульфиттер құрамындағы күміс ерітіндінің құрамына өтеді. Егер күміс ары қарай галогендер құрамына кірсе, ол тотығу белдемінде жиналады, ал басқа жағдайларда ол керіштену белдемінде шоғырланады.

Күшәла, сүрме, висмут, молибден, сынап, никель (тініке), кобальт сияқты басқа элементтер руда құрамында сульфидтер түрінде болады. Олар тотығу белдемінде оксид, гидроксид, карбонат формаларға өтеді. Осындай түрде олар тотығу белдемдерінде жиналады немесе кенорындардан тыс алқаптарға шығарылады да, сыйыстырушы таужыныс құрамына шашылып кетеді.

Тотығу белдемінің қарқынды дамуы көптеген сульфид кенорындарында байқалады. Олардың мысалы ретінде Жезқазған, Қоңырат, Қалмақыр, Тұрлан, Блява, Дегтярь және т.б. кенорындарды айтуға болады.

Пайдалы қазбалардың басқа (бейсульфид) кенорындары мору қыртысындағы тұрақтылық дәрежесі бойынша үш топқа бөлінеді: өзгермейтін, шамалы өзгеретін, өзгеретін. Бірінші топ кенорындарының пайдалы қазбаларына тау хрусталі, әсемтас, алмас, анартас, корунд, алунит, диатомит, трепел, құм, гравий, құмтас, кварцит жатады. Шамалы өзгеретіндер – пегматит, карбонатит, асбест, бірқатар карбонат және силикат таужыныстар, саз, магмалық және метаморфтық таужыныстар кенорындары. Үшінші топқа күкірт, минерал тұздар, гипсит, ангидрит, көмір кенорындары кіреді.

Күкірт мору белдемінде тотыққанда алунит, ярозит, гипс типті сульфаттар жасап, «күкірт телпек» қабатын құрайды. Ары қарай тотығу барысында бұл минералдар жойылып кетеді.

Минерал тұздар қарқынды шаймалануға ұшырауы салдарынан, тұз карсты дамиды. Тұз денелерінің жоғарғы бөлігінде құрамы әртүрлі “тұз телпек” қалыптасады. Гипс пен ангидрит оңай еріп кетеді, нәтижесінде жер сияқты туынды гипсті массалар пайда болады.

Мору қыртысында барлық көмір түрлері көп өзгеріске түседі. Олардың ылғалдылығы 20 есеге дейін, ұшпа компоненттердің мөлшері 4-5 есе, күлділігі 12 есе, тығыздығы 1,5 есе артады. Сонымен қатар, кокстің шығымы 4-5 есе, көміртек пен сутек мөлшері азаяды, пириттің ыдырауына байланысты көмірдің күкірттілігі күрт төмендейді.

Бақылау сұрақтары:

1. Мору қыртысы дегеніміз не?
2. Мору қыртысының негізі физикалық-химиялық мору процестері мен профилі қандай?

3. Алаңдық, сызықтық және жапсармаңы мору қыртысының кенорындары үшін қандай құрылымдық-морфологиялық ерекшеліктер тән?
4. Қалдық мору кенорындарының ерекшеліктері?
5. Инфильтрациялық (сіңбелік) мору кенорындарының жаралуы.
6. Кенорындар моруған кезде олардың заттық құрамы мен құрылысы қалай өзгереді?
7. Әртүрлі металдардың тотығу белдеміндегі әрекетінің негізгі заңдылықтары қандай?

22. ШӨГІНДІ КЕНОРЫНДАР

22.1. Жаралу жағдайлары

Шөгінді кенорындар сушара түбінде шөгіндіжиналу процесі нәтижесінде пайда болады. Жаралған жеріне қарай олар өзен, батпақ, көл және теңіз кенорындарына жіктеледі. Теңіз кенорындары өз кезегінде платформалық пен геосинклиндікке бөлінеді. Шөгінді таужыныстардың және олармен байланысты пайдалы қазбалардың қалыптасу процесі мына үш сатыда өтеді: седиментогенез, диагенез және катагенез.

Седиментогенез сатысы заттың мору қыртысында жылыстау (мобилизация), шөгінділердің тасымалдану және соңғы сушарада шөгіндіжиналу кезеңдерін қамтиды. Заттың мобилизациясы механикалық және химиялық дифференциациялану процесінде жүзеге асады. Оның сужиналу алаңынан тасымалдану формалары әртүрлі болуы мүмкін – шынайы немесе коллоид ерітінділер, механикалық жүзгін түрінде және су түбінде сүйрелену арқылы. Тасымалдану кезінде еритін қосылыстар сушараға толық шайылып жетсе, ал су сынықты өнімдерді жартылай шаяды.

Сушараларда шөгіндіжиналу заттың механикалық, химиялық және биохимиялық дифференциациялану процестері салдарынан жүреді. Механикалық дифференциациялану кезінде сынықты материал минерал бөлшектердің тығыздығы, өлшемдері мен пішіндері бойынша бөлінеді, яғни іріктеледі. Жағалау белдемінде малтатас, гравий, құм жиналады. Келесі белдемде құмайт шөгеді, ал одан да терең бөлікте – сушараның ішкі бөлігінде саз тұнады. Сынықтардың өлшемі бірдей болған жағдайда, олар тығыздығы бойынша жіктеледі – тығыздығы азайған сайын минералдар жағадан алыстай береді.

Шөгінділердің химиялық дифференциациялануы шынайы немесе коллоид ерітінді, сонымен қатар өте ұсақ механикалық жүзгіндер түрінде тасымалданатын заттардың біртіндеп түзілу процесі болып табылады. Химиялық дифференциацияланудың бұл сұлбасы бойынша шөгіндітүзілу алдымен ең қиын еритін заттардан басталады. Темір мен марганец тотығы, кремний тотығы, фосфаттар, темір силикаттары, боксит, тұз бен кальцит біртіндеп тұщы, тұздылау немесе тұздылығы қалыпты суда тұнады. Оларға параллель механикалық дифференциациялану өнімдері түзіледі. Кальциттің түзіле бастауы шамамен механикалық дифференциациялану процесінің аяқталуына сәйкес келеді. Доломит түзіле бастаған кезден бастап химиялық дифференциациялану өнімдеріне сынықты материалдың араласуы тоқтайды, ал заттардың тұнуына ерітінділердегі тұздар концентрациясының артуы қажет болады.

Биохимиялық дифференциациялану кейбір элементтерді жануар және өсімдік организмдерінің таңдап сіңіруі мен олардың осы организмдер өлгеннен кейін қайта түзілуі салдарынан жүреді. Каустоболит құрамына кіретін органикалық заттардың орасан массасы, сонымен қатар карбонаттар, фосфаттар, кремнийтотық осындай жолмен қалыптасады. Организмдер тіршілігімен және олардың өлуімен темір, марганец, алюминототық және ванадий, хром, никель, кобальт, мыс сияқты элементтердің біршама жиналуы байланысты.

Диагенез сатысында аса ылғал, бактериялар мен шағын компоненттерге қаныққан ұйық тығыз таужынысқа айналады. Бұл процесс ондаған метрден жүздеген метрге дейінгі шөгінділер қатқабаты астында өтеді. Диагенездің бірінші кезеңінде тотықтану минералжаралуы жүріп, ұйық суындағы оттег есебінен темір мен марганец гидроксидтерінің тасберіштері пайда болады. Екінші кезеңде шөгінді ортасы тотықтыдан тотықсызға ауысады. Шөгіндіні сіңірген су сульфатсызданып, II-темір, марганец оксидтерге, кремнийтотыққа, органикалық затқа, фосфорға, шағын элементтерге байиды. Осындай жолмен сидерит пен темірлі хлориттердің диагенездік жатындары, марганецтің конвекциялық родохрозит пен родонит рудалары, жалбыр фосфорит, мыс, қорғасын мен мырыштың шөгінді секпілді рудалары қалыптасады.

Диагенездің соңғы кезеңінде аутигендік (өз орнында жаралған, яғни өзіндік шөгінді) материалдың іштей қайта түзілуі, оның кейбір нүктелер төңірегінде жиырылып, тасберіштер дамуы орын алады. Диагенез кезінде заттың қайта түзілуі нәтижесінде шөгінділердің шектеулі жиылымдарында кейбір элементтердің концентрациясы артады. Мысалы, марганецтің концентрациясы 7 есеге дейін артуы мүмкін.

Катагенез сатысында шөгінділердің үлкен тереңдікте жоғары қысым мен температура ықпалынан ары қарай өзгеруі жалғасады. Бұл сатыда таужыныстардың минералдық құрамы айтарлықтай өзгермегенімен, олар толық тасқа айналады (литификация), таужыныстардың кеуегі гипске, ангидритке, флюоритке толады. Заттың біршама қайта түзілуі түйір аралық кеңістікте білінеді. Органикалық массадан бөлінген газ фазасынан сұйық және газ тәрізді каустоболиттің түзілуі басталады.

Шөгінді кенорын минералдарының арасында олардың үш тобын бөлуге болады: 1) континенттерден әкелінген моруға төзімді сынықты материалдар (кварц, рутил, далашпат, слюда); 2) химиялық мору өнімдері (коолинит, монтмориллонит, опал, гидрослюда, темір мен марганец гидроксидтері); 3) шөгінді жаңа жаралымдар (карбонат, галогенид, фосфат, руда минералдар, кремнийлі өнімдер, көмірсутек қосылыстар).

Шөгінді кенорындардың өлшемі көбінесе ірі болады. Теңіз кенорындарының жекелеген қабаттары ондаған км-ге, ал қабаттар свитасы жүздеген км-ге созылады. Қабаттардың қалыңдығы кең ауқымда өзгереді – 0,5 м-ден (Донбасс) 500 м-ге дейін (Соликамск кенорны).

22.2. Кенорындарының типтері

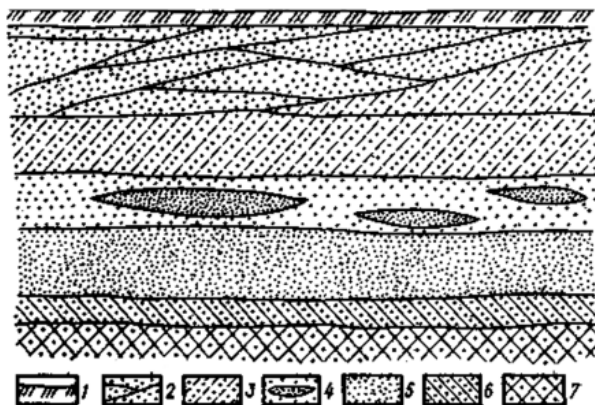
Шөгіндіжаралу процесінде заттың белгілі бір дифференциациялану түрінің басымдығына байланысты шөгінді кенорындар механикалық (сынықты), химиялық және биохимиялық түрлерге бөлінеді.

Механикалық шөгінді кенорындар – таужыныстар мен рудалардың негізінен физикалық қирауы кезінде қалыптасқан сынықты материалдың жиынтығы. Механикалық қирау төзімсіз минералдардың химиялық өзгерістерге түсуіне жалғасуы мүмкін. Материалдың жиналуы әртүрлі экзогендік агенттердің – жербеті суы, жел, теңіз, мұхит пен көлдер суы мен мұздықтардың геологиялық әрекетіне байланыс-

ты жүреді. Егер кәдімгі таужынысжасаушы минералдардан (кварц, далашпат, слюда, т.б.) тұратын, өлшемдері әртүрлі таужыныс сынықтары жиналатын болса, мұндай жағдайда құрылыс материалдары ретінде пайдаланылатын сынықты таужыныстардың кенорындары пайда болады. Ал ысырылу мен қайта түзілуге ұшыраған таужыныстар құрамында жербеті жағдайында төзімді және тығыздығы мен физикалық беріктігі жоғары болатын руда минерал түйірлері болса, мұндай жағдайда шашылым кенорындары қалыптасады.

Олардың арасында гравий, құм, саз кенорындары бөлінеді. Олар жасына қарай қазіргі заманғы және көне болады. Мұндай кенорындар біршама кең таралған. Олар Қазақстанның барлық өңірлерінде белгілі.

Құм кенорнының жаралуы әртүрлі болады. Практикалық маңызы жоғарысы – аллювийлік, көл мен теңіз кенорындары. Олар платформалық және геосинклиндік түрлерге бөлінеді. Қолдануға ең қолайлысы – қазіргі заманғы қопсық құм. Құрамы бойынша моно- және полиминералды құм түрлері бөлінеді. Мономинералдылар арасында ең көп таралғаны кварц, кейде далашпат құм. Көптеген кенорындардың қимасында құрамы бойынша әртүрлі құм түрлестерінің кезектесіп орналасуы байқалады. Олардың арасында жоғары сортты құм, линза және қалыңдығы шамалы кабаттар түрінде жатады. Құм жасы мен жаралуы әртүрлі кенорындардан өндіріледі: төрттік пен палеоген-неоген (Украина), юра (*Люберцы – 22.1-сурет*), бор (*Скопинское*, Рязань облысында), карбон (Подмосковье), девон (Ленинград обл.). Құм кенорындары Қазақстанның барлық аймақтары мен аудандарында бар.



22.1-сурет. Люберцы шыны құмы кенорнының қимасы:

1 – топырақ; 2-7 – құм түрлері: 2 – қиғаш қабаттылықты көне аллювий, 3 – ақ, шамалы боялған, 4 – таза ақ линзалар бар ақишыл, 5 – жоғары сортты ақ, 6 – темірленген, 7 – глауконитті

Саз кенорындары қалыптасу жағдайлары бойынша делювийлік, аллювийлік, көл, теңіз, мұздықтық және эолдық түрлерге бөлінеді. Олардың басты минералдары: каолинит, монтмориллонит, пиррофиллит, гидрослюда, сондай-ақ бастапқы тау-

жыныстардың жұрнақ минералдары (кварц, далашпат). Құм фракциясының мөлшері 50-60% шамасындағы таужыныстар – саздақ, ал 80%-дан асса – құмдақ деп аталады.

Деллювий мен аллювий кенорындарындағы саз таужыныстың минералдық құрамы көбінесе тұрақсыз болады, олардың құрамында органикалық зат қалдықтары жиі кездеседі. Мұндай саздардың сапасы төмен және қоры шамалы. Теңіз сазының кенорындары кембрийден бастап, фанерозойдың барлық кезеңдерінде пайда болған. Бұл кенорындарға қабат пен қабат тәрізді жатындар тән, олар кең алаңдарда таралған. Жатындардың қалыңдығы әртүрлі болады, саз нашар іріктеледі. Көл кенорындарындағы саз жатындарының қалыңдығы 3-6 м-ден 15 м-ге дейін, ал таралымы бойынша мыңдаған және жүздеген мың шаршы км-ді қамтиды. Олардың пішіні көбінесе линза және қабат тәрізді. Бұл кенорындардың сазы жақсы іріктелгендіктен, оттөзімді болады және туынды каолиндерге жатады.

Саз таужыныстардың кенорындары Қазақстанның барлық аудандарында белгілі. Олар құрылыс материалы ретінде және басқа салаларда кең қолданылады. Мәселен, Алатаудың солтүстік бөктеріндегі лёсс сазынан ежелден кірпіш жасайды.

Шашылым кенорындары. Олар сынықты түзілімдер арасында таужыныстар мен бұрынғы пайдалы қазба кенорындарының физикалық және химиялық моруға ұшырап, қирау мен қайта түзілу процесінде босап шыққан құнды компоненттердің шоғырлануынан пайда болады. Түптеп келгенде, шашылымдар генетикалық тұрғыдан дербес кенорындар тобына жатпайды. Олардың көпшілігі мору өнімдерінің қайта түзілуі кезінде қалыптасады да, шөгінді жаралымдар болып табылады. Дегенмен зерттеушілердің көпшілігі олардың құрамы мен жатыс жағдайларының ерекшеліктері бойынша, шашылымдарды оларға жақын басқа кенорындардан оңай ажыратады.

Жаралу жағдайлары бойынша шашылым кенорындары арасында элювийлік, пролювийлік, аллювийлік (немесе өзендік), литоралдық (немесе жағалаулық), мұздықтық және эолдық түрлер бөлінеді. Шашылымның қалыптасу механизмі сынықты материалдың ірілігі, тығыздығы мен бөлшектерінің пішіні бойынша іріктелгендігі, сынықтардың уатылуы мен жұмырлануы, материалдың тасымалдауға механикалық беріктігі мен әртүрлі дәрежедегі химиялық төзімділігі бойынша дифференциациялануына байланысты.

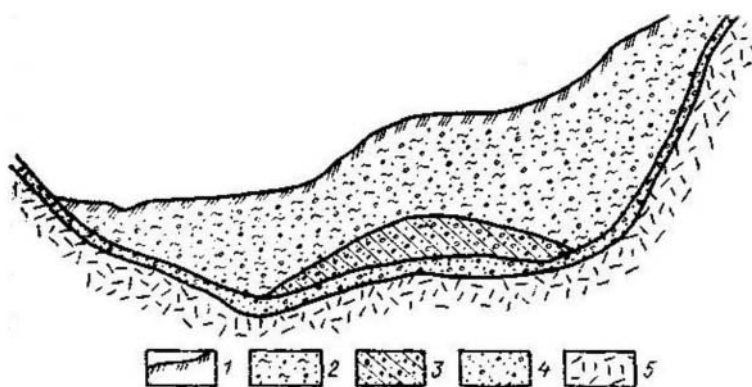
Элювийлік шашылымдар түбірлік таужыныстар жатқан жерде пайда болып, олардың контуры шамамен бір-біріне сай келеді. Егер шашылымдар түбірлік таужыныстар арасындағы пайдалы қазба затының шашындысы ғана болса, олар байымауы да мүмкін, ал егер кенсіз таужыныстар беткейлік ағын сумен шайылып кететін болса, онда шашылымдар пайдалы қазбаға байиды. Шашылымдардың бұл түрі мору кенорындары қатарына жатады. Бірақ сипаттауға ыңғайлы болу үшін олар көбінесе механикалық шөгінді кенорындармен бірге қарастырылады.

Деллювийлік шашылымдар сынықты материалдың салмақ күші ықпалынан беткей бойынша сырғу процесі кезінде іріктелуі арқылы қалыптасады. Сынықты массаның жылжу сипаты, яғни шашылымның құрылысы беткейдің еңістік бұрышына, сусыманың қалыңдығына, сынықтардың параметрлеріне (өлшемі, пішіні,

тығыздығы), климаттық, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайларға байланысты. Делювийлік шашылымдардың контуры олардың көзі орналасқан төбеден бастап, беткей бойымен төмен қарай созылады. Шашылымның ұзындығы ондаған-жүздеген метрге жетеді. Олардағы құнды минералдардың таралуы еркелкі болады, мөлшерінің максимумы шашылымдардың төбесінде орналасады.

Пролювийлік шашылымдар өте сирек кездеседі. Олар тау бөктерінде беткейлердегі сынықты материалдың уақытша ағындар арқылы шайылуы салдарынан дамиды. Мұндай шашылымдардағы сынықтар нашар жұмырланып, шамалы іріктеледі.

Аллювийлік шашылымдар су түбіндегі шөгінділердің дифференциациялануы мен шайылып түзілуі арқылы жаралады. Материалдың жиналуы тек қана белгілі бір кездері аллювийдің оңтайлы режимде жылжуынан жүреді. Бұл режим өзеннің әртүрлі бөліктеріндегі ағыс жылдамдығының арақатынасына және аллювийдің фракциялық құрамына байланысты. Аллювийлік шашылымдар өздері орналасқан жерлерге байланысты қайыр, арна, аңғар, терраса және атырау шашылымдарына бөлінеді. Олар құрылысы бойынша қарапайым (құнды минералдар бір горизонтта) және күрделі (мұндай горизонттар бірнеше) болуы мүмкін. Шашылымның көлденең қимасында плотик, құм (немесе қабат), құмайт (құм-саз шөгінділер) және топырақ қабаты (ол арна шашылымдарында болмайды) бөлінді (22.2-сурет).



22.2-сурет. Аллювийлік шашылымның құрылысы (В.Н. Котляр бойынша):

1 – тасынды (топырақ қабаты); 2 – құмайт; 3 – құм (қабат);

4 – кенсіз аллювий; 5 – түбірлік таужыныс (плотик)

Плотик (кедер) екі түрге бөлінеді: түбірлік – өзен аңғары түбіндегі түбірлік таужыныстан тұрады; жалған – күрделі шашылымның жоғарғы жатынының астында орналасып, көбінесе саздан тұрады. Құм (қабат) дөңбектас-малтатас жаралымдардан тұрады, құрамында құм мен саз фракцияларын байланыстыратын және ауыр минералдар бөлшектері шоғырланатын негізгі масса болады. Құмайт пен құмның (қабаттық) шекарасы біртіндеп өзгереді.

Аллювийлік шашылымдар түбірлік көздерге тікелей жақын орналасады. Олар гидрогеологиялық режимге, түбірлік көздің қондылығына, оның эрозиялық кесілімінің тереңдігіне және өзен ағымындағы құнды минерал түйірлерінің сипаты-

на байланысты өзен бойымен түрлі қашықтықтарға таралады. Шашылымдарда минералдардың таралуы көбінесе әркелкі болады.

Жағалаулық шашылымдар лықсу мен қайту, толқындар мен жаға ағыстары әрекетінен қалыптасады. Абразиялық және аккумуляциялық жағалар жағалаулық шашылымдар қалыптасуға қолайсыз. Олар жаралуға ыңғайлы жағдайлардың даму дәрежесі бойынша тұрақты жағалардың тепе-теңдік профилінде пайда болады. Мұндай профильді жаға бойында сынықты массалар ұдайы ары-бері қозғалыста болады, материалдар уатылады, іріктеледі және қайта түзіледі. Жағалаулық шашылымдар жағажай белдемінде орналасады. Ауыр минералдар теңіз толқындарының шаюына ұдайы ұшырап отыратын түзілімдердің жоғарғы бөлігінде қалыптасады.

Теңіз бен мұхит жағалауларындағы шашылымдар лықсу мен қайту сызықтарының аралығында немесе жабық алаптардағы соқпа толқын белдемінде тар жолақ түрінде орналасады. Бұл шашылымдар жақсы іріктелген әртүрлі түйірлі құнды минералдар жиналуымен және олардың мөлшері көп болуымен сипатталады. Шашылымдардың ұзындығы өте үлкен, ал қалыңдығы 1 м-ден аспайды. Көбінесе мұндай шашылымдар жағалаудағы құмтүзілімдердің ең жоғарғы бөлігінде орналасады немесе жұқа құм қабатымен (1 м-ге дейін) жабылады.

Жаралу уақыты бойынша шашылымдар қазіргі заманғы немесе ежелгі (қазба), жатыс жағдайы бойынша – ашық және көмілген, пішіні бойынша – желек тәрізді, қабат, линза тәрізді, ұялы түрлерге бөлінеді. Шашылымдардың өлшемі кең ауқымда өзгереді. Өзеннің жоғарғы бөлігіндегі қайыр мен арна шашылымдарының ұзындығы 10-15 м болса, аңғар шашылымдары жүздеген км-ге созылады.

Шашылымдарда жоғары тығыздығымен, тотығу белдемінде химиялық төзімділігімен, физикалық беріктігімен сипатталатын минералдар ғана шоғырланады. Сондықтан шашылымдардағы ең көп таралған құнды минералдарға кіретіндер: алтын, платина, киноварь, колумбит, рутил, анартас, топаз, алмас. Шашылымдар құнды минералдар саны бойынша мономинералды және комплексті болуы мүмкін.

Шашылым кенорындары біркатар пайдалы қазбалардың маңызды көзі. Бұл кенорындардан алмас, титан, вольфрам мен қалайының әлемдік көлемнің жартысына жуығы, алтын мен платинаның – 10-20% мөлшері өндіріледі. Шашылымдар тантал, ниобий, монацит, магнетит, анартас пен тау хрусталі өндірісінде де маңызды рөл атқарады.

Шашылым кенорындары мынадай типтерге бөлінеді:

- *алтынды* (аллювийлік) – Ресей (Шығыс Сібірде – Алдан, Колыма, Бодайбо өзендерінің аңғары), Австралия (Калгурли), АҚШ (Аляска, Калифорния), Бразилия;

- *платиналы* (элювийлік және аллювийлік) – Ресей (Орал), Конго, Зимбабве, Эфиопия, АҚШ (Аляска), Колумбия;

- *алмасты* (шашылымдардың барлық генетикалық типтері) – Ресей (Саха, Орал), Индия, ОАР, Намибия, Ангола, Танзания, Конго, Австралия, Венесуэла, Гайана;

- *касситерит-вольфрамды* (делювийлік және аллювийлік) – Солтүстік-Шығыс Ресей (Иульгин, Пыркакай), Саха (Якутия, Омчи-Кандин, Депутатское), Забайкалье (Шерловогорское), Қазақстан (Қараоба, Бұғыты); ҚХР (Нюшипо), Индонезия

(Банка), Мьянма (Бвабин, Хейда), Конго, Австралия, АҚШ (Атолия, Калифорния), Бразилия;

- *моноцитті және цирконды* (литоралдық) – Индия, Шри-Ланка, Австралия, Бразилия;

- *колумбит-танталитті* – Ресей, Конго, Нигерия, Бразилия;

- *магнетит-ильменитті* (литоралдық) – Ресей (Бағыс және Шығыс Сібір), Орта Азия, Индия, Шри-Ланка, Сьерра-Леоне, Мадагаскар, Австралия, АҚШ, Бразилия.

Химиялық шөгінді кенорындар

Мұндай кенорындарды шынайы немесе коллоид ерітінділер қалыптастырады. Шынайы ерітінділерден лагуналарда, тұз туындатушы теңіз алаптарында аридтік климат жағдайларында минерал тұздар, гипс, ангидрид, борат, барит кенорындары пайда болады. Бірақ бұл түзілімдердің өзі ерітінділердегі тұздың мөлшері өте жоғары концентрациясына жеткенде ғана жиналады.

Металдар рудасы су алаптарының (өзен, көл, теңіз) түбінде континенттік қыртыстың мору өнімдерінен жаралған суспензиялардан және коллоид ерітінділерден шөгеді. Бұл металдардың қосылыстарын майда жүзгін, коллоид және шынайы ерітінділер формасында өзендер мен грунт суы тасымалдайды. Мұндай қосылыстар көлдер мен теңіздер жағалауында суда еріп, коллоидтарды коагуляциялайтын және оларды тұндыратын электролиттердің әрекетінен түзіледі. Металдардың әртүрлі геохимиялық жылыстау қабілетіне байланысты, олар түзілу процесінде дифференциацияланады. Бокситтер жағаға жақын маңда, ал марганец рудасы қайраңның жоғарғы бөлігінде жиналады. Дифференциация бір металл рудасында да білінеді. Ол жағадан алыстаған сайын минералдық құрамының өзгере беретіні түрінде байқалады. Осы бағытта марганец рудасының жатындарында төрт валентті қосылыстар біртіндеп үш валенттіге, ал содан кейін екі валенттіге алмасады. Темір рудасының жатындарында осы бағытта оксидтердің карбонаттарға, содан кейін силикаттарға өтуі байқалады.

Химиялық шөгінді кенорындар арасында мынадай негізгі типтер бөлінеді: сильвин-галит, сидерит-шамозит-лимонит, родохрозит-псиломелан-пиролюзит және боксит кенорындары.

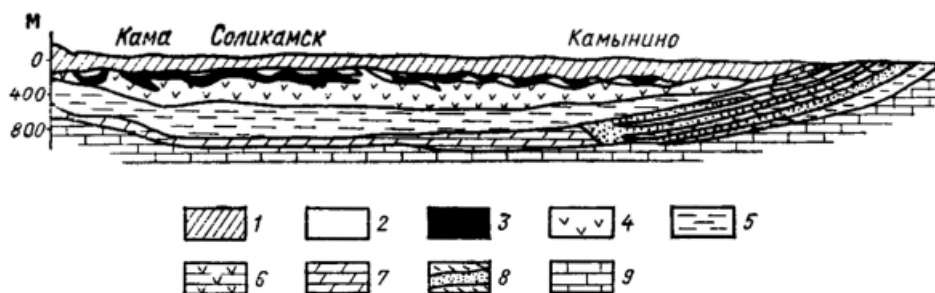
Минерал тұздардың сильвин-галит кенорындары натрий, калий, магний, кальций хлоридтері мен сульфаттарынан тұрады. Оларда бромид, иодид пен бораттардың қоспалары болады. Кенорындардың көпшілігінде басты минерал галит болып табылады, сонымен қатар сильвин, гипс пен ангидрит те ұдайы кездеседі. Минералтұздардың кенорындары қалыптасу жағдайлары бойынша қазіргі заманғы тұзды алаптарға, тұзды жерасты суына және қазба тұз кенорындарына бөлінеді.

Қазіргі заманғы тұзды алаптар жер қыртысының тербелмелі тектоникалық қозғалыстар әрекетінен пайда болады. Жағалаудың төмен орналасқан бөлікшелері төмендеген сайын теңіз суына толады да ыстық климат жағдайында буланған кезде тұздылығы қарқынды артады. Мұндай тұзды алаптар Қара теңіз (Донузлав), Азов (Сиваш), Каспий (Қара-Боғаз-Гол) мен Арал (Жаксы қылыш) теңіздерінің жағалауларында белгілі. Континенттердегі тұзды көлдер аридтік алқаптың ағынсыз қазаншұңқырларында, оларға келіп құйылатын жербеті және жерасты суының була-

нуынан жаралады. Мұндай көлдер Қазақстанда, Батыс Сібірде, Маңғолияда, Иранда, Шығыс Африкада, Австралияда кездеседі.

Минерал тұздардың қазба жатындары өткен геологиялық замандарда аридтік климат жағдайларында теңіз суының оқшауланған лагуналарда булануы нәтижесінде қалыптасқан. Белгілі кенорындар тобы орналасқан жерлер – Предуралье, Предкарпатье, Закарпатье, Донецк, Предпиреней, Предатлас шеткі ойыстары, сонымен қатар Каспий, Днепр-Донецк, Москва, Ангара-Лена, Вилной, Польша-Германия, Солтүстік Германия мен Ішкі Америка синеклиздері.

Калий тұздарының ірі кенорындары белгілі жерлер: Оралдағы Верхнекамск (22.3-сурет), Беларусьтегі Старобинск, Батыс Украинадағы Калуш пен Стедник, сонымен қатар Германиядағы Стратсфурт. Тастұз кенорындарының арасында ең белгілілері: Славяно-Артемовск (Донбасс) пен Илецк (Оренбург облысы); алыс шетелде мұндай кенорындар Германия мен Канадада бар.



22.3-сурет. Верхнекамск кенорнының геологиялық қимасы (А.А. Иванов бойынша):

- 1 – жамылғы таужыныстар; 2 – жамылғы тастұз; 3 – калийлі тұздар белдемі;
 4 – астыңғы тастұз; 5 – ангидрит-сазды қатқабат; 6 – тұзды құматас пен саз;
 7-9 – астыңғы таужыныстар: 7 – доломиттіленген мергель,
 8 – құмды-конгломератты түзілімдер, 9 – әктас.

Сидерит-шамозит-лимонит темір руда кенорындары қабаттардан, ұзын линзалардан, қабат тәрізді жатындар мен ұялардан тұрады. Кен денелерінің ұзындығы ондаған км-ден жүздеген км-ге, ені бірнеше км-ге, ал қалыңдығы ондаған м-ге жетеді. Кеннің құрамына темір оксидтері мен гидроксидтері (лимонит, гидрогётит, гётит, гематит), карбонат (сидерит) пен силикаттар (хлорит-шамозит, тюрингит) кіреді. Сонымен қатар, руда құрамына марганец минералдары, кварц, халцедон, кальцит, барит, гипс пен саз минералдары бар. Кеннің бітімі оолитті. Сыйыстырушы таужыныстар – теңіз бен континенттің құм-саз түзілімдері. Шөгінді темір рудасының ірі кенорындары Қазақстанда (Аят), Қырымда (Керчь алабы), Орталық Еуропада (Лотарингия алабы), Малиде, Австралияда, АҚШ (Клинтон) пен Канадада орналасқан.

Родохрозит-псиломелан-пирролюзит кенорын жатындары қабат, қабат тәрізді және линза тәрізді денелерден тұрады, олар созылымы бойынша бірнеше км-ге, ені – жүздеген м-ге, қалыңдығы – 10-20 м-ге жетеді. Руданың минералдық құрамында негізгі рөлді оксид пен гидроксидтер (пирролюзит, псиломелан, манганит), карбонат-

тар (родохрозит, манганокальцит) мен марганец силикаттары (родонит, марганецті анартастар) атқарады. Руда құрамына белгілі бір мөлшерде лимонит, саз минералдары, опал, пирит, марказит, барит кіреді. Руданың бітімі тасберішті, кеуек, күйе тәрізді.

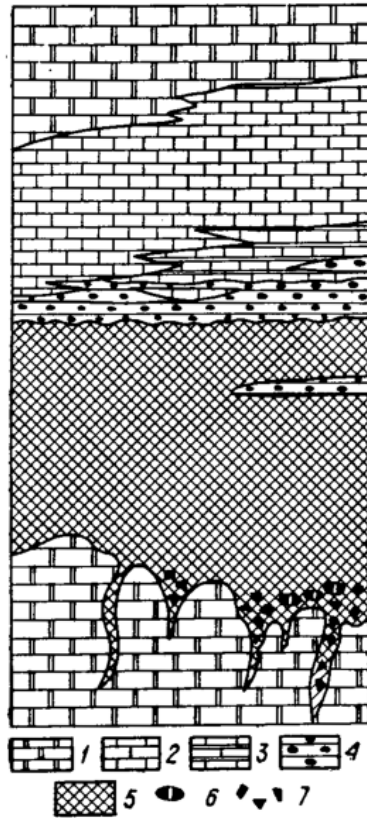
Құрылымдық-геологиялық жағдайы бойынша марганецтің шөгінді кенорындары платформа (Украинадағы Никополь, Грузиядағы Чиатура), субплатформа (Кузнецк Алатауындағы Успенское) және геосинклин (Кіші Хинган, Оңтүстік Орал) теңіз жағалауларында жаралады. Платформа кенорындары аталғандар ішінде масштабты бойынша ең ірілерге жатады. Олар кремнийлі, құм-саз және карбонат таужыныстар арасында орналасады. Руда денелері көлбеуге жуық жатысымен, ұстамды қалыңдығымен және руда құрамының біркелкілігімен сипатталады. Шет елдерде мұндай кенорындар типі Италия, Испания, Ұлыбритания, ҚХР, Габон мен АҚШ-та белгілі.

Қазіргі заманғы тасберіш темір-марганец рудасы кенорындарында шикізаттың орасан қоры шоғырланады. Сонымен қатар, бұл қор ұдайы қайта жаңарып отырады. Руда марганец пен марганецтің оксидтері мен гидроксидтерінен, халцедон, хлорит, саз минералдарынан тұрады. Руда құрамында марганец (орташа мөлшері 20%) пен темірден (16%) басқа никель (0,6%), кобальт (0,33%), мыс (0,35%), қорғасын, мырыш пен күміс болады. Мұндай руда дамыған үлкен алаңдар Тынық, Атлант және Индия мұхитында анықталған (6.11-суретте).

Шөгінді боксит кенорындары платформалық және геосинклиндік түрлерге бөлінеді. Жатындарға қабат, линза, ұя және таспа тәрізді пішіндер тән. Олардың қалыңдығы бірнеше метрден ондаған метрге жетеді, таралу ауданы бірнеше шаршы км-ді қамтиды. Боксит жатындары құм-саз және карбонат түзілімдерде орналасады. Руда денелерінің астыңғы жапсары көбінесе бейтегіс болады. Ол рудамен жапсарлас әктастардағы карст қуыстарын толтыратын бокситтердің пішініне байланысты. Руданың құрамына бемит, диаспор мен гиббсит, темір гидроксидтері, кремнийтотық пен саз минералдары кіреді. Бітімі бойынша шомбал, оолитті, ноқатты, брекчиялық, кеуек және қопсық рудалар бөлінеді.

Мұндай кенорындар орналасқан жерлер: Урал (ОУБА және СУБА – 22.4-сурет), Ленинград облысы (Тихвин тобы), Тиман (Оңтүстік Тиман тобы), Торғай ойысы (Амангелді тобы), ал шет елдерде – Венгрия, Франция, Ямайка аралы.

Биохимиялық шөгінді кенорындардың жаралуы кейбір жануар және өсімдік организмдердің тіршілік әрекеті кезінде үлкен мөлшерде әртүрлі химиялық элементтерді шоғырландыру қабілетіне байланысты. Кейбір теңіз организмдеріндегі элементтердің мөлшері олардың кларкінен бірнеше есе асады. Мәселен, организмдердегі фтор, бор, калий мен күкірттің мөлшері кларктен ондаған есе; бром, стронций, темір, күшәла мен күміс – жүздеген есе; кремний мен фосфор – мыңдаған есе, ал мырыш пен марганец – жүздеген мың есе асады. Сонымен қатар, кейбір организмдерде сирек және сирекжер элементтер жиналады. Мысалы, көмір күлінде германийдің мөлшері литосферадағыдан 70-120 есе, бериллий – 30-150 есе, кобальт – 30 есе, скандий – 10-20 есе, молибден – 13 есе, галий – 7-10 есе, қалайы – 4 есе артады.



22.4-сурет. Солтүстік Орал геосинклиндік типті девон боксит жатындарының жалпылама геологиялық бағанасы (Г.И. Бушинский бойынша):

1 – ашық-сұр әктас, шомбал; 2 – күңгірт-сұр әктас; 3 – күңгірт-сұр мергель мен қара әктас қабатшалары; 4 – теңіз фаунасы бар қабаттылықты сұр боксит; 5 – қызыл боксит; 6 – әктас тасмалтасы; 7 – әктастың үшкір кесектері

Әктас, доломитит, мергель, диатомит, фосфорит, уран, ванадий, күкірт, сондай-ақ қатты, сұйық және газ тәрізді каустобиолиттің кенорындары жаралуы бойынша биохимиялық шөгінділерге жатады. Биохимиялық шөгінді кенорындардың басты типтері – фосфорит, сомтума күкірт және каустобиолит (жанғыш қазбалар) кенорындары.

Фосфорит кенорындары химиялық құрамы күрделі фосфорқышқыл, фторлы және көмірлі кальций қосылыстарының шоғырынан тұрады. Фосфорит құрамында кальцит, глауконит, хлорит, сидерит, гётит, каолинит болады. Теңіз сушараларына әкелінетін фосфорды жануар мен өсімдік организмдері сіңіреді. Оның теңіз организмдерінің сүйегіндегі, қалқандарындағы, тіні мен қанындағы мөлшері едәуір шамаға жетеді.

Фосфорит биологиялық және биохимиялық тәсілдер арқылы жаралады. Биологиялық жағдайда теңіз организмдерінің жаппай қырылуы нәтижесінде олардың

қалдықтары теңіз түбінде шоғырланады. Алдымен органикалық зат ыдырап, көмір қышқыл аммоний мен фосфорқышқыл кальций бөлінеді. Содан кейін олардың өзара әрекеттесуінен фосфорқышқыл аммоний пайда болады. Ол әкті бақалшақтармен әрекеттесіп, нәтижесінде фосфорит қалыптасады.

Биохимиялық сұлба бойынша теңізге өзендер әкелген фосфорды беткі қабаттарда (50 м тереңдікке дейін) организмдер қарқынды сіңіреді. Бірақ оның мөлшері бұл жерде өте төмен болады. 350 м-ден 1000 м-ге дейін тереңдікте өлген организмдер жаппай ыдырап, фосфор ангидриті бөлінеді де, оны көмірқышқыл газға қаныққан теңіз суы сіңіреді. Жоғары өрлеген ағыстар ықпалынан тереңдегі фосфор мен көмірқышқыл газға қаныққан су қайраңның беткей маңы белдеміне көтеріледі. Көмірқышқыл газдың парциал қысымы төмендейді де, 100-150 м тереңдікте фосфор тұна бастайды.

Кейбір зерттеушілер фосфорит кенорындарының қалыптасуын апвеллингпен, яғни судың тереңнен мұхиттың жоғарғы қабатына қозғалуымен (көтерілуімен) байланыстырады.

Фосфорит кенорындары геосинклиндік және платформалық түрлерге бөлінеді. Геосинклиндік кенорындар қайраңның ойыстарында орналасқан. Фосфорит жатындары көбінесе қабат пішінді болады, өлшемдері үлкен – ұзындығы 100 км-дей, ені 40-50 км. Руда бітімі шомбал. Платформа кенорындары синеклиздер ауқымында орналасады. Олардың өлшемдері шағын. Руда бітімі жалбырлы немесе секпілді (шашыраңқы фосфорит) болып келеді. Құрамы бойынша сазды және шашыранды фосфоритті күм-сазды кендер бөлінеді.

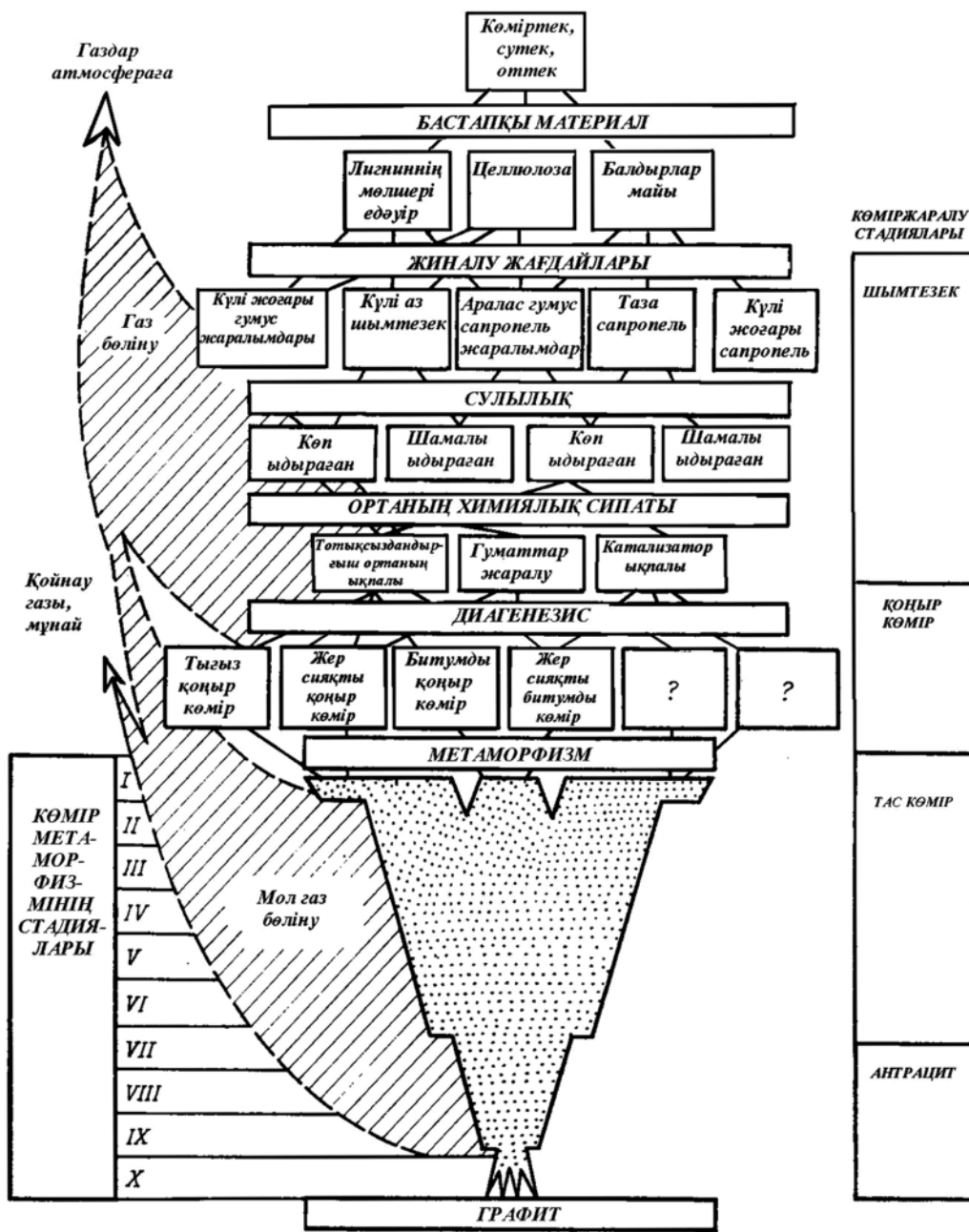
Геосинклиндік және платформалық кенорындар белгілі жерлер: Қаратау (Қазақстан), Егорьевское (Мәскеу облысы), Цигровское (Курск облысы), Кингисепп (Ленинград облысы), Маарду (Эстония). Ірі кенорындар Алжир, Тунис, Марокко, Египет, АҚШ, Перу мен Венесуэлада анықталған.

Күкірт кенорындары биохимиялық жолмен оттектен ортада тіршілік ететін анаэроб бактериялар әрекетінің ықпалынан қалыптасады. Бұл бактериялар органикалық заттар мен кальций сульфатын ыдыратып, күкіртсутек пен кальций карбонатын бөледі. Сушараның жоғарғы бөлігінде оттектің немесе күкіртті анаэроб бактериялардың әрекетінен күкіртсутек сомтума күкіртке дейін тотығады. Күкірт су түбіне шөгіп, кальцит, гипс және басқа тұнбалармен араласады.

Сомтума күкірттің кенорындары белгілі жерлер: Поволжье (Водинское, Алексеевское, Сюкеевское) Предкарпатье (Раздольское, Азовское, Сорокское), Орта Азия (Гаурдак, Шорсу, Қаракұм), Польша, Италия, АҚШ, Мексика.

Каустобиолит (қатты жанғыш қазбалар) қазба көмір мен жанғыш тақтатастардан тұрады. Қазіргі өнеркәсіп үшін мәні бойынша олар биогендік жолмен жаралған кенорындар арасында айрықша орын алады.

Көміржаралу процесі біршама күрделі. Ол негізгі екі сатыға бөлінеді. Бірінші сатысында солған өсімдік қалдықтары шымтезекке айналса, екінші сатысында – шымтезек қоңыр көмірге өтеді. Содан кейін қоңыр көмір тас көмірге, ал ол антрацитке айналады (22.5-сурет).



22.5-сурет. Көміржаралу сұлбасы (И.И. Аммосов бойынша)

Қазба көмір химиялық құрамы, физикалық және технологиялық қасиеттері бойынша әртүрлі болуымен сипатталады. Ол әртүрлі көмір қалыптасуының геологиялық тарихындағы негізгі генетикалық факторларға байланысты. Генетикалық факторлар бастапқы және кейінгі түрлерге бөлінеді. Бастапқы факторлар көміржаралудың шым-

тезек сатысында негізгі рөл атқарып, шымтезек қоңыр көмірге айналғаннан кейін әрекет етеді.

Шымтезектің бетін шөгінді жапқан соң, ылғалдылығы азаяды да, оның ішіндегі микробиологиялық әрекет тоқтайды. Өсімдік қалдықтарын гумустенуге әкелетін биохимиялық процестер бұл кезде геохимиялық процестерге алмасады. Шымтезек сатысы көмірлену сатысына өтеді. Осындай жағдайда кейінгі факторлардың әрекеті басталып, олар метаморфизм деген жалпы бір терминге бірігеді. Органикалық заттың метаморфизм процесіндегі өзгерісі температура мен қысымның ұзақ геологиялық уақыт ағымындағы әрекетіне байланысты. Түрлі көмірлі алаптарда көмір қабаттарының тереңге батуы, қысым, температура мен олар әрекет ететін уақыт та әртүрлі болады.

Жанғыш қатты қазбалар генетикалық жіктелім негізін палеоботаник Г. Потонье (1908 ж.) жасаған. Ол барлық “биолиттерді” екі типке бөліп, оларды акаустобиолит және каустобиолит деп атаған.

Акаустобиолит өсімдік пен жануар қалдықтары органикалық затының толық ыдырауынан кейін қалыптасатын бейорганикалық қалдық болып табылады.

Каустобиолит үш топқа бөлінеді:

1) сапропелит – төменгі организмдер (негізінен балдыр мен планктон) қалдықтарының “шіріген ұйық” (сапропель) жағдайында тотықсызданған ыдырау кезінде жаралады;

2) гумустық каустобиолит – жоғары өсімдіктер (қамыс, ағаш) қалдықтарының батпақ жағдайында ыдырау өнімдері болып табылады (шымтезек, көмір);

3) липтобиолит (қалдық гумустық каустобиолит) – тотығу жағдайларында өсімдіктердің қиын ыдырайтын ең төзімді бөліктерінен пайда болады (янтарь, рабдописсит).

Г. Потонье жіктелімін Ю.А. Жемчужников дамытып, бастапқы материал мен оның өзгеріске түсу жағдайларын түбегейлі нақтылау нәтижесінде каустобиолиттер (гумолиттер) арасында екі класс бөлінеді – гумиттер мен липтобиолиттер, ал сапропелит – анатомиялық құрылысы байқалатын балдырлардың сақталған қалдықтары, яғни өзіндік сапроколиттерге жіктеледі.

Г.А. Иванов ұсынған жіктелімде дербес сапропелиттік каустобиолиттер күлділігі бойынша бөлінеді. Мұнда жанғыш тақтатастар күлділігі жоғары сапропелит ретінде қарастырылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Шөгінді кенорындар қалыптасқан кездегі шөгінділердің седиментогенез сатылары мен дифференциациялану типтері қандай?

2. Шөгінді кенорындар құрамына қандай минералдар кіреді?

3. Механикалық шөгінді кенорындар жаралуының геологиялық жағдайлары мен заттық құрамының ерекшеліктері қандай?

4. Шашылым кенорындарының морфологиясы, жатыс жағдайлары мен заттық құрамы қандай?

5. Шашылым кенорындарының қандай типтері өнеркәсіптік мәнге ие?
6. Химиялық шөгінді кенорындар қалыптасуының геологиялық және физикалық-химиялық жағдайларының ерекшеліктері қандай?
7. Химиялық шөгінді кенорындардың өнеркәсіптік типтері қандай?
8. Фосфорит пен күкірттің биохимиялық шөгінді кенорындары қалай қалыптасады?
9. Каустобиолит деген не, олардың кенорындары қалай жаралады?
10. Қатты жанғыш қазбалар жіктелімі.

2.3-тарау. ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ТИПТЕРІ

23. МЕТАЛЛ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР

Қазіргі кезде кенорындардан өнеркәсіпте пайдаланылатын 70-тен аса металл айырып алынады. Металдардың өнеркәсіптік жіктелімі әртүрлі және көп. Бірақ олар түрлі принциптерге (кейде бір жіктелімнің өзінде) – қолдану бағыттары мен өнеркәсіп салаларына, физикалық және химиялық қасиеттеріне, таралу дәрежесіне және т.б. негізделетіндіктен көп жағдайларда шартты.

Металдар өздерінің *өнеркәсіпте пайдалану бағытын* анықтайтын қасиеттеріне байланысты мынадай түрлерге бөлінеді:

1) кара және легирлеуші – темір, марганец, хром, титан, ванадий, никель, кобальт, вольфрам, молибден;

2) түсті – алюминий, мыс, мырыш, қорғасын, қалайы, сүрме, висмут, сынап;

3) асыл – алтын, күміс, платина тобы (платина, палладий, иридий, родий, рутений, осмий);

4) радиобелсенді – уран, радий, торий;

5) сирек және шашыранды – литий, бериллий, рубидий, цезий, гафний, скандий, галлий, рений, кадмий, индий, талий, германий, селен, теллур, тантал, ниобий, цирконий;

6) сирекжер – лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, иттрий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций.

Экономикада металл рудаларын өндіру мен өңдеу бойынша жетекші орын алатын салалар – кара және түсті металлургия.

Қара металлургия кәдімгі кара металдар – темір, марганец, хром рудасын өндіріп, өңдеумен қатар оларды металлургиялық өңдеуге қажет қосымша шикізат – магнезит, оттоздімді саз және т.б. өндіреді. Кейбір кеніштерде басқа салаларда қолданатын ілеспе бейметалл шикізат алынады.

Түсті металлургияда түсті металл рудаларымен қатар сирек, шашыранды және сирекжер металдар өндіріледі. Түсті металлургия кәсіпорындарында болат пен қорытпалардың арнайы сорттарын балқытып алуға қажет легирлеуші металдар да өндіріледі. Металл пайдалы қазбалар тобына кіретін радиобелсенді металдар негізінен энергетикада жоғары калориялы отын ретінде пайдаланылады.

Жіктелімдегі барлық металдардың қасиеттері олардың атомдық құрылысына тікелей байланысты және олар Д.И. Менделеевтің кестесінде белгілі бір орын алады. Сондықтан жекелеген химиялық ерекшеліктері олардың түрлі геологиялық процестердегі сипатын анықтап, өндеген кезде рудадан айырып алудың технологиялық сұлбасын негіздеуде және түрлі қорытпалар мен қосылыстар алуда белгілі рөл атқарады.

Металл пайдалы қазба кенорындары химиялық элементтер мен минералдар ассоциацияларынан тұрады. Олардың кеңістік-морфологиялық ерекшеліктері

рудагенетикалық процестерге байланысты магмалық, литологиялық-стратиграфиялық және құрылымдық факторлар жиынтығымен анықталады. Пайдалы қазба кенорындарының өнеркәсіптік типтерін топтаған кезде, олардың бірегей генетикалық жіктелімі пайдаланылған.

Металл пайдалы қазба кенорындарының өнеркәсіптік игеру жағдайларын анықтайтын ең маңызды белгілеріне жататындар:

1) руданың заттық құрамы, ол химиялық элементтер мен минералдық компоненттердің құрамымен және арақатынасымен, руданың құрылымымен және бітімімен, сонымен қатар бұл көрсеткіштердің руда денелерінде өзгергіштігімен сипатталады. Металл рудалары минералдық құрамы бойынша монометалды (темір, хром, алтын және т.б.) – олардан негізінен бір металл ғана алынады, биметалды (қорғасын-мырыш, мыс-молибден, сүрме-сынап және т.б.) – құрамында екі металдың өнеркәсіптік концентрациясы болады және полиметалды (полиметалл, мыс-колчедан, мыс-никель және т.б.) – бірнеше металл алуға болатын шикізат түрлеріне бөлінеді. Көптеген кенорынның рудасында сирек және шашыранды элементтер кездеседі. Оларды айырып алу мүмкін болған жағдайда өндірілетін минерал шикізаттың құндылығы көп артады. Руданың заттық құрамының көрсеткіштері оларды технологиялық өндеудің жалпы сипаты мен нақты сұлбасын, айналып келгенде кенорын мен руданың құндылығын айырып алынатын металдар бағасының әртүрлі болуына қатысты анықтайды;

2) кен денелерінің кеңістік пен морфологиялық параметрлері – жатындардың пішіні, өлшемдері, кеңістікте орналасуы мен сыйыстырушы таужыныстар арасындағы жатыс жағдайлары арқылы анықталады. Бұл көрсеткіштер кенорындарды игеру жағдайларына – аршуға, өндірудің тәсілдері мен жүйесіне көп әсер етеді. Мәселен, ірі және жер бетіне жақын жатқан денелерді руда сапасының төмендігіне қарамай ашық тәсілмен, ірі карьерлер арқылы өндірген тиімді. Тереңде жатқан ұсақ және қалыңдығы шамалы кен денелерін көбінесе жерасты тәсілімен өндіреді. Жұқа кен денелерімен қоса біршама қапталдас кенсіз таужыныстар да қазып алынатындықтан, мұндай кенорындарды игеру құндылығы жоғары металдар үшін ғана тиімді болады;

3) кенорындардың масштабы, яғни негізгі металдар мен ілеспе компоненттер қорының мөлшері оларды өнеркәсіптік игерудің экономикалық көрсеткіштерін тікелей анықтайды.

23.1 Темір

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Темір рудасы – шойын (құрамындағы көміртек мөлшері 2,5-4%), құрышты шойын (1,5-2,5% C), болат (0,2-1,5% C) және темір (0,04-0,2% C) қорытып алынатын бастапқы шикізат. Алынған шойынның 90% шамасындағы бөлігі “қайта өңделеді”, яғни болат алуға қайта балқытылады. Қалған шойын (құймалық) түрлі құйма алуға пайдаланылады. Болатқа марганец, ванадий, никель, хром, вольфрам, молибден, ниобий және басқа легирлеуші металдар қосу арқылы оның сапасын

едәуір жақсартуға болады. Яғни болаттың механикалық беріктігі, тұтқырлығы, антикоррозиялық қасиеттері, қышқылға төзімділігі, ыстыққа төзімділігі және т.б. қасиеттері жақсарады. Бор элементі қосылса, ол басқа легирлеуші элементтердің пайдалы әсерін арттырады. Темір рудасының кейбір түрлері химия өнеркәсібінде бояулар алу үшін, сондай-ақ мұнай өнеркәсібінде ұңғыма бұрғылаған кезде ауырлатқыш ерітінділер (гематит) ретінде және т.б. салаларда қолданылады.

Химиялық таза темір майырылғыш келеді, таттанбайды және шындалмайды. Мысалы, Делиде 415 ж. тұрғызылған Кугат-иль-Ислам ғибадатханасындағы темір баған (құрамындағы темірдің мөлшері 99,7 %, биіктігі 7,3 м, диаметрі төменгі жағында 41,6 см, ұшында 29,5 см) таттанбай әлі бастапқы қалпында тұр.

Геохимиясы мен минералогиясы. Темірдің жер қыртысындағы орташа мөлшері (кларкі) 4,65% (массасы бойынша). Оның жоғары мөлшерде шоғырлануы ультранегізді, негізді магмалық пен метаморфтық таужыныстарда. Темірдің концентрациялану коэффициенті (өнеркәсіптік рудадағы орташа мөлшерінің кларкіне қатынасы) төмен – шамамен 10.

Құрамында темір бар 450 минерал белгілі. Олардың ішінде өнеркәсіптік минералдарға жататындар (темірдің мөлшері, %):

магнетит	Fe_3O_4 (72,4);
мартит пен гематит	Fe_2O_3 (70);
ильменит	$FeTiO_3$ (36,8 және TiO_2 31,6);
қошқыл теміртас	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (48–63)
сидерит	$FeCO_3$ (48,3);
темірлі хлориттер (алюмосиликаттар) – шамозит пен тюрингит	(27-38).

Рудаларының типтері мен кондициялары. Шикізаттың технологиялық қасиеттерін анықтайтын негізгі рудажасаушы минералына байланысты өнеркәсіптік темір рудасы мынадай типтерге бөлінеді: магнетит, мартит және жартылай мартит, титанмагнетит; гематит және гидрогематит; қошқыл теміртас; сидерит; темірлі хлорит (силикат) рудалар. Домнада бірден балқытуға жарамды рудадағы темірдің мөлшері мынадай болу керек (%): магнетит, титанмагнетит пен гематит рудада – 46-50, қошқыл теміртаста – 37-45, оңай балқитын сидеритте – 30-36. Құрамындағы темірдің мөлшері төмен руда байытуды қажет етеді. Байытуды қажет ететін магнетит рудада темірдің кондициялық мөлшері 14-16%-ға дейін төмендейді.

Рудадағы зиянды қосылыстарға күкірт, фосфор, күшәла, қалайы, мырыш, қорғасын мен мыс жатады. Өңдеу технологиясына байланысты бұл компоненттердің рудаға максимал мөлшері мынадай болуы мүмкін (%): күкірт – 0,15-0,25; фосфор – 0,01-0,1; күшәла – 0,08; мырыш пен қорғасын – әрқайсысы 0,05; мыс – 0,2. Руда құрамында кальций мен магний карбонаттары болса, сапасын арттырады, ал көп мөлшердегі кремнийтотық керісінше руданың сапасын нашарлатады.

Қонды темір рудасы (Fe 57%, SiO_2 8-10%, S, P 0,15%) домна процесін айналып өтіп, бірден болат дайындауға бара алады. Ол тікелей конвертер, мартен немесе бессемер өндірісіне түсуі мүмкін. Өте қонды темір рудасы (Fe 68%, SiO_2 2%, S, P 0,01%) шекемтас алу үшін пайдаланылып, содан кейін электрмен болат балқыту өндірісіне беріледі.

Қоры мен өндірісі. Темір рудасының әлемдік ресурстары іс жүзінде шексіз десе де болады. Олардың жалпы қоры 350 млрд т, ал барланғаны – 185 млрд т деп бағаланады. Шетелдерде темір рудасының негізгі қоры шоғырланған жерлер ҚХР, Бразилия, Канада, Индия, АҚШ пен Австралия. ТМД аумағында темір рудасының жалпы және барланған әлемдік қорының 1/3 бөлігі шоғырланған. Олардың 80%-дан астамы Украинада, Ресейдің еуропалық бөлігінің орталық аудандарында, Қазақстан мен Оралда. Сібір мен Қиыр Шығыста темір рудасының біршама барланған қоры бар, бірақ ол көп емес.

Темір руда кенорындары қорының мөлшері бойынша былай бөлінеді: өте ірі – 1 млрд т-дан астам, ірі – 300 млн т–1млрд т, орташа – 50-300 млн т, ұсақ қоры 50 млн т-ға дейін.

Темір рудасының әлемдік өндірісі қазіргі кезде 900 млн т шамасында, оны 50-ден астам ел өндіреді. Ірі мөлшерде өндіріспен айналысатын елдер: Австралия, АҚШ, Бразилия (әрқайсысында 75-100 млн т), Канада, Индия, Франция, ОАР, Швеция, Либерия. Темір рудасын өндіру бойынша ТМД әлемде бірінші орын алады (245 млн т). Өндірістің негізгі көлемі (72,2%) метаморфогендік темірлі кварциттер мен олармен бірге жатқан қонды тотыққан темір кендердің үлесіне тиеді, ал магнетит рудасының үлесі 19%, титан-магнетит – 9%, қошқыл теміртас пен сидерит – 4%.

1 т тауарлық темір рудасының әлемдік бағасы \$16-20 шамасында өзгереді (сатып алушыға жеткізуді қоса есептегенде), ал 1 т шекемтастың бағасы \$30-ға жетеді.

Қазақстанда темірдің сенімді шикізат базасы бар. Балансқа алынған (17 кенорын), тысбаланстық (11 кенорын) темір рудасының жиынтық қоры 17 млрд т. Оның 93% мөлшері ірі бес кенорында: Қашар, Сарыбай, Соколов, Аят, Лисаковскде шоғырланған. Бұл кенорындардың барлығы Солтүстік Қазақстанда (Торғай ойысының солтүстік-батыс бөлігінде) орналасқан. Осы жерде барланған жалпы қоры 1,3 млрд т резервтік (Алешин, Ломоносов, Оңтүстік Сарыбай, Сор, Шағыркөл), бір консервацияланған (Қоржынкөл) және екі баланстан тыс (Адаев пен Бенқала) кенорын бар.

Қазақстанның басқа жеріндегі кенорындардың өнеркәсіптік мәні Торғай кенорындарынан төмен. Бұлардың ішінде пайдаланылып келе жатқан Орталық Қазақстандағы рудасы қондылау Батыс Қаражал, Үшқатын-III және Кентөбені айтуға болады. Олардың барланған қоры 300 млн тоннадан асады. Сонымен қатар, мұнда тысбаланстық рудалы Үлкен Қтай (Ақтай) (38,5 млн т) және бірқатар темірлі кварцит кенорындары: Балбырауын (125,5 млн т), Керегетас (60 млн т), Ащытасты (90,3 млн т), Гвардейск (200 млн т) бар. Баланстан тыс қор Балбырауын мен Керегетас кенорында ғана есепке алынған.

Оңтүстік Қазақстанда Иірсу (қоры 327,7 млн т) және Абайыл (28,3 млн т) кенорындары барланған. Батыс Қазақстанда (солтүстік-шығыс Арал маңы) ең ірісі – баланстан тыс оолитті қошқыл теміртас рудалы Көкбұлақ кенорны (1,9 млрд т), сонымен қатар болжамдық титан-магнетитті рудасының қоры 1 млрд т Велихов ірі кенорны бар.

Алтайда темір рудалы Холзунск (680,2 млн т) және Родионов Лог (58 млн т) кенорындары барланған.

Қазақстанда темір рудасының ішкі қажеттілікті толық қамтамасыз ететін өнеркәсіптік игеруге даярланған қоры жеткілікті. Сонымен қатар, соңғы жылдары, шикізатты экспортқа шығарудың экономикалық жағдайларына байланысты, темір рудалы өнеркәсіп қуатын арттыру проблемасы туындауда.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Темір руда кенорындары барлық генетикалық топтарда кездеседі. Бірақ олардың ішінде руданың қоры мен өндіру көлемі бойынша жетекші рөлді метаморфогендік пен шөгінді кенорындар атқарады, сондай-ақ скарндық пен магмалық кенорындар да маңызды орын алады.

Магмалық титанмагнетит, ильменит-титанмагнетит кенорындары негізді және ультрагенезді интрузиялық таужыныстарда орналасып, ірі тереңдік жаралымдар белдемдерімен қадағаланады. Руда денелері ірі ұялардан, линза мен желі тәрізді жатындардан тұрады. Рудалар шомбал және секпілді бітімді болып, титанмагнетит, ильменит, магнетиттен тұрады; ілеспе минералдарға оливин, пироксин, плагиоклаз, серпентин кіреді. Шомбал рудада негізгі компоненттердің мөлшері мынадай (%): темір 50-55, титан 8-12, ванадий 0,5-1; олар күкірт пен фосфордың мөлшері өте аз болуымен сипатталды. Руданың қоры 100 млн т мен 2 млрд т аралығында. Бұл типті ірі кенорындар бар жерлер: Орал (*Куса, Качканар, Гусевогорское, Первоуральское*), Карелия (*Пудожгорское*), Забайкалье (*Чинет*); шетелде – АҚШ (*Тегавус*), Канада, Швеция (*Таберг*), Норвегия (*Телнесс*).

Магмалық (карбонатит) апатит-магнетит кенорындары сілтілі-ультранегізді интрузивтер ауқымында орналасады және жарылымдар белдемімен тығыз байланысты болады. Темір руда денелері негізінен апатит-форстерит таужыныстарынан жаралып, мол магнетит секпілділігінен, желілерінен және желішіктерінен, сирек металды минералдар қоспасынан тұрады. Бұл типке ТМД аумағында Балтық қалқанындағы кенорындар (*Ковдор*), ал шетелдерде Африка платформасындағы (*Люлекоп – ОАР, Дорова – Зимбабве, Сукулу – Уганда*), Канада мен Бразилия кенорындары жатады.

Гидротермалық вулканогендік кенорындар Сібір платформасы трапптарымен байланысты, оның палеозой түзілімдері тысында – карбонат және құмтас-тақтатас таужыныстарда, сонымен қатар скарндалған интрузиялық таужыныстарда орналасады. Кенорындар таралған алқап кеңістікте құрамында галоген түзілімдер бар платформалық шөгінділерге сәйкес келеді. Кенорындарға тән ерекшеліктерге олардың өзіндік құрылымдық элементтерде – туфобрекчияға толған жанартаулық құбырларда орналасуы жатады. Шомбал, секпілді және брекчия тәрізді бітімді рудалар желі, шток пен штокверкті қалыптастырып, бұзылыстар белдемі бойындағы жанартаулық құбырлар ауқымында орналасады. Рудажасаушы магнетиттің құрамында магнийдің қоспасы болатындықтан, ол магномагнетитке жатады. Рудадағы темірдің мөлшері оның бітімдік типіне байланысты 27-60 % аралығында. Кенорындардағы руданың қоры көбінесе жүздеген млн т-ны құрайды. Сібір платформасында бірқатар мұндай темір рудалы аудандар бөлінеді. Олардың ішіндегі ең ірісі – *Коришунов, Рудногорск, Нерюнда, Тагар*.

Скарндық магнетит және кобальт-магнетит кенорындар карбонат таужыныстың қышқылдау гранитоид, сиенит, порфирит және т.б. магмалық таужыныстар жапсарында қалыптасады. Олар жарылымдар мен қарқынды жарықшақтылық белдемдерде орналасады. Кен денелері тұтас және секпілді магнетит рудасының ұялы, линза, шток пен қабат тәрізді жатындарын құрайды. Сыйыстырушыға карбонат, вулканогендік, кейде интрузиялық таужыныстар жағады. Темірдің мөлшері руданың бітіміне қарай 20-70% (көбінесе 40-50%) аралығында өзгереді, күкірттің мөлшері 3%-ға дейін. Руда құрамында құнды қоспа ретінде кобальт кездеседі. Руданы құрайтын минералдарға магнетит, гематит, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит кіреді. Бейруда минералдар арасында басты рөлді кальцит, кварц, анартас, эпидот, хлорит, серпентин атқарады. Кенорындардың қоры көбінесе 100 млн тоннадан аспайды, кейде 1 млрд тоннаға дейін жетеді.

Бұл типті кенорындар кең таралған жерлер: – Қазақстан (*Соколов, Қашар, Сарыбай* және т.б.), Орал (*Высокогорское*), Батыс Сібір (*Таштагол, Абакан*), Кавказ (*Дашкесан*); АҚШ (*Айрон-Спрингс, Адирондак*), Италия, Болгария, Румыния (*Банат*), Марокко (*Риф*), Жапония, ҚХР.

Метаморфталған гематит-магнетит кенорындары прекембрий темірлі кварцит қатқабаттарынан тұрады. Олардың құрамында темір рудасының әлемдік қорының басым массасы орналасып, әлемдік өндірістің 60% шамасын қамтиды. Темірлі кварциттерде қоңды руда денелері бар, олар кварциттердің метаморфталған көне мору қыртысында орналасқан. Темірлі кварциттер минералдық құрамы, метаморфизм дәрежесі мен бітімдік ерекшеліктеріне қарай жеспилит, мүйізтас пен такониттерге бөлінеді. Бұл таужыныстардың басты минералдары – кварц, магнетит, гематит, амфибол, пироксен, хлорит пен биотит. Темірдің мөлшері 20-45% аралығында өзгереді, руда жақсы байытылады және оның құрамында күкірт пен фосфор аз мөлшерде болуымен сипатталады. Кенорындардағы темірлі кварциттің қоры ондаған-жүздеген миллиард тоннаны құрайды.

Қоңды рудалар желек тәрізді және сызықтық жатындар ауқымында дамыған. Желек тәрізді жатындар мору қыртысында орналасып, темірлі кварциттің күрт еңіс қабаттарын үйлесімсіз жауып жағады. Сызықтық жатындар темірлі кварцит арасында орналасып, қалыңдығы бойынша сына тәрізді руда денелер түрінде тереңге қарай кетеді. Олар жарылым, жарықшақтылық, мыжылу және уатылу белдемдерінде метаморфизм процесінде пайда болған. Желек тәрізді жатындардың қоңды рудасы мартит, магнетит, гематит, темір гидроксиді мен саз минералдардан тұрады. Сызықтық жатындар рудасы магнетит, гематит (темір слюдасы), амфибол, пироксен, кварц пен карбонаттардан тұрады. Қоңды руда темір мөлшерінің жоғары болуымен (55-70%) және күкірт пен фосфордың аздығымен сипатталады. Олардың қоры мұндай типті кенорындарында миллиардтаған тоннаға жетеді.

Метаморфогендік темір руда кенорындары қола түбегі мен Карелияда (*Оленогорское, Костомукиское*) КМА алабында (*Коробковское, Лебединское, Стойленское, Михайловское, Яковлевское* және т.б.), Кривой Рог темір руда алабында (*Ингулецкое, Скелеватское, Первомайское* және т.б.), Қазақстанда (*Қарсақпай тобы*), Приморьеде (*Кіші Хинган*) анықталған. Бұл типті кенорындар ҚХР, КХДР, Индия (*Бихар, Орисси*),

Австралия (*Хамерсли*), ОАР, Либерия (*Нимба*), Канада (*Лабрадор*), АҚШ (*Жоғарғы көл*), Бразилия аумағында кең тараған.

Вулканогендік-шөгінді магнетит-гематит кенорындары вулканогендік фациялармен байланысты және туф пен туффиттер арасында жатады немесе әктас, яшма тәрізді кремнийлі-карбонат және сазтасты таужыныстарда орналасады. Руда қабаттары мен сыйыстырушы таужыныстар қарқынды дислокацияланған, кейде гранитоид интрузиялармен тесілген. Руданы гематит, магнетит, сидерит құрайды, сонымен қатар пирит, арсенопирит, халькопирит, ал бейруда минералдардан – хлорит, кварц, халцедан және т.б. кездеседі. Кенорындардың бұл типіне *Батыс Қаражал* (Қазақстан), *Холзун* (Таулы Алтай), *Терсинск тобы* (Кузнецк Алатауы), *Лан, Дилль* (Германия), *Гара Джебилет* пен *Мешери Абделазис* (Алжир) жатады.

Мору кенорындары негізді және ультранегізді таужыныстың латериттік моруы кезінде (қалдық кенорындар) немесе таужыныстан және бастапқы рудадан темірдің шаймалануы, оның шығарылуы мен тотықсыздану белдемінде түзілуі нәтижесінде (инфильтрациялық кенорындар) жаралады.

Табиғи легирленген қошқыл теміртастың *қалдық кенорындар* негізінде қабық тәрізді жатындар және жамылғылар дамыған. Руда бітімі жер тәрізді және колломорфтылығымен сипатталады, сондай-ақ оның құрамында хром, марганец, никель, кобальт болады. Рудадағы темірдің мөлшері 30-50%. Қоры бойынша масштабы 2 млрд т-ға дейін. ТМД-да мұндай кенорындардың қоры шамалы (Оралда – *Халилов, Елизаветинск*; Кавказда – *Малкинское*) болса, ал шетелдерде өте ірі кенорындары кездеседі – Куба (*Моа*), Гвинея (*Калун*), Филиппин, Гвиана, Суринам.

Сіңбелік (инфильтрациялық) кенорындар сидерит-лимонит рудасының ұя, линза және қабат тәрізді жатындарынан тұрады, олардың бітімі сынақты, конгломераттық және жалбыр. Руда денелері моруған кремнийлі таужыныстар мен әктастың арасында жатады, олардағы темірдің мөлшері 30-45%. Руданың қоры – жүздеген миллион тонна. ТМД-да бұл типті кенорындар Оралда (*Алапаевское, Синаро-Каменское*) белгілі. Шетелде ірі кенорындар Ұлыбритания мен Германияда анықталған.

Темір рудаларының шөгінді кенорындары маңызды өнеркәсіптік мөнге ие (әлемдік өндірістің 30% шамасы). Олардың арасында теңіз және континент кенорындары бөлінеді. Теңіз кенорындары өте ірі нысандар болып табылады; олар геосинклин белдемдерде, шеткі ойыстарда және платформаларда құмды-сазды жағалау шөгінділерінің арасында жатады. Руданың бітімі оолитті, құрамы бойынша – гематит, гидрогетит және сидерит; олар ірі жайпақ жатысты қабаттар, линзалар мен басқа да жатындар жасайды. Рудадағы темірдің мөлшері 20-50% марганец пен ванадийдің қоспасы тұрақты кездеседі. Қорының масштабы жүздеген миллионнан миллиардтаған тоннаға дейін. ТМД-да бұл типке *Аят* (Қазақстан), *Керчь* (Қырым) және *Төменгі Ангара* (Сібір) кенорындары жатады. Шетелдік нысандар арасында ең ірілері Еуропадағы *Лотарингия алабы* (қоры 1,5 млрд т), АҚШ, Канада, Австралия кенорындары.

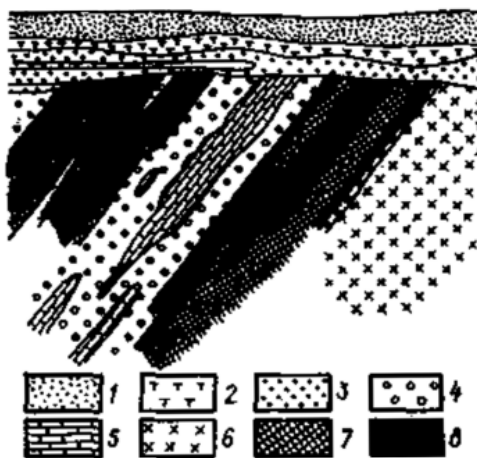
Континенттік (көл, батпақ, өзен) кенорындардың қоры шамалы. Олардың ішіндегі ең ірілері – *Лисаковск* (Қазақстан), *Тула* мен *Липецк* (Ресей). Руданың сапасы көбінесе төмен.

Темір кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Качканар кенорны (Гусевогорское және Качканар) Солтүстік Оралдың шығыс беткейінде, Нижний Тагил қаласынан солтүстікке қарай орналасқан. Рудалы Качканар габбро-пироксенит массиві 110 км² ауданды алып жатыр, ол изометрлі пішінді және лакколит типіне жатады. Руда денелері титанмагнетит секпілдігінен тұрады. Кенорынның рудасы бес табиғи типке бөлінеді: ірі түйірлі – (түйірлері >3 мм), орташа – (1-3 мм), ұсақ – (0,2-1 мм), майда түйірлі (0,05-0,2 мм) және дисперсиялық секпілді (<0,05 мм). Руданың негізгі минералы титанмагнетит, ол қатты ерітіндінің ыдырауы құрылымды. Құрамындағы ильмениттің мөлшері 2-18%, титанмагнетиттің құрамында изоморфтық ванадий қоспасы бар. Қосымша руда минералдар – пирит, пирротин, кейде халькопирит, борнит. Бейруда минералдар – пироксен, амфибол, оливин, серпентин, плагиоклаз және т.б.

Руда құрамындағы пайдалы компоненттер мөлшері төмен (массалық үлесі, %): Fe 15-18, ол 14-тен 34-ке дейінгі аралықта ауытқиды (кондициялық рудада – >14 %); TiO₂ 0,8-2; V₂O₅ 0,05-0,31; платина – 1 г/т-ға дейін; фосфор мен күкірт жоқтың қасы. Темір рудасының жалпы қоры 7,35 млрд т. Руда жеңіл байытылады. Руданы металлургиялық өңдеу барысында қосымша титан мен ванадий алынады.

Сарыбай кенорны – Қостанай облысындағы ең ірілердің бірі. Кенорын карбонның вулканогендік-шөгінді қатқабаты мен шомбал диорит массивінің жапсарлық белдемінде орналасқан, бойлық және көлденең жарылымдық бұзылыстармен күрделенген. Меридиан бағытында созылған және батысқа қарай еңіс (<45-60°) орналасқан қабат тәрізді үш руда жатыны карбонат таужыныстардың метасоматоздық алмасуы нәтижесінде жаралған. Олардың ұзындығы 1550-2000 м, қалыңдығы 80-100 м (23.1-сурет).



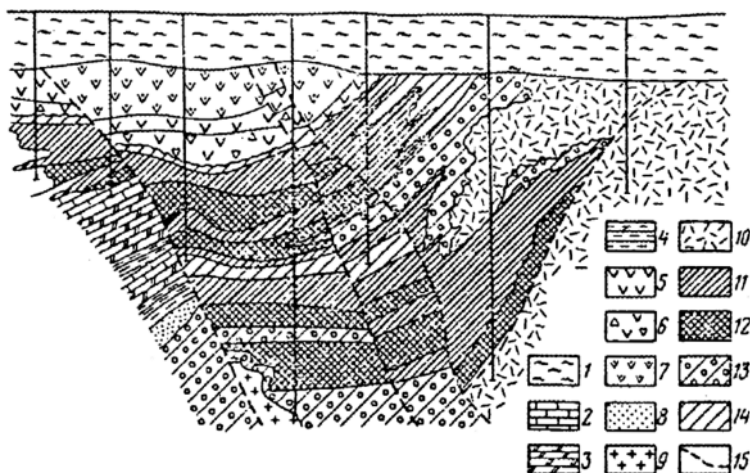
23.1-сурет. Сарыбай кенорнының геологиялық қимасы (И.А. Кочергин және В.А. Адамчук бойынша): 1 – құм, тақталанған саз; 2 – опока; 3 – кварц құмы мен құмтасы; 4 – скарн; 5 – мүйізтасанған карбонат таужынысы; 6 – порфир; 7-8 – руда: 7 – скарндық, 8 – магнетит

Руда негізінен екі типтен тұрады: шомбал магнетит және рудалы скарн. Магнетит рудасы кенорынның барлық баланстық қорының 40%-ын құрайды. Руда құрамына магнетит, гематит, мушкетовит, пирит, халькопирит, кейде пирротин, арсенопирит, сфалерит, галенит және скарн минералдары кіреді. Мұндай рудадағы компоненттердің орташа мөлшері: Fe 54,9%, S 4,3%, P 0,139%.

Магнетитті скарнға магнетит, сульфиттер мен скарн минералдары кіреді. Оларда Fe 20-50%; S 2,9%, P 0,12-0,14%. Бұл руда кенорының барлық қорының 60%-ын құрайды. Кенорын рудасында кобальт (сульфидтерде), никель, мыс және басқа элементтер кездеседі. Кенорындағы барланған руда қоры 709 млн т, темірдің орташа мөлшері 45,9%.

Руда мен сыйыстырушы таужыныстардың М. Протодьяконов бойынша беріктігі 10-14, олар кеніште орнықты. Руданың орташа тығыздығы 3,2-3,6 т/м³, ылғалдығы 1-2%, копсу коэффициенті 1,4-1,6. Кенорындағы өндіру жұмыстары ашық және жерасты тәсілдерімен жүргізіледі. Өндірілген руданың барлығы, оның ішінде қоңдылары да күкіртсіздендіру мақсатында агломерацияланады.

Қашар кенорны магнетит рудаларынан тұрып, Соколов-Сарыбай рудалы алаңынан 40 км солтүстікке қарай орналасқан. Кенорынның геологиялық құрылысына таужыныстардың екі комплексі кіреді – құрамында руда жатындары бар палеозой және оларды жауып жатқан қалыңдығы 200 м-ге дейін жететін мезозой-кайнозой комплексі (23.2-сурет).



23.2-сурет. Қашар кенорының геологиялық кимасы (Н. Беляшов бойынша):

- 1 – мезозой-кайнозой түзілімдері; 2 – әктас; 3 – ангидрит;
 4 – туффит; 5 – андезиттік порфирит; 6 – орташа құрамды туф;
 7 – андезит-базальт порфириті; 11 – секпілді руда; 12 – шомбал руда;
 13 – тектоникалық бұзылыстар

Кенорында лықсыма-ығыспа типті үш ірі – Солтүстік, Орталық және Оңтүстік жарылымдық бұзылыс бар. Олар рудалану формасы бойынша да, оларды құрайтын

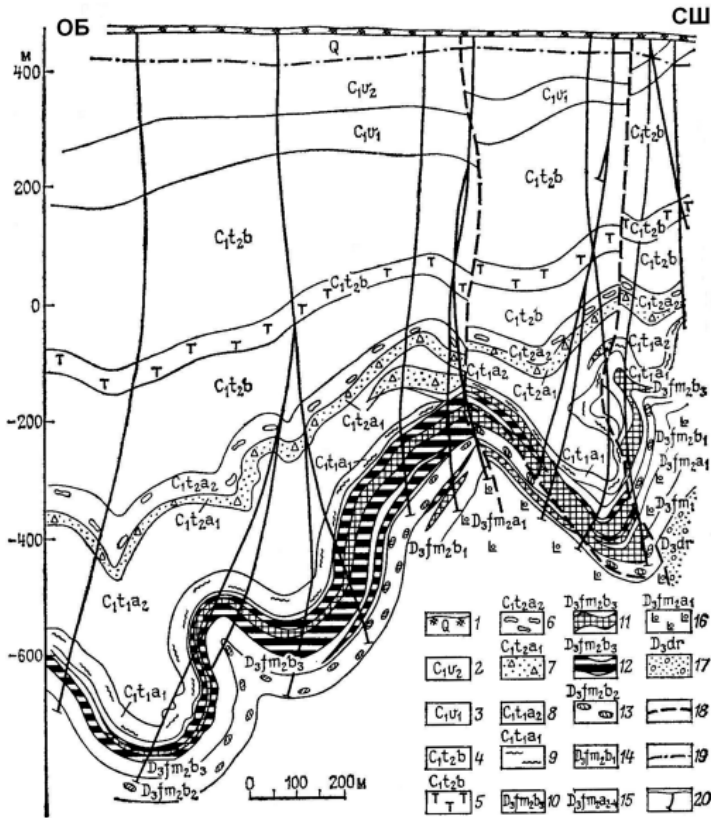
руданың құрамы бойынша да күрт айырықшаланатын лықсымалармен бөлінеді. Солтүстік бөлікшеде кенорындағы барланған қордың негізгі массасы ($A+B+C_1$ категориялық жалпы қордың 90%-ы) шоғырланған. Руда белдемі қабат тәрізді пішінді және сыйыстырушы шөгінді-вулканогендік қатқабат таужыныстары арасында үйлесімді жатады. Руда белдемінің созылымы бойынша ұзындығы оның орталығында 1200 м-ге жетеді. Рудаланудың қалыңдығы 200-350 м аралығында, ал орташа мәні 300 м. Барланған темір қоры 2,5 млрд т шамасында.

Оңтүстік бөлікшенің руда белдемі планда иілген қатқабат пішінді, ол оңтүстік-шығыстан солтүстік-батысқа қарай және солтүстік-шығысқа 60° бұрышпен еңіс орналасады. Бұл руда белдемінің созылымы бойынша ұзындығы 650 м, ал еңістігі бойынша – 400 м. Рудалы белдемнің қалыңдығы 140-250 м аралығында, оның орташа мәні 200 м.

Басты руда минералдар – магнетит (жалпы руданың 90-60% мөлшерінде), гематит, халькопирит, сфалерит, пирротин, галенит. Бейруда минералдар арасында ең бастысы скаполит. Ол руда құрамында түйірлі агрегаттар, жекелеген ірі кристалдар мен друзалар түрінде орналасады. Олардың арасында альбит, хлорит, кальцит, анартастас, пироксен және т.б. болады. Руданың бітімі шомбал және секпілді, құрылымы толық кристалды. Құрамы бойынша қоңды, қатардағы және жұтаң рудалар бөлінеді. Руда құрамындағы темір біркелкіден әркелкіге дейін таралғандығымен сипатталады (вариация коэффициенті 30-бен 125% аралығында).

Қашар кенорнының гидрогеологиялық жағдайлары өте күрделі. Кенорында бес сулы горизонт бөлінеді, олардың төртеуі мезозой-кайнозой түзілімдерінде, ал бесіншісі – палеозой таужыныстары комплексінде орналасқан. Грунт суының бірінші горизонты төрттік құмайт мен олигоценнің сазды құмында орналасқан. Бұл горизонт арынсыз, жерасты суы деңгейінің жатыс тереңдігі 0,5 м-ден 6-8 м-ге дейін, сүзілу коэффициенті 0,05-0,38 м/тәулік. Грунт суының екінші горизонты опока мен құмтас қатқабаттарында орналасқан. Горизонт арынды, арыны 26-дан 70 м-ге дейін. Сүзілу коэффициенті 0,002-0,1 м/тәулік аралығында өзгереді. Үшінші сулы горизонт жоғарғы бор түзілімдерінің әркелкі түйірлі құмтасы мен ұсақ түйірлі құмы арасында. Горизонт арынды, арын сулы горизонттың жабынынан 83-100 м жоғары көтеріледі. Сүзілу коэффициенті 0,009 м/тәулік шамасынан аспайды. Төртінші горизонт қалыңдығы 1-40 төменгі бор түзілімдерінің құмы мен конгломератында. Горизонттың суы арынды, арын 103-137 м. Сүзілу коэффициенті 1 м/тәулікке жетеді. Сулы горизонттың төменгі сутрегі рөлін мору қыртысының сазы мен палеозойдың түбірлік таужыныстары атқарады. Бесінші сулы горизонт палеозой жарықшақтары, тектоникалық бұзылыстар белдемі мен карст қуыстары бойынша айналымға түседі. Горизонт арынды, арын 83-188 м. Сүзілу коэффициенті горизонт бойынша 0,08-0,15 м/тәулік аралығында өзгереді. М. Протодьяконов бойынша руданың беріктігі – 10-14, сыйыстырушы шөгінді таужыныстардың (әктас, конгломерат, құмтас) – 10-12, сыйыстырушы эффузиялық және интрузиялық таужыныстардың – 10-17; аршылым таужыныстардың (құм, саз, опока, құмтас) – 3-6. Руда мен сыйыстырушы таужыныстар орнықты. Руданың орташа тығыздығы: қоңды магнетит – $3,8 \text{ т/м}^3$, жұтаң магнетит – $3,2 \text{ т/м}^3$.

Қаражал темір-марганец кенорны (23.3-сурет) – Қарағанды облысы Қаражал қаласының маңында орналасқан, әдебиетте Батыс Қаражал деген атпен белгілі, 1931 жылы И.Г. Николаев ашқан.



23.3-сурет. Батыс Қаражал кенорнының геологиялық кимасы:

- 1 – төрттік түзілімдері;
- 2 – полимиктілі құмтас, сазтас қабатшалары;
- 3 – кремнийлі және саз-карбонат-кремнийлі таужыныс, туффит, туф;
- 4 – сұр әктас, серицит-кремний-карбонат таужыныс;
- 5 – пирокластикалық кремнийлі-карбонатты таужыныс;
- 6 – әктас;
- 7 – әкті, құмайтты брекчия;
- 8 – флишиод құрылымды саз-кремнийлі-әкті таужыныс;
- 9 – кремнийлі және детритті әктас, серицитолит;
- 10 – қызыл түсті кремнийлі-карбонат таужыныс;
- 11 – темір рудасы;
- 12 – марганец рудасы;
- 13 – кремнийлі-карбонатты таужыныс;
- 14 – темір мен марганец рудасының линзалары бар хлорит-саз-карбонат таужыныс;
- 15 – пиритті ритмит бар саз-карбонат-кремнийлі;
- 16 – базальт пен бадамшатасты трахибазальт, туф;
- 17 – дәйра свитасы – конгломерат, құмтас, полимиктілі және вулканомиктілі құмайтмас, трахириолит пен туф;
- 18 – жарылымдар;
- 19 – мору қыртысы дамуының шекарасы;
- 20 – геологиялық барлау ұңғымалары

Кенорын Жайылма синклинінің шығыс жартысындағы солтүстік канатында орналасып, Қаражал кенді алаңының батыс бөлігін алып жатыр. Кенді алаңның ұзындығы 18 км, оның 6 км-і Батыс Қаражалдың үлесіне тиеді. Геологиялық құрылысына

жоғарғы девон мен төменгі карбон түзілімдері кіреді. Кенді жаралымдар екі будадан тұратын жоғарғы фамен түзілімдерінің құрамында орналасқан. Сұр түсті төменгі буда – руда астылық, негізінен әктастан тұрады, оның құрамында яшма, сидерит, магнетит линзалары бар. Буданың қалыңдығы 25-40 м. Қызыл түсті будада кенорынның барлық өнеркәсіптік рудасы орналасқан. Буданың төменгі горизонтына ала-құла түсті әктас, темір және марганец рудалы Төменгі кенді жатын бар. Ортаңғы горизонт күңгірт-сұр кремнийлі-карбонатты таужыныстардан тұрады, олардың құрамында ақшыл шақпақтастардың линзалары мен тасберіштері бар. Жоғарғы горизонтты күлгін-қызыл және қызғылт түсті әктас құрайды. Оның құрамында ашық-қызыл яшма мен Басты кенді жатынның темір және марганец рудасы бар. Буданың қалыңдығы 25-170 м.

Кенорынның шығыс шетінде негізгі кен денелері жер бетіне шықса, ал батыс бағытта 17° бұрышпен еңістенеді, батыс шетінде 500-800 м тереңдікке дейін батады. Кен денелері қатаң стратификацияланған, қатпарлыққа қатысады және жарылымдармен бұзылып, жылжиды. Кенорында біршама қиюшы қабатаралық интрузиялар кездеседі, олардың құрамы габбродан диоритке дейін, диабаздан диорит порфириттеріне дейін өзгереді.

Рудалы буда құрамында темір рудасының төрт қабаты (Fe_1 - Fe_4) және марганец рудаларының бес қабаты (Mn_1 - Mn_5) бөлінеді, олар бірігіп Басты жатынды жасайды. Басты жатын ірі линза пішінді, құрылысы күрделі, негізгі бөлігін ең ірі темір рудалы қабат (Fe_3) пен марганецті қабат (Mn_3 пен Mn_4) құрайды. Fe_3 қабатының жалпы ұзындығы созылымы бойынша 5,5 км, еңістігі бойынша 1700 м. Оның қалыңдығы бірнеше метрден (шеттерінде) 68,8 метрге дейін (кенорынның ортаңғы бөлігінде) өзгереді; орташа қалыңдығы 20,6 м. Бұл қабатта кенорынның темір рудасы қорының 97%-ы шоғырланған. Жатынның еңістігі бойынша темір рудасы жұқарған сайын оның астыңғы және үстіңгі жағындағы марганец рудасы жақындай түседі, кей жерлерде бірігіп кетеді. Өрлеген сайын марганецті қабаттар жұқарып, темірлі қабаттан бұрын жоғалады. Fe_1 қабаты бір линза ғана жасаса, ал Fe_2 мен Fe_4 қабаттары үш линза жасайды. Олардың ені 100-830 м, ұзындығы 200-1400 м, қалыңдығы 2-18,8 м. Бұл линзаларда темір рудасының 2%-і шоғырланған.

Руданың экономикалық құндылығы мен технологиялық ерекшеліктерін анықтайтын негізгі минералдар: гематитті рудада – гематит, кварц және аз мөлшерде магнетит, карбонаттар мен пирит; магнетитті рудада – магнетит, сидерит, ферритильномелан, хлорит, кварц, карбонаттар және пирит, гематит; марганецті рудада – браунит, гаусманит, манганокальцит, кварц, карбонаттар және т.б. Жалпы алғанда, темірлі рудадағы минералдардың орташа мөлшері, %: гематит – 56,0; магнетит – 18,0; сидерит – 3,3; хлорит пен стильномелан – 1,7; кварц – 15,0; кальцит – 4,0. Қазір бай темір рудасын ($Fe > 45\%$) Қарағанды металлургия комбинаты байытпай пайдаланады, ал темірдің мөлшері 35-45% руда байытуды қажет етеді. Осыған байланысты Атасу кенбасқармасында жобалық өнімділігі 6 млн т болатын байыту фабрикасы салынған. Кен денелерінің біршама қалыңдығы (10-50 м) мен қолайлы жатыс жағдайларына байланысты кенорынның шығыс бөлігін ашық тәсілмен (200-260 м-ге дейін), ал терең бөліктерін жерасты тәсілімен игеруге болады. Кен үңгімелерінде руда мен оны

сыйыстырушы таужыныстар жеткілікті орнықты. Кенорынның сулылығы әрқелкі, кей жерлерінде су басып қалу қаупі бар. Кенорынды жете барлау нәтижесінде оның қоры: темір рудасы бойынша – 552,9 млн т, марганец бойынша – 350,3 млн т.

23.2. Марганец

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Өндірілген марганец рудасының негізгі бөлігі (95%) қара металлургияда ферромарганец пен “айна шойын” түрінде қолданылады. Ол марганецтің болатқа тұтқырлық, майырылғыштық, қаттылық пен оттөзімділік беретін қасиетіне байланысты. Сонымен қатар, руданы балқыту кезінде оған марганец қосу арқылы зиянды қоспаларды қожға толық шығарып, қождың металл балқымасынан оңай бөлінуін қамтамасыз етеді. Орташа алғанда марганец шығыны болат құю өнеркәсібі өнімдерінің 1% массасына жетеді.

Марганец, сонымен қатар шыны, керамика, минерал бояулар, марганец оксиді мен басқа химиялық өнімдер өндірісінде де пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Марганецтің кларкі 0,1%. Оның біршама жоғары мөлшері негізді және ультранегізді таужыныстарға тән, концентрациялану коэффициенті жоғары (300-ден асады). Марганец 150 минералдың құрамына кіреді. Өнеркәсіптік минералдары (Mn, %):

пиролюзит	MnO_2 (55-63);
браунит	Mn_2O_3 (60-69);
гаусманит	Mn_3O_4 (65-72);
манганит	$MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$ (50-62);
псиломелан	$mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$ (40-60);
родохрозит	$MnCO_3$ (40-45);
манганокальцит	$(Ca, Mn)CO_3$ (7-23).

Руданың типтері мен кондициялары. Минералдық құрамы бойынша оксид, карбонат және аралас рудалар бөлінеді. “Шикі” руданы уатылғаннан кейін құм-саз бөлшектерден арылту үшін жуады. Байытылмаған шикізат құрамындағы марганецтің мөлшері 17%, ал жуылғанда – 25% болса, руда кондициялыққа жатады. Карбонат рудадағы марганецтің минимал мөлшері 13% болса жеткілікті саналады, егер жуылғаннан кейін руда құрамындағы металдың мөлшері 22 %-ға жетсе. Зиянды қоспаларға фосфор (мөлшері 0,2% шамасынан аспауы керек) жатады.

Қоры мен өндірісі. Марганец рудасының жалпы әлемдік қоры 18 млрд т, оның 2,4 млрд т-сы ТМД, 1,3 млрд тоннасы ОАР, 200-ден 50 млн т-ға дейін Габон, Австралия, Бразилия мен Индия аумағында шоғырланған. Мұхиттар түбіндегі темір-марганец тасберіштерінің қоры 1,7 млрд т-ға бағаланады. Руданың барланған әлемдік қоры 4,2 млрд т-ға жетеді, олардың көп бөлігі ТМД (760 млн т) мен Габонда (400 млн т), ал ОАР, Бразилия мен Австралияда 50 млн т-дан өнеркәсіптік қор барланған. ТМД аумағында марганец рудасының ең мол қоры Украина мен Грузияда, шағын кенорындары Қазақстан, Орал, Батыс Сібір, Қиыр шығыс аумағында белгілі. Масштабы

бойынша өте ірі кенорындарға қоры 150 млн т-дан асатын, ірілерге – 75-150 млн т, орташаларға – 25-75 млн т, ұсақтарға – қоры 25 млн т-ға дейінгі нысандар жатады. Бірегей кенорындардың қоры 1 млрд т-дан асады.

Марганец рудасы 30-дан аса елде өндіріледі. Әлемдік өндірістің көлемі соңғы жылдары артып, 25 млн т-ға жетті; оның 50%-ға жуығы ТМД үлесінде. Марганец рудасының едәуір көлемін (1,7-5,5 млн т) ОАР, Бразилия, Австралия, Габон, Индия өндіреді. Руданың 1 т-сы \$70 шамасында, ферромарганец – \$400.

Қазақстанда марганец рудасының баланстық қоры 400 млн т-дан асады. Болжамдық ресурстары 850-900 млн т деп бағаланады. Қор негізінен (99%) Орталық Қазақстанның Атасу кенді ауданында шоғырланған (Батыс Қаражал, Үшқатын III, Үлкен III, Үлкен Қтай, яғни Ақтай, Қамыс кенорындары). Қалған кенорындардың (Жезді, Промежуточное) үлесі 6 млн т шамасында. Соңғы жылдары жаңа Тұр кенорны барланған, оның бекітілген қоры 10,4 млн т.

Қазақстанда барлығы 11 марганец кенорны есепке алынған. Олардың ең ірісі – Батыс Қаражал, оның қоры республикадағы баланстық марганец рудасы қорының жартысынан астамын құрайды. Масштабы бойынша екінші орында Үшқатын III кенорны. Қазақстанда марганец кенорындарының өнеркәсіптік игерілу дәрежесі төмен. Қазақстан марганец рудасының қоры бойынша әлемде үшінші, ал ТМД-да екінші орында болғанымен, оны өндіру бойынша әлемде 11-ші орынды ғана иеленеді (Кузнецов, 1996).

Республикадағы марганец шикізат базасы алдағы уақытта марганец рудасын өндіруді арттырумен қатар, оны экспортқа шығаруға мүмкіндік береді.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Марганец кенорындарының өнеркәсіптік мәнге ие типтері: гидротермалық, скарндық, метаморфталған (браунит-гаусманит), вулканогендік-шөгінді (браунит-гаусманит-псиломелан); шөгінді (родохрозит-псиломелан-пиролозит). ТМД-да негізгі рөлді шөгінді кенорындар, ал шетелдерде, сонымен қатар мору кенорындары атқарады.

Метаморфталған кенорындар прекембрийлік шөгінді және вулканогендік-шөгінді таужыныстың өңірлік және жапсарлық метаморфизмі кезінде қалыптасады. Руда қабат пен линза тәрізді жатындар жасайды, олар біркелкі рудаланғанымен, тектоникалық бұзылыстарға ұшырайды және морфологиясы күрделі болады. Сыйыстырушы таужыныстарға гнейс, кристалды тақтатас, кварцит, мәрмәр мен аз өзгерген бастапқы таужыныстар жатады. Шамалы метаморфизм кезінде марганец гидроксидтерді оксидтер – браунит, гаусманит және т.б. алмастырады. Осы типті шағын кенорындар Қазақстанда белгілі. Күшті метаморфизмде марганец силикаттары – родонит, марганецті анартас пен оливин пайда болады, олар гаусманит және браунитпен бірге рудалы жатындар құрамына кіреді. Шетелдерде ірі метаморфталған кенорындар Индия, Бразилия, Гана, ОАР-да белгілі, мұнда олар негізінен мору қыртысында өндіріледі. Метаморфталған кенорындардағы марганецтің мөлшері (оның ішінде мору қыртысында) 15-48%, қорының масштабы – ондаған млн т.

Вулканогендік-шөгінді кенорындар кремнийлі, карбонатты және темірлі таужыныстармен және рудалармен байланысты. Олар суасты вулканизм білінген алқаптарда қалыптасқан. Руда денелері қалыңдығы 10 м-ге дейін қабаттық жатындар құрады, оларда (%): марганец 40-55, кремнезем 10, фосфор 0,3-0,06. Бастапқы руда құрамына браунит пен гаусманит кіреді, мору кыртысында псиломелан мен вернадит байқалады. Қоры бойынша кенорындар ұсақ және орташа масштабтыларға жатады. ТМД-да вулканогендік шөгінділерге Атасу мен Жезді тобы (Қазақстан), Таулы Алтай, Оңтүстік Орал, Кузнецк Алатауы (Мазульское, Дурновское) кенорындары, сондай-ақ Хабаровск өлкесі мен Кавказдағы бірқатар ұсақ кенорындар жатады.

Морудың қалдық кенорындары (марганец телпектер) құрамында марганец бар метаморфталған силикат және карбонат таужыныстар бойынша жаралады. Олар қабат пен линза тәрізді жатындар түрінде 10-80 м тереңдікке дейін таралған мору кыртысында жатады. Жекелеген қабаттар мен линзалардың қалыңдығы 0,5-6 м, созылымы бойынша жатындар жүздеген м-ден 10 км-ге дейінгі қашықтықтарға жетеді. Пирролюзит пен псиломеланнан тұратын рудаға қопсық (шаймаланған) және колломорфтық (қайта түзілген бөлікшелерде) бітім тән. Негізгі компоненттердің мөлшері мынадай (%): марганец – 30-62; кремнийототық пен темір – 3-5-тен 15-ке дейін; фосфор – 0,1-2. Қоры бойынша кенорындар ұсақ, орташа, кейде ірі (ондаған млн т) масштабты болады. Олар негізінен Индия, Канада, ОАР мен Австралияда таралған. ТМД-да марганец телпегі шамалы өнеркәсіптік мәнге ие, ол Орал, Қазақстан мен Батыс Сібірдің бірқатар түбірлік кенорындарда байқалады.

Шөгінді кенорындарда континенттік марганец рудасының 80% қоры шоғырланады. Руда трансгрессиялық сериялардың негізіндегі кремнийлі, құм-саз және карбонат таужыныстар горизонтында орналасқан. Қабаттық кен денелері көлбеуге жуық жатады, қалыңдығы ұстамды және құрамы біршама біркелкі. Олар марганец минералдарының тасберіштерінен, линзалары мен жалбырларынан тұрады, құрамында саз-құмайт және құм материалы болады. Руданың бітімі тасберіштік, оолитті, кеуек және күйе тәрізді, құрамы бойынша – пирролюзит-псиломелан, манганит пен карбонаттан тұрады. Бұл типті кенорындардың барлығына руданың сапалық құрамында белдемділік біліну тән, ол теңіз алабындағы марганецті шөгінділер түзілуі жағдайларының өзгеруімен анықталады. Рудадағы марганецтің мөлшері 20-40%, жекелеген кенорындардағы руда қорының масштабы жүздеген млн т болады. Шөгінді типті кенорындардың ең ірілері орналасқан жерлер: Украина (Никополь, Больше-Токмак) мен Грузия (Чиатура), сонымен қатар Габон (Моанда), ОАР, ҚХР, АҚШ, Италия, Испания.

Темір-марганец тасберіштері мен рудалы қабықшаларда марганец рудасының орасан көп қоры шоғырланған. Олар Тынық, Атлант және Индия мұхиттары түбіндегі түбірлік таужыныстар бетінде орналасады. Тасберіштердің ұдайы қалыптасуына байланысты, олар жыл сайын 10 млн т-ға арта береді. Тасберіштердің көлденең қимасының өлшемі орташа алғанда 3-7 см (1 мм-ден 1 м-ге дейін), рудалы қабықшаның қалыңдығы 10-15 см-ге жетеді. Тасшемендердің басты руда жасаушы минералдары марганец пен темір гидроксидтері вернадит пен гидрогетиттен тұрады. Ірі континенттік кенорындары жоқ. АҚШ, Германия мен Жапония темірлі-марганецті

тасберіштерді 7 км-ге дейінгі тереңдікте өндіре бастады. Тасберіштердің құрамы (%): марганец – 25-30; темір – 10-12; никель – 1-2; кобальт – 0,3-1,5; мыс – 1-1,5.

23.3 Хром

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Хромиттің басты тұтынушылары – металлургия (өндірілген кеннің 65%-ін тұтынады), химия (18%) және өнеркәсіп (17%). Феррохром қосылған болаттың тұтқырлығы, қаттылығы және антикоррозиялық қасиеттері артады. Хромның кобальтпен, вольфраммен және молибденмен қорытпасы антикоррозиялық қаптама ретінде (хромдау үшін) қолданылады. Хромит мартендер мен түсті металдар балқытатын пештің ішін қаптайтын материал (футеровка) ретінде пайдаланылады. Химиялық өнеркәсіпте хромит бояу және былғары илеу өндірісінде қолданылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Хромның кларкі 0,0083%. Оның біршама жоғары мәні ультранегізді және негізді таужыныстарға тән. Коцентрациялану коэффициенті өте жоғары (4000 шамасында). Хром 25 минерал құрамына кіреді. Өндірістік мәнге ие хромиттің жалпы формуласы $(Mg,Fe)O(Cr,Al,Fe)_2O_3$, оның құрамына кіретін компоненттердің мөлшері былай өзгереді (%): Cr_2O_3 – 16-65; MgO – 16-ға дейін; FeO – 18-ге дейін; Fe_2O_3 – 30-ға дейін; Al_2O_3 – 33-ке дейін. Хромиттер арасында ең көп таралғаны (Cr_2O_3 , %):

магнохромит	$(Mg,Fe)Cr_2O_4$ (50-65);
хромпикотит	$(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$ (35-55);
алюмохромит	$(Fe,Mg)(Cr,Al)_2O_4$ (35-50).

Руданың типтері мен кондициялары. Жалғыз өнеркәсіптік типі – хромит рудасы, ол қонды және жұтаң түрлерге бөлінеді. Олардың құрамындағы Cr_2O_3 минимал мөлшері тиісінше 37 және 12%. Жұтаң руда байытуды қажет етеді. Ферросплав өндірісі үшін пайдаланылатын рудадағы хром оксидінің мөлшері 40%-дан аз болмауы керек, фосфор – 0,07%-дан, ал күкірт – 0,05%-дан аспайды, Cr_2O_3/Fe_2O_3 – 2,5-3. Оттөзімді материал алу үшін құрамында Cr_2O_3 мөлшері 35%-дан, SiO_2 – 8%-дан, ал CaO – 2%-дан аспайтын руда пайдаланылады.

Қоры мен өндірісі. Хромиттің шетелдердегі бекітілген қоры 3,5 млрд т шамасында. Оның негізгі бөлігі ОАР (3 млрд т) мен Зимбабведе (200 мың т) шоғырланған. Басқа елдерде (Финляндия, Түркия, Индия, Бразилия) кеннің қоры шектеулі. Хромиттің әлемдік өндірісі (ТМД-ны қоспағанда) 9,8 млн тоннаға жетеді. Кен өндіру 14 елде – ОАР (50%), Түркия, Филиппин, Индия, Финляндия және т.б. жүргізіледі. 1 т хромит рудасының бағасы \$45 – 125 аралығында өзгереді.

Масштабы бойынша өте ірі кенорындардың қоры 25 млн т-дан асады, ірілерде – 5-25 млн т, орташаларда – 1-5 млн т, ұсақтарда – 1 млн т-ға дейін. Бірегей кенорындардың қоры жүздеген млн т болады.

Қазақстан хромит рудасының қоры бойынша әлемде екінші орында. Балансқа алынғаны 21 кенорын (қоры шамамен 230 млн т). Руданың жалпы қоры 430 млн т. Барлық қор Кемпірсай кенді ауданында (Мұғалжар) шоғырланған. Мұнда бірегей

хромит кенорындарының қатарына (қоры 100 млн т-дан асады) Алмас-Жемчужина кенорны жатады. Ірі кенорындар: Миллионное, Молодежное, Юбилейное, Геофизическое XII.

Хромит рудасының ірі қоры болуына қарамай, оны өндіру (қазір 4 кенорын игерілуде) жерасты тәсіліне өтуіне және карьердегі жұмыс шебінің қысқаруына байланысты тежелуде. Қазір ашық тәсілмен өндіруге қолайлы жоғары сапалы хромит рудасының қорын арттыру қажет.

Хромит шикізат базасын ұлғайту перспективасы Дауыл ультрабазит массивімен (Оңтүстік Мұғалжар) байланысты.

Өнеркәсіптік кенорындарының типті

Хромит кенорындары арасында мынадай типтер бөлінеді: бастапқымагмалық, соңғымагмалық және шашылымдық (олар мардымсыз).

Бастапқымагмалық кенорындар қабатталған ультраанегізді интрузиялық таужыныс массивтерінде хромит рудасының қабат тәрізді денелерінен тұрады. Қоры бойынша бірегейлерге ОАР-дағы Бушвельд массиві (қоры 500 млн т) мен Зимбабведегі Ұлы Дайка кенорындары жатады.

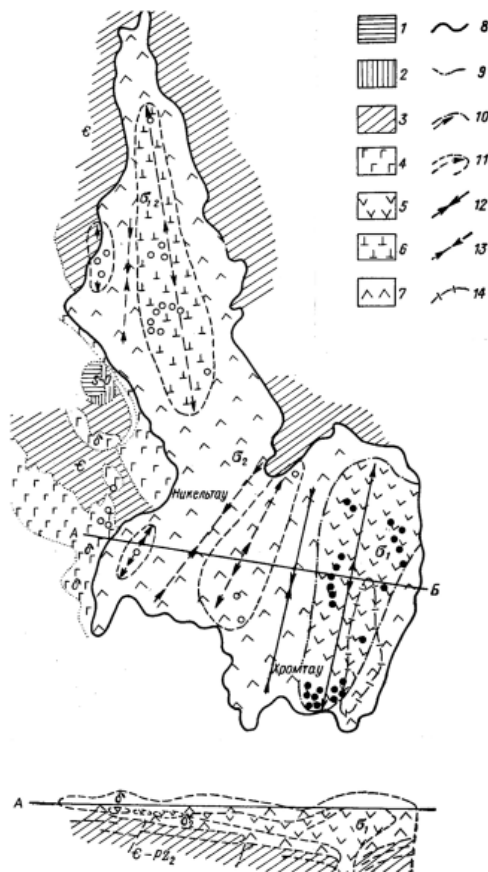
Соңғымагмалық кенорындар дунит, перидотит, пироксенит массивтері мен оларды сыйыстырушы таужыныстар ауқымында орналасады. Хромит рудасы желі тәрізді және линза тұрпатты денелерді, кейде жайпақ жатысты қабат тәрізді жатындар жасайды. Линзалардың ұзындығы 20-30 м, ірі жатындар – 400-500 м. Руда денелерінің қалыңдығы бірнеше м-ден ондаған м-ге дейін өзгереді. Руда денелері мен оларды сыйыстырушы таужыныстар арасындағы жапсар біртіндеп ауысады немесе күрт болады. Руда бітімі шомбал және секпілді. Шомбал рудадағы Cr_2O_3 мөлшері 35-52%, ал секпілдіде – 5-30%. Кенорындардағы руда қоры ондаған млн т. Соңғымагмалық кенорындар Мұғалжарда (Кемпірсай), Оралда (Алапаевское, Сарановское) және Кавказда (Шоржинское) дамыған. Шетелде мұндай кенорындар белгілі жерлер: Албания, Греция, Түркия (Гулеман), Индия, Куба (Каледония).

Хром кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Кемпірсай хромитті массиві – Ақтөбе облысында, Орал тауы оңтүстік шетінің Орталық Орал көтерілімі ауқымында орналасқан. Бұл массивте хромит бар екенін алғаш 1920 жылы Ф. Карпов анықтаған. 1936 жылы геолог П.Долгов түпкілікті хромит кенін тапқан. А.Конев басқарған геологиялық партия 1937 жылы Жарбұлақ және Дөң кенорындарын ашқан. Кемпірсай кенді массиві ТМД елдері арасында маңызды орын алады, ал Қазақстанда жоғары сапалы мол хромит рудасының негізгі көзі. Барлық негізгі өнеркәсіптік кенорындар массивтің Басты кенді алаңы ауқымында шоғырланған.

Массив меридиан бағытында 88 км-ге созылады, кенді бөлігінің ені солтүстігінде 1 км, ал оңтүстігінде 50 км-ге дейін. Геофизикалық деректер бойынша массивтің ауданы 1200 км². Кемпірсай ультрабазит массивінде барлығы 160 кенорын және кенбілінім анықталған (23.4-сурет).

Негізінен дунитпен байланысты рудалы денелер (үшінші, яғни ең төменгі белдем) үлкен өлшемдерімен (қалыңдығы ондаған м, ұзындығы 800 м-дей) сипатталады. Рудалы жолақтардың орналасуы дөңес көтерілімнің пішінін қайталайды: батыстағы жолақ – батысқа, шығыстағы – шығысқа қарай еңістенген, ал оңтүстік пен солтүстікте бұл белдемдер периклин жасай тұйықталады. Әр рудалы жолақтың ені планда 1,5-2,5 км, ұзындығы – 18-20 км. Руда жоғары сапалы. Si_2O_3 мөлшері шомбал рудада 55-63%, бай сеппеліде 45-55 %. Массивтегі хромит рудасының жалпы қоры 1060,0 млн т шамасында.



23.4-сурет. Кемпірсай хромитті массиві (Н.В. Павлов, пен Г.А.Соколов).

Сыйыстырушы палеозой түзілімдері: 1 – силур; 2 – ордовик; 3 – кембрий; 4 – габброид; 5 – серпентинденген дунит пен перидотит; 6 – серпентинденген массивінің контуры; 7 – серпентинденген перидотит; 8 – ультраанегізді таужыныстар массивінің контуры; 9 – стратиграфиялық шекаралар; 10 – массивте анық білінген дөңес көтерілімдер мен олардың осі; 11 – анық емес дөңес көтерілімдер; 12 – дөңес аралық төмендеулердің осі; 13 – нашар білінген дөңес аралық төмендеулердің осі; 14 – жеткізуші канал контурының проекциясы; қара дөңгелекшелер – жоғары хромды кенорындар мен кенбілінімдер; ашық дөңгелекшелер – шамалы хромды кенорындар мен кенбілінімдер

23.4. Титан

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Титан қорытпалары термикалық пен химиялық төзімділігіне байланысты ғарыш техникасында, авиация, кеме жасау, энергия машинасын жасау, химия, тамақ пен медицина өнеркәсібінде, гидрометаллургияда қолданылады. Кең пайдаланылатыны – титан-ванадий қорытпалары, олар беріктік пен майырылғыштық қасиетке ие. Титан карбиді аса қатты қорытпа даярлауға, ал титан диоксиді ағартқыш, пластмасса өндіру үшін және целлюлоза-қағаз өнеркәсібінде пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Титанның кларкі 0,45%. Оның біршама жоғары мөлшері негізді және орташа интрузиялық таужыныстарға тән. Титанның концентрациялану коэффициенті төмен – 20-ға дейін. Құрамына титан кіретін 70 минералдың өнеркәсіптілігіне жататындар (Ti, %):

ильменит	FeTiO ₃ (31,6);
рутил	TiO ₂ (60).

Олардың құрамында әдетте ванадий, скандий, тантал мен ниобий қоспалары да болады. Титанды, сонымен қатар магнетиттің ильменитке кірінділері болып табылатын титанмагнетиттен айырып алуға болады, егер мұнда кірінділердің өлшемі 0,3 мм-ден асса. Комплекссті өңдеу кезінде титан шикізаты рөлін лопарит (Na, Ce, Ca)(Nb, Ti)O₃ атқара алады.

Руда типтері мен кондициялары. Өнеркәсіптік болатыны тек оксид титан рудасы ғана. Түбірлік кенорындарда TiO₂-нің кондициялық мөлшері 10%-дан асады. Өнеркәсіптік шашылымдарда ильменит 10-20 кг/т-дан, рутил – 1,5 кг/т-дан асуы керек. Зиянды қоспаларға хром, фосфор, күкірт жатады.

Қоры мен өндірісі. Шетелдерде титан диоксидінің жалпы қоры 580 млн т, оның 1/3-і рутил, ал 2/3-і ильменит. Қордың 80%-дан астамы Бразилия, Канада, АҚШ, Норвегия, Индия мен Австралияның үлесіне тиеді. Титан рудасының елеулі қоры Қола түбегі, Украина мен Орал кенорындарында шоғырланған.

Кенорындар титан диоксиді қорының масштабы бойынша былай бөлінеді (млн т): өте ірі (> 10), ірі (1-10), орташа (0,1-1) және ұсақ (< 0,05-0,1).

Шетелдерде жылына 6 млн т титан концентратын алады, оның ішінде ильменит 90%, ал рутил 10%. Титан концентратының өндірісі бойынша жетекші орын алатын елдер – Австралия, Канада, США, ЮАР, Норвегия. Бірқатар елдерде ильмениттен жасанды рутил өндіреді.

Қазақстанда титан рудасының мол қоры бар. Титанның минерал шикізат қорының негізін ильменит-циркон шашылымдары құрайды. Қазақстан аумағында барлығы 300-ден астам титан рудасының білінімдері анықталған. Олардың 25-і кенорын санатына жатады. Олар негізінен Батыс Мұғалжар маңында: *Шоқаш, Сабындыкөл, Ащысай* және т.б.; Солтүстік Арал маңында: *Прогнозное (Болжамдық), Үстірт*; Солтүстік Қазақстан (*Обухов* және т.б.) мен Шығыс Қазақстанда (*Қараөткел, Баскемпір*) орналасқан.

Титанның есепке алынған қоры (50 млн т) *Қараөткел, Бектемір, Обухов, Шоқаш, Үстірт, Құмкөл, Прогнозное, Жарсор* кенорындарында шоғырланған. Алдың

ала бағалау бойынша перспективалыларға *Сабындыкөл, Новомихайлов, Шпаков, Шұбарсай, Құмдыкөл, Сеңгірбай, Дружба* және басқа кенорындар жатады. Титан шикізатының едәуір резерві темір, боксит, көмір кенорындары мен мору қыртысының сазында шоғырланған. Олардың игеру проблемасы титанды айырып алуды тиімді етуге мүмкіндік беретін технологиялар әзірлеуге қатысты.

Жақын жылдары Қазақстанда титан рудасы кенорындарын, атап айтқанда шашылым игеру жұмысының белсенділігі артпақ.

Өнеркәсіптік кенорындарының типі

Өнеркәсіптік мәнге титанның магмалық (қорының үлесі 55%), шашылым (43) және жекелеген метаморфогендік (2) кенорындары ие.

Магмалық кенорындары арасында руда мен сыйыстырушы таужыныстардың заттық құрамына байланысты бірнеше типтері бөлінеді. Олардың ішінде бастылары мыналар: анортозит пен габбро-анортозит массивтеріндегі ильменит; габбро мен габбро-дунит-перидотит массивтеріндегі титанмагнетит; ультрабазитті-сілтілі таужыныстардағы перовскит-титанмагнетит және сілтілі таужыныстардағы лопарит пен ильменит-перовскит-сфенді кенорындар.

Ең ірі титан кенорындары анортозит пен габбро-анортозит массивтерімен байланысты. ТМД-да кенорындардың бұл типі Шығыс Саянда (*Малотагул, Лысанск, Кручинск*) бар. Шетелдерде ең ірілерге жататын кенорындар Канадада (*Лак-Тиво*), АҚШ-та (*Тегавус*), Танзанияда (*Укинга, Уванджи*).

Титанды шашылымдар жағалаулық-теңіз пен континенттікке бөлінеді. Жағалау-теңіз шашылымдары әдетте комплексті – ильменит-рутил-цирконды болып табылады. Олар қабат, линза, таспа тәрізді жатындар, TiO_2 -нің мөлшері 0,5-35%. Мұндай кенорындар Батыс Австралия, Индия, Шри-Ланка, Сьерра-Леон, Бразилия мен АҚШ-та бар. Көне жағалау-теңіз шашылымдары Украина, Ставрополь өлкесі, Зауралье, Торғай ойысы мен Прибайкальде орналасқан.

23.5. Никель (тініке) және кобальт

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Никель металлургияда легирленген болат пен қорытпалар алу үшін (жалпы тұтынудың 80%-ы) қолданылады. Никельмен легирленген болаттың қаттылығы, оттөзімділігі, майырылғыштығы, коррозияға төзімділігі артады. Өнеркәсіпте никель мен мыс, мырыш, алюминий қорытпалары (жез, латунь, нейзильбер, мельхиор, қола, монеталық қорытпа), хроммен (нихром, элинар, инконель) темірмен (платинит) қосылыстары, сондай-ақ магнитті балқымалар үлкен мәнге ие. Өндірілген никельдің 10%-ға жуығы катализатор дайындауға кетеді.

Кобальт болат пен балқымалардың оттөзімді, аспаптық, аса қатты және магнитті сорттарын алу үшін пайдаланылады (70%). Сонымен қатар, ол лак-бояу, керамика, шыны мен химиялық өнеркәсіпте қолданылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Никельдің кларкі 0,058%, кобальттың – 0,0018%, ал концентрациялану коэффициенттері тиісінше 200 және 100. Бұл металдардың жоғары мөлшері негізді және ультранегізді таужыныстарға тән.

Никельдің 45 минералы белгілі, бастылары (Ni, %):

пентландит	(Fe,Ni) ₉ S ₈ (22-42);
миллерит	NiS (65);
никелин	NiAs (44);
гарниерит	Ni ₆ [Si ₄ O ₁₀](OH) ₈ 4H ₂ O (46 % NiO);
ревдинскит	(Ni,Mg) ₆ [Si ₄ O ₁₀](OH) ₈ (51 % NiO).

Кобальт 25 минерал жасайды. Өнеркәсіптік мәнге иелері (Co, %):

линнеит	Co ₃ S ₄ (40-53);
кобальтин	CoAsS (26-34);
саффорит	(Co,Fe)As ₂ (6-23);
кобальтты пентландит пен пирит (3%-ға дейін);	
асболан	m(Co,Ni)O ₂ NiOMnO ₂ nH ₂ O (19%-ға дейін).

Рудасының типтері мен кондициялары. Никель мен кобальт рудасының негізгі типтері – сульфид пен оксид-силикаттар. Сульфид рудадағы никельдің минимал мөлшері 0,3%, кобальттың – 0,015%; оксид-силикат рудада тиісінше – 0,6 және 0,037%. Сульфид руда көбінесе комплексті, оның құрамында мыс, платина тобындағы металдар, алтын мен күміс, селен мен теллур болады.

Қоры мен өндірісі. Шетелдердегі никель рудасының жалпы қоры 90 млн т, ал анықталғаны – 46,6 млн т шамасында. Олар негізінен Жаңа Каледония (25%-дан астамы), Канада (15%), Австралия, Филиппин, Бразилия мен Грецияда. Никель өндірісінің көлемі 541,4 мың т-ға жетеді (Канада, Жаңа Каледония, ОАР, Индонезия, Филиппин, Зимбабве). Кобальттың жалпы қоры 6 млн т, анықталғаны – 4,8 млн т (Конго, Индонезия, Жаңа Каледония, Замбия, Канада, Филиппин аралдары). Кобальт өндірісі (ТМД-ны қоспағанда 26,8 мың т/жыл) негізінен Конго, Замбия, Австралия, Канада мен Финляндияда. Никельдің әлемдік биржадағы бағасы 10-15 долл/кг, ал кобальт – 30-50 долл/кг.

Қоры бойынша кенорындардың масштабы мынадай (мың т): өте ірі (>500 Ni немесе >50 Co); орташа (100-250 Ni, 10-25 Co); ұсақ (<100 Ni, <10 Co).

ТМД аумағында комплексті сульфид рудасы Норильск ауданы мен Кола түбегінде (Ресей), силикат руда кенорындары Орал, Қазақстан мен Украинада.

Қазақстан аумағында кобальт-никель рудасының 50-ге жуық кенорны белгілі. Никель мен кобальттың негізгі минерал-шикізат базасы Мұғалжарда (Кемпірсай кенді ауданы) шоғырланған. Бұл жерде орналасқан ең маңызды өнеркәсіптік кенорындар: Боранды, Жаңаборанды, Жанатайкент, Кемпірсай, Шырпақайың, Щербатов, Оңтүстік Шуылдақ, Оңтүстік Жарлыбұтақ, Бөгеткөл, Батамшы, Октябрь, Бұлақмай, Қараоба және т.б. Кобальт-никель рудасының ұсақ кенорындары Орталық Қазақстанда (Ангренсор, Шайтантас, Сарықұлболды, Промежуточное және т.б.), Солтүстік Қазақстанда (Шевченко, Күндібай, Бірсуат) және Шығыс Қазақстанда (Горностаев, Белогорск, Максұт және т.б.) бар.

Никель мен кобальттың нақтыланған және барланған қорының көп бөлігі силикат никельді (кобальт-никельді) мору қыртысы кенорындарында шоғырланған. Барланған қордың игерілу дәрежесі біршама төмен, резервтік және даярланған кенорындарды қоса есептегенде 30-40%. Қазақстанда сульфид мыс-никельді кенорындарды (Мақсұт пен Қамқор кенорындарынан басқа) ашу перспективасы бар.

Кобальттың нақтыланған қорының біршамасы Қостанай аймағындағы Сарыбай, Соколов және басқа кенорындардың темір (магнетит) рудасы құрамында.

Жалпы алғанда, Қазақстанда никель мен кобальттың силикат рудасының, соның ішінде магнетит рудасының жеткілікті қоры бар, бұл кобальт-никель өндірісін ұйымдастыруға болатынын көрсетеді.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Никель мен кобальт кенорындарының мынадай өнеркәсіптік типтері бөлінеді: магмалық ликвациялық; жоғары және орташа температуралы плутоногендік гидротермалық; скарндық, қалдық мору кенорындары.

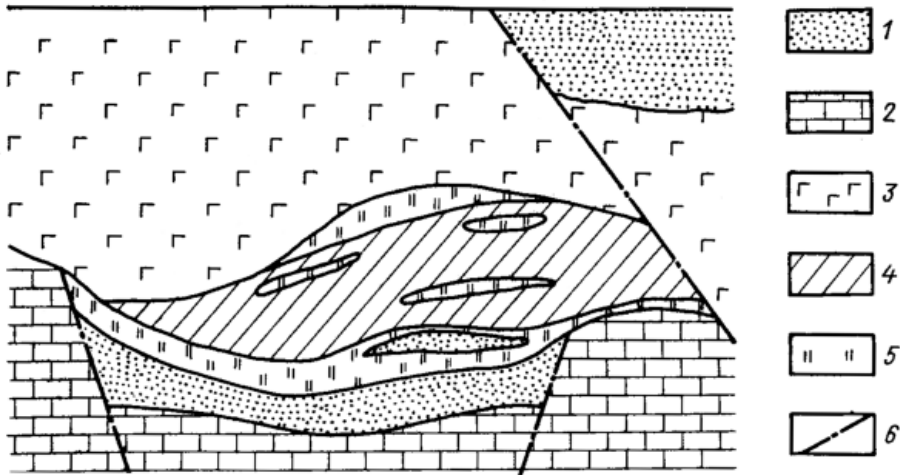
Шетелде никельдің қоры мен өндірісі негізінен мору қыртысының қалдық (қорының 71,5% және өндірісінің 43,6% шамасы) және магмалық ликвациялық (қоры – 28,4%, өндірісі – 56,1%) кенорындарымен байланысты. Кобальт негізінен стратиформдық мыс-кобальт кенорындарынан (өндірісі – 61,6%, қоры – 46,8%), аз мөлшерде магмалық ликвациялық (өндірісі – 19,2%; қоры – 7,5%) және мору кенорындарынан (өндірісі – 15,8%, қоры – 44,7%) өндіріледі. Гидротермалық кенорындардың мүмкіндігі никель мен кобальттың өндірісі мен қоры бойынша шектеулі, тиісінше никель мен кобальттың қоры 0,1 және 1%, ал өндірісі – 0,2 және 3,4%.

Магмалық ликвациялық кенорындар сульфид рудасынан тұрады. Олар тереңдік жарылымдар белдемдеріндегі шөгінді және метаморфталған қатқабаттар арасында жатқан шөгінді және ультранегізді таужыныстардың дифференциацияланған массивтерімен кеңістікте және генетикалық байланыста. Руда денелері түпнұсқа таужыныстардың түп жағында және маңында орналасады. Олардың пішіні: қабат тәрізді секпілді руданың аспалы жатындары, қабат пен линза тәрізді және желі денелері; сыртқы жапсардағы желішікті-секпілді және брекчиялық руданың линза және бұрыш пішінді денелері. Руда денелерінің өлшемі созылымы бойынша жүздеген м-ден 1-1,5 км-ге дейін, еңістену бағытында ондаған м-ден 800-1000 м аралығында өзгеріп, қалыңдығы 1-2 м-ден 40-50 м, кейде 100 м болады.

Руда құрамында пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит басым. Бейруда минералдардан оливин, пироксен, плагиоклаз, серпентин, хлорит, карбонат кездеседі. Шомбал және секпілді руда минералдары түрлестерінің орналасуында көбінесе белдемділік байқалады. Руда құрамында никель (0,3-5%) және кобальтпен (0,01-0,06%) қатар мыс (0,5-12%), платина тобының металдары (0,0001-0,01%), алтын, күміс, селен, теллур, күкірт болады. Ликвациялық кенорындар рудасының қоры жүздеген млн т.

Ликвациялық магмалық пентландит-халькопирит, пирротин руда кенорындары Ресейде Кола түбегінде (Каула, Котсельваара, Каммикиви, Ждановское, Восток),

Красноярск өлкесінде (Талнах – 23.5-сурет, Октябрьское, Норильск-1) белгілі. Шетелдерде ірі кенорындар Финляндия (Пори), Швеция (Клева), Австралия (Камбалда), ОАР (Бушвельд, Инсизва) мен АҚШ-та (Стиллуотер), ең ірілері – Канадада (Садбери, Томпсон) бар.



23.5-сурет. Талнах кенорнының геологиялық қимасы (В.Н. Котляр бойынша):
 1 – құмтас; 2 – әктас пен ангидрит; 3 – төменгі бөлігінде секпілді рудалану бар дифференциацияланған габбродиорит; 4 – тұтас сульфид руда жатыны; 5 – өзгерген сыйыстырушы таужыныстар экзожапсарындағы секпілді руда; 6 – жарылымдар

Гидротермалық плутогендік кенорындар жоғары температуралық арсенопирит-кобальтінді, орташа температуралық никель-кобальт-арсенид және күміс-кобальт-никель-висмут-уранды түрлерге бөлінеді. Олар қарқынды жарықшақталған белдемдерде орналасып, гранитоид массивтеріне байланысты және скарндалған эффузиялық-шөгінді таужыныстар арасында орналасады.

Кен денелері ұялардан және секпілді руда линзаларынан, шомбал руда желілерінен тұрып, күрт еңіс жарықшақтарда орналасады. Руда никель мен кобальттың арсенид және сулфоарсенидтерінен тұрады. Руда құрамында халькопирит, арсенопирит, марказит, кальцит, доломит, хлорит, кварц болады. Руданың бітімі шомбал, секпілді, жолақ, брекчия тәрізді. Кенорындардың шомбал рудасында кобальт 2-11%, никель 0,4-14% мөлшерінде өзгерсе, секпілді рудада тиісінше – 0,01-0,3% және 0,1-0,5% шамасында болады. Руданың қоры 100 мың т-ға жетеді. ТМД-да бұл типтіге Тыва Республикасындағы Ховуаксы кенорны жатады. Ең ірісі – Канададағы Кобальт кенорны.

Силикат кобальт-никельді (гарниерит-нонтронитті) қалдық мору кенорындары ультрабазит пен серпентиниттің мору кыртысында. Құрылымдық-морфологиялық белгілері бойынша мору кыртысының мынадай типтері бөлінеді: алаңдық (Кемпірсай, Сахаринское, Серовское, Куба кенорындары); сызықтық жарықшақтық (Орал

– Рогожинское, Жаңа Каледония аралында); серпентинит пен әктастың тектоникалық жапсарында орналасқан жапсарлық-карст кенорындары (Уфалей).

Кемпірсай никель-кобальтты мору қыртысы. Мору қыртысында силикат кобальт-никельді руданың отыздан аса өнеркәсіптік кенорындары анықталған (23.2-кесте). Мору қыртысы негізінен алаңдық типті. Мору қыртысы нонтронит пен нонтрониттенген серпентиниттен тұрады, 40-50 м тереңдікке дейін дамыған, үстіңгі жағында серпентинит бойынша жоса қалыптасады. Ол көбінесе неоген-төрттік түзілімдері тысымен көмкерілген. Рудалы жатындардың пішіні қабат және тақта тәрізді, көлбеу жатады. Басты рудалы минералдар – жасыл және сарғыш-жасыл түсті нонтронит пен гарниерит. Қосымша минералдар – керолит, асболан, никельді хлорит, гетит, гидрогетит, т.б. Кен денелерінің қалыңдығы 1-2 м-ден 21-26 м-ге дейін. Кенорындар тиімді ашық тәсілмен игеруге жарамды.

23.2-кесте

Кемпірсай ультранегізді таужыныстар массивінің мору қыртысындағы негізгі никель-кобальт кенорындары

Кенорын	Ашылған жылы	Жатындар саны	Ұзындығы, м	Ені, м	Орташа қалыңдығы, м	Ni, %	Co, %
Боранды	1930	3	310-1180	40-700	4,5	1,11	0,055
С-Рождественское	1978	2	150-460	120-140	5,6	1,22	0,035
Щербаков	1955	3	70-1760	85	6,9	1,1	0,04
Молодежное	1957	3	55-670	65-84	6,3	1,15	0,046
Жарлыбутак	1936	5	290-1060	30-450	4,3	1,1	0,058
О-Шуылқұдық	1957	4	210-1460	20-630	4,3	1,16	0,057
Қызыл Қайын	1935	4	100-900	200-300	5,4	1,11	0,057

23.6. Вольфрам және молибден

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Вольфрам металлургияда легирленген болат алуға (болаттың қаттылығы, беріктігі және оттөзімділігі артады), ал таза түрінде – жарық шығаратын электр жабдықтарында пайдаланады.

Молибден металлургияда жоғары сапалы тотықпайтын аспаптық және арнайы болат пен қорытпалар алу үшін қолданылады. Металл молибден электро- және радиотехникада пайдаланылады. Молибден қосылыстары мұнай крекингінде – катализатор, бояу өндірісінде – шикізат, химиялық реактив, оттөзімді пластмасса, тыңайтқыш ретінде қолданылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Вольфрамның кларкі 0,003%, молибденнің – 0,0011%, екі металдың да концентрациялану коэффициенті 5000. Олардың жоғары мөлшері қышқыл магмалық таужыныстарға тән. Вольфрам 14 минерал құрамына кіреді. Өнеркәсіптікке жататындар (WO_3 , %):

вольфрамит $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ (76,5);
шеелит CaWO_4 (80,6).

Молибден 9 минерал жасайды, басты минералдары (Мо, %):

молибденит MoS_2 (60);
молидошеелит $\text{Ca}(\text{Mo}, \text{W})\text{O}_4$ (0,5-1).

Рудасының типтері мен кондициялары. Вольфрамды скарндық шеелит, кварцшеелит және вольфрамит рудасынан алады. Рудадағы минимал өнеркәсіптік WO_3 мөлшері 0,3-2% (орташа мәні 0,7%) аралығында ауытқиды, комплексті рудада одан төмен болуы мүмкін. Шашылымдық кенорындар үшін вольфрамның минимал өнеркәсіптік мөлшері 400-1000 г/м³ болады. Молибденді айырып алу үшін молибденит рудасы ғана негізгі рөл атқарады. Кейде молидошеелиттен де молибденит өндіріледі. Молибденнің минимал өнеркәсіптік мөлшері кенорындардың типіне, руданың комплекстілігіне және өндіру жағдайларына байланысты 0,01-1% аралығында өзгереді.

Қоры мен өндірісі. WO_3 жалпы қоры (ТМД-ны қоспағанда) – 2,5 млн т, ал анықталғаны – 1,8 млн т. Оның негізгі бөлігі (65%) АҚШ, Канада, Түркия, Австралия мен Корея аумағында шоғырланған. Ол, сонымен қатар Боливия, Португалия, Перу, Мьянма (Бирма) және т.б. елдерде бар. Вольфрамит рудасы байытылып, құрамында WO_3 60%-дан кем болмайтын концентрат алынады және зиянды қоспалар жойылады. Вольфрам концентрациясының өндірісі 28 мың т-ға жетеді, оны негізінен Корея Республикасы, Канада, АҚШ, Австралия, Боливия, Бразилия, Австрия, Португалия өндіреді.

Молибденнің жалпы қоры (ТМД-ны қоспағанда) 111,4 млн т, ал анықталғаны – 7,7 млн т шамасында бағаланады. Қордың негізгі бөлігі шоғырланған жерлер: АҚШ (анықталған қоры 40%), Чили (26%), Канада, Перу, Иран, Мексика. Молибден рудасының өндірісі 84,3 млн т (металға шаққанда), ол негізінен АҚШ, Канада мен Чили кенорындарында шоғырланған.

1 кг WO_3 \$14-16, ал 1 кг молибден концентраты \$7 шамасында бағаланады. Қорының масштабы бойынша кенорындар былай бөлінеді: $\text{WO}_3 > 250$ және Мо > 100 мың т – өте ірі; 100-250 мен 50-100 мың т – ірі; 15-100 және 25-50 мың т – орташа; 15 және 1 мың т-ға дейін – ұсақ кенорындар.

ТМД аумағында вольфрам мен молибден рудасының көп қоры бар. Монометалды және комплексті руданың ірі кенорындары белгілі жерлер – Қазақстан, Өзбекстан, Забайкалье, Қиыр Шығыс, Красноярск өлкесі, Солтүстік Кавказ.

Қазақстан жер қойнауында ТМД аумағындағы *вольфрам* қорының 53%-дан астамы шоғырланған. 16 кенорынның қоры есепке алынған, оның ішінде 12 кенорын баланстық және 4 – тысбаланстық. Негізгі қор 6 ірі және аса ірі: Жоғарғы Қайрақты, Бұғыты, Қараоба (штокверк), Солтүстік Қатпар, Көктінкөл, Баян, Ақсоран кенорында шоғырланған. Басқа – баланстық Нұраталды, Солнечное, Ақмая; тысбаланстық Батыстау, Байназар, Шірікаяқ, Гремячее кенорындарының мәні аз. Өнеркәсіптік санатты вольфрам қорының 87%-дан астамы штокверк рудасының үлесіне тиеді (Жоғарғы Қайрақты, Көктінкөл кенорындары), олардағы вольфрам үшоксидінің мөлшері төмен, бұл кенорындарды игеруді тежейтін фактор болып саналады. Осыған

байланысты туындайтын басты проблема – шартты тиімді вольфрам рудасы бар жаңа кенорындарды (скарндық, желілік, шашылымдық) табу.

Қазақстан *молибденнің* қоры бойынша әлемде төртінші, ал Азия елдері арасында бірінші орын алады. Молибден рудасының қоры 34 кенорын бойынша есепке алынған, олардың ішінде – 26 кенорын баланстық, қалғандары – тысбаланстық. 16 кенорын (Көктінкөл, Южный, Шалқия, Жанет, Батыстау, Жоғарғы Қайрақты, Қараоба, Солтүстік Қатпар, Ақшатау және т.б.) дербес молибдендік және комплексті молибден-вольфрамдық; 10 кенорын (Ақтоғай, Айдарлы, Бозшакөл, Қаратас IV, Көксаы, Қоңырат, Борлы, Саяк, Шатырқұл, Жайсан) – комплексті мыс-молибдендік (молибден-мыс-порфирлік). Молибден рудасының 70%-ға жуығы дербес молибдендік және комплексті молибден-вольфрам кенорындарында, ал олардың 50%-дайы негізінен Көктінкөл молибден кенорнында (Оңтүстік бөлікшесінде) шоғырланған. Молибден кенорындарының негізгісі – штокверк (порфир) типтісі. Бұл типті кенорындар қорының меншікті үлесі 94% шамасында.

Анықталған молибден ресурстарының игерілгендік дәрежесі төмен. Бұл молибден тұтынушы кәсіпорындардың жоқ болуына байланысты. Молибден өндіруге байланысты проблемалардың барлығын мыс-молибден (молибден-мыс-порфир) кенорында игеру барысында шешу көзделген (Даукеев, 1994). Молибден ресурстарының біршамасы Қаратау мен Таластың комплексті молибден-уран-ванадийлі кенорындарда (Баласауыскандық, Жабағылы, Қорамсақ). Жалпы Қазақстандағы молибденнің резервтік шикізат базасы жеткілікті. Оны игеру республиканың ішкі қажеттілігін толық қанағаттандырып қана қоймай, экспортқа шығаруға да мүмкіндік береді.

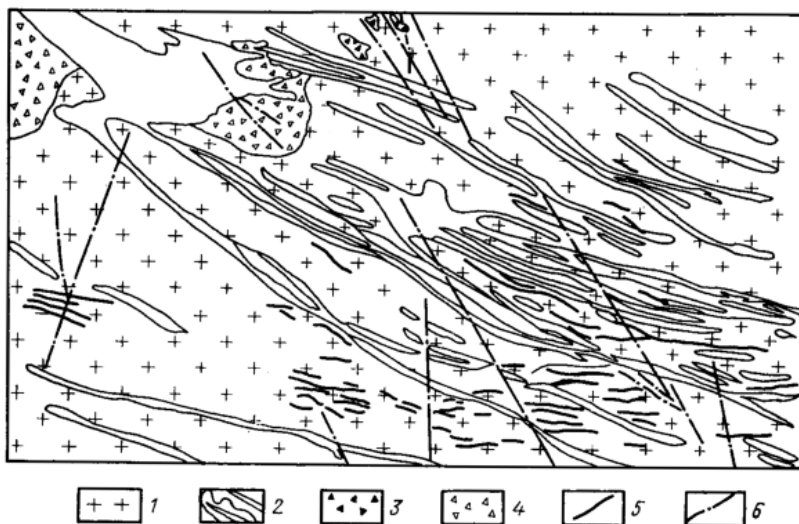
Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Вольфрам мен молибденнің эндогендік кенорындары скарндық, плутоногендік және жоғары-орташа температуралы гидротермалық түрлерге бөлінеді. Шашылымдық кенорындар ТМД елдерінде бұл металдардың негізгі көзі саналмайды.

Шетелдерде вольфрам өндірісі мен қорының жетекші рөлін скарндық (қоры 60% және өндірісі 55%) пен гидротермалық (қоры мен өндірісі 40%) кенорындар атқарады. Кейбір шашылымдық кенорындар да өнеркәсіптік мәнге ие (қоры 0,8%, ал өндірісі 3,2%). Молибденнің өндірісі мен қоры штокверк (порфир) кенорындарда шоғырланған (қоры 97%, өндірісі 99%). Кенорындардың басқа өнеркәсіптік-генетикалық типтерінің үлесіне молибден концентратының 1% жуық мөлшері ғана тиеді.

Гидротермалық плутоногендік жоғары температуралы кенорындарда молибденит, вольфрамит, касситерит, флюорит және т.б. минералдар бар. Олар кварц желілері мен грейзен белдемдерінен тұрады. Кенорындар кеңістікте гранитоид массивтерінің апикал бөліктерімен байланысты және олардың ішкі және сыртқы жапсар белдемдерінде орналасады. Руда күрт еңіс желілерді, құбыр тәрізді денелерді, штокверк белдемдерін құрайды. Денелердің ұзындығы мен қалыңдығы шамалы, руда секпілді бітімді. Молибденнің мөлшері 0,3-2%, WO_3 0,3-0,5% шамасында өзгереді. ТМД аумағында бұл типті кенорындарға Джида, Белуха, Бекука, Шахтама (23.6-сурет), Бом-Горхан, Жирикен (Забайкалье), Қазақстандағы Шалғия мен Жоғарғы Қайрақты

жатады. Шетелдерде мұнай кенорындар Португалия, Норвегия (Кнабен), ҚХР (Лян-душань, Шанпин), Маңғолия (Тумен-Цокто), АҚШ (Квеста), Канада (Ред-Роуз) және т.б. елдерде бар.



23.6-сурет. Шахтама кенорнының геологиялық сұлбасы:

1 – гранит пен граносиенит; 2 – соңғы юра лампрофир, диорит-порфирит, гранодиорит-порфир дайкалары; 3-4 – брекчиялар: 3 – эрупциялық, 4 – биотиттенген гранит; 5 – кварцты руда желілері; 6 – жарылымдар

Гидротермалық плутоногендік орташа температуралы молибден мен мыс-молибден (порфир) рудасының кенорындары қышқылдау гранитоидтардың ірі интрузивтерімен, сондай-ақ гранит-порфир штоктарымен және дайкаларымен байланысты. Рудаланудың орналасуын аймақтық жарылым мен жарықшақтар тоғысқан жүйелер бақылайды. Руда штокверк пен желішікті-секпілді белдемдер жасайды. Олардың бітімі секпілді және желішікті, басты минералдары – молибденит, халькопирит пен кварц; қосымшалары – борнит, солғын кен, сфалерит, галенит, карбонаттар. Рудада молибден мен мыстан басқа рений, селен, теллур, висмут, алтын мен күміс байқалады. Молибденнің мөлшері 0,005-0,07%, мыс – 0,5-2%. Кенорындардың қоры 300 мың т-ға жетеді. ТМД аумағында бұл типке Қоңырат, Бозшакөл (Қазақстан), Қалмақыр (Орта Азия), Каджаран, Агарак (Армения), Сор (Батыс Сібір) кенорындары жатады. Шетелдердегі ірі кенорындар – Медет (Болгария), Майданек (Югославия), Эрденет (Маңғолия), Кляймакс, Бингем (АҚШ), Токенама (Перу), Чукикамата (Чили).

Скарндық кенорындар карбонат қатқабаттарды жарып өткен қышқылдау гранитоидтармен генетикалық және кеңістікте байланыста. Руда минералдануы тікелей жапсар белдемінде шоғырланып, анартас-пироксен скарндармен ассоциацияланады. Сыйыстырушы таужыныстарға мүйізтас, тақтатас, мәрмәр скарндалған карбонат түзілімдер жатады.

Секпілді руда ірі құбыр тәрізді және күрделі денелерді, қабат тәрізді жатындарды, желілер мен линзаларды құрайды. Негізгі руда минералдарға шеелит (кейде молибдошеелит) пен молибденит жатады, сонымен қатар пироксен, анартас, сульфид минералдар болады. Шеелит скарндар құрамында шашыранды секпілдік түрінде байқалады. Рудадағы Мо мөлшері 0,05-0,3%, WO_3 – 0,5-1%. Руда құрамында бұл металдардан басқа висмут, алтын, күміс, қалайы, мыс, күшәла, мырыш болады. Кенорындарда молибденнің қоры жүздеген мың т, WO_3 – ондаған мың т.

Бұл типке ТМД аумағында Тырныауз (Кабардин-Балкар), Ингичке, Чорух-Дайрон, Майхура (Орта Азия) кенорындары жатады. Шетелдердегі ірі кенорындар – Санг-Донг (Корея Республикасы), Азгур (Марокко), Пайн-Крик (АҚШ).

Кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Қараоба вольфрам-молибден кенорны – Қарағанды облысы Жаңаарқа ауданында, Қаражал қаласынан оңтүстікке қарай 100 км жерде орналасқан. Оны 1946 ж. топограф Г.Н.Жованов ашқан, барлау жұмыстарын О.А.Синев, Б.В.Ершов, Е.Д.Белякова және т.б. жүргізіп, Г.Н.Щерба, Л.П.Ермилова, А.Н.Строганов, К.А.Мухля, А.В.Кудряшов, Н.П.Сенчило, Т.М.Лаумулин зерттеген. Кенді алаң қызыл түсті фран құмтасы мен конгломератынан, фамен әктасынан, оларды жапқан турне терригендік-карбонат қатқабатынан тұрады. Оларды диабаз-порфирит, флюидтік дацит-риолит дайқалары мен силл тәрізді денелері жарып өткен. Кейінірек Қараоба лакколитінің көп фазалы граниті қалыптасқан, оның өлшемі 6х12 км, жобасының тереңдігі 0-1200 м. Массивтің субмеридионал созылған шығыс қырқасында кенорынның негізгі кенді бөлікшелері орналасқан. Кенорынның минералдық құрамы әртүрлі, мұнда 110-нан аса минерал белгілі. Негізгі өнеркәсіптің минералдары – вольфрамит пен молибденит, мәні төмендеулерге жататындар – касситерит, топаз, козалит, берилл мен флюорит. Бейруда минералдар – кварц, микроклин, мусковит, серицит. 50 грейзен денесінің 10-нан астамы өнеркәсіптік. Олардың ұзындығы ондаған м-ден 800 м-ге дейін, қалыңдығы 1-2 м. Олардан кейінгі кварц-вольфрамит желілерінің (саны 100-ге жуық) орташа ұзындығы 600-900 м, қалыңдығы 0,5-0,7 м-ден 2,0 м-ге дейін, тік бағытта 500 м аралығында таралған. Рудалы белдемділік тік бағытта да, латерал бойынша да біршама айқын білінеді. Екі типті: желілік және штокверктік руда бөлінеді. Желілік типте вольфрам 0,735%, висмут 0,101%, молибден 0,03%. Штокверкте – вольфрам 0,115%, висмут 0,014%, молибден 0,015%. Руда құрамында қалайы, бериллий, күміс, тантал, ниобий, скандий, селен және теллур бар. Кенорын орташа масштабты, терең горизонттарда жерасты тәсілімен игеріледі.

23.7. Алюминий

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Алюминий өзінің жеңілдігі, жақсы электр өткізгіштігі, коррозияға төзімділігі мен механикалық беріктігіне байланысты авиацияда, автомобиль мен кеме жасауда, электротехникалық өнеркәсіпте, тұрмыстық заттар жасауға қолданылады.

Әлемдік өндірісте алюминийден алынатын 500 -ден астам бұйым белгілі. Алюминий барлық металдармен (қорғасыннан басқа) қорытпалар мен химиялық қосылыстар жасайды.

Геохимиясы мен минералогиясы. Алюминийдің кларкі 8,05 %. Оның А.П. Виноградов бойынша жер қыртысындағы массалық концентрациясы (%): ультраанегізді таужыныста 0,45, негізде – 8,76, орташада – 8,85, қышқылдыда – 7,7, шөгінділерде – 10,45. Алюминийдің жоғары мөлшері сілтілі қатар таужыныстарымен байланысты. Мәселен, сілтілі нефелинді таужыныстарда алюмототықтың мөлшері 22-25% болып, осыған байланысты бұл таужыныстар алюминий рудасы саналады.

Алюминий 250 минералдың құрамына кіреді. Олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге ие болатыны (Al_2O_3 , %):

бемит пен диаспор	$Al_2O_3 \cdot H_2O$ (85);
гиббсит (гидраргиллит)	$Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ (65,4);
нефелин	$Na[AlSiO_4]$ (34);
алунит	$KAl_3[SO_4]_2 \cdot (OH)_6$ (77).

Алюминий алуға кианит, силлиманит, андалузит пен каолинит перспективалы саналады.

Рудасының типтері мен кондициялары. Алюминий өндірісі үшін ең маңызды руда – боксит. Ол алюминий, темір гидроксидтерінен, саз минералдарынан және кремний тотықтан тұрады. Басты минералдары бойынша бемит, диаспор, гиббсит және комплексті боксит түрлері бөлінеді. Бітімі бойынша олар тасты, қопсық, оолитті, ноқатты, брекчия тәрізді, яшма тәрізді болады. Бокситтегі алюмототықтың минимал өнеркәсіптік мөлшері 25%, $Al_2O_3 : SiO_2$ қатынасы (кремний модулі) 2,6-дан асады. SiO_2 -ден басқа зиянды қоспаларына TiO_2 , S, CO_2 , V, Cr, Ca, Cu, Fe^{2+} , органикалық зат жатады. Бокситтен алюминий өндірген кезде алдымен алюмототық алады, содан кейін оны металл алюминийге дейін тотықсыздандырады. Бұл процесс энергияны өте көп қажет етеді.

Алюминийдің басқа шикізат көздері ретінде нефелинді сиенит, алунит, саздың кейбір сорттары, анортозиттерді пайдалануға болады. Нефелинді сиенитте алюмототықтың минимал өнеркәсіптік мөлшері 22%, Fe_2O_3 максимал мөлшері 7,5% болу керек.

Қоры мен өндірісі. Шетелдерде алюминийдің басты шикізаты – бокситтің жалпы қоры 57 млрд т, ал анықталғаны 26,2 млрд т деп бағаланады. Қордың 90% шамасы тропик белдеудегі елдерде шоғырланған. Оның 75% көлемі Австралия, Гвинея, Бразилия, Суринам, Ямайка, Индия, сондай-ақ Грекия мен Францияның үлесіне тиеді. Бокситті 28 ел 74,3 млн т көлемінде өндіреді. Өндірістің 80% көлемін Австралия, Ямайка, Гвинея, Суринам, Гайана, Грекия, Франция, АҚШ береді. Алюмототықтың әлемдік өндірісі (ТМД елдерін санамағанда) 23-27 млн т, алюминийдің – 10-12 млн т болады.

Металл алюминийдің 1 тоннасы \$1900±200 шамасында.

ТМД елдерінде алюминий өндірісінің қуатты шикізат базасы бар. Бокситтің негізгі кенорындары орналасқан жерлер: Солтүстік және Оңтүстік Орал, Батыс және Шығыс Сібір, Қазақстан (Арқалықтағы Амангелді кенорындар тобы), Ленинград

облысы. Нефелин рудасының кенорны Қола түбегінде, Сібірде және Қазақстанда бар.

Боксит кенорындары қорының шамасы бойынша (млн т) өте ірі (>100), ірі (50-100), орташа (15-50) және ұсақ (<15) болып бөлінеді.

Қазақстанда алюминий шикізаты ретінде ең көп таралғаны – боксит. Анықталған 200 кенорын мен кенбілінімдердің есепке алынғаны негізінен платформалық типті 50-ден астам кенорынның боксит қоры. Осы кенорындардың ішіндегі ірілері: Краснооктябрь, Белинское, Тауынсор, Шығыс Аят, Көктал, Наурызым, Жоғарғы Ашут (бітуге жақын), Арқалық (игеріліп біткен). Аталған кенорындардың барлығы Торғай ойысында орналасып, Батыс Торғай, Шығыс Торғай (Амангелді) және Орталық Торғай бокситті аудандарын жасайды. Осы аудандар бойынша баланстық қордың үлесі – 82,8; 10,4 және 6,7%. Қазіргі кезде Батыс және Шығыс Торғай (Амангелді) аудандарының кенорындары игерілуде. Оларда өндірілген боксит Павлодар алюминий (алюмототық) заводына жеткізіледі.

Сапасы бойынша амангелділік боксит Қазақстанда ең жақсы саналады. Бірақ Амангелді ауданында жоғары сапалы боксит қорын толықтыру перспективасы шектеулі. Дегенмен Батыс Торғай ауданында сапасы жағынан амангелділікке жақын келетін бокситті іздеу көкейтесті мәселе, ол Павлодар заводындағы технологияға байланысты туындап отыр. Орталық Торғай ауданы кенорындарының (Батыс Обаған, Приозер, Құсмұрын, Наурызым, т.б.) бокситін басты резерв деп қарастыруға болады. Олардың шикізаты комплексті (жоғары темірлі және жоғары титанды боксит рудасы). Өндеудің қалдықсыз жаңа технологиялық сұлбасын әзірлеуді қажет ететін бұл рудадан темірлі-титанды және алюмототықты өнімдер айырып алуға болады. Бұл бағыттағы жұмыстардың алғашқы нәтижелері үміттендірерлік. Осының негізінде Орталық Торғай ауданын алюмототық өндіретін жаңа кәсіпорынның өзіндік шикізат базасы болуы мүмкін деп қарастыруға болады.

Басқа аудандарда Талды Ащысай (Мұғалжардағы жалпы қордың 2,1% бөлігі) және ұсақтау Майбалық, Қонарлы, Ақмола мен т.б. (Орталық Қазақстан), Фогелевка (Рабат), Ордабасы, Құтырған мен т.б. (Оңтүстік Қазақстан) боксит кенорындары белгілі.

Сондай-ақ, Қазақстанда алюминий шикізатының бейбоксит түрлерінің ірі қоры жоғары алюмототықты тақтатастар (кианит, андалузит, т.б.) мен каолинитті саздарда, сонымен қатар алунит пен нефелин-апатитті рудада шоғырланған.

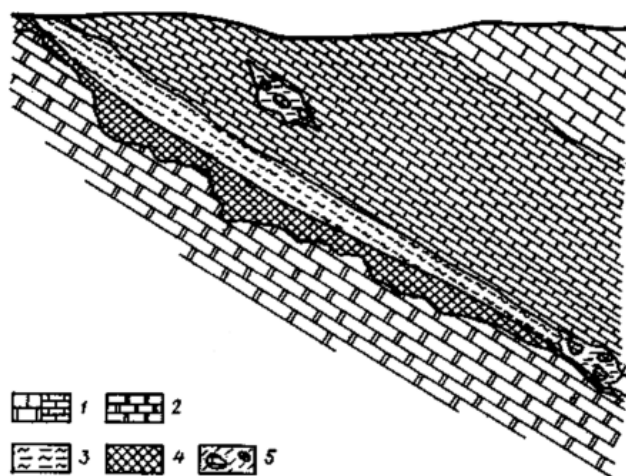
Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Алюминий кенорындарының негізгі типтері мыналар:

1) бокситтің қабат тәрізді латериттік кенорындары: Боке (Гвинея), Висловское (Белгород облысы, КМА), Индия платформасының және Бразилия қалқанындағы кенорындар;

2) бокситтің линза және қабат тәрізді латериттік-шөгінді кенорындары: Уэйна (Австралия), Верхне-Ворыквинское (Ресей), Суринам, Гайана, Гвиана кенорындары;

3) бокситтің қабат тәрізді карбонат қатқабаттардағы шөгінді кенорындары: Солтүстік Орал кенорындар тобы (23.7-сурет), Ямайка түбегі, Франция, Венгрия, Грекия кенорындары;



23.7-сурет. СОБА Калыинск кенорнының геологиялық қимасы (Н.А. Быховер бойынша): 1 – 2 – әктас: 1 – жабындық, 2 – табандық; 3 – жатын жабынының сазды тақтатасы; 4 – боксит; 5 – карстталған бөлікше

4) бокситтің терригендік қатқабаттардағы қабат тәрізді шөгінді кенорындары: Солтүстік Онега тобы (Иксинское, т.б.), Амангелді тобы (Арқалық, т.б.), ТМД елдерінде басқа кенорындар тобы;

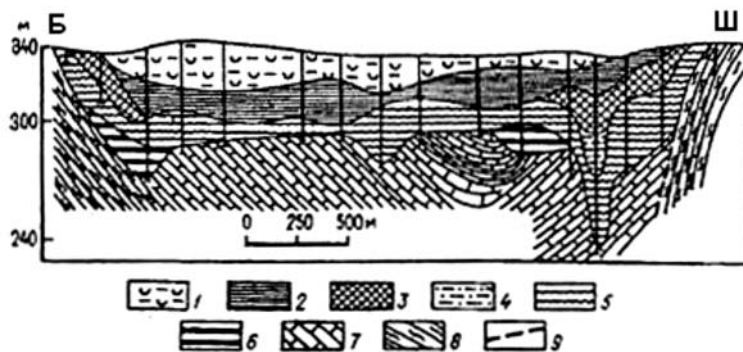
5) нефелинді таужыныстар мен алунит кенорындары.

Алюминий кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Арқалық боксит кенорындар тобы Арқалық қаласының маңында орналасқан. Бұл топқа бес оқшауланған кенорын кіреді: Арқалық, Солтүстік, Жоғарғы Ашут, Төменгі Ашут пен Үштөбе. Аудан мен кенорындар геологиялық құрылысына прекембрий, палеозой, мезозой, мен кайнозой таужыныстары қатысады. Қатпарлы іргетас прекембрий мен палеозойдың метаморфтық, магмалық және шөгінді таужыныстарынан тұрады. Қарқынды шайылған қатпарлы іргетастың бейтегіс бетінде құм-саз жаралымдардан тұратын мезозой-кайнозой түзілімдері көлбеу жатады (23.8-сурет).

Палеогеннің бокситті арқалық свитасы төменгі жағында құм-саз түзілімдерден тұрады. Олардың үстінен тас, қопсық, кепкен және саз бокситтер орналасады. Бокситтер көлбеу бағытта гиббситті каолин саздарымен фациялық ауысады. Боксит кенорындары фран ярусның құмтақтатас қатқабаттары мен фаменнің карбонат таужыныстары жапсарының белдемінде орналасқан. Боксит жатындарының көпшілігі жапсарлық карст-қазаншұңқыр типіне жатады, ал кейбір ұсақ жатындар карст типіне жатады.

Амангелді тобындағы кенорындар бокситін өнеркәсіптік игерудің геологиялық факторларын Жоғарғы Ашут кенорнының мысалында қарастырады. Руда денелері кенорында қабат және линза тәрізді жатындардан тұрады. Олардың (барлығы 23 дене) еңістік бұрышы 0-ден 40°-қа дейін, орташа мәні 25°. Олардың ауқымында руда денелерінің еңістік бұрышы мен созылу азимуты да өзгермелі болады. Кенорынның тереңдігі 15-120 м.



23.8-сурет. Арқалық кенорнының геологиялық қимасы:

- 1 – жасыл-сұр неоген сазы; 2 – ала-құла түсті палеоген сазы; 3 – тас, қопсық және саз боксит; 4 – көмірлі-алюмототықты таужыныс; 5 – руда астындағы саз;
6 – мору қыртысының сазы; 7 – жоғарғы девон-төменгі карбон әктасы;
8 – жоғарғы девон құмды-сазды тақтасы; 9 – жарылым бұзылыстар

Руда денелерінің сыйыстырушы таужыныспен жапсарының сипаты аспалы қапталы бойынша да, жатқан қапталы бойынша да анық емес. Денелердің қалыңдығы 1-20 м аралығында өзгереді, орташасы 5-6 м. Қалыңдығының өзгергіштігі руда денелері ауқымында да, олардың жекелеген технологиялық блоктары ауқымында да әркелкі. Руда денелерінің пішіні мен ішкі құрылысының күрделенуі бунақтар, кенсіз ойдымдар, бейкондициялық қабатшалар болуына байланысты. Жарылымдық типті тектоникалық бұзылыстар жоқ десе де болады. Денелердің жұқалану сипаты негізінен күрделі.

Бокситтегі негізгі рудажасаушы минералдар – гиббсит, гематит пен каолинит, ал қосымшалары – галлуазит, кварц, гетит, рутил, гипс, кальцит және т.б. Бокситтің химиялық құрамы мынадай (%): Al_2O_3 46,42-57,11; SiO_2 9,57-14,54; Fe_2O_3 11,2-14,6. Бокситте серіктес элементтер ретінде барий мен галлий кездеседі. Рудадағы зиянды компоненттерге SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO, S пен CO_2 жатады. Негізгі компоненттер таралуы вариация коэффициенті бойынша біркелкі ($V=10-40\%$). Негізгі компоненттердің руда денесі ауқымындағы таралу өзгергіштігі едәуір (20-50%), ал технологиялық блоктар ауқымында шамалы (20%-ға дейін).

Кенорында тік бағыттағы белдемділік білінеді, ол тереңге қарай Al_2O_3 пен SiO_2 мөлшерінің артуына және Fe_2O_3 мөлшерінің азаюына байланысты. Боксит рудасы мынадай сорттар мен типтерге бөлінеді: 1) гидрoхимиялық (байерлік); 2) біріккіштік;

3) металлургиялық; 4) түрпілік. М.Продьяконов бойынша руданың беріктігі 1,5-6; аспалы қапталдағы таужыныстардың – 1-1,5; жатқан қапталдағы таужыныстардың – 1. Боксит рудасының орташа тығыздығы оның типтері бойынша мынадай (т/м³): тас руда – 2,5; кепкен – 1,8; сазды – 1,8. Руданың ылғалдығы орташа алғанда 15%.

23.8. Мыс

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Мыс жақсы электр- және жылуөткізгіштік, химиялық төзімділік, майырылғыштық, созылғыштық қасиеттерімен сипатталады. Сондықтан өнеркәсіптің түрлі салаларында: электротехника мен байланыс құралдарында (50%), машина жасауда (25%), құрылыс, тамақ пен химия өнеркәсібінде (25%) пайдаланылады. Мыстың қалайымен, қорғасынмен, алюминиймен, кремниймен, бериллиймен (қола), мырышпен (жез), никельмен (мельхиор) және т.б. қорытпалары кеңінен белгілі.

Геохимиясы мен минералогиясы. Мыстың кларкі 0,01%, концентрациялану коэффициенті 200. Оның жоғарғы мөлшері қышқылдау гранитоидтарға, негізді таужыныстарға және кейде қышқылды граниттерге тән. Мыстың 240 минералы белгілі. Олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге ие болатындары (Cu, %):

сомтума мыс	Cu (~100);
халькопирит	CuFeS ₂ (34);
борнит	Cu ₅ FeS ₄ (63);
ковеллин	CuS (66);
халькозин	Cu ₂ S (79,8);
солғын кен	Cu ₃ (AsSb)S ₃ (52–57);
куприт	CuO ₂ (88,8);
малахит	Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂ (57,4);
азурит	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂ (55,3);
хризоколла	CuSiO ₃ nH ₂ O (36,1).

Рудасының типтері мен кондициялары. Мыс рудасы екі өнеркәсіптік типке бөлінеді: сульфид және оксид. Мыстың 90%-ы сульфид рудадан балқытып алынады. Қалған бөлігі сомтума мыс, оксид, карбонат және т.б. руданың үлесіне тиеді. Мыс рудасынан қосымша молибден, мырыш, қорғасын, алтын, рений, кадмий, индий, висмут, никель, кобальт, платиноидтар, селен, теллур, күкірт және т.б. айырып алынады. Олардың бағасы көбінесе негізгі компонент мыстың бағасынан асып келеді. Мыс рудасына қойылатын талап оның құрамына, қорының масштабына және кенорындарды игеру тәсілдеріне байланысты. Монометалды ұсақ кенорындар мыстың мөлшері 2-3% болғанда игеріледі. Ірі кенорындарда ол 1%-ға дейін төмендеуі мүмкін. Руданы ашық тәсілмен өндіргенде 0,5%, ал ірі комплексті кенорындарда 0,3%-ға дейін азаяды.

Қоры мен өндірісі. Мыстың жалпы әлемдік қоры (ТМД елдерін қоспағанда) 843 млн т, барланғаны – 466 млн т. Барланған қордың негізгі бөлігі АҚШ пен Чили

(әрқайсысында 85 млн т-дан), Замбия мен Канада (29 млн т-дан), Конго (25 млн т) мен Перу (27 млн т) кенорындарының үлесіне келеді. Мыс әлемнің 37 елінде өндіріледі. Оның мөлшері 6,3 млн тоннаға жетеді; негізгі бөлігін (80%) АҚШ (1,1 млн т), Чили (1,4 млн т), Канада (0,8 млн т), Замбия, Конго, Австралия, Перу, Филиппин өндіреді.

1 т мыстың құны әлемдік биржада соңғы кезде \$6500±1500 шамасында.

Қазақстан мыс рудасының қоры бойынша әлемде алдыңғы орындардың бірін алады. 30 кенорынның баланстық қоры бекітілген. Олардың ішінде қоры мен пайдалы қазбасының жиынтығы бойынша бірегейі – Жезқазған. Ол республика мыс руда өнеркәсібінің ең үлкен шикізат базасы.

Ірі кенорындарға жататындар – Қоңырат, Ақтоғай, Айдарлы, Жаман Айбат, Бозшакөл, Көксай, Қасқырмыс, Нұрқазған (Самара) кенорындары. Жалпы саны 70-ке жуық кенорынның дербес мыс рудалығына 30-ы жатады, қалғандары – комплексі, яғни құрамында мыс бар кенорындар. Мыс кенорындарының негізгі (өндіру бойынша) геологиялық-өнеркәсіптік типтеріне жататындар: мысты құмтас (58%), мысты колчедан (17,1%), мысты-порфир (8,2%), скарндық (4,1%) және т.б. (Поletaев, 1996 ж.). Қордың жалпы балансында мысты құмтас типті руданың үлесі 42%, мысты-порфирдің – 42%.

Мысты құмтас кенорындары – Жезқазған, Жаман Айбат, Сарыоба, Итауыз, т.б. Орталық Қазақстанда орналасқан. Мысты-порфир кенорындар – Орталық Қазақстанда (Қоңырат, Бозшакөл, Борлы, Нұрқазған, Қызылту, т.б.) және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанда (Көксай, Ақтоғай, Айдарлы, Қасқырмыс, Восток I-IV). Мысты колчедан кенорындары арасында Мұғалжарда – 50 Октябрь атындағы, Ормаңы, Авангард, Аралша, т.б.; Шыңғыста – Ақбастау, Құсмұрын кенорындары бөлінеді. Мысты скарн типті кенорындардың ең белгілері – Саяқ, Қаратас, кварц-сульфидтілердің (мысты желілер) – Шатырқұл, Жайсан.

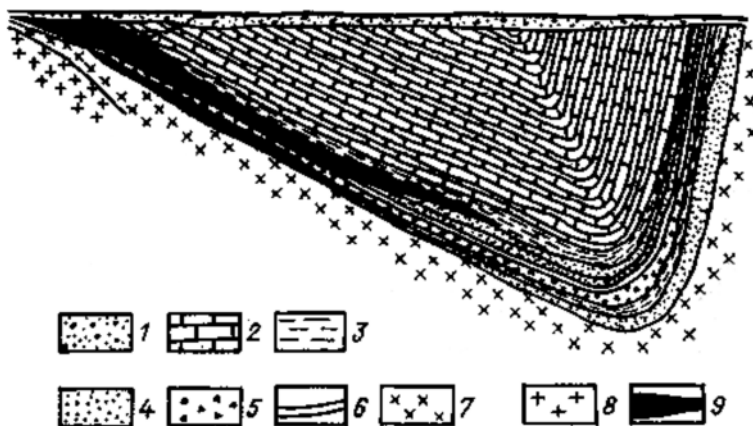
Қазақстанда аталған негізгі типті кенорындармен қатар мысты-никельді (Максұт, Қойтас, Қамқор), мысты-цеолитті “желек” типті (Темірлік) және т.б. бар.

Өнеркәсіптік жаңа кенорындарды анықтау бойынша Қазақстанның болашағы әлі маңызды. Қазір республиканың мыс өнеркәсібі шикізат базасымен қамтамасыз етілген. Бейбелсенді қордың біршама бөлігі (мардымсыз мысты-порфир руда) игерілуі жағынан проблема туындайды.

Мыс кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Мыстың өнеркәсіптік кенорындары арасында генетикалық белгілері бойынша магмалық, гидротермалық плутоногендік, скарндық, вулканогендік, шөгінді, гидротермалық-шөгінді (стратиформдық) типтер бөлінеді. ТМД елдерінде негізгі өнеркәсіптік типтерге жататындар:

1) гидротермалық-шөгінді (қоры 34%, өндірісі 29%) – Жезқазған, т.б. (Орталық Қазақстан), Удокан (Забайкалье), ал шетелде: Предсудетское (Польша), Мансфельд (Германия), Айнақ (Ауғанстан), Роан-Антилоп, Чамбиши, Нчанга (Замбия, 23.9-сурет), Камото, Мусоши (Конго) және т.б.;



23.9-сурет. Нчанга кенорнының геологиялық кимасы (Ф.Мендельсон бойынша):
 1 – сынықты кварц пен жербеті түзілімдерінің қабаты; 2 – сазтас (аргиллит) пен доломитит; 3 – жолақты тақтатас; 4 – далашипатты кварцит;
 5 – жолақты құмтас; 6 – кварцит пен кремнийлі тақтатас; 7 – аркоз;
 8 – гранит; 9 – руда денелері

2) вулканогендік-шөгінді мыс-колчедан (қоры 17,5%, өндірісі 23%) – Дегтярь, Учалы, Гай, Сибай (Оңтүстік Орал), Уруп, Алаберды, Шамлунг (Кавказ); шетелде – Рио-Тимпо (Испания), Бор (Югославия), Эргани (Түркия), Болиден (Швеция), Кидд-Крик (Канада), Юнайтед-Верде (АҚШ) және т.б. кенорындар;

3) гидротермалық мысты-порфир (қоры 18%, өндірісі 16%) – Қоңырат, Бозшакөл, Шатырқұл (Қазақстан), Қалмақыр (Орта Азия), Каджаран, Агарак (Армения), Сор (Батыс Сібір). Шетелдерде ірі кенорындар белгілі жерлер: Болгария (Медет, Асарел), Иран (Сары-Чешме), Маңғолия (Эрденет), АҚШ (Кляймакс, Бингем), Канада (Вэлли-Копер), Перу (Токепала), Чили (Эль-Тениете, Чукикамата);

4) магмалық мыс-никельді (қоры 18%, өндірісі 16%) – магмалық ликвациялық сульфид мыс-никель рудасы жоғарыда қарастырылған (никель, кобальт кенорындары тарауында).

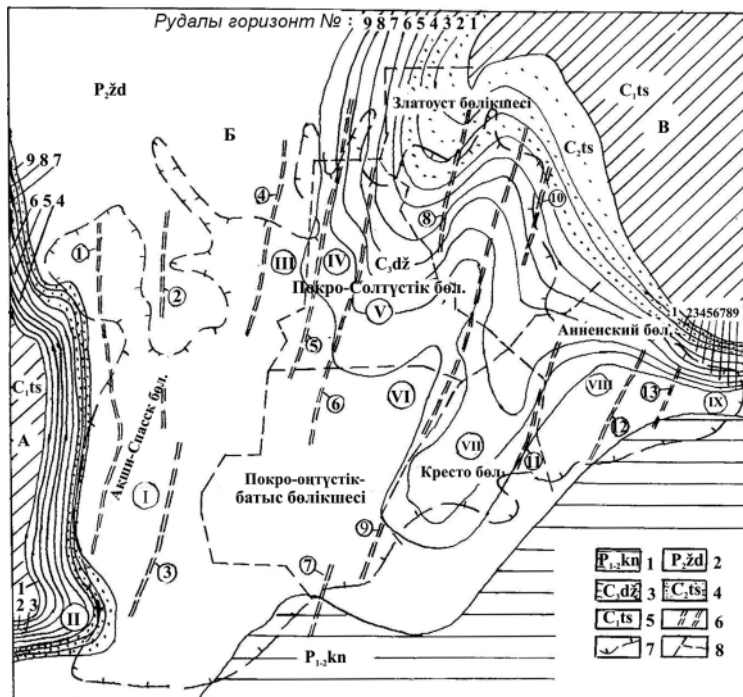
Шетелде гидротермалық мысты-порфир (қоры 65%, өндірісі 60%), гидротермалық-шөгінді (20 және 18) және вулканогендік-шөгінді мысты-колчедан (8 және 11) кенорындар басты орын алады.

Кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Жезқазған кенорны (23.10-сурет) Қарағанды облысының батыс жағында орналасқан. Кенді ауданда жоғарғы палеозой (карбон-пермь) шөгінді тау жыныстар ашылымданған. Олар созылымы солтүстік-шығыс бағытты жарылым бұзылыстармен күрделенген меридиан бағытындағы синклин қатпарын толтырады.

Жезқазған кенді қатқабаты тасқұдық пен жезқазған свиталарына, ал свиталардың құрамында тиісті кенді горизонттар мен жатындарға бөлінеді. Олардың кенорындағы геологиялық-өнеркәсіптік бөлікшелер бойынша таралуы 23.3-кестеде көрсетілген.

Кендену көп ярусты. Қабат тәрізді кен денелері сұр түсті полимиктілі құмтас горизонттарында орналасқан.



23.10-сурет. Жезказған кенорнының кен-өнеркәсіптік сұлбасы.

Бірінші реттік құрылымдар: А – Жанай антиклині;

Б – Жезказған синклині; В – Кентгір антиклині.

Екінші реттік құрылымдар: I – Спасск мұльдасы;

II – Ақши күмбезі; III – екінші блок-текше; IV – бірінші блок-текше;

V – Покро күмбезі; VI – Златоуст мұльдасы; VII – Кресто күмбезі;

VIII – Анненск мұльдасы; IX – Анненск күмбезі.

1-4 свиталар: 1 – кентгір; 2 – жиделісай; 3 – жезказған;

4 – тасқұдық; 5 – серпухов түзілімдері; 6 – флексура;

7 – руда жатындарының біріктірілген контуры.

Флексуралардың аты (дөңгелекшедегі цифрлар): 1 – бірінші Борт маңы;

2 – екінші Солтүстік; 3 – үшінші Ақши-Спасск; 4–Петро батыс;

5–Петро екінші; 6–Петро негізгі; 7 – бірінші Оңтүстік;

8 – Златоуст; 9 – Кресто; 10 – Раймунд; 11 – Карпиен;

12 – бірінші Анненск; 13 – екінші Орталық Анненск

Кендену орналасу үшін негізгі мәнге сандық пішінді брахикатпарлар ие, олар уатылу белдемдерімен күрделенген. Кен денелері әртүрлі қабаттардан тұрады. Олардың еңістік бұрышы 8° шамасында, ал флексура белдемдерінде $35-90^\circ$ -қа дейін. Еңістік бұрышының өзгергіштігі кен денелері ауқымында ұстамды болғанымен, кенорын ауқымында әртүрлі. Кен денелері 500-600 м тереңдікке дейін таралған.

Кен денелерінің геологиялық шекарасы айқын емес. Олардың контуры сынамалау арқылы анықталады. Созылымы бойынша өнеркәсіптік кендер біртіндеп, біршама таяу қашықтықтарда тысбаланыстықтармен алмасады, ал содан кейін шамалы минералданған таужыныстарға ауысады. Кен денелерінің орташа қалыңдығы 4-5 м-ден 20 м-ге дейін, кейде 40 м-ге жетеді. Қалыңдықтың өзгергіштігі жекелеген кен денелерінің ауқымында да орын алады. Кен денелерінің пішіні мен ішкі құрылысы кенді сұр түсті құмтас қабаттарының қызыл түсті сазтас-құмайтас қабатшаларымен қабаттасуы арқылы анықталады.

23.3-кесте

Жезқазған кенорнында рудалы свиталары мен кен-өнеркәсіптік бөлікшелері бойынша кен жатындарының таралуы

Свита	Рудалы горизонттың № – аты	Бөлікшелер бойынша кен жатындарының саны						
		жалпы	АС	Зл	ПС	ПОБ	Кр	Ан
жезқазған C ₃ dz	10 – Өтпелі	1	1	–	–	–	–	–
	9 – Анненск	4	4	–	3	4	3	4
	8 – Ақши	2	2	1	2	2	2	2
	7 – Кресто	3	2	1	3	3	3	3
	6 – Жоғарғы раймунд	3	3	2	3	2	2	2
	5 – Ортаңғы раймунд	3	3	3	3	3	2	2
	4 – Төменгі раймунд	2	–	2	2	2	1	2
тасқұдық C ₂ ts	3 – Покро	3	–	3	3	–	3	2
	2 – Златоуст	5	–	3	3	–	3	2
	1 – Тасқұдық	2	–	2	–	–	–	1
Барлығы		28	15	19	23	16	19	23

Кен денелерінің сыналану сипаты қарапайымнан күрделіге дейін. Флексура белдемінде жылжытушысының қосынды амплитудасы 75 м-ге дейінгі бастырма бұзылыстары дамыған.

Жезқазған кенорнының кені комплексті: басты пайдалы компоненті – мыс, елеулі мәнге иелері – қорғасын мен мырыш, ал құнды қоспалары – күміс, рений мен осмий, шамалы мөлшерде күшәла, кадмий, висмут, кобальт, сынап, алтын, никель

мен молибден бар. Кеннің минералдық құрамы біршама қарапайым. Мыстың негізгі массасы халькопирит, борнит пен халькозинде шоғырланған. Қорғасын минералдануы галениттен, а мырыш – сфалериттен тұрады. Кеннің құрамында күміс дербес минералдар (соның ішінде сомтума күміс) түрінде кездеседі немесе изоморфтық қоспалар түрінде сульфидтердің торына кіреді. Руда құрамында минерал-қоспалар ретінде пирит, марказит, арсенопирит, бетехнинит, мыс пен кобальттың арсенидтері, солғын кендер анықталған.

Руданың бітімі секпілді, жолақ және кейде шомбал. Кен минералдары құмтастың карбонат керішін алмастырады. Мыс сульфидтерінің ассоциациясы негізінен метасоматоздық жолмен кенденудің бірінші стадиясында пайда болған. Екінші стадияда мыс, қорғасын мен мырыш сульфидтері түзілген. Күміс минералдары бар желішіктер мен желі минералдары ең соңғылары болып табылады.

Негізгі компоненттердің таралу сипаты біркелкіден әркелкіге дейін (вариация коэффициенті 10-200%). Компоненттер таралуының өзгергіштігі технологиялық блоктар ауқымында күрт болады (50 %-дан астамы).

Кенорында мысты полиметалл (мыс-қорғасын) және қорғасын рудасының таралуында айқын тік бағытты белдемділік байқалады. Тотығу белдемінің қалыңдығы 100 м-ге дейін (ол қазір толық өндіріліп біткен).

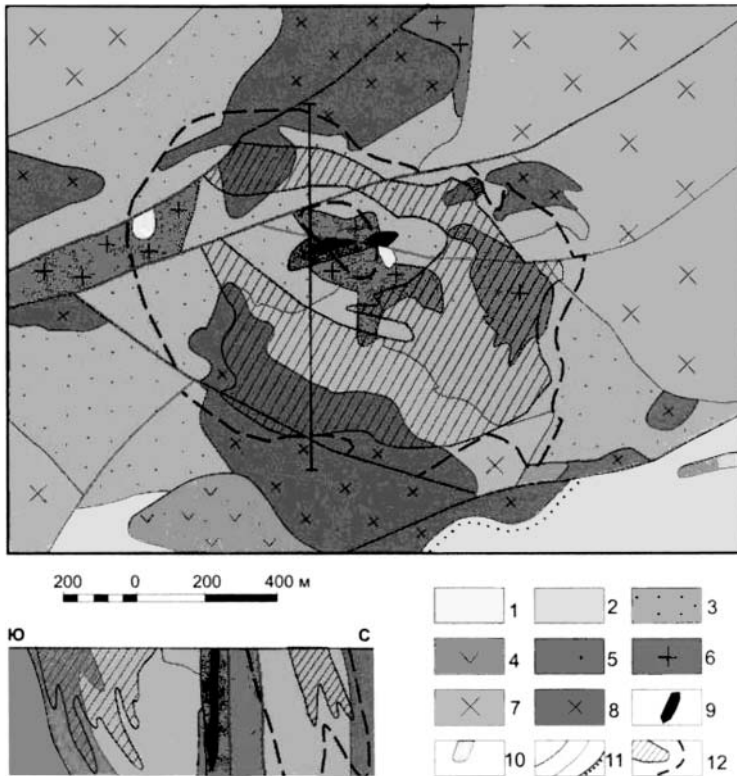
Кенорында геологиялық-технологиялық карталау кезінде руданың бес өнеркәсіптік типі (сорты) бөлінген (%): мысты-тотыққан – 17; мысты-аралас – 6; мысты-сульфидті – 74,8 мысты-тотықты – 0,4; қорғасынды – 1,8.

Кен және кенсыйыстырушы таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері олардың литологиялық типі бойынша мынадай мәндерге ие: құмтас $\sigma_c = 160-280$ МПа, $P = 2-4\%$; құмайтас $\sigma_c = 60-120$ МПа, $P = 3-5\%$; сазтас $\sigma_c = 30-60$ МПа, $P = 4-6\%$. М.М.Протождьяконов бойынша кеннің және сұр құмтастың беріктігі 14-16, жапсарлас қызыл түсті таужыныстардың – 8-10. Кен мен сұр түсті құмтас қабаттары орнықты, ал қызыл түсті жапсарлас таужыныстар (сазтас пен құмайтас) орнықсыз келеді. Руданың орташа тығыздығы оның типі (сорты) мен құрамындағы металдың (мыстың) мөлшеріне байланысты 2,5-3,0 т/м³. Руданың қопарылған массадағы кесектілігі 150-3000 мм, орташа мәні 500-700 мм руда кесектері бірікпейді және өз бетінше жанбайды, ылғалдығы 2-4%, қопсу коэффициенті 1,3-1,7.

Қоңырат кенорны Қарағанды облысында, Балқаш қаласынан солтүстікке қарай 15 км жерде орналасқан. Кенорынның геологиялық құрылысына девон жүйесі фамен жікқабатының құрамында қышқылды туфтың сирек қабатшалары бар құмтас-құмайтас кіреді. Құрамында сирек металл минералдануы бар (вольфрам, молибден және т.б.) ақшатау комплексінің аляскиттік гранитінен тұратын интрузиялық таужыныстар, сонымен қатар төменгі карбонның Тоқырау плутонының гранитоиды дамыған.

Кен денесінің пішіні төңкерілген табақ тәрізді. Дененің көлбеу проекциясының пішіні жалпайған дөңгелек тәрізді, сыртқы өлшемдері 720x1030 м, ал ішкі жағы – 180x320 м. Қоңырат кен жатынында айқын белдемділік байқалады, ол жоғарыдан төмен қарай төрт белдемге жіктеледі: тотығу, шаймалану, сульфидке қайта баю және бастапқы руда.

Қоңыраттың кені комплексті. Рудада мыс пен молибденнен (олардың қатынасы 115:1) басқа күшәла, қорғасын, мырыш, рений, таллий, галлий, селен, күміс, алтын, сүрме, теллур, индий, висмут, кобальт, никель, қалайы бар. Ілеспе элементтердің негізгі мөлшері изоморфты қоспалар түрінде болады, кейде олар өздерінің дербес минералдарын жасайды. Қазіргі кезде өндірілетін руда құрамындағы мыстың мөлшері 0,35-0,45%. Кенорынның тотығу және сульфидке қайта баю белдемдеріндегі руда саркылған.



23.11-сурет. Ақтоғай кенорнының геологиялық құрылысы:

- 1 – қолдар свитасының құмтасы, гравелиті және липарит пен дацит туфының қабатшалары;
- 2 – керегетас свитасының дацит және андезит-дацит туфы;
- 3 – керегетас свитасының мүйізтасы және мүйізтастанған порфириті мен туфы;
- 4 – андезит-дацит порфиритінің шток- және дайкатәрізді денелері;
- 5-8 – Қолдар интрузиясының гранитоиды, диориті және габбро-диориті;
- 9 – турмалинденген цементті брекчия денелері;
- 10 – кварц денелері;
- 11 – тектоникалық, интрузиялық және үйлесімсіз жапсарлар;
- 12 – руда денелерінің және шашыранды руда минералдану шекарасы

Ақтоғай кенді алаңына ірі Ақтоғай мен Айдарлы, шағын Қызылқия мысты порфир кенорындары кіреді. Ол ортаңғы-жоғарғы карбон вулканииттерінен тұратын керегетас свитасын жарып кірген Қолдар гранитоид интрузиясында орналасып, жоғарғы

карбон-төменгі пермь қолдар свитасының вулканогендік-шөгінді таужыныстарымен көмкерілген. Интрузия көп фазалы. Кендену гранитоидта, диоритте және керегетас свитасының мүйізтастанған таужыныстарында дамиды.

Ақтоғай кенорнында мыстың орташа мөлшері 0,39%, молибден – 0,01%, рений – 0,24 г/т, алтын – 0,22 г/т, күміс пен селен – 1,8 г/т. Кенді штокверк жартылай тұйықталған қалың қабырғалы эллипс, оның ядросы кенсіз, меридианға жуық бағытта 2500 м-ге созылған, ені 50-830 м. Кендену 800 м-ден асатын тереңдікте сыналанады (23.11-сурет).

Гидротермалық процесс төрт стадияға бөлінеді: сілтілі (кварцталу, калишпаттану, биотиттену, хлориттену, прениттену), қышқылды (кварцталу, серициттену, хлориттену және карбонаттану), боралюмосиликатты (турмалиндену), соңғы сілтілі (карбонаттану, цеолиттену, прениттену, хлориттену). Кенорынның өнеркәсіптік құндылығы алғашқы екі стадиямен байланысты. Соңғы екеуінде елеулі кендену байқалмайды.

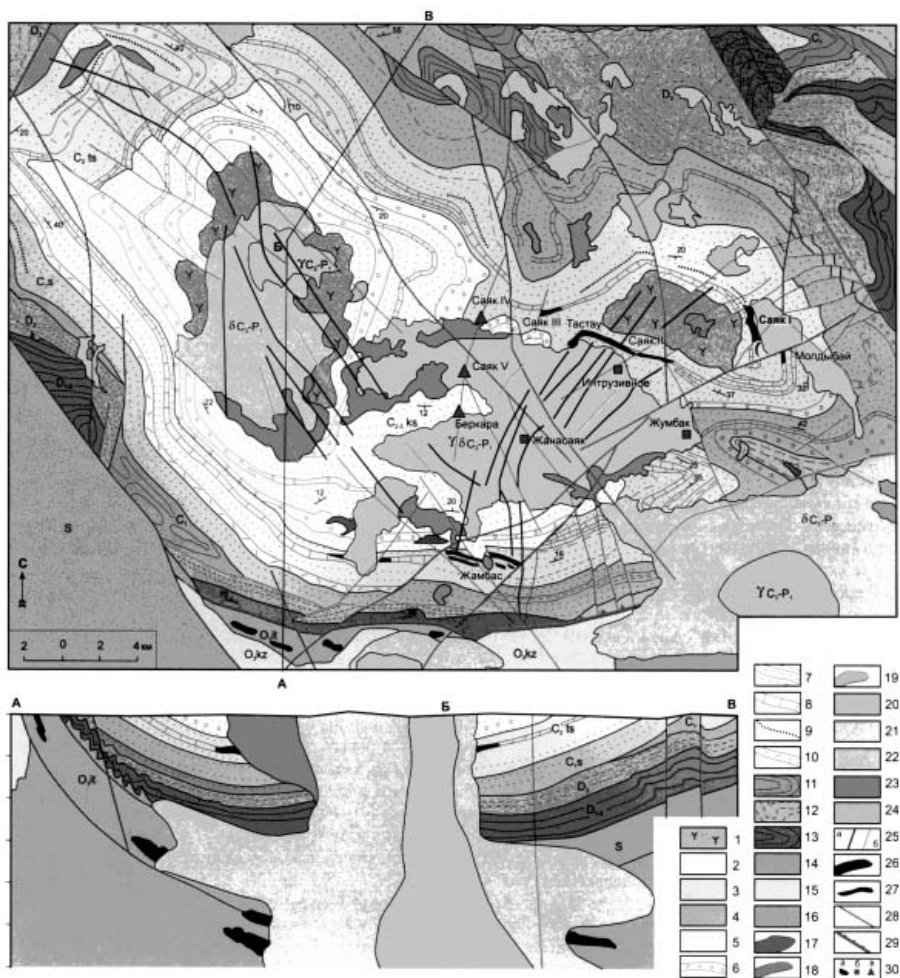
Халькопирит пренитпен тығыз байланысты. Пренит желішіктері мен ұясынан тыс жерде халькопирит сирек кездеседі. Мұнда магнетит пен пириттің сеппелері байқалады, олар әдетте күңгірт түсті минералдармен байланысты. Молибдениттің пренитпен байланысы айқын емес.

Кварц-серицитті метасоматиттердің руда минералдары пириттің мол сеппелерінен, молибдениттің сирек сеппелерінен, кейде сфалерит пен галениттен тұрады. Оларда мыстың минералдары сирек, бірақ жартылай серициттену зонасында – сілтілі стадиясының кен денелері контурында олар мол. Максимал серициттену зоналарынан шаймаланған мыс олардың жиектері бойынша түзіліп, мұнда ең қоңды мыс рудасын жасайды.

Айдарлы кенорны толығымен гранодиоритте орналасқан. Кен денесінің пішіні үш осьті эллипстік жарты шарға жақын, ол жер бетіне өзінің ең жоғарғы шетімен шыққан. Кенорынның оңтүстік бөлігіндегі терең горизонттарда ангидрит дамыған. Қарқынды ангидриттенген жерлерде пренит-халькопиритті ассоциация дамыған, елеулі мөлшерде магнетит бар.

Саяқ кенді ауданы кеңістікте біршама жекеленген скрандық кенорындарды, мысты порфир минералданған штокверк зоналарын және кварц-желілі нысандарды – Саяқ 1, Саяқ 2, Саяқ 3, Саяқ 4, Тастау, Молдыбай, Жамбас, Жұмбақ, Интрузивтік, Жаңасаяқ, Саяқ 5, Берқара және т.б. біріктіреді. Кенорындар тобы гранитоид интрузияларының ықпалындағы грабен-синклинді күрделендіретін қатпарлармен қадағаланады. Гранитоидтардағы мысты порфир нысандары жоғары деформацияланған зоналардың қиылысында орналасады (23.12-сурет).

Кенді ауданға зоналана орналасқан Cu, Mo, W, As, Bi и Pb шашырау ореолдарының кең дамуы тән. Олар негізінен гранитоид массивтері мен олардың экзожапсары ықпалындағы зоналарды қамтиды. Ең ірі Үміт ореолының зонасы солтүстік-шығыс бағытта 17 км-ге созылады, ені 4 – 6 км, ал Лебай – интрузия жұтып қойған антиклиндегі іртетастан өткен жарылым бойымен 15 км-ге созылған. Тереңде жатқан скарн-кенді нысандар қарқындылығы төмендеу ұсақ Pb, As и Cu ореолдарымен білінеді.



23.12-сурет. Саяк кенорындар тобының геологиялық позициясы (Г.П. Бурдуков бойынша): 1 – үшмола свитасы (C_{1-3}); 2-10 – саяк сериясының түзілімдері; 11-15 – $C_1 - D_{2-3}$ тау жыныстары; 14-15 – S және O_3 түзілімдері; 16 – итмұрынды свитасының (O_{3it}) кремнийлі-базальтты жаралымдары; 17-19 – субвулкандық денелер; 20-24 – $C_3 - P_1$ гранитоид интрузиялары; 25 – дайкалар; 26 – гипербазиттер; 27 – скарндар; 28-29 – жарылым бұзылыстар; 30 – $Au-Mo-Cu$ кенорындары

23.9. Қалайы

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Қалайы оңай балқығыштық, жұмсақтық, майырылғыштық, химиялық төзімділік және жоғары сапалы қорытпалар беру қабілетіне байланысты кең қолданылады. Ол ақ қаңылтыр мен фольга (өндірілген қалайының 50% шамасы),

дәнекер, қаптама, сонымен қатар баббит (үйкелісті подшипниктер үшін), типографиялық корытпа, эмаль алу үшін пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Қалайының кларкі 0,0025%. Оның А.П. Виноградов бойынша жер қыртысындағы массалық концентрациясы 0,00025%, ультра-негізді таужыныстарда – 0,00005%, негіздіде – 0,00015%, ал қышқылдыда – 0,0003% болады. Сонымен, қалайының мөлшері негізді таужыныстардан қышқылдыларға қарай күрт артады. Қалайының 20 минералы белгілі, олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге ие болатындары (Sn, %):

касситерит	SnO_2 (78,6);
станнин	$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ (27,5).

Руданың типтері мен кондициялары. Қалайыны касситерит-силикат, касситерит-сульфид және касситерит-вольфрамит рудалардан айырып алады. Қалайының мөлшері бойынша қоңды ($\text{Sn} > 1\%$), орташа (0,4-1%) және жұтаң (0,2-0,4%) руда бөлінеді. Рудадағы қалайының минимал өнеркәсіптік мөлшері түбірлік кенорындарда 0,1%, шашылымдық кенорындарда 200 г/м³.

Қоры мен өндірісі. Қалайының шетелдердегі жалпы қоры 7,3 млн т, ал анықталғаны – 4 млн т. Оның негізгі бөлігі Индонезияда (0,7 млн т), Малайзияда (0,6 млн т), Боливия мен Бразилияда (0,5 млн т), Таиландта (0,4 млн т) шоғырланған. Қалайының концентраттағы өндіріс көлемі (190 мың т-ға жетеді), ол негізінен Малайзия (63), Индонезия (29), Таиланд (34), Боливия (30), Австралия одағы (11) мен Бразилияның (7 мың т) үлесіне тиеді.

Кенорындары Қазақстанда (Сырымбет тобы), Магадан облысында, Саха Республикасында, Забайкалье, Приморье мен Қырғызстанда орналасқан. Металдың қоры бойынша кенорындар былай бөлінеді: өте ірі ($\text{Sn} > 100$ мың т), ірі (25 – 100), орташа (5 – 25) және ұсақ ($\text{Sn} < 5$ мың т).

Қалайының әлем биржасындағы құны $18\ 000 \pm 2\ 500$ \$/т шамасында.

Қазақстанда соңғы кезге дейін масштабы бойынша ұсақ бір ғана өнеркәсіптік мәнге ие Қарағайлы-Ақтас (Оңтүстік Қазақстан) түбірлік қалайы кенорны белгілі болған. Сонымен қатар, қалайы қосымша компонент саналатын Орлиногорск (Солтүстік Қазақстан) шашылымдары балансқа алынған. Солтүстік Қазақстанда қоры бойынша ірі Сырымбет пен Донецк қалайы рудалы кенорындарының ашылуы шикізат базасын айтарлықтай ұлғайтты әрі нығайтты. Оған дейін ілеспе қалайының 5 кенорны балансқа алынған болатын. Негізгілері комплексті сирек металл рудалы Қалайытапқан кенорны (жалпы қордың 70%-ға жуығы) және Қараоба, Бакенді, Юбилейное, Ахметкино кенорындары. Кейбір деректер бойынша тантал-ниобий мен кварц-вольфрамит кенорындарынан өндірілген рудадан алынған ілеспе қалайының мөлшері жылына 120-130 т-дан аспаған, ал республиканың жалпы қажеттілігі 5,0 мың т шамасында. Қалайының ең ірі тұтынушысы – Қарметкомбинат. Осылайша Қазақстанда қалайыны тұтыну оның өндірісінен асып түсетіні байқалады. Сырымбет пен Донецк қалайы рудалы кенорындарын ашу, барлау және игерумен байланысты республика өзінің қалайыға деген қажетін толық өтеумен қатар, оның өнімдерін экспортқа да шығара алады (С.Даукеев, 1994).

Кенорындардың өнеркәсіптік типтері

Қалайы кенорындары арасында генезисі бойынша мынадай өнеркәсіптік типтер бөлінеді :

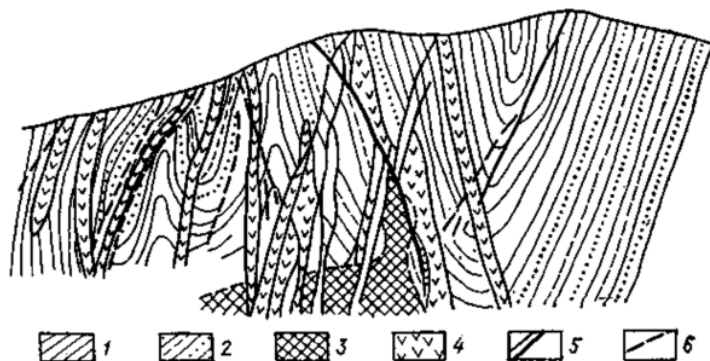
1) пегматит (әлемдік қоры 4,2% және өндірісі 3,4% шамасында) – Манано-Китотоло (Конго), Сильвер-Хим (АҚШ), Берд-Ривер (Канада). ТМД елдерінде кенорындардың бұл типі маңызды рөл атқармайды;

2) гидротермалық плутоногендік (әлемдік қоры 14,6% және өндірісі 16,2%). Бұл кенорындар екі типшеге бөлінеді:

а) касситерит-кварцты – Онон, Ималка (Забайкалье), Иульгин (Чукотка), Корнуолл (Ұлыбритания), сонымен қатар Португалия, ҚХР, Нигериядағы кенорындары;

б) касситерит-силикат-сульфид – Хапчеранга (Забайкалье), Эге-Хая, Депутатское (Саха Республикасы), Хрустальное – 23.13-сурет (Приморье, Ресей), Валькумей (Чукотка), Крофти (Ұлыбритания), Маунт-Плезант (Канада), Реннисон-Бел (Австралия), Менсон-Лод (Малайзия);

3) гидротермалық вулканогендік (әлемдік қоры 11,2%, өндірісі 9,3%) кенорындар – Смирновское, Джалинда, Хинган (Ресей), Ллалагуа, Потоси, Оруро (Боливия), Дуранга (Мексика), Акеноди (Жапония);



23.13-сурет. Хрустальное кенорының геологиялық қимасы (Ф.И.Вольфсон бойынша): 1 – құмайтпас; 2 – қабаттасқан құмтас пен құмайтпас; 3 – биотиттенген таужыныстар; 4 – дайкалар; 5 – 6 – рудалы желілер: 5 – касситерит-сульфидті, 6 – сульфидті

4) грейзен кенорындары (әлемдік қоры 6,4%, өндірісі 38%) – Этолка (Забайкалье), Экуч (Чукотка), Кестер, Бутыча (Саха Республикасы), Чапаев (Приморье), Актас (Орта Азия), Маучи (Бирма), Альтенберг (Германия), Циновец (Чехия), Лиму (ҚХР);

5) скарн кенорындары (әлемдік қоры 1,1%, өндірісі 1,2%) – Ярославское (Приморье), Майхура (Орта Азия), Питкьяранта, Кителя (Карелия), Лаочан (ҚХР), Клаппа (Индонезия), Сан-Антонио (Мексика);

6) шөгінді шашылымдық кенорындар (әлемдік қоры 62,4%, өндірісі 66,1%) – Пырकाкай (Чукотка), Депутатское (Саха Республикасы), Воскресенское (Приморье),

Кинта, Перак (Малазия), Банка (Индонезия), Ньюшипо (ҚХР), Тин-Тук (Вьетнам), Маноно-Ки-Тотоло (Конго), Баучи, Джос (Нигерия).

23.10. Қорғасын және мырыш

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Қорғасын өзінің химиялық төзімділігіне, майырылғыштығына, жұмсақтығына, ауырлығына, тығыздығына және балку температурасының төмендігіне байланысты аккумулятор (балқытып алынған қорғасынның 40% көлемі), қаптама, кабель, баббит, типографиялық қорытпа өндірісі, радиобелсенді сәуледен қорғану үшін пайдаланылады. Мырыш антикоррозиялық қасиетіне байланысты әртүрлі бұйымдарды қаптауға (40%), жез, қола, мельхиор алуға және мырышты ағартқыш бояулар өндіруге пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Қорғасын кларкі 0,0016%, мырыштың – 0,01%. Олардың түрлі таужыныстардағы мөлшері мынадай (%): қорғасын – ультранегіздіде 0,00001, негіздіде 0,0008, орташада 0,0015, қышқылдыда 0,002%; мырыш – ультра-негіздіде 0,003, негіздіде 0,013, орташада 0,0072, қышқылдыда 0,006%. Сонымен, мырыштың кларкі қорғасыннан 5 еседей артық болып шығады. Мырыштың ең жоғары мөлшері негізді таужыныс қатарымен байланысты, негізіден қышқылды таужыныстарға қарай азаяды, ал қорғасын – керісінше артады. Қорғасынның басты минералдары (Pb, %):

галенит	PbS (86,6);
джерсонит	Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄ (40,2);
буланжерит	Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁ (55,4);
бурнонит	CuPbSbS ₃ (42,6).

Мырыштың негізгі минералдары (Zn, %):

сфалерит пен вюртцит	ZnS (67);
смитсонит	ZnCO ₃ (52),
каламин (гемиморфит)	Zn ₄ [Si ₂ O ₇](OH) ₂ H ₂ O(53,7).

Бірақ рудадағы басты рөл галенит пен сфалериттің үлесінде.

Руда типтері мен кондициялары. Өнеркәсіптік кенорындарда руданың мынадай типтері бөлінеді: қорғасын, мырыш, қорғасын-мырыш және полиметалл (құрамында мыс, кадмий, германий, индий, галлий, кобальт, никель, висмут, қалайы, күшәла, селен, сүрме, т.б. бар) руда. Басты өнеркәсіптік мәнге қорғасын-мырыш және полиметалл руда типтері ие. Қорғасын-мырыш рудадағы қорғасынның минимал мөлшері 1%, мырыш – 2% болу керек. Комплексті полиметалл рудада олардың мөлшері бұдан да төмендейді. Жеке қорғасын кенорындарда оның минимал мөлшері 3%, ал мырыш кенорындарындағы рудада мырыш 5%.

Қоры мен өндірісі. Қорғасынның жалпы қоры (ТМД елдерін санамағанда) 177 млн т, мырыштың – 319 млн т, ал анықталған қоры тиісінше – 112 және 270 млн т. Барланған қорғасын (80%) мен мырыштың (75%) қоры АҚШ, Австралия мен Канадада шоғырланған. Бұл металдардың едәуір қоры, сондай-ақ Мексика, ОАР, Иран,

Испания мен Перуде бар. Қорғасынның жылдық өндірісі 2,6 млн т, мырыштың – 5 млн т шамасында; Олар шағын масштабта АҚШ, Австралия, Канада, ОАР, Перу, Мексика мен Швецияда өндіріледі.

ТМД елдерінде қорғасын мен мырыштың қоры Қазақстан, Орал, Азия, Сібір, Қиыр Шығыс пен Кавказ кенорындарына шоғырланған. Қоры бойынша кенорындардың масштабы мынадай болады: өте ірі (қоры > 2 млн т), ірі (0,6 – 2), орташа (0,2 – 0,6) және ұсақ (< 0,2 млн т).

Қорғасын мен мырыштың әлем биржасындағы құны тиісінше 1 тоннасы \$1700±200 және \$1900±200 шамасында өзгереді.

Қазақстан қорғасын мен мырыштың қоры бойынша әлемде алғашқы орындардың бірін алады. Республикада қорғасын мен мырыштың 100-ден аса кенорны анықталған. Олардың 58 кенорны баланса алынған. Соның ішінде 44 кенорында қорғасын мен мырыш бірге есептелген (Зорин, 1996).

Қорғасын қорының көп бөлігі (және өндірісі), мырыштың аз бөлігі Орталық Қазақстанда, ал мырыш пен қорғасынның қоры – Шығыс Қазақстанда (Кенді Алтай) шоғырланған. Қорғасын мен мырыштың қоры бойынша үшінші орынды Оңтүстік Қазақстан (Қаратау) алады. Маңызды өнеркәсіптік мәнге ие кенорындар:

а) *кендіалтайлық колчедан-полиметалды типті* – Риддер-Сокольное, Тишинск, Новолениногорск, Зыряновск, Малеев, Шоқпар, Грехов, Путинцев, Николаев, Ертіс, Белоусов, Новоберезовское, Артемьев;

ә) *атасулық стратиформды қорғасын-мырышты және барит-қорғасын-мырышты типті* – Жайрем, Қарағайлы, Ақжал, Ұзынжал, Бестөбе, Үшқатын, Алайғыр;

б) *мырғалымсайлық (қаратаулық) стратиформды қорғасын-мырышты типті* – Мырғалымсай, Шалқия, Талап;

в) *текелілік колчедан қорғасын-мырышты типті* – Текелі, Батыс Текелі, Яблонев, Үлкен Өсек және т.б.

Жаңа типке құнарлы тотыққан мырыш рудалы Шаймерден карст кенорны жағдайы.

Соңғы жылдары республикада 30-ға жуық қорғасын мен мырыш кенорындары игеріліп келген. Республика қорғасын-мырыш рудасын өндірудің қалыптасқан деңгейінде барланған қормен орташа алғанда 20 жылға қамтамасыз етілген, бұл әлемдік орташа деңгейге сәйкес келеді. Қазіргі алда тұрған міндет – руда базасының сапасын мардымсыз руда өндіруді қысқартып, құнарлы кенорындарды жылдам игеру арқылы жақсарту. Осы тұрғыдан алғанда Кенді Алтайда ашылған Малеев, Артемьев сияқты құнарлы кенорындар Қазақстан қорғасын-мырыш өнеркәсібінің минерал-шикізат базасын айтарлықтай жақсартады (Даукеев, 1994).

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Генезисі бойынша қорғасын мен мырыш кенорындары мынадай типтерге бөлінеді:

1) гидротермалық плутоногендік кенорындар – Садон, Згид, Холст, Кургашинкам, Нерчинск тобы (ТМД), Мадан, Руен (Болгария), Пршибрам (Чехия), Дьендешороши (Венгрия), Фрайберг (Германия), Тинтик, Ледвилл (АҚШ);

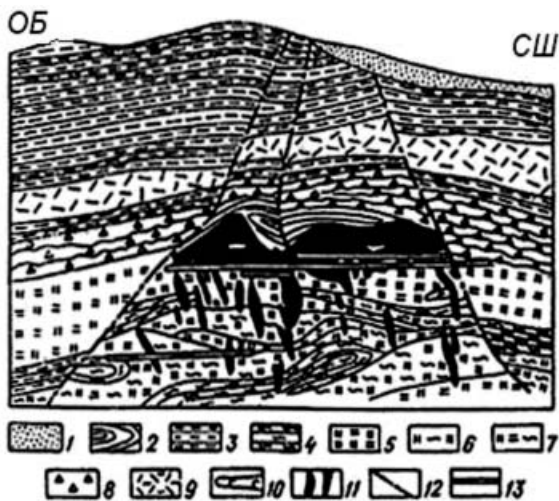
2) скарндық кенорындар – Верхнее, Дальнегорское, Николаевское (Приморье), Аксоран, Гүлшат (Қазақстан), Алтын Тапқан, Кенсай, Дарбаза (Орта Азия), Сала (Швеция), Лоуренс (АҚШ), Эль-Потоси (Мексика);

3) вулканогендік-шөгінді кенорындар – Зыряновск, Лениногорск, Малеев, Риддер-Сокольное, Тишин (Кенді Алтай), Жайрем, Текелі (Қазақстан), Озерное (Забайкалье), Холоднинское (Прибайкалье), Рио-Тинто (Испания), Фалун (Швеция), Сулливан (Канада), Брокен-Хил (Австралия);

4) гидротермалық-шөгінді (стратиформдық) кенорындар – Мырғалымсай (дұрысы Мерғалисай), Байжансай (Қазақстан), Үч-Құлаш, Сумсар (Орта Азия), Олькум, Балеслов (Польша), Три-Стейст (АҚШ), Пайн-Поинт (Канада).

Кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Лениногорск кенді алаңы Кенді Алтайда Риддер қаласының маңында. Кенорын ортаңғы девон таужыныстарынан тұрып, жарылымды бұзылыстар маңында жатады (23.14-сурет). Руда сыйыстырушылар – қышқыл туф горизонтты алмастыру жолымен жасалған кварцталған және серициттенген таужыныстар. Бұл горизонтты жабатын саз тақтатастар рудалы ерітінділердің қалқаны рөлін атқарған. Сондықтан ең қоңды руда денелері тікелей солардың астында орналасады. Сыйыстырушы таужыныстардың гидротермалық өзгерісі кварцталу түрінде білінеді. Осыдан кейін таужыныстың хлориттенуі (нашар білінеді) және серициттенуі жүріп, ал содан соң сыйыстырушы таужыныстар карбонатталған әрі бариттенген.



23.14-сурет. Лениногорск рудалы алаңы (Сокольное кенорны)

- “Победа” руда жатынының геологиялық қимасы: 1 – төрттік түзілімдері;
 2 – құмайттас; 3 – әкті құмайттас; 4 – серициттенген сазды құмайттас;
 5 – микрокварцит (мүйізтас); 6 – серицит-хлорит-кварцты метасоматит;
 7 – серицитті микрокварцит; 8 – агломератты орташа- және ірісынықты туффит;
 9 – кварцты альбитофир; 10 – диабаз, диабаз порфирит;
 11 – сульфид руда денелері; 12 – жарылымды бұзылыстар; 13 – кен үңгімелері

Кенорында қорды есептеу барысында 3200 руда денесі анықталып, олардың 200-нен кен өндірілген. Руда денелері негізінен күрделі пішінді, линза мен желілерден тұрады. Желілердің жатысы күрт еңіс, орташа еңістік бұрышы 78°. Еңістік бұрышы мен созылу азимуты кенорын бойынша да, жекелеген руда денелері мен технологиялық блоктар ауқымында да өзгеріп тұрады. Руда денелерінің қалыңдығы 2-40 м аралығында өзгереді. Денелер пішіні мен ішкі құрылысының күрделенуі таужыныс қабатшалары мен тысбаланстық руда араласуына байланысты. Денелердің жұқару сипаты күрделі. Руда денелерінің сыйыстырушы таужыныстармен жапсары аспалы қанаты бойынша да, жатқан қапталы бойынша да анық емес. Кенорында лықсымалар типті тектоникалық жарылымдар дамыған, олардың амплитудасы 90 м-ге дейін.

Лениногорск кенорны рудасының құрамы алтайлық кенорындардың барлығына тән. Олар галенит, сфалерит, халькопирит, солғын кен, кварц, барит, серицит және т.б. минералдардан тұрады. Руданың бітімі негізінен секпілді, кейде шомбал, жұрнақ-жолақты; құрылымы ұсақ түйірлі. Геологиялық-технологиялық карталау кезінде кенорында анықталған өнеркәсіптік руда типтері: тотыққан қорғасын-мырышты – 4,7%, аралас қорғасын-мырышты – 2,8%, сульфид қорғасын-мырышты – 92,5%. Сапасы бойынша руда қатардағыларға жатады.

Руданың негізгі компоненттері – қорғасын, мырыш, мыс, алтын, күміс; серіктес элементтері – кадмий мен күкірт. Рудадағы Pb, Zn, Cu таралу сипаты әркелкі, ал Au мен Ag – өте әркелкі болады. Бұл өзгергіштік руда денелері ауқымында ғана емес, сондай-ақ технологиялық блоктарға да тән. Кенорында тік бағытта белдемділік пен руданың тотығу белдемі байқалады.

М. Протодьяконов бойынша беріктік көрсеткіші: рудада 15-17, аспалы қаптал таужынысында 6-8, жатқан қапталда – 14-16. Руда мен жатқан қаптал таужыныстары орнықты, ал аспалы қаптал таужыныстары орнықсыз. Кенорынның гидрогеологиялық жағдайы күрделі. Қорғасын-мырыш рудасының орташа тығыздығы 2,73 г/см³, ылғалдылығы 5%, ал олардың қопсу коэффициенті 1,4-1,5.

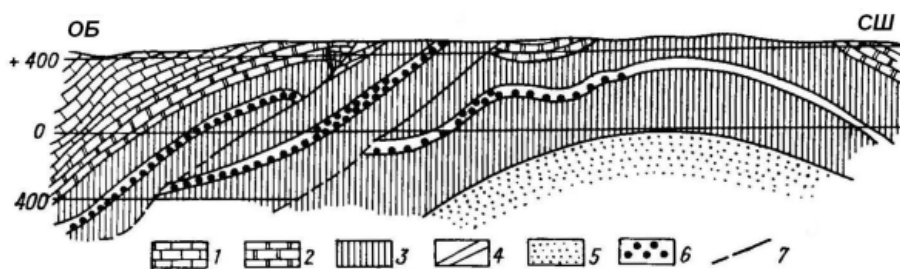
Қарағайлы қорғасын-барит кенорны – Қарағанды облысының Қарқаралы ауданында орналасқан, Қарағанды қаласымен темір жол арқылы жалғасқан. Кенорын ХІХ ғасырдан белгілі, оны М.П.Русаков, М.П.Ваганов, Ж.А.Айтиалиев, Ф.И.Вольфсон, И.В.Дюгаев, А.Ф.Лягоменко, К.М.Егембаев, Н.Р.Асатулаев, С.Хамзин, С.Е.Ильющенко, М.К.Янулова зерттеген. Кенорын Басты, Қиыр және Оңтүстік бөлікшелерінен тұрады. Өнеркәсіптік мәні бары Басты бөлікшесі, ол Үлкен және Кіші руда линзаларын қамтиды. Оңтүстік бөлікше қоры бойынша шағын.

Кенді алаң фамен шөгінді таужыныстарынан тұрады, олар құрамы бойынша төменгі және жоғарғы қатқабаттарға жіктеледі. Төменгі қатқабат (төменнен жоғары қарай) ұсақ тасмалталы конгломерат мен полимиктілі құмтастардан тұрады, олардың үстіне полимиктілі құмтас пен кремнийлі-сазды тактатастар қабаттасқан жоғарғы қатқабат үйлесімді жатады. Қима бойынша жоғары қарай негізінен кремнийлі-сазды және құмайт құрамды, туф пен әктас қабатшалары бар таужыныстар орналасады. Фамен түзілімдерін төменгі таскөмір габбро-пироксенит, гранодиорит және гранит құрамды шағын интрузиялар жарып өткен. Жасы әртүрлі диабаз және диорит-порфирит, гранит-порфир мен альбитофир дайқалары кең білінеді. Кенорын Өспен

тектоникалық белдемінде, солтүстік-батыс созылымды Қарағайлы синклинінің қанаттарында орналасқан. Әртүрлі жарылымдармен қиылған.

Кен денелері өздерін сыйыстырушы таужыныстармен үйлесімді және соған жақын, синклин қанаттарына сәйкес әртүрлі бағытта күрт еңіс (60-85°) жатады. Кен денелерінің пішіні линза және қабат тәрізді. Созылым бойынша ұзындығы 990 м-ге жетеді, еңістік бағытында 500 м-ден асады, қалыңдығы 130 м-ге дейін. Қорғасын мен мырыштың мөлшері, %: Басты бөлікшеде – 1,36 және 1,67; Қиырда – 0,95 және 1,25; Оңтүстікте – 0,81 және 2,04. Кеннің құрамында мыс, күміс және алтын кездеседі. Кен баритке бай, оның мөлшері Басты бөлікшеде 42,53%, ал Қиырда – 13,81%. Игерілгенге дейін кенорын ірі саналған, қазір Басты бөлікше кендері негізінен сарқылған соң, қалған қоры бойынша шағын нысанға айналды. Бариттің қоры бойынша орташа кенорын.

Мырғалымсай (Мерғалисай) кенорны (23.15-сурет) – Оңтүстік Қазақстан облысының Түркістан ауданында, Кентау қаласының маңында орналасқан. Оны ашқан алғашқы қазақ геологтарының бірі Мерғали Қаділбеков (1928 ж.), ал кейін Н.Л.Бубличенко, И.П.Новохатский, Л.И.Балавинский, В.С.Булыго, Д.Н.Малечник, Е.С.Зорин зерттеген. Кенді алаң қимасының негізінде ала-құла түсті көрпеш будасы, одан жоғары қарай, фамен түзілімдері, оларды жапқан турне карбонат таужыныстары орналасады. Кенсыйыстырушы таужыныстар – саз-доломитит-эктасты фамен түзілімдері (қалыңдығы 340 м-дей), олар он будаға жіктеледі.



23.15-сурет. Мырғалымсай кенорнының геологиялық қимасы: 1 – эктас (C_1); 2 – доломитит (C_1); 3 – брекчияланған эктас (D_{fm}); 4 – рудалы горизонт D_{fm} қатқабатында; 5 – аркозды құмтас (D_{fm}); 6 – желішікті-секпілді барит-қорғасын рудасының қабаттық жатындары; 7 – жарылымдар

Кенді алаңның негізгі құрылымдық элементі – Мырғалымсай антиклині, ол солтүстік-батыс бағытта бағдарланған, ұсақ қатпарлармен және жарылымдармен күрделенген. Кен екінші таспалы будада шоғырланған. Буда құрамында қабат пішінді үш: Негізгі, Аралық және Параллель кен жатындары бөлінеді. Олардың созылымы бойынша ұзындығы 6,3-10,9 км, еңістігі бойынша – 1,5-1,9 м, қалыңдығы – 7,5-13,6 м (орташасы 9,8 м). Негізгі кен жатыны буданың төменгі жартысын қамтып, барлық кенді алаң бойынша созылады. Оның құрамында барит пен қорғасынның негізгі қоры шоғырланған. Параллель жатын буданың жоғарғы бөлігін қамтиды, қорғасын кені жұтаңдау. Аралық жатын құрамында жұтаң қорғасын минералдануы бар.

Руданың басты минералдары: барит, галенит, доломит, кальцит; қосымша минералдары – сфалерит, пирит, халькопирит, арсенопирит, гематит, аргентит және т.б. Руда қабатты-сеппе, ырғақты-қабатты, сеппе-желішікті. Кенді алаңның остік белдемінде екінші таспалы буданың барлық қалыңдығы бойынша барит кенденуі анықталған. Ол монобарит ядросын жасайды, бариттің мөлшері 30-60%, кей жерлерінде 70-80%. Кенорындағы қорғасынның орташа мөлшері 1,01%, мырыш – 0,63%, күміс – 23 г/т, барит – 11,6%. Барит пен қорғасынның қоры бойынша кенорын ірілердің қатарына жатады.

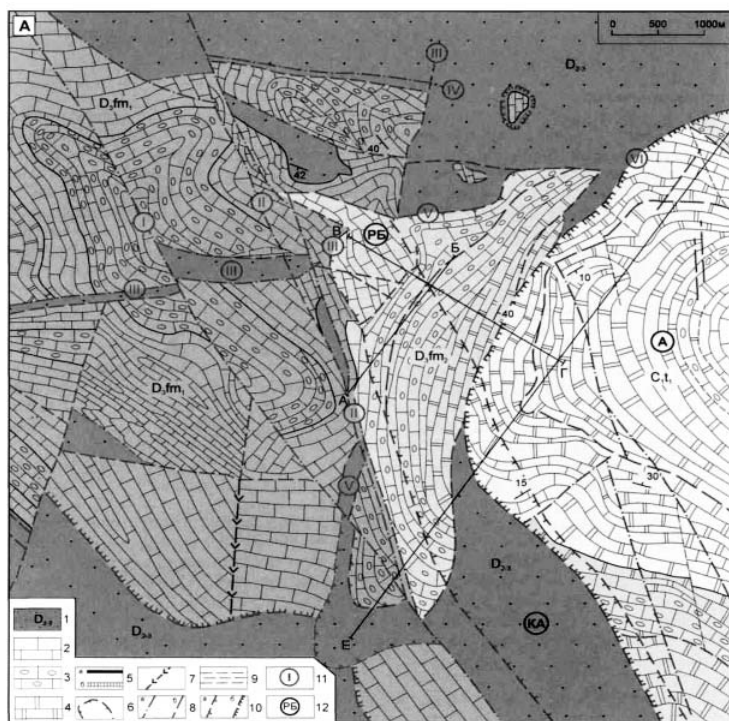
Шалқия кенорны Қаратау девон көміртектілі-кремнийлі-доломитті-эктасты күміс-барий-қорғасын-мырыш металлогениялық комплексіндегі ірі кенді нысан болып табылады. Оған мырыштың қорғасыннан басымдығы мен барит кенденуінің болмауы тән. Қорғасынның мырышқа қатынасы 1:2-ден 1:20-ға дейін ауытқып, кенорынның солтүстік-батыс бөлігіне қарай артады. Орташа мөлшермен алғанда Pb 0,89%, Zn 3,2%.

Кенорын Ақұйық синклинінің периклиндік тұйықталу бөлікшесінде, аллахтон жамылғысымен көмілген Орталық бастырма ауқымында орналасқан. Кенсыйыстырушы блок Орталық бастырма астына батып (10-15° бұрышпен), синклинінің оңтүстік-батыс қанатында 500-800 м тереңдікке дейін қадағаланады. Кенсыйыстырушы блоктың маңызды қатпарлы элементіне синклин қатпары жатады, ол осьтік жазықтығына параллель тұтқыр жарылымдармен және жарықшақтылық зоналарымен сүйемелденеді. Осы жаралымдарда седименттік руда минералдануының қарқынды регенерациясы жүрген (*23.16-сурет*).

Қорғасын-мырыш кенденуі жоғарғы фамен жаңақорған горизонтының тар стратиграфиялық интервалында дамыған. Бұл өнімді буданың қалыңдығы 100-140 м. Кенорында екі негізгі кен жатыны бөлінген. Төменгі жатын ритмиттердің ортаңғы будашасында, ал Жоғарғы – жоғарғы будашаның төменгі бөлігінде орналасқан. Төменгі будаша пиритті ритмит деп аталады. Екі кен денесі де қабат пішінді, созылымы 1600-2500 м, еңістігі 600-1300 м. Олар сыйыстырушы түзілімдермен бірге қатпарланған және жарылымдармен бүлінген. Төменгі жатында қорғасын мен мырыштың мөлшері Жоғарғыдағымен салыстырғанда екі еседей жоғары, бірақ екеуінің де қалыңдығы бірдей.

Руданың басты минералдары – сфалерит, галенит, пирит, доломит, кварц, кальцит, серицит, көміртектілі зат; қосымшалары – арсенопирит, солғын кен, ангидрид, хлорит; сирек және өте сирек – халькопирит, бурнонит, буланжерит, флюорит, мусковит, апатит, калишпат. Стратиформдық қорғасын-мырыш руда үш кезеңде қалыптасқан.

Жайрем кенорны – Орталық Қазақстанда. Ол девон вулканогендік-шөгінді, сондай-ақ таскөмір саз-карбонат пен құмтас-сазтас таужыныстарынан тұрады. Магмалық жаралымдар трахит порфирінің субвулкандық денелерінен тұрады. Руда денелері қабат пен линза пішінді, қалыңдығы 5-25 м. Руданың құрамы пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, гематит, марказит, кварц, барит, кальцит, доломит, флюорит. Руданың бітімі сеппелі, жолақ, брекчиялық, құрылымы – глобулярлық және колломорфтық. Рудада кадмий, индий, висмут, никель, күшәла, галлий, таллий, германий бар.



23.16-сурет. Шалқия кенорнының геологиялық картасы (А) мен кимасы (Б):
 1 – түлкібас свитасының құмтасы, құмайттасы мен сазтасы (D_{2-3});
 2-4 – фамен-турне әктасы мен доломиті; 5 – руда денелері өнеркәсіптік
 (а) пен бейкондициялық (б); 6 – руда жатындары; 7 – сілтілі лампрофир дайқалары;
 8 – жарылымдар анықталған (а) және жорамал (б); 9 – тұтқыр жарылымдар;
 10 – бастырмалар жымы; 11 – жарылымдар: I, II – Бас (оның тарамдары),
 III – Шалқия, IV – Солтүстік, V – Орталық бастырма,
 VI – Оғызмойын; 12 – қатпар; А – Ақұйық синклині,
 РБ – рудасыйыстырушы блок, ҚА – Қызылсай антиклині

Шаймерден кенорны Солтүстік Қазақстанда Краснооктябрь боксит кенорын алаңында орналасып, синклин құрылымның шығыс қанатында жайғасқан. Кенорын ауданы төменгі карбонның жанартаутекті-шөгінді порфирит, туф, туффит, құмайтас, құмтас және әктас түзілімдерінен тұрады. Интрузиялық таужыныстарға Сарбай-

Соколов комплексі габбро-диорит, диорит және диорит-порфирит шағын денелері кіреді. Дайкалар түріндегі андезит және андезит-порфириттің субвулкан денелері бар. Кенорын мезозой-кайнозойдың қалыңдығы 63 м-ге дейін қопсық тысымен көмкерілген. Төменгі мезозойдың алаңдық және сызықтық мору қабықтарымен жабылған, олардың қалыңдығы оншақтыдан 200 м-ге дейін.

Руда іс жүзінде тарамдалған және апофизалары бар жалғыз жатын жасап, негізінен карбонат-кремнийлі мырыш құрамға ие. Руданың жалпы массасында сазды-шақпатасты (71 %), кремнийлі (8), карбонатты (12), сульфидті (3) кендер мен кенді әктас бөлінеді.

Мырыштың негізгі руда минералдары (гемиморфит) және смитсонит, олар руда массасының 90 % шамасын құрайды. Бай рудадағы мырыштың орташа мөлшері 27 %-ке дейін. Қорғасын шамалы ғана мөлшерде церуссит пен галенит түрінде болады, оның рудадағы мөлшері 0,1-1,5-тен кейде 5-9 % шамасында кең ауқымда өзгереді, орташа мәні 0,5 %. Қорғасынның жоғарылау мөлшері әдетте мырыштың мардымсыз рудасында байқалады. Ілеспе элементтерден ең көп қызығушылық туындататыны: күміс, марганец, кобальт және кадмий. Іздеу-бағалау жұмыстарының нәтижесі бойынша кенорын рудасының жалпы қоры 4,28 млн т деп бағаланған, ал мырыштың мөлшері 20,9 % болатын руда қоры 1 млн т, қорғасынның – 70 мың т. Кенорын экзокарст нәтижесінде жаралған нысандарға жатады.

23.11. Сүрме және сынап

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Сүрме негізінен (50%-дан астамы) қаттылығы жоғары және тотығуға төзімді қорытпа алуға (сүрмелі қорғасын аккумуляторында), кабельдерді қаптауға, типографиялық және подшипник қорытпасында пайдаланылады. Сүрме қосылыстары лак-бояу, шыны, текстиль, резина өнеркәсібінде қолданылады.

Сынап сұйық күйде болуына және металды еріту қасиетіне, бу күйінде ультракүлгін сәулелер шығаруға, электр тогын бір бағытта ғана өткізуге, өзінше қопарылуға әкелетін қосылыстар жасауға және т.б. қасиеттеріне байланысты әртүрлі салаларда қолданылады. Электр-радиотехника өнеркәсібінде, энергетикада (жылу жұтқыш ретінде), химия мен фармацевтика өнеркәсібінде, ауыл шаруашылығында пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Сүрменің кларкі 0,00005%, ал сынап – 0,000003%. Концентрациялану коэффициенттері өте жоғары – 1000000. Олардың жоғары мөлшері базальтоидтарға тән. Сүрме 75 минерал жасайды, бірақ өнеркәсіптік мәні бары антимонит Sb_2S_3 (71,4% Sb) қана. Сынаптың 20 минералы бар, оның ішінде киноварь HgS (86,2% Hg) ғана өнеркәсіптік.

Рудасының типтері мен кондициялары. Сүрме мен сынапты монометалды рудадан, комплексті сынап-сүрме-күшәла және сынап-алтын-сүрме рудадан, сонымен қатар ілеспе түрінде полиметалл, қалайы және вольфрам рудасынан алады. Дербес сүрме кенорындарында оның минимал өнеркәсіптік мөлшері 1,2–2%, ал комплексті рудада – 0,5%. Сынаптың орташа және шағын монометалл кенорындардағы мөлшері 1,5-2%, ал ірі комплекстілерде – 0,1% болу керек.

Қоры мен өндірісі. Сүрменің жалпы қоры 2,1 млн т-ға бағаланады. Сүрменің ірі қоры шоғырланған жерлер: Боливия (340 мың т), ОАР (300 мың т), Мексика (200 мың т), Түркия, Таиланд, АҚШ (әрқайсысында 100-110 мың т). Сүрмені негізінен ОАР, Боливия, Канада, Түркия, Марокко өндіреді, оның көлемі 30 мың тоннаға жетеді. Қоры мен өндірісі бойынша әлемде бірінші орынды ҚХР алады.

Сынаптың негізгі кенорындары Испания (қоры 90 мың т), Италия (12 мың т), Түркия, Мексика, АҚШ пен Канадада орналасқан. Негізгі сынап өндірісі – жылына 3,7 мың т, ол Испания (40%), Италия, Мексика, Канада, АҚШ, Түркия мен Алжирдің үлесіне тиеді. Сүрме мен сынаптың әлемдік құны өзгеріп тұрады, қазіргі кезде олардың құны тиісінше әр 1 кг үшін \$3-5 және \$8-10 шамасында.

ТМД елдерінде сүрме мен сынаптың сенімді минерал-шикізат базасы бар. Қоры бойынша негізгі биметалл кенорындар орналасқан елдер: Орта Азия, Қазақстан, Сібір, Қиыр Шығыс, ал сынап сонымен қатар Кавказ, Закавказье, Карпат пен Украинада бар. Қорының масштабы бойынша кенорындар өте ірі ($Sb > 100$ мың т, $Hg > 25$ мың т), ірі (30-100 және 10-25), орташа (10-30 және 3-10) және ұсақ ($Sb < 10$ мың т және $Hg < 3$ мың т) болып жіктеледі.

Қазақстанда белгілісі ұсақ төрт сынап кенорны – Салқынбел, Қызылшар, Итауыз, Солтүстік, сонымен қатар сынаппен минералданған бірқатар ұсақ кенбілімдер бар. Олардың бәрінің өнеркәсіптік мәні жоқ. Сүрме кенорындары – Орталық Қазақстанда орналасқан Торғай мен Жаман Қарасу. Сүрмелі нысандардың бірі – Оңтүстік Қазақстанда (Қолдар – күшәла аралас сүрме) және екеуі – Шығыс Қазақстанда (Әлімбет пен Сырымбет – алтын аралас сүрме).

Ілеспе компоненттер ретінде сынап пен сүрме көптеген полиметалл кенорындарында (Үшқатын, Жайрем, Бестөбе, Абыз, Қарағайлы, Алайғыр, Риддер-Сокольное, Зыряновск, Грехов, Яблонев, т.б.) белгілі. Сүрмелі кенорындарға Белоусов, Ертіс, Текелі, Шоқпар, Стрежанск, Красноярск және т.б. жатады.

Қазақстанда сынап, сүрме мен күшәланы өндіру (айырып алу) әзірше комплексті сынап-сүрме және күшәлалы руданы, негізінен полиметалл мен алтынды руданы өңдеуге (металды қайта өңдеуге) негізделген. Практикалық қызығушылықты Сырымбет сүрме кенорны туындатады, бірақ ол қосымша зерттеу мен бағалауды қажет етеді.

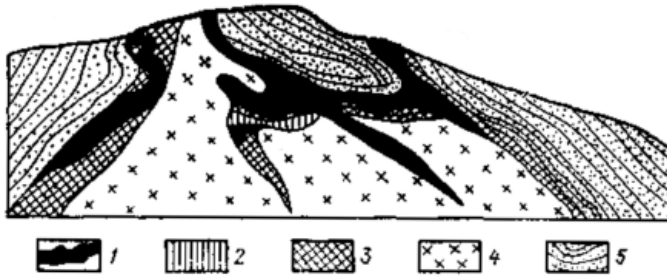
Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Сүрме мен сынап кенорындарының үш типі бөлінеді: гидротермалық плутоногендік, гидротермалық вулканогендік және гидротермалық шөгінді (стратиформдық). Шетелде негізгі өнеркәсіптік мәнге дербес сүрме гидротермалық-вулканогендік (қоры мен өндірісінің 85% шамасы) және стратиформдық (қоры 14%, өндірісі 10% шамасында) кенорындар ие болады.

Сынап кенорындары арасында басты рөлді гидротермалық плутоногендік (қоры 80%, өндірісі 63%) және стратиформдық (қоры 17%, өндірісі 22%) кенорындар атқарады.

Гидротермалық плутоногендік сүрме, сынап және комплексті руда кенорындары ТМД елдерінде белгілі жерлер – Саха Республикасы (Саралых), Забайкалье (Ильди-кан), Красноярск өлкесі (Удерея, Раздольнинское), Орта Азия, (Сары-Буляк, Тепор;

шетелде – ҚХР (Воси), Түркия (Эздемир), Тунис (Джабель-Аджа), ОАР (Гравеллот), Австралия (Блю-Сиек), АҚШ (Нью-Альмаден – 23.17-сурет, Нью-Идрия), Боливия (Чилкобийя), Мексика (Техакатес).

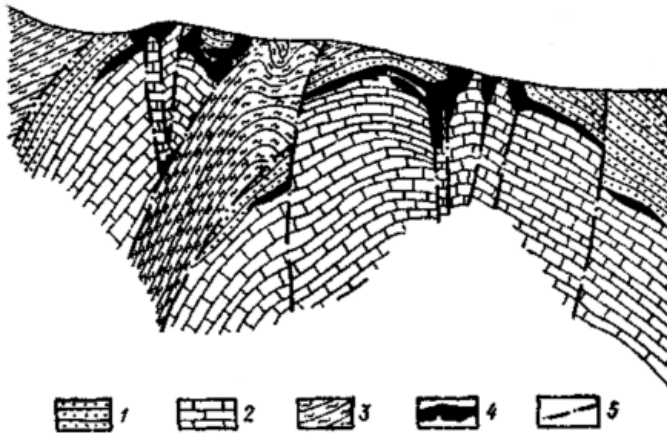


23.17-сурет. Нью-Альмаден кенорнының сұлба геологиялық қимасы:

1 – сынапты руда; 2 – үйкеліс сазы; 3 – брекчия;
4 – серпентинит; 5 – құмтас пен тақтатас

Гидротермалық вулконогендік сүрме мен сынап кенорындары белгілі жерлер: Чукотка (Пламенное), Камчатка, Приамурье, Закарпатье (Большой Шаян, Боркут), Румыния (Бая-Море, Бая-Спрые), Түркия (Так-Гер), Алжир, Италия (Монте-Амита), Югославия (Идрия), Жапония (Итомука), АҚШ (Иеллоу-Пайн, Мак-Дермит, Сульфур-Бенк).

Гидротермалық (стратиформдық) кенорындар ТМД елдерінде Орта Азия (сүрме – Қадамжай, Джижикрут, Терек; сынап – Хайдаркен – 23.18-сурет, Чаувай), Кавказ (сынапты Сахалин) бен Украинада (сынапты Никитовка – Донбасс) орналасқан. Сүрме кенорындары – ҚХР (Синьхуаньшань), Болгария (Рыбново), Италия (Перетта), Мексика (Сан-Хозе), сынап кенорындары – Испания (Альмаден), ҚХР (Ваньшань) мен Перуде белгілі.



23.18-сурет. Хайдаркен кенорнының геологиялық қимасы:

1 – құмтас; 2 – әктас; 3 – тақтатас; 4 – руда; 5 – жарылымдар

23.12. Алтын мен күміс

Алтын

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Өндірілген алтынның негізгі бөлігі құймалар мен монеталар түрінде мемлекеттік фондтарда сақталып, “алтын қор” деп аталатын қорды құрайды. Ол халықаралық төлемдер мен есеп айырысуларда валюта ретінде оларды қамтамасыз етеді. Мәселен, басты шетелдердің алтын қоры 40 мың т-ға жетеді. Өндірілген алтынның негізгі бөлігі зергерлік бұйымдар жасауға (50%), электрондық техникада, химиялық өнеркәсіпте, фафор бұйымдар өндірісінде (35%), медицинада (10%) қолданылады. Соңғы жылдары алтын жаңа техникада дәнекер материал ретінде, терможұптар жасауға, хронометрлер мен гальванометрлердің талшықтарында, ғарыш аппараттарының бетін қаптауға (жылу мен жарықты шағылыстыру үшін) кең пайдаланады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Алтынның кларкі өте төмен болғанымен ($4,3 \cdot 10^{-7}\%$), бұл металл табиғатта кең таралған. Оның жоғары концентрациясы гранит мен диабазға тән. Алтын Әлем мұхиты суында бар, оның мөлшері өте төмен болғанымен, өнеркәсіптік игерілуі жолға қойылған. Алтынның концентрациялану коэффициенті өте жоғары – 2000 шамасында. Табиғатта құрамында алтын бар 15 минерал белгілі. Негізгі өнеркәсіптік мәнге сомтума алтын мен оның теллуридтері ие. Сомтума алтында күміс, мыс, темір, висмут, қорғасын мен сүрменің қоспалары болады. Алтынның сапасы оның сынамымен, яғни 1000 бірлік массасындағы алтын мөлшерімен бағаланады. Жоғары сапалы алтынның сынамы 900-ден асады, ал төменгі сапалыда – 700-ге дейін. ТМД елдерінде алтын бұйымдары үшін 375, 500, 585, 750, 958 сынамдар стандарт ретінде қабылданған.

Руда типтері мен кондициялары. Алтын кварц желісінде немесе сульфид минералдар – пирит, арсенопирит, халькопирит, солғын кен, галенит, сфалеритте шашыранды түрде және түйір тәрізді немесе бұрыс пішінді бөлінімдер түрінде кездеседі. Осыған байланысты түбірлік кенорындардың алтынды кварц және алтынды сульфид рудасы бөлінеді. Шашылымдарда алтын сомтума түрде байқалып, біршама жоғары сынамымен ерекшеленеді. Түбірлік кенорындарда алтынның мөлшері 3 г/т, ал шашылымдарда – 0,1 г/м³ (драга арқылы өндіргенде) шамасынан асканда руда кондициялық саналады. Өлшемі бойынша дисперсиялық (10 мкм-ға дейін), ұсақ (0,1 мм-ге дейін), орташа (1 мм-ге дейін), ірі (5 мм-ге дейін) және сомтума (5 мм-ден немесе массасы бойынша 10 г-нан асады) алтын түйірлері бөлінеді. В.И.Соболевскийдің деректері бойынша, адамзат тарихы барысында массасы 10 кг-нан асатын барлығы 25-30 ірі сомтума ғана табылған көрінеді. Жекелеген сомтуманың массасы 36,2 кг-нан (“Үлкен Үшбұрыш”, Сібір) 127 кг-ға (“Холтерман тактасы”, 1872 ж. Австралияда табылған) дейін жетеді.

Қоры мен өндірісі. Алтынның жоғары категориялар бойынша барланған шетелдердегі қоры 31 мың т-ны құрайды. Оның 75%-ға жуығы ОАР үлесіне тиеді. Алтынның жалпы қоры 60 мың т деп бағаланады. Өте ірі түбірлік кенорындарда барланған алтынның қоры 100 т, ал шашылымдарда – 50 т деп бағаланады. Ірі кенорындарда тиісінше – 50-100 және 25-50 т, орташа кенорындарда – 10-50 және 1-25 т,

ұсақ түбірлік кенорындарда 10 т-ға дейін, шашылымдық кенорындарда – 1 т-ға дейін болады. Қоры бойынша бірегей саналатын Витватерсранд кенорнында (ОАР) 32,5 мың т алтын бар деп есептелген.

Алтын өндірісі шамамен 50 елде шоғырланған, оның көлемі жыл сайын артып келеді, 1985 жылы ол 1140 т-ға жеткен. Бұл көлемнің 60% мөлшері ОАР; 7,5% – Канада; 6,9% – АҚШ; 5,5% – Бразилия; 5% – Австралия үлесінде. Алтын өндіретін елдердің ішінде айтарлықтайы Филиппин, Зимбабве, Гана, Колумбия, Мексика (жылына 10-20 т) саналады.

ТМД елдерінде алтын Саха Республикасы, Забайкалье, Қазақстан, Өзбекстан, Қырғызстан, Орал кенорындарында өндіріледі.

Алтынның құны әлем биржасында 30-55 \$/г немесе 1 унциясы (31,1035 г) \$960-1650 шамасында өзгеріп тұрады.

Қазақстан алтынның нақты қоры бойынша әлем елдерінің бірінші ондығына, ал өндірісі бойынша – үшінші ондығына кіреді. Оның баланстық қоры 196 кенорында (126 – түбірлік, 47 – комплексті, 23 – шашылымдық) есептелген. Комплексті алтынды кенорындар қорының үлесі 35,1%, шашылымдар – 0,5% құрайды.

Дербес алтын кенорындарының есепке алынған қоры 65%, оның 40%-дан астамы бес кенорында – Васильков, Бақыршық, Жолымбет, Бестөбе мен Ақбақайда шоғырланған.

Балансқа алынған кенорындардың 30% шамасы игерілуде. Алтын дербес алтын рудалы кенорындардан да (61%), комплексті кенорындардан да (39%) өндіріледі.

Алтын өндірілетін басты дербес алтын рудалы кенорындар: Солтүстік және Орталық Қазақстанда – Жолымбет, Бестөбе, Ақсу, Ақбейіт; Батыс Қазақстанда – Юбилейное; Шығыс Қазақстанда – Бақыршық, Суздаль және т.б.; Оңтүстік Қазақстанда – Ақбақай. Өнеркәсіптік игерілу Көкшетау ауданындағы өте ірі Васильков кенорнына жүріп жатыр.

Қазақстанда негізгі алтын көздерінің бірі – Кенді Алтайдың колчедан полиметалл рудалы кенорындары: Риддер-Сокольное, Тишинск, Малеев, Грехов. Алтын мысты-порфир рудалы Бозшакөл, Нұрқазған (Самара), Ақтоғай, Айдарлы; мысты колчедан Ор маңы, Аралша, Лиманды; колчедан полиметалл рудалы Абыз, Майқайың, Мейізек, Құсмұрын, Ақбастау, т.б.; скарндық мыс рудалы Саяқ тобы кенорындарында бар. Ондаған түбірлік және шашылымдық алтын кенорындары консервацияланған (Бақыршық, Жітіғара, Жарқұлақ, Секисов, Ақжал, Балажал, Олимпиадалық, Кенгір, Миялы, Құлажон және т.б.) немесе жете барланбаған (Васильев, Орлов, Прогресс, Сувенир, Алтынсай, Бақтай, Далабай, Гагарин, Шокпар, Кепкен, Восток V, Комаров I, Кеншыңғыс және т.б.).

Республикада алтынның минерал-шикізат базасын өнеркәсіптік игеру дәрежесі оның көлемінің бірнеше пайызын ғана құрайды, бұл Қазақстанның жоғары алтын рудалы потенциалына сай емес.

Күміс

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Күмістің 10%-дайы ақша мен медаль жасауға, 20%-дайы күміс пен күмістелген құймалар даярлауға, ал 70%-дайы электротехникада, электрондық

өнеркәсіпте, зымыран мен ұшақ жасауға, химиялық аспаптар мен жабдықтар өндірісінде, фото мен кино өнеркәсібінде, фарфор мен керамика өндірісінде, медицинада пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Жер қыртысында күмістің орташа мөлшері $7 \cdot 10^{-6}\%$. Бұл металдың жоғары концентрациясы постмагмалық жаралымдарға тән. Мұнда күміс алтынмен, мыспен, қарғасын және мырышпен бірге кездеседі. Күмістің концентрациялану коэффициенті 1000 шамасында. Құрамында күміс бар 60-қа жуық минерал белгілі. Олардың негізгілері

сомтума күміс	Ag (құрамында алтын, мыс, висмут, т.б.);
аргентит	AgS;
пираргирит	Ag ₃ SbS ₃ ;
прустит	Ag ₃ AsS ₃ .

Рудасының типтері мен кондициялары. Күміс негізінен қосымша (ілеспе) ретінде қорғасын-мырыш пен мыс полиметалл руданы өндеген кезде айырып алынады, оның мөлшері 10 г/т шамасынан төмен болмау керек. Алтын-күміс кендеріндегі күмістің минимал мөлшері 100 г/т, ал дербес күміс кенорындарында – 400 г/т болады.

Қоры мен өндірісі. Күмістің шетелдердегі барланған қоры 360 мың т шамасында, ал жалпы қоры 500 мың т. Негізгі қор АҚШ, Мексика, Канада, Перу, Австралия кенорындарында шоғырланған. Металдың 90%-ға жуық қоры комплексті рудаларда. Ірі кенорындардағы күмістің барланған қоры 1 мың т-дан асады, орташа кенорындарда – 100 т – 1 мың т, ұсақ кенорындарда – 100 т-ға дейін. Күмістің жылдық өндірісі (ТМД-ны қоспағанда) 7400 т, ол 45 елде өндіріледі. Оның 70%-ға жуығы түсті металдар кенін өндегенде, 10-15%-ы алтын-күміс кенорындарынан, ал қалғаны дербес күміс кенорындарынан алынады.

Күмістің әлемдік құны 0,2-0,5 \$/г шамасында өзгереді.

Қазақстан күміс өндірісі бойынша ТМД мен Азия елдері арасында бірінші орында. Өндірілген күмістің мөлшері: 1990 ж. – 700 т, 1994 ж. – 550 т. Ол құрамында күміс бар кенорындардың мыс, колчедан полиметалл, қорғасын-мырыш және алтын-күмісті рудасын комплексті өндеген кезде ілеспе металл ретінде өндіріледі. Қазақстанда күмістің негізгі қоры шоғырланған нысандар, %: Кенді Алтайдың колчедан мыс кенорындары (Малеев, Орлов, Тишинск және т.б.) – 39,5; Орталық және Оңтүстік Қазақстанның қорғасын-мырыш кенорындары (Жайрем, Мырғалымсай және т.б.) – 28,5; Жезқазған кенді ауданының мыс рудасы (Жезқазған, Жаман Айбат және т.б.) – 23,9; Орталық Қазақстанның мысты порфир кенорындары (Ақтоғай, Бозшакөл және т.б.) – 5,6; Орталық және Оңтүстік Қазақстанның алтын-күмісті кенорындары (Тасқора, Арқарлы және т.б.) – 2,5. Соңғы жылдары Торғайдың Соколов кенді алаңында күмістің ұсақ дербес Павлов кенорны анықталған.

Алдағы уақытта Қазақстанның негізгі өнеркәсіп бағыттамасы – аталған типті кенорындар концентратын комплексті өндеп, күміс айырып алу.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

А л т ы н барлық магматогендік типте (пегматиттен басқа), сонымен қатар метаморфталған және экзогендік кенорындарда кездеседі. Өнеркәсіптік маңызының ең

үлкені гидротермалық (қоры 20%, өндірісі 23%), шашылымдық (7,5 және 6,5%) және метаморфталған (58 және 59%) кенорындар үлесіне тиеді.

Гидротермалық плутоногендік алтынды кварц кенорындары гранитоид батолиттерімен және гранодиориттің гипабиссал интрузияларымен байланысты. Руда денелері құрамында көрінетін алтын мен сульфидтер бар кварц желілерінен тұрады, сонымен қатар сыйыстырушы таужыныстарда пириттенген және кварцталған белдемдер болады. Арсенопирит, пирит және басқа сульфидтер құрамында майда дисперсиялық айырып алынуы қиын алтын секпілдері кездеседі. Бұл типті кенорындар кең таралған. ТМД елдерінде бұл кенорындарға Кочкар (Орал), Мұрынтау (Өзбекстан), Коммунар, “Советский кеніші” (Батыс Сібір), ал шетелде – Болиден (Швеция), Колар (Индия), Бендиго (Австралия), Колана (Мали), Намойда (Конго), Баомукан (Сьерра-Леоне), Поркьюпайн (Канада), Морру-Велью, Пассагейм (Бразилия) жатады.

Гидротермалық плутоногендік алтын-кварц-сульфид кенорындары палеозой гранитоиды мен жабынындағы шөгінді таужыныстарда жатқан желілер түрінде таралады. Руда құрамына кварц, карбонаттар, барит, пирит, халькопирит, сфалерит пен сульфидтер кіреді. Бұл типті кенорындарға ТМД елдерінде Березевское (Орал), Степняк (Қазақстан), Бериколь мен Сарала (Батыс Сібір), Дарасун (Забайкалье), ал шетелде – Калгурли (Австралия), Аналық Желі мен Грэсс-Велли (АҚШ), сонымен қатар Канада, Гана мен Кенияның кенорындары кіреді.

Гидротермалық вулканогендік алтын-күміс кенорындары жас вулканизм алқаптарындағы вулканогендік таужыныстарда орналасады. Желі мен штокверк руда денелерінде рудалану әрқелкі таралған. Руда халцедон тәрізді кварцтан, кальцит, родохрозит, барит, сульфид минералдардан тұрады. Олардың құрамында күміс, күмісті алтын, алтын теллуридтері бар. Бұл типке ТМД аумағында Балей, Тассеев, Белая Гора (Забайкалье), Зод (Кавказ), ал шетелдерде – Нашаг (Румыния), Крипл-Крик, Комсток (АҚШ), Эль-Оро (Мексика), сондай-ақ Чили, Перу, Жаңа Зеландия, Индонезия мен Жапония кенорындары кіреді.

Метаморфталған кенорындар алтын руда конгломераттардан тұрады. Бұл топтағы кенорындардың бірегейі – Витватерсранд (ОАР). Мұндай кенорындар Австралияда, Канадада (Блайнд-Ривер), Бразилияда бар.

Алтынды шашылымдар алтын өндірісінде едәуір рөл атқарады. Негізгі мәнге аллювийлік шашылымдар ие, теңіз шашылымдары шамалы дамыған. Әлемдегі ең ірі шашылымдар прекембрий таужыныстары мұрыған кезде жаралады. Олар Витватерсранд (ОАР), Калгурли (Австралия), Ном (АҚШ) кенорындары. ТМД аумағында өнеркәсіптік мәнге ие шашылымдар Лена, Колыма, Алдан, Бодайбо, Енисей өзендерінің алабында орналасқан.

Күміс әртүрлі генетикалық типті кенорындарда кездеседі:

- 1) магмалық мыс-никель кенорындарында;
- 2) гидротермалық плутоногендік мысты порфирде, қорғасын-мырыш пен алтын кендерінде;
- 3) гидротермалық вулканогендік алтын-күміс кенорындарында;
- 4) скарндық мыс қорғасын-мырыш кенорындарында;
- 5) вулканогендік-шөгінді колчедан кенорындарында;

б) вулканогендік-шөгінді (стратиформдық) борнит-хилькопирит пен галенит-сфалерит кенорындарында.

Дербес күміс кенорындары генезисі бойынша гидротермалық плутоногендік пен вулканогендіктерге жатады. Олардың ішінде ең жоғары өнеркәсіптік мәнге вулканогендік гидротермалық кенорындар ие. Мысалы, Мексиканың гидротермалық вулканогендік кенорындар үлесіне шетелдерде өндірілетін күмістің 20%-дан астамы келеді. Пачука мен Вета-Мадре ауданы кенорындарында кварц-карбонат желілердің ұзындығы 1000 м-ге, ал қалыңдығы 2-5 м-ге жетеді. Желілер эффузиялық жаралымдар арасында жатады.

23.13. Платина тобының металдары

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Бұл топқа платинадан басқа палладий, родий, осмий, рутений, иридий кіреді. Платина тобындағы металдар жоғары оттөзімділік, жақсы электроткізгіштік, химиялық тұрақтылық және басқа құнды қасиеттеріне байланысты өнеркәсіптің әртүрлі салаларында: 50%-ға жуығы – күкірт пен азот қышқылдарын алу үшін катализатор ретінде, жоғары сапалы бензин, басқа өнімдер алғанда; 25%-дайы – электротехникада, автомобиль мен медицина өнеркәсібінде; 15%-дайы – химиялық жабдықтар өндірісі мен коррозияға төзімді жапқыштар ретінде; 10%-дайы – зергерлік бұйымдар түрінде пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Платина тобындағы металдардың жер қыртысындағы орташа мөлшері мынадай, %: платина мен рутений 5×10^{-7} ; палладий 1×10^{-6} ; иридий мен родий 1×10^{-7} ; осмий 5×10^{-6} . Олардың біршама жоғары концентрациясы негізді және ультранегізді магмалық таужыныстарға тән. Постмагмалық жаралымдарда платиноидтар базальт қатарындағы таужыныспен ассоциацияланады. Максимал концентрациялану коэффициенті: платина, иридий мен радиий үшін жоғары – 1000; рутенийде орташа – 200; палладий мен осмийде төмен – 50-100. Құрамында платиноидтар бар 90-нан аса минерал белгілі. Олардың ішінде ең кең таралғаны сомтума платина мен платиноидтардың қатты ерітінділері (табиғи қорытпалар) – ферроплатина, палладийлі платина, иридийлі платина, осмийлі иридий. Сонымен қатар, платиноидтардың сульфидтері, арсенидтері мен сульфоарсенидтері кездеседі.

Рудасының типтері мен кондициялары. Платиналы болып табылатындар – ультранегізді таужыныстар, хромитті, титанмагнетитті және мыс-никельді рудалар, сондай-ақ шашылымдар. Түбірлік кенорындарда платиноидтардың минимал мөлшері 2-5 г/т, комплексті рудаларда (мысалы, мыс-никельді) – 0,4 г/т, шашылымдарда – 1 м³ құмда 0,5 г болады.

Қоры мен өндірісі. Шетелдерде платиноид металдарының 25,2 мың т қоры барланған, оның негізгі массасы (24,6 мың т) ОАР-дағы Бушвельд комплексінде шоғырланған. Платиналы кенорындар Канадада, Колумбияда, АҚШ пен Эфиопияда белгілі. Жалпы қор 30-40 мың т шамасында бағаланады. Платина металдарының кенорындары Оралда, Сібірде (Красноярск өлкесі, Саха Республикасы) бар. Аса

ірі кенорындарға жататындар – қоры 50 т-дан асатындар, ірі кенорындарда – 5-50 т, орташаларда – 0,5-5 т, ұсақ кенорындарда – 0,5 т-ға дейін, ұсақ кенорындарда – 0,5 т-ға дейін.

Шетелдерде платина металдарының өндірісі жылына 100 т, оның ішінде платина 70 т шамасында. Платина негізінен дербес платина рудасынан (ОАР), мыс-никельді рудадан (Канада), шашылымдардан (Колумбия, АҚШ, Эфиопия) өндіріледі.

Бұл металдардың құны әртүрлі деңгейде өзгеріп тұрады. Мысалы, 1 г платина 30-50 \$/г, ал осмий – 60-120 мың \$/г шамасында.

Қазақстанда әзірше платиноидтардың дербес кенорындары анықталмаған. Жеке айтуға болатыны платиноидтардың Солтүстік Андасай кенорны ғана, ол осы аттас кабатталған ультрамафиттер массивінде орналасқан. Сонымен қатар, мыс-никельді (Мақсұт, Көгадыр) және мысты порфир (Бозшакөл, Қоңырат және т.б.) кенорында платина мен платиноидтар кенбілінімдері анықталған.

Қазақстанда 75-100 кг/жыл мөлшерінде өнеркәсіптік платиноидтар айырып алу Кенді Алтай колчедан полиметалл кенорындары рудасын металлургиялық өңдеу кезінде іске асырылады (Справочник, 1999. Т. 2). Платиноидтарға деген практикалық құндылық (әсіресе, осмий) Жезқазғанның мысты құмтас кенорындарында, сондай-ақ Қалбаның кейбір алтын рудалы кенорындарында (Бақыршық, Большевик), Солтүстік Қазақстанда (Кварцит төбелері және т.б.) анықталған. Олардың құрамында платина тобының элементтері (Pt, Os, Ir, Pd) бар. Платинаның біршама жоғары мөлшері Жоңғар кенорындарының (Текелі, Яблонев, Көксу) колчедан қорғасын-мырыш рудасында байқалады.

Платиноидтарға ультрамафиттер бойынша дамыған мору қыртысы перспективалы. Олар Мұғалжар, Солтүстік Қазақстан, Шар белдемінде (Масьянов кенорны) кең дамыған.

Велихов кенорны (Мұғалжар) титан-магнетит рудасының құрамында платина бар. Платиноидтар Кемпірсай ауданының хромит кенорындарында бар. Бірқатар кенорындарда платиноидтардың қоры есептеліп, балансқа алынған. Олардың болжамдық ресурсы 300 т деп бағаланған (Справочник, 1999. Т. 2).

Платиноидтарды металлургиялық өңдеу кезінде тиімді айырып алу технологиясы әлі шешілмеген проблема. Республикада платиноидтар шикізат базасын кеңейту перспективасы олардың дербес түбірлік және шашылымдық кенорындарын ашуға байланысты. Бұл мәселе толық шешімін тапқан жоқ.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Платиноидтардың өнеркәсіптік кенорындары ликвациялық, бастапқымагмалық және соңғымагмалыққа жатады, сондай-ақ шашылымдарды да атауға болады (олардан платина тобындағы металдардың 1%-ға дейінгі мөлшері өндіріледі).

Ликвациялық мыс-никельді кенорындарда платиноидтар сульфидтерде – пентландит, пирротин мен халькопиритте майда қоспалар жасайды, сондай-ақ дербес минералдар түрінде де кездеседі.

Бастапқымагмалық кенорындарда ультраанегізді таужыныс массивтерінде кездеседі – дунит пен перидотитте. Платинаның шашыранды қоспалары хромит пен

титанмагнетит ұяларында, линзаларында, желілері мен шпирлерінде байқалады. Ең ірі кенорындарға Бушвельд комплексі (ОАР) мен Ұлы Дайка (Зимбабве) жатады.

Соңғымагмалық кенорындар платиналы хромит пен дунит интрузияларындағы платина минералданудың шоғырлары түрінде болады. Кен денелері қиюшы шекарасымен, ал руданың құрылымы сидерониттілігімен сипатталады. Бұл типке жататын кенорындар *Нижне-Тагил* (Орал) мен *Лиденбург* (ОАР).

Платиноидтар шашылымдары элювийлік, делювийлік және аллювийлік типтерге жатады. Олар ультранегізді таужыныстардың платиналы массивтері қираған кезде қалыптасады. Аллювийлік шашылымдарда платиноидтардың мөлшері 1 м³-ге граммның бөлшектерінен жүздеген граммға дейін өзгереді. Шашылымдардың ұзындығы ондаған км-ге созылса, ені 300 м-ге дейін жетеді. Платиналы шашылымдар Орал, ДР Конго, Зимбабве, Эфиопия, Колумбия, АҚШ (Аляска) аумақтарында белгілі.

23.14. Уран

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Уран атом энергиясын өндірудің негізгі шикізаты болып табылады. Сонымен қатар, ол аналитикалық химияда, фотографияда, шыны өнеркәсібінде пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Уранның жер қыртысындағы орташа мөлшері $2,5 \times 10^{-4}\%$. Оның мөлшері ультранегізді таужыныстан негізді және қышқылдыға қарай артады. Уранның концентрациялану коэффициенті (орташа мөлшері өндірілген рудада 0,1% болғанда) 400 шамасында. Құрамында уран бар 100-ге жуық минерал бар. Олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге ие болатыны уранинит (настуран, уран шайыры) UO_2 (92% U) және оның аморфты түрлесі – уран кіреукесі (60% U). Уран минералдарының барлығы радиобелсенді, сондықтан оның бұл қасиеті іздеу-барлау жұмыстарында, руданы өндіру мен өңдеуде пайдаланылады. Уран минералдары сұйытылған қышқыл мен сілтіде оңай ериді. Руданы жер астынан шаймалап өндіру мен гидрометаллургиялық өңдеу уранның осы қасиетіне негізделеді.

Рудасының типтері мен кондициялары. Негізгі өнеркәсіптік орынды оксид руда, кейде – уран ванадаттары (карнотит, тюямунит), фосфаттары (торбернит, отенит) мен арсенаттары (цейнерит) алады. Шағын кенорындардағы U_3O_8 -дің минимал мөлшері 0,1%, ал қоры бойынша ірі кенорындарда – 0,05%-ға дейін болады.

Қоры мен өндірісі. Уранның қоры одан дайын алынған өнімнің өзіндік құнының әртүрлі деңгейінде есептеледі. Шетелдерде өзіндік құн 80 долл/кг (0,1–0,2% U_3O_8) болса, уран рудасының барланған қоры 1,9 млн т-ға жетеді, ал өзіндік құн 130 долл/кг (0,08–0,1% U_3O_8) болғанда – 2,5 млн т-ға жетеді. Уранның жалпы қоры 5 млн т-дан асады. Оның негізгі ресурсы шоғырланған елдер – АҚШ, Австралия, Канада, ОАР, Намибия, Нигерия, Франция, Испания, Португалия. Масштабы бойынша ірі кенорындарда – U_3O_8 қоры 10 мың т-дан асады, орташа кенорындарда – 1 – 10 мың т, ұсақ кенорындарда – 1 мың т-ға дейін. Шетелдерде U_3O_8 қажеттілігі 85 – 100 мың т, ал өндірілетіні 42 мың т шамасында. Оның 200 мың т-ға жуығы өндіруші елдер қоймасында жинақталған. Бұл елдердің негізгілері – АҚШ, Канада, ОАР.

U_3O_8 шикізатының құны 50 \$/кг шамасында.

Қазақстан минерал-шикізат базасы уранның әлемдік қорының 25% шамасын құрайды. Қазақстандағы уранның жалпы ресурсы 1,5 млн т деп бағаланады. Оның ішінде барланған қордың мөлшері 470 мың т. Бұл көрсеткіш республиканы әлемде алғашқы орындардың біріне шығарады (Даукеев, 2000).

Уран базасының негізі – экзогендік кенорындар, ал оның ішінде қабаттық-сіңбелік гидрогендік. Оңтүстік Қазақстандағы Шу-Сарысу және Сырдария уранды провинциялары, әсіресе біріншісі, ең ірі саналады. Бұл жерде 20-дан аса уран кенорны шоғырланған, олардың ішінде ең ірілері – Инкай, Буденнов, Мыңқудық, Уанас, Төртқудық, Мойынқұм, Қанжуған және т.б. Алғашқы үш кенорын бірегейлер қатарына жатады. Сырдария провинциясындағы кенорындардың аса ірісі – Харасан, ал ірілері – Солтүстік және Оңтүстік Қарамұрын, Иіркөл, Заречное (23.19-сурет).



23.19-сурет. Шу-Сарысу уранды провинциясының сұлба картасы (Волковгеология, 2002)

Органогендік-фосфат уранды ірі кенорындар (Меловое, Томак, Тайбағар, Тасмұрын) Маңғыстау (Маңғыстау-Каспий маңы уран рудалы провинциясы) түбегінде орналасқан.

Эндогендік кенорындар негізінен Солтүстік Қазақстан уран рудалы провинцияда орналасқан: аса ірі Қосаша, ірі Грачев, Заозерное, Маныбай, т.б.; Шу-Іле-Бетпақдала провинциясында – Ботабұрым, Қызылсай, Жиделі және т.б. (олардың барлығы дерлік игеріліп біткен).

Соңғы жылдары бір кезде ең маңызды саналған эндогендік кенорындардың үлесі едәуір азайды. Оған себеп – өндіруді ең прогрессивті және тиімді жерастылық шаймалау тәсілімен жүргізуге болатын қабаттық-сінбелік гидрогендік кенорындарды (нақты қоры мен P_1 категориялы ресурсы 75% шамасында) игеруге байланысты. Қазіргі кезде Қазақстанда қабаттық-сінбелік кенорындар уран өндірісінің негізгі көзі. Бұл кенорындардан уранмен қатар жерастында шаймалау тәсілімен рений, ванадий, селен, сирекжерлер және т.б. элементтер айырып алынады.

Органогендік-фосфор-уранды руданың пайдалы компоненттері – скандий, сирекжерлер мен фосфор, ал уранды көмірдікі – молибден, рений, кобальт, күміс, германий, селен.

Өнеркәсіптің кенорындарының типтері

Уран көптеген генетикалық типті кенорындарда кездеседі. Басты рөлді гидротермалық плутоногендік, гидротермалық вулканогендік, альбититтік, метаморфталған, инфильтрациялық мору және шөгінді кенорындар атқарады.

Гидротермалық плутоногендік уранинит-сульфидті кенорындар желілерден тұрады. Олардың ұзындығы біршама, қалыңдығы 1,5-2 м. Желілер эффузиялық-шөгінді таужыныстар арасында жатып, гранитоид құрамды интрузиялармен байланысты болады. Бұл типті кенорындардың мысалы: Мэрисвейл (АҚШ) пен Лимузен (Франция).

Осы гидротермалық плутоногендік класқа кіретін уранинит-арсенидті кенорындар руда құрамының күрделілігімен, никель мен кобальт арсенидтері, күміс минералдары болуымен ерекшеленеді. Желілер мен желі белдемдер түріндегі руда денелері эффузиялық, шөгінді және интрузиялық таужыныстар арасында үлкен алаңдар мен тереңдіктерде дамиды. Бұл типке Словакия мен Германиядағы рудалы таулар, Канададағы Порт Радий кенорындары жатады.

Гидротермалық вулканогендік кенорындар вулканогендік таужыныс комплекстерімен байланысты. Руда денелері желі, ұя, линза, сызықтық, штокверк, кейде қабатты жатындар пішінді. Олардың орналасуын жарылымды бұзылыстар бақылайды. Руданың құрамы бойынша уран-титанды, уранинит-галенитті, уранинит-молибденитті, флюоритті кенорындар бөлінеді. Бұл кластағы кенорындардың ірілері Австралия мен Канадада белгілі.

Альбититтік кенорындар негізінен гранит массивтерін сыйыстыратын метаморфтық прекембрий таужыныстары арасында орналасады. Жалпайған линза тәрізді және құбыр тұрпатты жатындардағы руда денелері альбит, кварц, циркон, апатит, карбонаттардан тұрады. Олардың құрамында ильменит, магнетит пен сульфидтер кездеседі. Уран минералдары ураниниттен, титанаттар мен уран гидроксидтерінен

тұрады. Бұл типке Бразилия (Лагоа-Реал), Индия (Джадугуда), Канада (Раббит-Лейк), Намибия (Россинг) кенорындары жатады.

Метаморфталған уран кенорындары прекембрийдің метаморфтық таужыныс комплекстерінде орналасады. Руда желішікті-секпілді, таужыныстың алғашқы стратификацталуына үйлесімді жатып, жарылымдар мен жарықшақтар белдемімен бақыланады. Метаморфталғандарға Мэри Кэтлин, Аллигейтор-Риверс (Австралия), Витватерсранд (ОАР), Эллиот-Лейк, Блайнд-Ривер (Канада), Жакобина (Бразилия) кенорындары жатады.

Инфильтрациялық уран кенорындары әдетте сутрек саз таужыныстар арасындағы құмтастарда орналасады. Руда денелеріне бұрыс пішін, тік бағыты мен алаңы бойынша едәуір өлшемдері тән. Руда құрамында уран кіреукесі, темір, мыс, никель мен кобальт сульфидтері, ванадий мен селен минералдары кіреді. Инфильтрациялық кенорындар маңызды өнеркәсіптік мәнге ие және кең таралған. Олар белгілі елдер – Канада (Раббит-Лейк), АҚШ (Колорадо үстірті), Австралия, Венгрия, Румыния, Түркия, Пәкістан, Индия мен Жапония.

Шөгінді уран кенорындары теңіз карбонат таужыныстарында, көмірлі-кремнийлі тақтатастарда, фосфориттерде жататындарға және континенттік шымтезектік, магнетит, қоңыр көмір, конгломерат пен құмтастарда орналасқандарға бөлінеді. Бұл кенорындарда біршама жұтаң руданың ірі қоры шоғырланады. Шөгінді уран кенорындары орналасқан елдер – Канада (Ките, Гэз-Хилс), АҚШ (Амброзия-Лейк), Испания (Фе), Алжир, Тунис, Марокко, Конго, Замбия, Аргентина, Австралия (Олимпик-Дам).

23.15. Литий

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Литий өзінің жеңілдігіне (тығыздығы 0,53 г/см³), үлкен жылусыйымдылығына, жоғары реакциялық қабілетіне және бериллий, магний, алюминий, мыс, қорғасынмен қорытпаларды оңай жасау мүмкіндігіне байланысты 150-ден астам салада: атом энергетикасында, пластмасса өндірісінде, электротехникада (сілтілі аккумуляторларда), керамика мен химия өнеркәсібінде, металлургияда және т.б. қолданылады. Сонымен қатар, ол термоядролық процестер үшін тритий алудың көзі бола алады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Литий кларкі 0,0029%. Оның жоғары мөлшері қышқылды магмалық және шөгінді саз таужыныстарға тән. Концентрациялану коэффициенті 500 шамасында. Литий 28 минералдың құрамына кіреді. Өнеркәсіптік минералдары (Li₂O, %):

сподумен	LiAlSi ₂ O ₆ (8-ге дейін);
лепидолит	KLi _{1,5} Al _{1,5} [Si ₃ AlO ₁₀] (2–6);
амблигонит	(фосфат, 6-9);
циннвальдит	(силикат, 3-4),
петалит	(силикат, Li ₂ O 4,5-ке дейін).

Рудасының типтері мен кондициялары. Литийдің басты руда минералы сподумен (қоры 80% шамасында); өнеркәсіптік мәнге лепидолит рудасы да ие болады. Литийдің маңызды көзінің рөлін кейбір көлдердің тұздықтары (рапа), теңіз суы, минералданған жерасты суы атқарады. Кондициялық мөлшері – рудада 1% Li_2O , ал рапада 0,05 – 0,1% мөлшерінде.

Қоры мен өндірісі. Шетелдердегі литийдің (Li_2O) жалпы қоры – 30 млн т шамасында, олардың ішінде барланғаны – 7 млн т-ға жуық. Ірі кенорындардағы руданың қоры (мың т) – >500, орташа кенорындарда – 200-500, ұсақ кенорындарда – 100-200. Литийдің өндірісі соңғы жылдары ондаған есеге артып, қазір шетелдерде оның көлемі 6,5 мың т (Li_2O мөлшеріне шаққанда) болады.

Қазақстанда литийдің баланстық қоры төрт – Юбилейное, Ахметкино, Бакенді мен Жоғарғы Баймырза қалайы-тантал кенорнында есептелген. Бұл кенорындардың рудасында рубидий мен цезий бар. Олар авторлық вариантта Тарғын және Белогорск кенорындарында есептелген. Сирексілтілі элементтердің негізгі өнеркәсіптік-генетикалық типі гранит пегматиттері болып табылады. Литий кенденуі, аз мөлшерде рубидий мен цезий сподуменді пегматиттермен байланысты, кейде олар лепидолит және поллуцитпен бірге кездеседі. Соңғы кезге дейін сподумен концентраты аталған кенорындардан айырып алынған емес.

Литий, рубидий мен цезийдің болашақ көзі ретінде Каспий маңы, Маңғыстау және Оңтүстік Торғайдағы мұнай-газ кенорындарының (Өріқтау, Амангелді, Әлібекмола, Тортай, Таған, Южный, Қарашығанақ және т.б.) жоғары минералды қабаттық сулары (тұздықтарды) айтуға болады. Оларда бұл элементтердің жоғары концентрациясы байқалып, кейде өнеркәсіптік мәнге дейін жетеді.

Литий, рубидий мен цезийдің жоғары концентрациясы марганец рудасында (Жезді, Промежуточное, Тұр, Богач, Үшқатын III, Батыс Қаражал кенорындары) байқалады. Алғашқы екі кенорында бұл элементтердің қоры бағаланған. Басқа елдердің тәжірибесі бойынша цезийдің көзі ретінде сыртқы жапсарлық метасоматиттер (цезийлі биотит) мен жанартау шынылары саналады. Олар Оңтүстік және Орталық Қазақстанда кең дамыған. Рубидийдің едәуір қоры Каспий маңының калийлі тұздарында бар.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Литийдің өнеркәсіптік кенорындары пегматиттер мен минералды су.

Пегматиттік литий кенорындары сподумен-альбит құрамды күрт еңіс желілерден, микроклин-сподумен (петалит)-альбит рудасының жайпақ жатындарынан, қалың линза тәрізді денелерден тұрады. Олардың құрамында литийдің 50% шамасындағы қоры бар; 70%-дан аса көлемі өндіріледі. Литийлі пегматиттер бар елдер – АҚШ, Канада, Испания, Ауғанстан, Зимбабве, ҚХР.

Минералды суда литийдің 50%-дан астам қоры шоғырланған. Мұндай су бірнеше түрлестерге бөлінеді: 1) кепкен тұзды және содалы көлдер тұздығы (Серлс, АҚШ); 2) кебірсіген көл, лагуна, шығанақ пен теңіздер тұздығы (АҚШ-тағы Үлкен Тұзды көл, Өлі теңіз, Чилидегі Солар-де-Атакама); 3) жерасты тұздықтары (Клейтон-Велли, АҚШ); 4) мұнай мен газ кенорындарының суы.

23.16. Бериллий

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Бериллий өзінің тығыздығының төмендігіне, қаттылығынның жоғарылығына, жоғары серпімділігі мен жылусыйымдылығына, жылу нейтрондарын ұстап қалу қабілетіне байланысты атом техникасында (нейтрондар көзі, оларды реакторларда тежеуші және шағылыстырушы ретінде), ұшақ пен зымыран құрылысында (жеңіл және берік материал ретінде), ұшқын шығармайтын қорытпалар өндірісінде, әртүрлі бұйымдарды қаптауға (бериллийлеу), ұшақтар мен зымырандарда басқару мен бағдарлаудың гигроскоптық қондырғылар жүйесінде, жоғары энергетикалық зымыран отыны өндірісінде пайдаланылады. Кейбір бериллий минералдары 1-клас-ты асыл тастар болып табылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Бериллий кларкі $3,8 \times 10^{-4}\%$. Оның жоғары мөлшері қышқылды, орташа және сілтілі таужыныстарға тән. Концентрациялану коэффициенті 400. Бериллийдің 50-ден аса минералы белгілі, олар – силикаттар (50%), фосфаттар (25%), оксидтер мен бораттар. Өндірістік мәнге ие болатыны (BeO, %):

берилл	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ (10-12);
фенакит	$\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$ (40-44);
бертрандит	$\text{Be}_4[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2$ (40-42);
хризоберилл	$\text{Al}_2[\text{BeO}_4]$ (18-20).

Асыл тастарға бериллийдің мынадай түрлестері жатады: – изумруд (жасыл түсті), аквамарин (теңіз толқыны түсті), гелиодор (ашық сары түсті), воробьевит (қызғылт түсті), сонымен қатар хризобериллдің – александрит (түсі күндізгі жарықта – жасыл, жасанды жарық түскенде – күлгінге өзгереді).

Рудасының типтері мен кондициялары. Негізгі рөлді берилл (қоры 75%) мен фенакит-бертрандит рудасы атқарады. Түбірлік рудадағы BeO кондициялық мөлшері – 0,02%, ал комплексгі руда мен мору қыртысында – 0,01%.

Қоры мен өндірісі. Шетелдерде BeO қоры 1 млн т шамасын құрайды. Олардың жартысынан астамы – жұтаң руда (0,04-0,06% BeO). Бірегей Томас-Рейндж (АҚШ), кенорындағы BeO қоры – 200 мың т. Ірі кенорындарының қоры 40-100 мың т болады. Қоңды рудада – 0,5% BeO, жұтаңда – 0,04-0,1% BeO. Бериллий концентратының (10% BeO) әлемдік өндірісі (ТМД-ны қоспағанда) 100 мың т-ға жетеді, ал бериллий өндірісі 0,8 мың т-ға жуық. 1 т BeO концентратының құны \$11 мың, ал металл бериллий – 500 \$/кг шамасында.

Қазақстанда екі – Орталық Қазақстандағы Нұраталды (берилл) мен Шыңғыстағы Қаражал (гельвин, хризоберилл) бериллий кенорны барланған. Шағын нысандарда бериллийдің қоры молибден-вольфрам мен тантал кенорындарында ілеспе компонент ретінде ескерілген. Олардың арасында Ақшатау, Солтүстік Қоңырат, Қараоба және т.б. кенорындарды айтуға болады. Тантал кенорындары құрамында бериллий бар сирек металды гранит пегматитінен тұрады (Қалба): Ахметкино, Медведка, Қалайытапқан, Белогорск, Бакенді, Жоғарғы Баймырза, Юбилейное, сонымен қатар Қожамқұл (Степанов бөлікшесі) Желке және т.б. кенорындар.

Соңғы жылдары Таулы Алтайдың шекара маңы белдемінде ілеспе бериллийлі сирек металды кенденудің перспективалы жаңа типі (тантал, ниобий, литий және т.б.) анықталған. Олар гранит-порфирдің альбиттенген, грейзенделген және метасоматозды рудаманы белдемдерінде орналасқан. Рудаланудың масштабы айтарлықтай.

Өнеркәсіптік кенорындардың типтері

Бериллийдің барлық кенорындары эндогендікке жатады. Өнеркәсіптік мәнге иелері – пегматиттік, гидротермалық плутоногендік және вулканогендік, грейзендік кенорындар. Пегматиттік кенорындар бериллийдің қоры бойынша (ТМД елдерін қоспағанда) бірінші орын алады (75%-дан асады), соңғы жылдары екінші орынға сілтілі метасоматиттер шықты (12% шамасында), ал үшінші және төртінші орындарда – тиісінше гидротермалық (6%) және грейзендік (5%) кенорындар. Бірақ өндірісі бойынша орналасуы мынадай (%): гидротермалықтар – 70, пегматиттік – 17, грейзендік – 13, ал метасоматиттіктер әзірше игерілмейді.

Сирек металды гранит пегматиттердің заттық құрамы бойынша типтері әртүрлі. Олар бериллий шикізатының маңызды көзі болып табылады. Берилл ілеспе түрінде пегматиттерді мусковит, литий, цезий мен тантал үшін өндіргенде айырып алынады. Жетекші рөлді берилл-мусковит пен берилл-сподумен-лепидолит кенорны атқарады. Берилл-мусковит кенорындары пегматит алаңдарының қапталдарындағы метаморфталған қатқабаттарда жатады. Берилл қолмен іріктеп алуға болатын ірі кристалды түрлерден тұрады. Литийлі типті пегматиттерде берилл көбінесе ұсақ түйірлі және қарқынды метасоматоздық алмасқан бөлікшелерде дамыған. Бериллийлі пегматиттің ірі кенорны бар елдер – Индия, Бразилия, АҚШ, ҚХР, Мозамбик.

Гидротермалық плутоногендік кенорындар граносиенит, кварцты сиенит пен сілтілі граниттің ұсақ гипабиссал интрузияларымен байланысты. Руда денелері руда жаралғанға дейінгі дайкаларда орналасады. Руда фенакит пен бертрандитті флюориттен тұрып, бериллий мөлшерінің жоғарылығымен (0,5–1,5% BeO) сипатталады. Бұл типті кенорын Мексикада бар (Агуачили).

Гидротермалық вулканогендік кенорындар өзгеріске ұшыраған липарит туфы мен туфолавада орналасқан. Басты берилл минералдары бертрандит пен оның сулы түрлестері. Олар халцедон, опал, флюорит, кальцитпен ассоциацияланады. BeO мөлшері 0,5-0,7%-ға дейін. Бұл типті кенорындардың мысалы – Спер-Маунтин (АҚШ).

Грейзен кенорындары гранит күмбездерінің жоғарғы бөліктеріндегі штокверктер мен желілерден тұрады. Руда құрамында бериллден басқа тантал, ниобий, литий, қалайы, вольфрам минералдары болады. BeO мөлшері 0,2 – 0,3%-ға дейін. Бериллді грейзен кенорындары бар елдер – АҚШ, Австралия, Канада.

23.17. Тантал мен ниобий

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Тантал мен ниобий қасиеттері бойынша бір-біріне жақын. Олар от-төзімді және тоттанбайтын болат өндіруге, аса қатты және аса от-төзімді қорытпалар

алуға пайдаланылады. Бұл қорытпалар зымыран, ұшақ жасауға, атом энергетикасында, радиоэлектроникада, химиялық машина жасауда қолданылады. Танталдың едәуір бөлігі зымыранда, ғарыш кемелері үшін электролиттік конденсаторлар өндірісінде пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Ниобийдің кларкі 0,002%, танталдың – 0,00025%. Олардың жоғары мөлшері гранитке, нефелинді сиенитке, ультраангизді сілтілі таужыныстар мен карбонатиттерге тән. Екі металдың да концентрациялану коэффициенті 50 шамасында. Ниобий мен танталдың 50-ден аса минералы белгілі. Олардың ішінде басты өнеркәсіптік мәнге иелері ($Nb_2O_5 + Ta_2O_5$, %):

колумбит-танталит	$(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ (75 – 86);
пирохлор-микролит	$(Na, Ca)_2(Nb, Ta)_2O_6(OH, F)$ (30 – 70);
лопарит	$(Na, Cl, Ca)(Ti, Nb, Ta)O_3$ (8 – 20).

Рудасының типтері мен кондициялары. Қарастырылып отырған металдар кенорындарда әдетте бірге кездесіп, ортақ минералдар жасайды. Ta_2O_5/Nb_2O_5 қатынасы кең ауқымда – 3:1-ден 1:1000-ға дейін ауытқиды. Сондықтан олар танталды, тантал-ниобийлі және ниобийлі руда деп бөлінеді. Nb_2O_5 минимал мөлшері – 0,1%, ал Ta_2O_5 – 0,01%.

Қоры мен өндірісі. Әлемдік қоры (ТМД-ны қоспағанда) Nb_2O_5 – 15-20 млн т және Ta_2O_5 – 0,15 млн т деп бағаланады. Ірі кенорындардың қоры – $Nb_2O_5 > 500$ мың т, $Ta_2O_5 > 15$ мың т, орташа кенорындарда – тиісінше – 100-500 және 2-5 мың т, ұсақ кенорындарда – <100 және <2 мың т. Қоңды рудада Nb_2O_5 мөлшері >0,4%, Ta_2O_5 – >0,025%, жұтаң рудада – тиісінше – 0,1-0,15 және 0,012-0,015%.

Ниобийдің ірі және қоңды кенорындары Бразилияда (Борейро-де-Араша), танталдың – Канадада (Берник-Лейк) орналасқан. Ниобий концентраттарының (50-55% Nb_2O_5) әлемдік өндірісі (ТМД-ны қоспағанда) 16 мың т, ал танталдың (60% Ta_2O_5) – 700 т шамасында болады. Сонымен қатар, танталды қалайы балқытатын заводтар қожын өңдеу арқылы айырып алады (Таиланд, Малазия, Конго).

2000 жылы Nb_2O_5 құны колумбит концентратында 9,4 \$/кг-дан, пирохлор концентратында (60% Nb_2O_5) 7,16 \$/кг-ға дейін, ал Ta_2O_5 танталит концентратында 60 \$/кг шамасында болды.

Қазақстанның тантал бойынша өнеркәсіптік шикізат базасы төрт кенорыннан тұрады: Бакенді, Белогорск, Юбилейное мен Жоғарғы Баймырза. Барланған нысанға Ахметкино кенорны жатады. Барлық кенорындар Қалбада орналасқан. Балансқа алынғаны 12 кенорын, оның 8-де баланстық қор бар, олар – Белогорск, Бакенді, Юбилейное, Кварцты, Қараоба, Ахметкино, Огневка, Обухов. Барланған қормен ең көп камтамасыз етілгені Белогорск. Тантал бойынша шикізат базасы қанағаттанғысыз.

Ниобий бойынша республикада есепке алынған қор жоқ. Белгілі ниобийлі кенорындар мен кенбілінімдер: Жоғарғы Еспе (Шыңғыс-Тарбағатай), Лосев (Көкшетау ауданы), Жоғарғы Ырғыз, Борсықсай (Мұғалжар) және т.б. Қоры мен ниобий мөлшерінің төмендігіне байланысты белгілі кенбілінімдердің барлығы әзірше өнеркәсіптік мәнге ие емес. Қазақстанда ниобий қазіргі кезде Қалба гранит пегматиттерінің сирек металды рудасын өндеген кезде қосымша айырып алынады.

Қазақстанда сирек металл кенорындарын анықтау перспективасы әлі таусылған жоқ. Тантал мен ниобийдің біршама ресурстары техногендік кенорындарда – Белогорск комбинатының қалдық қоймаларында бар. Оларда құрамында тантал, қалайы, бериллий, литий, цезий және т.б. 10 млн т-дан аса тастанды қалдықтар жинақталған.

Тантал мен ниобийге деген практикалық қызығушылықты сілтілі гранитоидпен байланысты мору қыртысы мен шашылымдары туындата алады.

Өнеркәсіптік кенорындардың типтері

Тантал мен ниобий кенорындарының негізгі өнеркәсіптік мәнге ие болатын типтері: магмалық, пегматиттік, альбититтік, қалдық мору және шашылымдық шөгінді.

Магмалық кенорындар лопаритті нефелин сиениттері мен карбонатиттерден тұрады. Нефелинді сиенит стратификацияланған ірі интрузия қалыптастырады. Лопарит барлық таужыныстарда, әсіресе ырғақты кезектескен қабаттардың төменгі бөліктерінде көп шоғырланады. Руда қалыңдығы шамалы (1 – 2 м) қабат тәрізді денелерді құрап, олар барлық массивті қиып өтеді.

Пироклорлы карбонатиттер ультранегізді-сілтілі таужыныс массивтерінде орналасқан. Олар – құрамында амфибол, апатит, магнетит қоспалары бар эндогендік карбонат таужыныстар. Рудада ниобийдің мөлшері танталдан басым. Кенорындардың бұл типі ТМД, Канада мен Бразилияда белгілі.

Пегматиттік кенорындарда көбінесе тантал мен ниобий болады, бірақ басты рөлді литийлі типті пегматиттер атқарады. Руда кварц, далашпат пен мусковиттен тұрады. Басты руда минералдар – танталит пен колумбит. Рудадан, сондай-ақ сподумен, лепидолит, касситерит пен берилл де айырып алынады. Бұл типті кенорындардың ірілері Канада, Бразилия, ҚХР, Зимбабве мен АҚШ-та бар.

Альбититтік кенорындар шағын гранит күмбездерінің жоғарғы бөліктерінде, олардың ішкі жапсары мен тектоникалық бұзылыстарда орналасады. Руда құрамына колумбит-танталит, микроклин, кварц, альбит, топаз, лепидолит, касситерит пен вольфрамит кіреді. Тантал мен ниобийдің мұндай кенорындары Нигерия, Конго мен Бразилияда белгілі.

Қалдық мору кенорындары құрамында тантал және ниобий бар пегматит және гранит моруған кезде қалыптасып, алаңдық типті жатындар жаралады. Мору қыртысында кварц, касситерит, тантал-ниобаттар мен берилл болады. Кенорындардың бұл типі Бразилияда, Зимбабведе, Нигерияда анықталған.

Шашылымдық кенорындар элювийлік-делювийлік және аллювийлік типтерге бөлініп, мору қыртысы шайылған кезде жаралады. Оларда тантал-ниобаттар касситерит және вольфрамитпен бірге кездеседі. Бұл типті шашылымдар Конго, Нигерия мен Бразилияда өндіріледі.

23.18. Сирекжер элементтер

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Сирекжер элементтерге (TR) лантан La, церий Ce, празеодим Pr, неодим Nd, прометий Pm, самарий Sm, европий Eu, гадолиний Gd, тербий Tb, дис-

прозий Dy, гольмий Ho, эрбий Er, тулий Tm, иттербий Yb, лутеций Lu және иттрий Y жатады. Сирекжерлер металлургияда кара және түсті металл қорытпаларының механикалық қасиеттерін, жылу- және оттөзімділігін арттыратын легирлеуші және модификациялаушы қоспалар ретінде пайдаланылады. Олар мұнай крекингінде катализатор ретінде, түрлі-түсті теледидар кинескоптарын, люминефор, жоғары қуатты магниттік қорытпалар, лазер мен мазерлер өндірісінде, атом реакторларында реттеуші стержень (Gd, Sm, Eu), радиобелсенді сәулелер көзі түрінде қолданылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Барлық сирекжер элементтер тобының жер қыртысындағы орташа жиынтық мөлшері 0,01% шамасында, ал жекелеген элементтерінің мөлшері $2 \cdot 10^{-5}$ (тулий) – $4,6 \cdot 10^{-3}$ (церий) аралығында өзгереді. Олардың жоғары мөлшері сілтілі және ультранегізді-сілтілі таужынысқа тән. Иттрийдің концентрациялану коэффициенті 100-150, ал қалған элементтерінің – 50. Сирекжерлер 200-ге жуық минералдың құрамына кіреді. Олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге иелері (TR_2O_3 , %):

монацит	(Ce,Th)PO ₄ (70-ке дейін);
ксенотим	YPO ₄ (60-қа дейін);
бастнезит	Ce(CO ₃)F (65–75);
паризит	(Ce,La) ₂ Ca(CO ₃) ₃ F ₂ (46–60);
лопарит	(Na,Ce,Ca)(Ti, Nb, Ta)O ₃ (31–35);
фергюсонит	Y(NbO ₄) (30–45).

Қоры мен өндірісі. Сирекжер элементтердің әлемдік қоры (ТМД-ны қоспағанда) 45 млн т-ға бағаланады. Ірі кенорындардың қоры (TR_2O_3) 500 мың т-дан асады, орташаларда – 100-500 мың т, ұсақтарда – 100 мың т-ға дейін. Қонды рудада TR_2O_3 мөлшері 1-2%, ал жұтаңдарда – 0,3%-ға дейін болады. Шетелде сирекжер элементтер концентрациясын (60% TR_2O_3) өндіру көлемі 50 мың т, оның 60%-ға жуығын АҚШ өндіреді. Сирекжерлерді олардың дербес рудасынан (бастнезит пен монцанит), сонымен қатар тантал-ниобий мен уран рудасынан ілеспе түрінде алады.

Қазақстандағы сирекжер көздері негізінен ванадий, фосфор, уран және титанцирконий кенорындарымен байланысты.

Бұл кенорындарда сирекжерлер ілеспе компоненттер түрінде кездеседі, олардың концентрациясы өнеркәсіптік мәнге жақындайды. Сонымен қатар сирекжерлердің айқын басым концентрациясы оларды жетекші компонент ретінде қарастыруға мүмкіндік беретін 10 шақты кенорын мен кенбілінім: Ақбұлақ, Талайрық, Солтүстік Кутюхино, Күндібай, Надеждино, Молодежное (Солтүстік Қазақстан), Ақкеңсе (Орталық Қазақстан), Жәмші (Оңтүстік Қазақстан), Приозерное (Батыс Қазақстан). Сирекжерлі нысандардың ең ірісі Шығыс Қазақстандағы Жоғарғы Еспе сирек металдар (ниобий-цирконий-сирекжерлер) кенорны. Молибден-вольфрам кенорындары арасында Жоғарғы Қайрақты, Жанет, Оңтүстік Жауыр, т.б. (Орталық Қазақстан) сирекжер элементтерінің біршама жоғары мөлшерде болуымен ерекшеленеді.

Сирекжерлі кенденудің ірі көздері ванадий кенорындары – Баласауысқандық, Қорамсақ, Жабағылы; фосфорит кенорындары – Ақсай, Шолақтау, Көксу, Көкжон, Жаңатас, Жоғарғы Ран және т.б. (Қаратау); органигендік-фосфат-уранды – Меловое, Тайбағар, Томақ, Тасмұрын (Маңғыстау); қабаттық-инфильтрациялық уранды-се-

ленді кенорындар – Инкай, Мыңқұдық, Қанжуған және т.б. (Шу-Сарысу мен Сыр-дария ойпандары); фосфорлы-уранды кенорындар – Заозерное, Тастыкөл және т.б.; уранды-көмір кенорындары – Қалжат, Төменгі Іле (Іле ойпаңы); көмір кенорындары – Юбилейное (Қаражыра), Алакөл, Ленгер, Шұбаркөл, Майкөбен мен Жыланшық алаптары; титан-цирконий шашылымдары – Обухов, Заячья, Решающая, Агеспе және т.б.

Солтүстік Қазақстан, Торғай, Ұлытау (Күндібай кенорны және т.б.) аудандарындағы сирекжерлі мору қыртысы да практикалық қызығушылық мәнге ие.

Сирекжер шикізатының потенциялық көзіне Көкшетау аймағының сілтілі-мафелі интрузияларымен байланысты карбонатиттері жатады. Мұндай интрузиялар Мұғалжарда, Оңтүстік және Орталық Қазақстанда да дамыған. Оларда сирекжерлердің жоғары мөлшері байқалады. Жарма-Сауыр белдеміндегі сілтілі гранит массивтерінің сирекжерлермен минералдануы да қызығушылық туындатады.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Сирекжер элементтердің кенорындары көбінесе комплексті болады. Олардың өнеркәсіптік мәнге ие болатын типтері: магмалық, пегматиттік, гидротермалық плутоногендік, скарндық, қалдық мору, шөгінді (шашылымдық және биохимиялық).

Гидротермалық плутоногендік кенорындар сілтілі граносиенитпен кеңістікте және генетикалық байланыста болып, тектоникалық бұзылыстарда орналасады. Руда денелері линза және желі пішінді болып келеді. Руданың құрамы күрделі. Желі массасын кальций, магний мен темір карбонаттары, магнетит, барит, флюорит, кварц жасайды. Руда минералдар – бастнезит, паризит, монацит. Бұл типті кенорындар белгілі елдер – АҚШ (Маунтин-Пасс), ҚХР (Баюнь-Обо), Бразилия, Австралия.

Шашылымдық кенорындар кең дамыған және олар монцанит, ксенотим мен фергусениттің маңызды көзі болып табылады. Кенорындар көбінесе комплексті: сирекжер минералдармен қоса циркон, тантал-ниобаттар, касситерет, ильменит, рутил болады. Өнеркәсіптік мәні барға теңіз жағалауы (монацит үшін) мен элювийлік-делювийлік шашылымдар жатады. Сирекжер элементтердің ірі шашылымдық кенорындарын КХДР, Индия, Шри-Ланка, Австралия, Мозамбик, Канада, АҚШ өндіреді.

Сирекжер элементтердің магмалық (сілтілі нефелинді сиенит массивтері) және пегматиттік кенорындары Ресей аумағында (Кола түбегі, Сібір) кең таралып, өндіріледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Темір қандай салаларда қолданылады?
2. Темірдің қандай минералдары мен руда типтері өнеркәсіптік мәнді?
3. Темір рудасы типтерінің негізгі кондициялық көрсеткіштері қандай?
4. Сарыбай кенорнының кен-геологиялық жағдайлары қандай?
5. Қашар кенорнының кен-геологиялық жағдайлары қандай?

6. Қаражал кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары қандай?
7. Лисаковск кенорнының кен-геологиялық жағдайлары қандай?
8. Марганец қандай салаларда қолданылады?
9. Марганец рудасы қоры мен өндірісі бойынша қалай таралған?
10. Марганец рудасының типтері мен кенорындары қандай?
11. Хромиттің негізгі тұтынушылары қандай?
12. Хромит рудасының негізгі қоры қандай елдерде шоғырланып, өндіріледі?
13. Хромит рудасының кондициялық көрсеткіштері қандай?
14. Кемпірсай хромит кенорындарының кен-геологиялық сипаттамасы қандай?
15. Никель мен кобальт қандай салаларда қолданылады?
16. Никель мен кобальт рудасының минералдық құрамы мен типтері қандай?
17. Кемпірсай массиві никель-кобальтты мору қыртысының сипаттамасы.
18. Вольфрам мен молибден қандай салаларда қолданылады?
19. Вольфрам мен молибденнің минералогиясы, рудасы мен кондициялық көрсеткіштері.
20. Алюминийдің қолданылу салалары, геохимиясы мен минералогиясы.
21. Алюминий кенорындарының типтері, таралуы мен өндірісі.
22. Амангелді боксит кенорындар тобының кен-геологиялық сипаттамасы.
23. Мыс, оның геохимиясы мен минералогиясы, қолданылу салалары.
24. Мыс кенорындарының өнеркәсіптік типтері, таралған елдері.
25. Жезқазған мыс кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы.
26. Қоңырат мыс кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы.
27. Қалайы өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
28. Қалайының геохимиясы мен минералогиясы, кенорындары.
29. Қорғасын мен мырыштың қолданылу салалары қандай?
30. Қорғасын мен мырыштың геохимиясы, минералогиясы, рудасының кондициялық көрсеткіштері қандай?
31. Мырғалымсай (Мерғалисай) қорғасын кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы қандай?
32. Лениногорск қорғасын-мырыш кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы қандай?
33. Сүрме мен сынаптың геохимиясы, минералогиясы, рудасының кондициялық көрсеткіштері қандай?
34. Алтынның минерал-шикізат базасының сипаттамасы.
35. Алтынның кондициялық көрсеткіштері.
36. Алтынның геохимиясы мен минералогиясы, кенорындарының типтері.
37. Алтынның сынамы деген не?
38. Күмістің қолданылуы мен кенорындары.
39. Уранның қоры мен өндірісі қандай?
40. Уран рудасының кондициялық көрсеткіштері.
41. Уран кенорындарының өнеркәсіптік және генетикалық типтері.
42. Бериллийдің қасиеттері мен қолданылу салалары қандай?

43. Бериллийдің минералогиясы, кенорындары мен өндірісі қандай?
44. Ниобий мен танталдың қасиеттері, минералогиясы мен қолданылуы.
45. Ниобий мен тантал кенорындарының типтері қандай?
46. Сирекжер элементтер деген не, олардың қасиеттері қандай?
47. Сирекжер элементтердің минералогиясы, қолданылуы мен кенорындары қандай?

24. БЕЙМЕТАЛЛ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР

24.1. Бейметалл пайдалы қазбалардың жіктелімі

Бейметалл пайдалы қазбалар өздерінің айрықша физикалық және физикалық-химиялық қасиеттері, минералдық құрамының ерекшеліктері, сонымен қатар әртүрлі өнімдер мен материалдар алу мүмкіндігі бойынша экономикада кең пайдаланылады. Олар құрамынан металдар айырып алуға (калий, магний, натрий және т.б. айтпағанда) және табиғи отын ретінде (зымыран отыны болатын бор қосылыстары мен фтор қосылыстарын санамағанда) қолданылмайды. Бейметалл пайдалы қазбалар тобы түрлерінің саны бойынша металл пайдалы қазбалар тобы мен жанғыш қазбалардан әлдеқайда көп. Бейметалл пайдалы қазбалар табиғи түрінде немесе алдын ала өңдеуден кейін пайдаланылады.

Бейметалл пайдалы қазбалар көбінесе көп мақсатта қолданылатын шикізат болып табылады. Мәселен, флюорит өзінің сапасының нақты көрсеткіштеріне байланысты оптикада, шыны, металлургия мен химия өнеркәсібінде; күкірт – ауыл шаруашылығында улы химикаттардың құрамдас бөлігі ретінде, химия, резина, қағаз және тамақ өнеркәсібінде; цеолиттер – ауыл шаруашылығында, газдарды, табиғи және ақаба суды тазартуға, металдар айырып алуға қолданылуы мүмкін.

Сонымен қатар, көптеген бейметалл пайдалы қазбалар қасиеттерінің ортақ болуына байланысты өнеркәсіптік өндірісте бір-бірін алмастыруы мүмкін.

Қазіргі кезде бейметалл пайдалы қазбалар өздерінің жетекші пайдалы қасиеттері мен өнеркәсіпте қолданылуының басты бағыттары бойынша үш топқа бөлінеді:

1) индустриялық шикізат: асыл, әшекей және техникалық тастар; пьезооптикалық және электротехникалық шикізат; жылу- және дыбысоқшаулауыш, қышқыл- және сілтітөзімді, сонымен қатар оттөзімді материалдар мен металлургиядағы қоспа шикізат; табиғи оптағыш-жұтқыштар (сорбенттер);

2) химиялық және агрономиялық шикізат: минерал тұздар; фосфор шикізаты; күкірт пен бор шикізаты;

3) құрылыс материалдар өнеркәсібі үшін минерал шикізат: жеңіл бетон толтырғыштар мен жылуоқшаулауыш материалдар өндірісі үшін; құрылыстық және қаптама тас; байланыстырушы материал өндірісінің шикізаты; құрылыстық құм мен құм-гравий материал; керамикалық шикізат; тасқую шикізаты; минерал пигменттер.

24.2. Құнды, әшекей және техникалық тастар

Жалпы мағлұмат

Асыл (зергерлік) және әшекей тастарға (әсемтас шикізатына) минерал кристалдары, олардың агрегаты, таужыныстар жатады. Олар мөлдірлігі, әдемі түсі, бояуының құбылуы, ашық жылтырлығы, жоғары сыну көрсеткіші, едәуір дисперсиялылығы,

опалесценциясы, құбылуы (иризация), қаттылығы, құрылымдық нақышы, қырлануға қабілеті, жылтырлануы мен тегістелуі бойынша жоғары эстетикалық талғамға сай болу керек. Техникалық тастарға әсемтас шикізаттың кейбір түрлері (көбінесе зергерлік сорттарға қарағанда құндылығы төмендеуі) жатады. Оларға белгілі бір айрықша қасиет – жоғары қаттылық, тұтқырлық, механикалық беріктік, жоғары қосыну және т.б. тән.

Әсемтас шикізат өзінің эстетикалық құндылығын анықтайтын физикалық қасиеттерінің көрсеткішіне, таралғандығына, сондай-ақ бағасына байланысты бірнеше топқа бөлінеді. Е.Я. Киевленко ұсынған жіктелімде мынадай топтар мен кластар (реттер) қабылданған:

1) зергерлік (асыл) тастар – алмас, зұбаржат, лағыл, жақұт, александрит-дихромды хризоберилл (I реттік әсемтастар); жирен, күлгін және жасыл жақұт, әсем жадеит (II реттік); демантоид, шпинель; әсем және жалынды опал, сутас (жасыл-көк берилл), топаз, родолит, турмалин (III реттік); хризолит, циркон, сары, жасыл және қызғылт берилл, кунцит, феруза (бирюза), аметист, пироп, альмандин, айтас пен күнтас, хризопраз, цитрин (IV реттік);

2) зергерлік-әшекей тастар – ләпсітас (лазурит), жадеит, нефрит, малахит, янтарь, тау хрусталі, чароит (I реттік); ақық, амосонит, родонит, гематит-қантас, құбылма обсидиан, кәдімгі опал, беймөлдір құбылма далашпат (II реттік);

3) әшекей тастар – яшма, жазба гранит, тасағаш, мәрмәр оникс, лиственит, обсидиан, гагат, селенит, флюорит, авантюрин кварцит, агальматолит, түсті мәрмәр, порфир, брекчия.

Асыл және әшекей тастардың сапасы стандарттар мен техникалық шарттар бойынша анықталады. Сапаның басты көрсеткіштеріне ақаулы бөліктерінің өлшемі, мөлдірлігі, реңі мен бояуының біркелкі таралуы, бөгде қоспалар мен каверналарының саны мен өлшемі, қоспалардың мөлшері, оптикалық әсер білінімінің қарқындылығы, өрнегінің әсемдігі жатады.

Асыл тастардың бағасы олардың сапасы мен массасымен анықталады.

I реттік зергерлік тастардың 1 караты (1 кар=0,2 г) \$1500-нан асады және олардың бағасы тас массасының квадратына пропорционал артады. II реттік асыл тастар 500-1200 \$/кар ауқымында бағаланады; III реттіктер 50-300 \$/кар, ал IV реттіктер – 5-40 \$/кар шамасында тұрады. Зергерлік-әшекей тастардың бағасы олардың реттілігіне байланысты өзгереді: I реттік – 30-150-ден 1000 \$/кар, II реттік – 5-15 \$/кар, ал әшекей тастар 1,5 \$/кг шамасынан аспайды.

Зергерлік алмас үлкендігі, мөлдірлік дәрежесі, бояуы, қоспасы, кіріндісі мен ақауы (таңдақтар, ластану, жарықшақтар) болуына байланысты сорттарға бөлінеді. Жоғары сапалыға түссіз және көгілдір реңкілі ақаусыз кристалдар жатады; сарғыш және басқа реңкілері олардың бағасын төмендетеді. Зергерлік алмастың минимал өлшемі 0,05 кар. Массасы 10 караттан асатын алмас кристалдары ірі саналады; ал массасы 50 кар асатын алмасқа ат береді.

Алмас өндіру тарихында әрқайсысының массасы 40 караттан асатын 36 зергерлік тас табылған. Олардың ең ірісі «Куллинан» алмасы – массасы 3036 кар және өлшемі

5x6,5x10 см болатын кристалл сынығы. Оны өндеген кезде жалпы массасы 1064 кар шамасындағы екі ірі («Африка жұлдызы» 530,2 кар мен «Куллинан-II» 317,4 кар) және 103 ұсақ гәуһар алынған. Гәуһардың мұндай шығымы (34,25%) жеткілікті жоғары саналады, өйткені алмасты өндеген кезде олардың ысырабы 50%-ға жетеді. Ресейде ірі және құнды «Орлов» (194,8 кар) және «Шах» (88,7) деген тарихи алмастар бар. Табылған зергерлік ірі алмастарға «Якутия жұлдызы» (232 кар), «Мария» (105,8 кар) мен «Валентина Терешкова» (51,66 кар) жатады.

Техникалық тастарға қаттылығы мен түрпілігі (алмас, корунд, анартас), механикалық беріктігі мен тұтқырлығы (ақық, нефрит), пьезоэлектрлік қасиеттері (кварц, турмалин) жоғары, оптикалық біркелкі орта жасауға қабілетті (лағыл, сапфир, изумруд) минералдар жатады. Техникалық тастар дәл приборлардағы (тіреуіштер, подшипниктер, тірек призмалар, сағат тастары) ұсақ бөлшектер өндіруге, фильм мен түрпі құралдар, лабораториялық қондырғылар (келі мен келсап), квант генераторларын жасауға қолданылады. Техникалық тастардың сапасы құрылысының біркелкілігімен, кірінді мен жарықшақтар болуымен, өлшемімен анықталады.

Техникалық алмас сапалық көрсеткіштері бойынша мынадай сорттарға бөлінеді. *Борт* – бұрыс пішінді, күнгірт түсті беймөлдір кристалдар сынығы, өскіндер, сәулелі және түйірлі агрегаттар. *Баллас* деп пішіні шар тәрізді, ішкі ядросына қарағанда сыртқы қабықтары қаттылау ұсақ түйірлі агрегаттарды атайды. *Карбонадо* – күнгірт-жасыл және қара түсті, қабықтары қатты ұсақ түйірлі және кеуек агрегаттар. *Конго* – бұрыс пішінді алмас ұсағы және ең төменгі сортты күнгірт ұсақ кристалдар.

Қазіргі кезде минералдарды синтездеу (жасанды жолмен алу) мен олардың табиғи жаралымдарын жақсарту кең дамыған. Жасанды жолмен кварц пен оның боялған түрлестері (түтінді кварц, аметист, цитрин), алмас, зүбаржат, лағыл, жақұт, шпинель, әдемі опал, бирюза, александрит, лазурит және т.б. алынады. Сонымен қатар, айрықша құрамды табиғи баламалары жоқ косындылар синтезделеді: итрит-алюминийлі анартас, гафний мен цирконий оксидтері (фианит), стронций титанаты, көк кварц және т.б. Бұл жасанды тастар физикалық қасиеттері бойынша зергерлік шикізатқа қойылатын талаптарға сай келеді. Жасанды минералдар табиғидан едәуір арзан болады, бірақ массасы 1 караттан асатын жасанды алмас табиғилардан қымбаттайды.

Әсемтас шикізаттың сапасын жақсарту үшін (бояуын арттыруға, мөлдірлігін жақсартуға, ішкі ақауларын жоюға) табиғи тастарды әртүрлі әдістермен (γ-сәулелендіру, бояғыштарды сіңдіру, қыздыру және т.б.) жақсартады. Коллекциялық шикізатты да жақсартуға болады, ол үшін нашар сақталған кристалдарды автоклавтарда жетілдіріп өсіру қолданылады.

Әртүрлі әсемтас шикізатының өндірісі бойынша маңызды рөл мына елдердің үлесіне тиеді: зүбаржат – Колумбия, Бразилия, ОАР, Замбия, Зимбабве, Индия; жақұт – Таиланд, Камбоджа, Австралия; лағыл – Мьянма (Бирма), Кения; күлгінтас (аметист) – Бразилия, АҚШ, Франция; табас (топаз) – Нигерия, Бразилия, АҚШ; хризолит – АҚШ, ОАР; пироп – ОАР, Бразилия, Мадагаскар; әдемі шпинель – Шри-Ланка, Мьянма (Бирма), Бразилия; цитрин – Бразилия, АҚШ, ҚХР; малахит – Конго, Зам-

бия, АҚШ. ТМД елдерінде зүбаржат, сутас (аквамарин), табас, хризопраз, жадеит, феруза, малахит, нефрит және көптеген әсемтас шикізаты түрлерінің кенорындары белгілі.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Асыл, әшекей және техникалық тастардың кенорындары әртүрлі генетикалық жағдайларда жаралады. Олардың ішінде ең басты мәнге ие болатындары мынадай типтер: магмалық (кимберлит түтікшелері, эффузиялық және интрузиялық таужыныс), пегматиттік, гидротермалық, жапсарлық-метасоматоздық, метаморфогендік, мору және шөгінді.

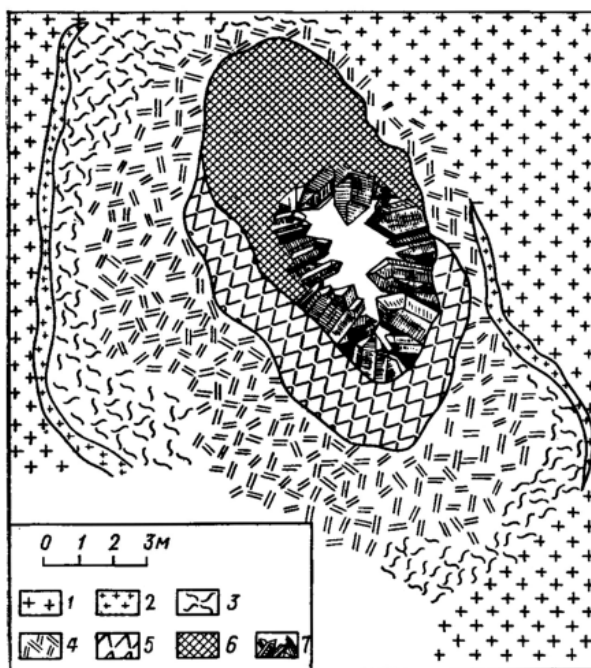
Магмалық кенорындар. Бұл генетикалық типке кимберлит құбырларындағы алмас және оларды сүйемелдейтін хризолит пен пироп кенорындары; сілтілі және негізді эффузиялық таужыныстардағы циркон, көк жақұт (сапфир) мен хризолит кенорындары; қышқылды және ортаңғы эффузивтердегі альмандин кенорындары жатады.

Кимберлит денелері (құбырлар, кейде дайкалар мен силлдер) Оңтүстік Африка, Сібір және басқа платформалар ауқымында дамыған. Олардың орналасуы көне жарылымдармен бақыланады. Планда құбырлардың пішіні әртүрлі – дөңгелек, сопақ, линза тәрізді. Өлшемдері планда бірнеше метрден 1 км-ге дейін өзгереді. Танзаниядағы ең ірі *Мвауи құбырының* өлшемдері 2525x1068 м. Тереңге қарай құбырлардың қимасы әдетте азаяды да, олар дайқаға айналады. Қазір әлемде 2000-нан аса кимберлит денелері табылған, олардың 10%-ы алмасты, ал 2,5%-ға жуығы өндірісте. Өнеркәсіптік кенорындарындағы алмастың мөлшері 0,2-ден 10-15 кар/т шамасында өзгереді.

Якутия (Саха Республикасы) алмасты провинциясындағы «*Мир*» құбыры планда сопақ, ал қимада воронка пішінді. Ол көлбеу жатқан карбонат (доломит, әктас, мергель) таужыныстарды тесіп өткен және кимберлитті таужыныстардың алты түрлесінен тұрады. Құбырдың жоғарғы жағында кимберлиттер қатты өзгерген. Таужыныстардағы алмас біршама біркелкі таралған.

Пегматиттік кенорындармен өндірістік мәнге ие көптеген әсемтастар шикізатының шоғыры байланысты. Олардың мысалы: топаз, берилл (аквамарин, воровьевит, гелиодор), турмалин, сподуменнің асыл түрлестері, тау хрусталі, цитрин, амелист, морион, қызғылт кварц, құбылмалы далашпаттар, альмандин, амазонит, жазба гранит (24.1-сурет). Пегматиттер коллекциялық шикізаттың да көзі болып табылады. Әсемтас шикізатының пегматиттік кенорындары белгілі жерлер Украинада, Оралда, Қазақстанда, Ауғанстанда. АҚШ-та, Мадагаскарда белгілі.

Гидротермалық кенорындар аквамариннің, топаздың, тау хрусталі мен оның түсі әртүрлі түрлестерінің – цитрин, морион, амелисттің көзі болады (*Орал кеніштері*). Ақиқтың осы типті ірі кенорындары Арменияда, Грузияда, Тиманда, сондай-ақ Бразилияда, Уругвайда, Индияда орналасқан. Жер беті маңы төмен температуралы гидротермалыққа мәрмәр ониксінің кенорындары жатады, олар әктастарда қабат жатындарын (Армения, Әзірбайжан), сауыс агрегаттар (Түркмения) жасайды.



24.1-сурет. Морионды пегматиттің қимасы:

1 – гранит; 2 – аплитті жиек; 3 – жазба пегматит; 4 – пегматоид белдемі;
5 – микроклин; 6 – кварц ядросы; 7 – морион кристалдары бар қуыс

Жапсарлық-метасоматоздыққа зұбаржат (Орал, Индия, ОАР, Австралия – гранитоид пен ультранегізді таужыныстардың жапсарында), лазурит (Забайкалье, Памир – карбонат таужыныстардың қышқылды таужыныс дайқаларымен және гнейспен жапсарында), асыл шпинельдер мен жақұт (Бирма, Таиланд, Шри-Ланка, Ауғанстан – магнезийлі скарндар), нефрит пен жадеит (Қазақстан, Орал – ультра-негізді таужыныстардың қышқылды және орташа таужыныстармен жапсарында), зергерлік гроссуляр (Кения, Танзания – әкті скарндар) кенорындары жатады.

Метаморфогендік кенорындарда таужыныстардың аймақтық пен жапсарлық метаморфизмінің әртүрлі стадиясында зергерлік-бұйымдық тастар қалыптасады. Яш-маның ірі кенорындары Ортаңғы және Оңтүстік Оралда (Оренбург облысы), Алтай мен Забайкальеде, сондай-ақ Австралия мен АҚШ-та белгілі. Родонитті кенорындар Оралда (*Малоседельников* пен *Курган*) және Орта Азияда, Австралияда, Испанияда, Ұлыбританияда, АҚШ-та, Мексикада, Мадагаскарда дамыған.

Орташа және жоғары температуралы метаморфизм кезінде слюдалы және кристалды тақтатастар мен гнейстер қалыптасып, олардың құрамында альмандиннің зергерлік түрлестері (*Кительск кенорны*, Карелияда), айгас, зергерлік далашпат, жақұт пен көк жақұт (Шри-Ланка) болады. Зергерлік гематит (қантас) темірлі кварциттер арасында болатын альпілік типті желілерден табылады. Өндеуге жарамды гематиттің кенорындары Қазақстанда (*Батыс Қаражал*, *Үлкен Ақтай-Қтай*), Бразилияда, Канадада, Мексикада, АҚШ-та бар.

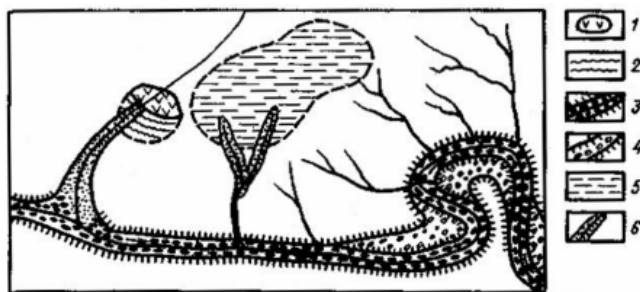
Мору кенорындары да әсемтас шикізатының балансында маңызды мәнге ие болады. Мору қыртысының қалдық кенорындарында жоғары қаттылық пен химиялық төзімділік қасиеттеріне ие зергерлік тастардың – жақұт, көк жақұт, циркон, анартас, күлгінтас (аметист) пен ақықтың өнеркәсіптік шоғырлары болады. Осы типті кенорындар тропик белдеуінде орналасқан елдерде – Индияда, Шри-Ланкада, Бирмада, Таиландта, Танзанияда, Австралияда және т.б. кең дамыған.

Морудың инфильтрациялық кенорындары опал, хризопраз, малахит, бирюза мен селениттің (талшықты гипстің) көзі болып табылады. Асыл опалдың кенорындары Австралияда, хризопраз – Орал мен Орталық Қазақстанда, малахит – Ортаңғы Оралда (*Гумешев, Нижне-Тагил*), ДР Конго мен Замбияда, Иранда, АҚШ-та, бирюза – Орта Азияда (*Қызылқұм*) белгілі.

Шөгінді кенорындар әсемтас шикізатының маңызды көзі болып табылады. Қазір шашылымдардан алмастың көп бөлігі (Африка, Индия), барлық дерлік жақұт, көк жақұт, циркон мен асыл шпинель (Таиланд, Австралия, Шри-Ланка), сондай-ақ янтарь (Прибалтика) өндіріледі. Олар, сонымен қатар топаз, зүбаржат, тау хрусталі (Бразилия, Мадагаскар), ақық (Бразилия, Уругвай, Индия), нефрит (Канада, ТМД) және басқа асыл тастар өндірісінде маңызды рөл атқарады.

Ең үлкен практикалық мәнге ие болатыны аллювийлік және жағалау-теңіз шашылымдары, олар ашық тәсілмен өндіріледі, алмастың минимал мөлшері 0,1-0,2 кар/м³ шамасында болады. Көптеген шашылымдарда алмастың концентрациясы 1 м³ қопсық таужынысқа ондаған кар-дан асады.

Аллювийлік шашылымдар жасына қарай көне және қазіргі түрлерге бөлінеді. Қазіргі аллювий шашылымдар аңғарлық, террасалық, жайылмалық пен арналық болып бөлінеді (*24.2-сурет*). Аллювийлік шашылымдар белгілі жерлер – Ресей (Виллой өзенінің алабы), ОАР, Намибия Гана, Ангола, Сьерра-Леона, Индия, ҚХР, Бразилия, Венесуэла, Гайана, Австралия.



24.2-сурет. Әртүрлі типті алмасты шашылымдар орналасуының пландағы сұлбасы (*А.П. Буров бойынша*): 1–5 – шашылымдар: 1 – элювийлік, 2 – делювийлік, 3 – 4 – аллювийлік (3 – аңғарлық, 4 – террасалық), 5 – пролювийлік, 6 – қолаттық

Теңіз-жағалау шашылымдары Намибияның жағалауында кең дамыған.

Қазақстанда әсемтастар шикізатының мол ресурсы бар. Осыған байланысты, бұл көрсеткіш бойынша әлемде алдыңғы орындардың бірінде. Республика аумағында

асыл және жартылай асыл әсемтас пен түрлі-түсті әшекей тастың ондаған кенорындары анықталған. Ең белгілі әсемтас кенорындары: жадеит (*Итмұрынды*), хризопраз (*Сарыкөлболды, Пстан*), диоптаз (*Алтынтөбе*), феруза (*Ақсұмбе, Жыланды*), зүбаржат (*Делбегетай, Изумрудное*), малахит (*Шақпақ*), мүкті ақық (*Пстан, Шыбынды, Шарлы*), гематит-қантас (*Кішкенесор*), таухрусталі (*Друзовое, Ақтас, Ақжайлау, Бескемпір және т.б.*), яшма (*Риддер, Анастасьев, Аймақ, Жұмырсай және т.б.*), анартас (*Күлет, Гранатовое*), асыл халцедон (*Қаратау тобы*), родусит (*Қумола, Үшбұлақ*), амазонит пен офикальцит (*Майкөл*), асыл опал (*Вознесенск*), таспалы және қабатты ақық (*Қызылтуған, Оңтүстік Кетмен, Әлжан және т.б.*), агальматолит (*Майтөбе, Арқалық, Аиутасты, Кербұлақ және т.б.*). Басқа көптеген әсемтас пен әшекей тастар: берилл, табас, күлгінтас, цитрин, түсті турмалин, түсті мәрмәр, обсидиан, кальцифир, родонит, серпентин, дендролит (тасқа айналған ағаш) және т.б. кенбілінімдері анықталған. Олар көпшілік жағдайда нашар зерттелген. Айрықша айтатыны Солтүстік және Оңтүстік Қазақстан аумағында зергерлік алмастың ұсақ кристалдары көптеп табылған. Олар әзірше толық бағасын алған жоқ. Геологиялық сілтемелер Қазақстанның әлеуеттік алмасты аудандарында зергерлік алмас кенорындарын анықтаудың перспективасын жоғары бағалауға мүмкіндік береді. Әсемтас шикізаты – Қазақстанда ұмыт қалып, әлі толық зерттелмеген пайдалы қазбалар түрі.

Техникалық алмас. Солтүстік Қазақстанда (Көкшетау ауданы) техникалақ алмастың қоры бойынша бірегей Құмдықөл кенорны барланған. Кенорын микроалмас концентрациясының кеңістікте әркелкілігі бойынша ерекшеленеді және ол жойқын мөлшерге дейін жетеді. Кенорын өнеркәсіптік игеруге даярланған. Ауданда құмдықөздік типті жаңа бес алмасты белдем (Кенеткөл, Шығыс және Батыс Қарлықкөл, Ащыкөл және Баршын) анықталған.

Түрпі (абразив) тастар – корунд, микрокварцит, анартас. Қазақстанда қоры бойынша өте ерекше *Семізбұғы корунд* кенорны орналасқан. Одан 50 жыл ішінде (1926-1977 жж.) 150 мың т-ға жуық жоғары сапалы корунд рудасы өндірілген. Кенорын консервацияда. Корундтың қалдық қоры 11,5 мың т. Корундты делювийлік шашылымнан алу да резерві бар (15 мың т шамасында).

Орталық Қазақстанның Мойынты ауданында алдын ала дерек бойынша екі ірі – *Шешенқора* (қоры 60 мың т) және *Жанет* (75 мың т) кенорындары рудасындағы корундтың мөлшері төмен.

Табиғи түрпілерге Қазақстанда кең дамыған халцедонның кейбір сорттары (халцедон шақпақтастар) жатады. Халцедонның басты кенорындары (*Ақмамедбұлақ, Белтабай, Приозерное, Шабакты, Қайназар, Көктал* және т.б.) Қаратауда орналасқан. Түрпілік халцедонның жалпы қоры 30 мың т шамасында. Шикізаттың бір бөлігі әртүрлі бұйымдар даярлау үшін (түйгіш, матрица және т.б.) техникалық тас ретінде пайдаланыла алады. Халцедонның әсем нақышты түрлестері зергерлік-әшекей тас, олардың қоры дербес есептелген. Микрокварцит түрпі ретінде Бурылбайтал кенорнында алдын ала бағаланған (400 млн т шамасында).

Кварц-далашпат шикізатының түрпі ретінде есептелген қоры негізінен Шығыс Қазақстандағы Қалба сирек металды пегматит кенорындары (*Жоғарғы Баймырза,*

Бакенді, Қалайытапқан, Ахметкино, Жоғарғы Лабоксай және т.б.) үлесіне тиеді. Бұл қордың жиынтық шамасы 10 млн т-ны құрайды. Шикізат тантал рудасын өндіргенде ілеспе түрінде айырып алынады.

Қазақстанда түрпілік қасиеттері бар альмандин анартасының бірқатар кенорындары мен кенбілінімдері белгілі (*Қайыңды, Қарауңгір, Бірғыз, Қасқасу және т.б.*). Кенбілінімдердің барлығы нашар зерттелген, таужыныстардан анартасты айырып алу мүмкіндігі төмен (30-85%).

Оптикалық материал (пьезооптикалық шикізат). Шикізаттың бұл түріне пьезо- және оптикалық кварц (оның ішінде балқытуға жарамды) және оптикалық флюорит жатады. Қазақстанда пьезооптикалық шикізаттың бірнеше кенорны барланған. Орталық Қазақстанда – *Ақтас, Надырбай және т.б.* (пьезокварц, тау хрусталі, балқытылатын кварц), *Қатпар* (пьезокварц пен оптикалық флюорит), *Кент* (оптикалық флюорит); Шығыс Қазақстанда – *Ақжайлау* (пьезокварц пен оптикалық флюорит), *Друзовое* (тау хрусталі); Батыс Қазақстанда – *Ақшоқы, Талдық, Қайыңды, Төлепсай* (оптикалық шыны қайнатуға жарамды кварцтың қоры ондаған мың т); Оңтүстік Қазақстанда – *Сарыкөл* (оптикалық кварц), *Қызылбелдеу* (оптикалық флюорит, оның ішінде балқытуға да жарамды) және т.б. кенорындар анықталған. Кенорындардың көпшілік бөлігі игерілмеген.

24.3. Графит

Жалпы мәліметтер

Графит – гексогондық сингонияда кристалданатын таза көміртек. Оның ең басты қасиеттері: бір бағыттағы жетік жіктілігі, жұмсақтығы, жақсы электр- және жылуөткізгіштігі, жоғары оттөзімділігі (балқу температурасы 3850°C), майлылығы мен пластикалылығы, жоғары пигменттік қабілеті, гидрофобтылығы. Осы қасиеттеріне байланысты ол металл құю ісінде тигельдер даярлауға, қаққа қарсы бояу мен ұнтақ жасауға, электротехникалық өнеркәсіпте гальваникалық элемент, сілтілі аккумулятор, электрод, электр машиналарында сырғанақ жапсар өндіруге, сонымен қатар майлау үшін жағатын материал, антифрикциялық бұйым, подшипниктердің қаптауышы мен ішкі жағында, қарындаш, қара көшірме қағаз және т.б. жасауға қолданылады. Айрықша таза графит атом қазандықтарындағы ядролық реакциялардың баяулатушысы ретінде, зымыран бөлшектерін даярлауға қолданылып, жасанды алмас алуға шикізат үшін пайдаланылады.

Құрылымы бойынша графит рудалары арасында айқын кристалды, қабыршақ және жасырын кристалды (аморфты) түрлері бөлінеді. Айқын кристалды руда арнайы байытуды қажет етпейді, оның құрамында 60-80% графит болу керек. Қабыршақты графит рудасы байытуды қажет етеді, құрамындағы минерал 6%-дан аз болмауы керек. Аморфты рудада графиттің мөлшері 15%-дан (байытылады) 70%-ға (байытылмайды) дейін өзгереді. Графиттің қоры бойынша ірі (қоры >10 млн т), орташа (1-10) және ұсақ кенорындар (<1) бөлінеді.

Халықаралық биржада 1 т қабыршақ графит \$600, ал аморф – \$140 шамасында болған.

Өнеркәсіптік кенорындары

Графиттің өнеркәсіптік кенорындары генезисі бойынша магмалық, пегматиттік, жапсарлық-метаморфталған және аймақтық-метаморфтық типтерге бөлінеді, олардың ішінде ең үлкен практикалық мәнге ие болатыны – метаморфогендіктер.

Магмалық кенорындар құрамы әртүрлі интрузиялық және эффузиялық таужыныстармен байланысты. Кенорындар толық кристалды қабыршақ графиттің магмалық кристалдануы нәтижесінде жаралады. Графит денелері шток, ұя және желі пішінді, құрамындағы минералдың мөлшері 85%-ға дейін жетеді. Кейде шашырынды қабыршақ графит шоғырлары кездеседі. Кенорындардың бұл типі біршама сирек – Шығыс Сібірде (*Ботогол*), Оралда (*Черемшан* мен *Миас*), АҚШ (*Клей*), Тайланд, Германия мен Жапонияда кездеседі.

Пегматиттік кенорындар гнейсте бұрыс пішінді кварц-графит құрамды желі денелерінен тұрады. Олар минерал мөлшерінің аз болуымен (3-5%) сипатталады. Мұндай кенорындардың кәсіптік мәні үлкен. Олар белгілі елдер – ТМД, Бразилия, Индия, Канада.

Метаморфогендік кенорындар графиттің қоры мен өндірісі бойынша жетекші орын алады. Олар метаморфизмге ұшыраған шоғырланған және шашыранды көміртек заты бойынша қалыптасып, екі: жапсарлық-метаморфталған және аймақтық-метаморфтық типке бөлінеді.

Метаморфталған кенорындар көмір қабаттарының немесе жанғыш тақтастардың жапсарлық (термалық) метаморфизмінде пайда болады. Бұл кенорындар жасырын кристалды графиттің басты көзі. Кенорындар қабат және қабаттық жатындар пішінді, олар біртіндеп тас көмірге өтеді. Қабаттардың қалыңдығы мен таралу ауданы өте үлкен. Графиттің мөлшері 70-85%-ға жетеді. Бұл типті кенорындарға *Ногинск* мен *Курей* (Шығыс Сібір), *Боевское* (Орал), *Аягөз тобы* (Қазақстан) жатады. Мұндай кенорындар Мексикада, Корея Республикасында, Австрияда өндіріледі.

Метаморфтық кенорындар графитті гнейстер мен кристалды тақтатастарда орналасып, жоғары сапалы қабыршақ графит рудасының негізгі көзі болып табылады. Кенорындар алғашқы шөгінді қатқабаттағы шашыранды органикалық заттың графиттенуінен жаралады. Жатындар бұрыс қабат пен линза пішінді секпілді графит рудасы болады, құрамындағы графиттің мөлшері 2-30% (кейде 60%-ға дейін) аралығында. Руда жеңіл байытылады. Өндіріс ашық тәсілмен жүргізіледі. Кенорындардың бұл типі белгілі жерлер – ТМД (Украина – *Завальевское*, Орал – *Тайгинское* және Шығыс Сібірде – *Безымянное*), Индия, Мадагаскар, Германия.

Қазақстан аумағында негізінен ұсақ қабыршақ графиттің бірқатар кенорындары мен кенбілінімдері бар. Ең белгілі кенорындар Шығыс, Батыс және Оңтүстік Қазақстанда орналасқан. Барланған кенорындар: *Қалғұтты* – жалпы қоры 10 млн т шамасында, оның ішінде өнеркәсіптік категориялар бойынша – 1,1 млн т; *Қарағайлы* – 9,5 млн т ($C_1 + C_2$), *Делбегетай* – 4 млн т (P_1); бұрын игерілген кенорындар – *Балтатерек* пен *Сиякезең*. *Ақжайлау* мен *Аягөз* ауданында бірқатар кенорындар мен кенбілінімдер белгілі. Оңтүстік Қазақстанда ұсақ *Ақмола кенорны* алдын ала зерттелген. Бұл аймақтағы көптеген ұсақ графит кенбілінімдері Жоңғарда, Кетменде, Кендіктаста.

Орталық Қазақстанда болжамдық мол ресурстары бар перспективалы Сарытоғанбай графит кенбілінімдері анықталған.

Мұғалжарда ірі масштабты *Ақтасты* және *Бөгеткөл* графит кенорындары үлкен қызығушылық туындатады. Графитті жолақтың жалпы ұзындығы 6 км, графитті тақтатас қабаттарының жиынтық қалыңдығы 60 м, жекелеген графит линзаларының қалыңдығы 3 м-ге жетеді, графиттің мөлшері 8% шамасында. Кенорындар толық зерттелмеген.

24.4. Слюда

Жалпы мағлұмат

Парақталған алюмосиликаттар тобына жататын слюда арасында өнеркәсіптік мәнге ие болатыны:

мусковит	$\text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2;$
флогопит	$\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH},\text{F})_2;$
вермикулит	$(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+})[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}.$

Слюдалардың өнеркәсіпте пайдаланылуы олардың айрықша физикалық қасиеттері: жұқа, майысқақ және берік мөлдір пластинкаларға ажырауына, ылғал төзімділігіне, химиялық және термалық орнықтылығы мен жоғары электроқшаулаушылығына байланысты.

Мусковит пен флогопиттің басты тұтынушылары – электр- мен радиотехника салалары (оқшаулауыш, диэлектрик, қорғаныс нығыздағыштар). Сонымен қатар, бұл минералдар жұмсақ жабын материал, тұсқағаз, қағаздың айрықша сорттары мен бірқатар басқа бұйымдар жасау үшін қолданылады. Слюда оларға су- және оттөзімділік, әсемдік қасиеттер береді.

Вермикулиттің отқа күйдірген кезде күмпию қабілеті бар (температура 900-1000°C шамасына жеткенде вермикулиттің көлемі 20-30 есе ұлғаяды). Күйдірілген вермикулит аз тығыздығы, жоғары оттөзімділігі, жылу мен дыбыс оқшаулағыш қабілетімен сипатталады. Осы қасиеттеріне байланысты вермикулит бетон өндірісінде жұмсақ толтырғыш, оттөзімді, жылу- және дыбысоқшаулауыш қабырғалар мен тосқауылдар ретінде пайдаланылады.

Өнеркәсіптік шикізат мөлшері бойынша кондициялар мусковит үшін кен массасында ондаған, ал флогопит үшін көбінесе жүздеген кг/м³ шамасында. Ірі кенорындардың қоры >10 мың т, орташаларда – 1-10 мың т, ал ұсақтарда – <1 мың т слюда болады.

Шетелдерде мусковиттің ең ірі қоры (20 млн т шамасында) Индияда. Басқа елдердегі (Бразилия, ОАР, Австралия, Норвегия, Швеция) жиынтық қор 10-15 млн т шамасында. Флогопиттің негізгі қоры (600 мың т) Мадагаскарда анықталған.

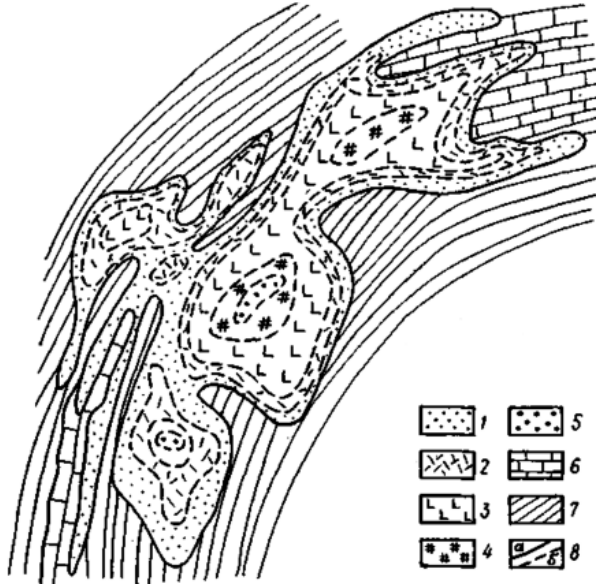
Әлемдік биржада слюданың бағасы кең ауқымда өзгереді, 1 кг парақталған слюданың құны \$2-7 аралығында.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Мусковит пен флогопит кенорындарының арасында негізгі мәнге пегматиттік пен магмалық (карбонатиттік), ал қосымшаға – гидротермалық тип ие болады.

Вермикулит кенорындары флогопит пен биотит кенорындарымен генетикалық байланысты.

Гранит пегматитіндегі *Мама-Чуя мусковит кенорындарының тобы* ірі асимметриялы синклинор қалыптастыратын дислокацияланған метаморфтық таужыныстар қатқабатында орналасқан. Пегматит денелері шток, қиюшы желі, құбыр мен қабатаралық жатындар тәрізді пішіндерге ие (24.3-сурет). Желілердің қалыңдығы 1-10 м-ден асады. Өнеркәсіптік мусковиттілік пегматит желілерінің 5-10% бөлігінде ғана байқалады. Пегматиттер кварцтан, микроклиннен, плагиоклаздан, мусковиттен тұрады, биотит пен альбит бар.



24.3-сурет. Пегматит желісінің сұлба геологиялық картасы

(А.Г. Бушев бойынша): 1 – 3 – пегматит: 1 – ұсақ түйірлі гранит тәрізді, 2 – ірі түйірлі, 3 – графикалық; 4 – блокты плагиоклаз; 5 – кварц ядросы; 6 – әкті-силикатты кристалл таужыныс (скарноид); 7 – биотитті гнейс; 8 – пегматит денесінің жапсары (а) мен минералды белдемдердің шекарасы (б)

Қазақстанда вермикулиттің 10 шақты кенорны ашылған, олардың алтауы барланған. Ең ірілері Мұғалжардағы *Алтынтас* пен *Шолақ Қайрақты* кенорындары. Олардың есептелген жиынтық қоры 20 млн т шамасында, оның 2/3 бөлігі Шолақ Қайрақты кенорнының үлесінде. Осы ауданда барланған ірі Қаратас кенорны (қоры 525 мың т, болжамдық ресурсы – 1,5 млн т) орналасқан, ол вермикулит өнеркәсібінің шикізат базасы ретінде игеруге даярланған.

Солтүстік Қазақстанда *Баршын кенорнының* қоры (450 мың т) есептелген. Бұл кенорын рудасында вермикулиттен басқа гидрослюда бар (1,7 млн т). Қазақстанның оңтүстігіндегі *Құлан* (Қаратау) мен *Иірсу* кенорындары өнеркәсіптік қызығушылық туындатады. Құлан кенорнындағы вермикулиттің есептелген қоры 16,8 мың т, гидробиотит – 124,6 мың т. Иірсу кенорнының алдын ала бағаланған ресурсы 1,2-1,5

млн т. Құлтан кенорнының солтүстік-батысында кішігірім *Жыланды* кенорны бар (қоры 100 мың т). Қаратау вермикулитінің болжамдық ресурсы 5-6 млн т.

Өнеркәсіптік тұрғыдан *Қубасадыр* (Есіл маңы) мен *Неожиданное* (Сарысу-Теңіз) кенорындары қызығушылық туындатуы мүмкін, олардағы вермикулиттің болжамдық қоры тиісінше 3-4 және 2 млн т. Екі кенорын да бағалау және барлау жұмыстарын қажет етеді.

Орталық және Солтүстік Қазақстанның перспективасы 10 млн т-дан асады деп бағаланады. Жалпы алғанда, Қазақстан бойынша вермикулиттің қоры қажетті көлемде жоғары жылу- және дыбысоқшаулауыш қасиеттері бар материалдар алу үшін жеткілікті.

Ұсақ қабыршақты слюда-мусковиттің ең белгілісі – Солтүстік Қазақстандағы *Күлет кенорны*. Кенорынның өлшемі орташа. Өнеркәсіптік категориялар бойынша қоры 19,7 млн т. Шикізат өнеркәсіпте әртүрлі заттардың бетін жабатын окшаулағыш материалдар өндірісі талаптарына сай келеді.

Оңтүстік Қазақстанда алдын ала зерттелген *Қайыңды* кенорны ұсақ қабыршақты мусковиттен тұрады. Ол ұсатылған слюда өндірісіне жарамды. Бұл кенорындағы мусковиттің қоры 600 мың т.

Шығыс Мұғалжар антиклинорында көп слюдалы пегматит желілері байқалған, олардан мусковит өндіру мүмкіндігі мол.

Слюда-мусковитті Қалбаның сирек металл кенорындарынан ілеспе түрінде өндіру айтарлықтай резерв бола алады. Бұл кенорындардың қоры, мың т: *Ахметкино* – шамамен 150, *Бакенді* – 300, *Юбилейное* – 100, *Қалайытапқан* – 220, *Жоғарғы Баймырза* – 160 және т.б.

Құлантау вермикулит кенорны – Үлкен Қаратау жотасының оңтүстік-шығыс бөлігінде, Шақпақбаба ауылынан солтүстік-батысқа қарай 3 км жерде, Көкбұлақ аймақтық жарылымы бойында орналасқан. Кенорын ортаңғы-жоғарғы кембрий әктастарынан тұрады, олар солтүстік-шығысқа қарай құлди еңістене орналасқан. Әктастарды екі сілтілі интрузия жарып кірген, солардың бірімен – шток тәрізді Құлтан интрузиясымен Құлантау вермикулит кенорны генетикалық байланыста. Калийлі метасоматоз нәтижесінде сілтілі габброидтың көп бөлігі биотитке өзгерген. Мору қыртысының түзілуі барысында гидратация салдарынан биотит гидробиотит пен вермикулитке алмасқан. Вермикулитті мору қыртысы дамыған бөлікше Құлантау үстіндегі тегіс үстірт алаң түрінде шығысқа қарай еңістеу (5-10°) орналасқан. Кенді бөлікше ендік бағытта 500-600 м созылған, ені 400 м. Оны қалыңдығы 3-5 м қазіргі түзілімдер тысы жауып жатыр. Бұрғылау ұңғымаларының деректері бойынша кен денесінің қалыңдығы 15-40 м, орташа мәні 20 м. Кендегі вермикулиттің мөлшері 35%-ға дейін, кенорын бойынша орташа мөлшері 12,6%. Қатты қыздырғанда вермикулит күмпііп ісінеді, күмпію коэффициенті 4,8-11, орташа мәні 6. Ісінген вермикулиттің көлемдік салмағы 75-200 кг/м³, орташа алғанда 135 кг/м³. Ірілігі бойынша ісінген вермикулит +0,15-5,0 мм фракцияларына сәйкес келеді. Вермикулиттің жылу өткізгіштігі 0,04-0,06 ккал/м.сағ.град ауқымында, деформацияланғыштығы 21-25%, шартты серпімділігі 1-3%, түйірлерінің морттық көрсеткіші 2-6%. Құлантау вермикулиті құрылыс материалы, ауыл шаруашылығында топырақ жақсартқышы ретінде пайдалануға жарамды. Көлемдік салмағы 200 кг/м³

вермикулиттің В+С₁ категориялары бойынша есептелген қоры 168 мың т, ол 1,0-1,2 млн м³ күмпиген вермикулитке эквивалентті. Құлантау вермикулит кенорны игеруге біршама тиімді экономикалық жағдайда орналасқан.

24.5. Асбест

Жалпы мағлұмат

Асбестке жіңішке берік талшықтарға оңай тарқатылатын силикаттар жатады. Ол екі топқа бөлінеді: серпентин (хризотил)-асбест пен амфибол-асбест. Өнеркәсіпте ең көп пайдаланатыны хризотил-асбест. Оның формуласы $(Mg,Fe)_6[Si_4O_{10}](OH)_8$, құрылымы айқын талшықты және талшықтары үзілуге өте берік. Хризотил-асбесттің жылуөтімділігі 700°С-қа жетеді. Минерал сілті төзімді, бірақ қышқылда оңай ыдырайды.

Амфибол-асбест – магнийлі-темірлі, сілтілі гидросиликаттар. Оларға крокидолит, антофиллит-, амозит-, актинолит- және тремолит-асбест кіреді. Олардың беріктік сипаттамасы мен өтөтімділігі хризотил-асбестпен салыстырғанда нашарлау, бірақ қышқыл- және сілтітөзімділігі мен сорбциялық қабілеті едәуір жоғары.

Асбест минералдарының өнеркәсіптік мәнін анықтайтын басты қасиеттеріне талшықтарының ұзындығы, қышқылдар мен сілтілердің әрекетіне химиялық төзімділігі, өтөтімділігі жатады. Хризотил-асбест текстил материал мен асбоцемент бұйымдар даярлауға, асборизин парақтары өндірісінде, термоокшаулауыш материал мен асбестмақта жасауға қолданылады. Амфибол-асбест, сонымен қатар, қышқыл-және сілтітөзімді қасиеті бар бұйымдар, теңіз суының әрекетіне жақсы қарсыласатын заттар жасауға және де асбестбояулар алуға пайдаланады.

Асбест сапасына қойылатын талаптар оның талшықтарының ұзындығымен (текстилдіктердің ұзындығы 0,2 мм-ден кем болмауы керек), олардың механикалық беріктігімен, бітімдік ерекшеліктерімен, химиялық құрамымен (магнийлік түрлестері жақсы), сыйыстырушы таужыныстар мен бөгде минерал кірінділерінің болуымен анықталады. Осы белгілер комплексі бойынша тауарлық асбест 8 топқа және 42 маркаға бөлінеді. Рудадағы асбест мөлшері 0,5%-дан аз болмауы керек, көбінесе өндіру жұмыстары 1-3% мөлшері шамасындағы кенорындарда жүргізіледі. Ірі кенорындағы хризотил-асбест талшықтарының қоры >5 млн т, орташа кенорындарда – 0,5-5 млн т, ұсақ кенорындарда – <0,5 млн т. Амфибол-асбест кенорындарының қоры бұдан шамамен 100 есе аз болады.

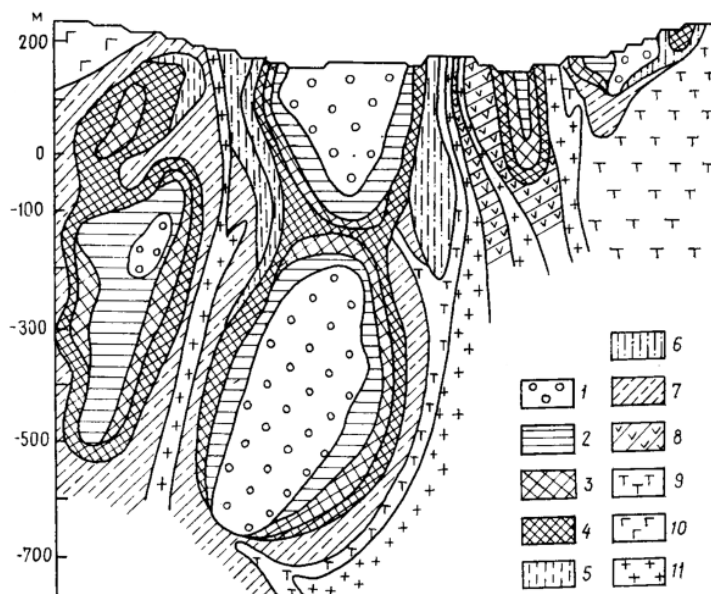
Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Хризотил-асбест кенорындары серпентинитпен генетикалық және кеңістікте байланыста. Олар ультра-негізді таужыныстардың гидротермалық өзгеруі немесе метасоматоздық процестер кезінде шөгінді магнезит-карбонат таужыныстар жапсарында жаралады.

Гидротермалық плутоногендік асбест кенорындары серпендинденген ультра-негізді таужыныстар (перидотит) массивтерінде орналасады. Кенорындар ауқымында көбінесе линза тәрізді және эллипсоид пішінді бірнеше жатын болады. Олардың

қалыңдығы (400 м-ге дейін) және ұзындығы (3 км-ге дейін) үлкен, таралу тереңдігі жүздеген м-ге жетеді. Жатындардың құрылысы көбінесе белдемденген болып келеді.

Бұл типті асбест кенорындарының мысалына Баженов (24.4-сурет), Алапаев (Орал), Жітіқара (Қостанай), Актотракское (Тыва), Молодежное (Забайкалье) жатады. Мұндай кенорындар белгілі елдер – Канада (Джеффри, Блейк-Дейк), Зимбабве (Шабани, Машаба), ОАР (Нью-Амиантус). Гидротермалық кенорындарда 95,5% әлемдік асбест қоры шоғырланған, олар 95% товарлық асбест өндірісін қамтамасыз етеді.



24.4-сурет. Баженов кенорны (И.Ф. Романович және т.б. бойынша):

- 1 – 2 – перидотит: 1 – кенсіз, 2 – жиекті асбест желілері бар;
 3 – ірі асбест торы бар перидотит пен серпентинит; 4 – 8 – серпентинит;
 4 – ұсақ торлы асбест желісі бар, 5 – ұсақ желілі, 6 – асбест желішігі мен жекелеген желілер, 7 – тақтатасталған асбест аралас, 8 – тақтатасталған;
 9 – тальктенген серпентинит, талькті, тальк-карбонатты, тальк-хлоритті таужыныстар; 10 – габбро; 11 – диорит, диорит-аплит, кварцты порфир, гранодиорит дайқалары

Скарндық кенорындар магнезийлі карбонат таужыныстарда (магнезит пен доломитит) орналасады, олардағы талшықтың қоры шамалы. Асбест көлденең-талшықты, аз темірлі. Жатындардың пішіндері негізінен желі және линза тәрізді. Жатындар көбінесе құрамы әртүрлі интрузиялық таужыныстар (қышқылдан негіздіге дейін) жапсарының маңында орналасады. Кенорындардың бұл типі бар жерлер – Сібір (Аспагаи), ҚХР, ОАР, АҚШ, Канада.

Амфибол-асбест кенорындары әртүрлі геологиялық жағдайларда кездесіп, құрамы мен жаралуы бойынша әртүрлі таужыныстарда орналасады. Дегенмен бір

генетикалық типке – гидротермалыққа жатады. Крокидолит- және амозит-асбест кенорындары Оңтүстік Африкада, Батыс Австралияда, ал антофиллит-асбест – Оралда (*Сысерт тобы*), Мұғалжарда (*Бөгетсай*), родусит-асбест – Батыс Сібірде, Орталық Қазақстанда, Боливияда бар.

Қазақстан асбест ресурстарына бай. Оның кенорындары антофиллит-, хризотил- және родусит-асбесттен тұрады. Антофиллит-асбесттің негізгі өнеркәсіптік кенорындары Оңтүстік Мұғалжар тобында орналасқан (*Бөгетсай, Құтарсай, Қайыңды, Июльское, Солнечное* және т.б.). Олардағы руданың жалпы қоры 1,1 млн т (талшық 91,3 мың т). Барланған кенорындар ішіндегі ең ірісі – *Бөгетсай*, оның қоры барлық кенорындар тобындағы қордың 2/3 бөлігін құрайды. Қалған кенорындар ұсақ (талшық 6 мың т-ға дейін). Көрші орналасқан *Қайрақты асбестті белдемінде* бірқатар кенбілінімдер белгілі. Олардағы талшықтың жалпы қоры 5 мың т, болжамдық қоры 30-40 мың т. *Теңелдітау белдемінде* (Қайрақтыдан солтүстік-шығысқа қарай) перспективалы кенбілінімдер табылған, олардағы талшықтың жалпы болжамдық ресурсы 50-60 мың т.

Антофиллит-асбестке қажеттілік Оңтүстік Мұғалжар тобында барланған кенорындарды игеру арқылы өтелуі мүмкін, сонымен қатар бұл ауданда бірқатар белгілі кенбілінімдер қосымша бағалануы керек.

Хризотил-асбест кенорны Қазақстанда кең дамыған. Олардың ең ірісі – *Жітіғара* кенорны, оның қоры 16,5 млн т. Масштабы бойынша Орталық Қазақстандағы *Ешкөлмес* хризотил-асбест кенорны екінші орында, оның барланған қоры 10,3 млн т, перспективалық қоры 20 млн т. Асбест мөлшерінің аздығы мен талшық беріктігінің төмендігіне байланысты кенорынды игерудің экономикалық тиімділігі әлі анықталмаған.

Хризотил-асбесттің ұсақ кенорындары Оңтүстік Мұғалжарда (*Білге* және т.б.), Солтүстік Қазақстанда (*Батманов*) Батыс Балқаш маңында (*Хантау*), Шығыста (*Белогорск*) және Орталық Қазақстанда (*Шайтантас* және т.б.) белгілі.

Өнеркәсіптік *Қумола* мен *Үшбұлақ родусит-асбест* кенорындары Жезқазған ауданында, олар пайдалануға даярланған. Есепке алынған қоры бойынша олар ірі кенорындарға жатады. Шикізат “көгілдір асбесттің” техникалық шарттары талаптарына сай келеді. Родуситтің барлық түрлестерінің термо- және химиялық тұрақтылығы жоғары, сорбциялық және диэлектрлік қасиеттері жақсы, дисперсиялы. Осыған байланысты родусит дербес шикізат ретінде түрлі бұйым дайындауға қолданыла алады. Басқа аудандардан родуситке перспективалы саналатындар – Теңіз бен Шу ойпаңдары, бұл жерлерде родусит минералдануы анықталған.

24.6. Тальк

Жалпы мағлұмат

Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$, құрамы бойынша оған жақын келетін минерал – пиррофиллит $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$. Оның қоры мен өндірісі талькпен бірге есептеледі. Бұл минералдардың ең маңызды қасиеттері – ұнтақтағы ақтығының жоғарылығы, майлылығы, химиялық инерттілігі, жақсы уатылу қабілеті, гидрофобтылығы (су

жұқпайды), оттөзімділігі, диэлектрлік қасиеттері, сорбциялық қабілеті. Осы сипаттамалары тальк пен пирофиллитті қағаз, лак-бояу, резина, керамика, химия (улы химикаттар), тәтті тағамдар, парфюмерия мен фармацевтика өнеркәсібі салаларында, құю ісінде (құю қалыптарын ұнтақпен жабады) кең қолданылуын қамтамасыз етеді.

Өнеркәсіптің тальк шикізатына қоятын талаптары оның пайдалану бағыттарына байланысты. Тамақ пен парфюмерия салаларында қолданылғанда шикізат құрамындағы күшеланың мөлшері шектеулі болуын (0,0014%-дан аспауы керек) қадағалайды, кабель өнеркәсібі – мыс пен марганецті, керамика – темірді шектейді. Рудадағы тальктің мөлшеріне байланысты талькит (тальк >75%) пен талькті тас (45-75%) бөлінеді, олар өз кезегінде тальк-магнезит, тальк-хлорит және тальк-доломит түрлестерге жіктеледі. Талькит өндірісі ашық және жерасты тәсілдерімен жүргізіледі, талькті тас – тек қана ашық тәсілмен өндіріледі. Ол үшін руда алдымен тақталарға кесіледі, ал қалдықтар ары қарай өңделеді. Кенорындар тальктің қоры бойынша ірі (>5 млн т), орташа (0,5-5) және ұсақ (<0,5) масштабтарға бөлінеді.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Өнеркәсіптік мәнге тальк пен талькті тастың үш генетикалық типі ие: гидротермальк, метаморфогендік және қалдық мору.

Гидротермальк тальк кенорындары ультрадәрізді магмалық және магнийлі карбонат шөгінді таужыныстармен байланысты. Олар таужыныстың серпентиндену және хлориттену процесінде жаралып, ары қарай тальктенеді. Талькит жатындары линза және желі тәрізді пішінді. Олардың ұзындығы 80-500 м аралығында, қалыңдығы 2-3 м-ден 10-40 м-ге дейін. Талькті тас жатындарының морфологиясы осындай болғанымен, олардың өлшемдері үлкен – ұзындығы 3-4 км, қалыңдығы 250 м-ге дейін. Гидротермальк кенорындар Сібір, Орал мен Қазақстанда дамыған. Шетелдерде мұндай кенорындар АҚШ, Франция, Италия, ҚХР, Корея мен Жапонияда (пирофиллит) белгілі.

Метаморфогендік тальк пен талькті тас кенорындары ультрадәрізді таужыныстардың, кейде сазды тақтатаас пен кварциттің аймақтық метаморфизмі кезінде пайда болады. Жатындар қабат тәрізді, линза және желі пішінді, ұзындығы 4 км-ге дейін, ал қалыңдығы 40-70 м. Бұл типті ірі кенорындар Оралда (*Шабровск*), КХДР, ҚХР, Корея Республикасында орналасқан.

Қалдық тальк кенорындарында ұнтақ тәрізді руда дамыған. Ол түрлі генезисті түбірлік кенорындардың мору белдемдерінде қалыптасады. Руданың сапасы жоғары. Мору қыртысының қалыңдығы 250 м-ге жетеді.

Қазақстанда тальк пен талькті тастың бірнеше кенорны мен кенбілінімдері анықталған. Кенорындардың көпшілігінде тальк магнезитпен (тальк-магнезит рудасы) бірге кездеседі. Балансқа алынғаны екі кенорын: солтүстік Балқаш маңындағы *Кентерлау* (талькті тастың қоры 17,6 млн т) мен Батыс Қазақстандағы *Қарақұдық* (тальктің қоры 53,2 млн т, магнезит – 28,6 млн т). Бұл ауданда тальк пен талькті тастың нашар зерттелген *Ебеті* кенбілінімдер тобы бар.

Шығыс Қазақстанда ең ірі тальк-магнезит кенорындарының бірі – *Күршім кенорны* орналасқан (қоры 342 млн т). Бұл кенорынның, жалпы осы ауданның перспективасы жоғары. Қазақстанның оңтүстігіндегі Кіші Қаратауда тальк жатындары

фосфоритпен ассоциацияланады (*Шолақтау кенорны және т.б.*). Үлкен Қаратауда тальктің жеке *Бессаз кенорны* (талькті таужыныс 40 млн т) мен *Ақшешек кенбілімі* анықталған.

Солтүстік Қазақстанда *Жітіғара тальк кенорны* (Ближний бөлікшесі) барланған, қоры 9,1 млн т, ал болжамдық ресурсы 3 млн т шамасында. Бұл өңірде бірқатар ұсақ тальк кенбілінімдері анықталған.

24.7. Флюорит

Жалпы мағлұмат

Флюорит (балқытқыш шпат) CaF_2 балқытқыш фтор қышқылы мен оның басқа қосылыстарын, соның ішінде алюминий өндірісіне қажет жасанды криолит (AlF_3) алудың шикізаты ретінде пайдаланылады. Металлургия өнеркәсібінде руданың балку температурасын төмендететін және шлақты сұйылтатын флюс ретінде қолданылады. Шыны өнеркәсібінде ол шынының пісуін жылдамдатып, мөлдірлігін жақсартады, шыны мен эмальға сүттей ақ түс береді. Ақаусыз мөлдір, өлшемі 6х6х6 мм-ден асатын кристалдар оптикалық флюорит ретінде қарастырылады.

Ірі кенорындардағы флюорит қоры >1 млн т, орташаларда – 0,1-1 млн т, ұсақтарда – <0,1 млн т.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Флюорит әртүрлі геологиялық жағдайларда жаралады. Практикалық мәні бары пегматиттік (оптикалық флюорит), гидротермалық және кейде шөгінді кенорындар. Шетелдерде басты рөлді гидротермалық (қоры >70%) және пегматиттік (қоры 25% шамасында) кенорындар алады.

Пегматит денелер гранит пен сыйыстырушы таужыныстар арасында жатады. Олар бұрыс және құбыр тәрізді пішінді. Пегматитте флюориттен басқа тау хрусталі, желі кварцы болады. Кенорындардың бұл типі Қазақстанда бар (*Кент* массиві).

Гидротермалық флюорит кенорындары температурасы бойынша жоғары (түпнұсқа гранит массивтерінің жапсарында орналасады), орташа (интрузиялар маңында орналасады) және төменгі температуралық (массивтерден бірнеше км-ге алыстап кетеді) түрлерге бөлінеді. Сыйыстырушы таужыныстар құрамына қарамай грейзенделеді немесе скарндалады. Морфологиясы бойынша қабат тәрізді, линза, қалта және әртүрлі пішінді болады. Ең күрделі пішінді флюорит жатындары эктастарда орналасады. Желі денелерінің өлшемдері үлкен: созылымы бойынша ұзындығы 1 км-ге, еңістігі бойынша жүздеген м-ге, ал қалыңдығы бірнеше м-ге жетеді. Гидротермалық кенорындар мысалы: *Абагатуй, Калангуй, Даринск* (Забайкалье), *Аурахмат, Такоб және Хайдаркен* (Орта Азия). Мұндай кенорындар белгілі елдер – АҚШ, Мексика, Канада, Испания, Франция, Италия.

Қазақстанда флюорит минерал-шикізат базасының жағдайы жеткілікті қанағаттанарлық деп бағаланады. Қазіргі кезде бірнеше кенорындар ашылып барланған. Олардың ішінде ең ірісі Оңтүстік Қазақстандағы *Тасқайнар кенорны*, ол стратиформдық кальцит-флюорит және кварц-флюорит рудасы жатындарынан

тұрады. Масштабы бойынша ұсақ саналатындар *Құланкетпес, Мыңарал, Шығыс Қаражал* және т.б. желілі кварц-кальцит-флюорит пен флюорит-барит кенорындары (*Бадам* және т.б.). Флюориттің едәуір ресурсы Орталық Қазақстандағы *Солнечное* кенорының төменгі сортты карбонат-флюорит рудасында (флюоритті әктас) бар. Бұл кенорындардың барлығы да игерілмейді, олар резервке жатқызылған. Қазақстанда фторды ілеспе ретінде айырып алу Қаратау алабы фосфорит рудасын өңдеу кезінде жүргізіледі. Қазақстандағы флюорит рудасының анықталған және нақтыланған қоры ондаған млн т деп бағаланады.

24.8. Цеолит

Жалпы мағлұмат

Цеолиттер – сілті және сілтігер металдар қаңқалы сулы алюмосиликаты. Бұл топқа 40-тан аса минералдар кіреді. Олардың ішінде жекелеген түрлерінің ғана (клиноптилотит, шабазит, эрионит, морденит, филлипсит) пайдалы қасиеті болып, өнеркәсіптік концентрация қалыптастырады. Цеолиттің айрықша қасиеттері олардың қаңқалы-қуысты құрылымына байланысты. Алюмосиликат тетраэдрлердің күрделі сақиналарын жасап, қуыстармен (кеуек, каналдар) тесіледі. Бұл қуыстар бір-бірімен және кристалл бетімен жалғасып жатады. Табиғи жағдайда қуыстар мен каналдарда су болады, оны цеолит суы деп атайды. Қыздырған кезде бұл су қаңқаның құрылымын бұзбай бөлінеді. Дегидратацияланған цеолит суды қайта сіңіруге қабілетті. Цеолит қуыстары әртүрлі заттармен де толуы мүмкін. Осы қасиеті бойынша цеолит минералдарды сорбент (оптағыш) пен катализатор ретінде пайдаланылады.

Табиғи цеолиттер – пайдалы қазбалардың жаңа типі. Олар өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының түрлі салаларында 1960 жылдардан бастап қолданыс таба бастады. Цеолитті қолданатын ең маңызды салалар: 1) өнеркәсіп кәсіпорындары шығарған газдарды күкірт оксидінен, қаланың суы мен ақаба суды азот аммонитінен, мұнай өңдеу суын, ауызсу мен техникалық суды тазарту; 2) табиғи газды, ауаны, азот пен басқа газдарды құрғату және тазарту; 3) ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыру; 4) мал шаруашылығының өнімділігін ұлғайту.

Руда шикізатының сапасы цеолиттің мөлшерімен, оның минералдық және химиялық құрамымен, оптағыш (сорбция) және ион алмастырғыш қасиеттерімен бағаланады. Құрамындағы цеолит мөлшері 75% болатын таужыныс байытылмай-ақ қолданыла береді. Цеолиттің мөлшері 40-60% болатын таужыныс байытуды қажет етеді.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

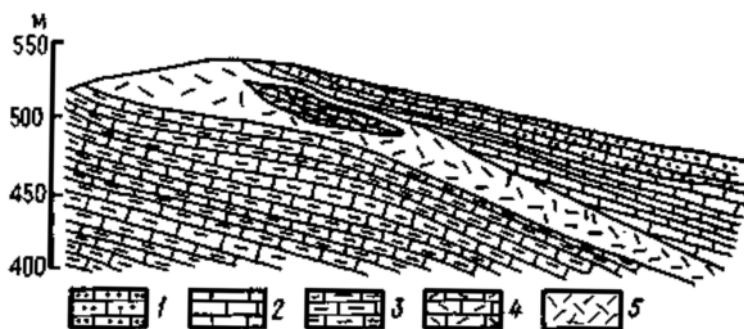
Цеолиттер көптеген шөгінді, вулканогендік-шөгінді және эффузиялық таужыныстардың негізгі таужынысжасаушы минералдары болып табылады. Олар сілтілі интрузиялық пен метасоматоздық таужыныстарда, пегматиттерде, мору қыртысында, шөгінді боксит, марганец пен фосфорит кенорындарында, көмірлі түзілімдерде кең таралған.

Гидротермалық вулканогендік кенорындар қатпарлы алқаптардың андезит-дацитті вулканизмімен және платформалардың эффузиялық трапп вулканизмімен кеңістік пен генетикалық байланыста. Руда денелері лава мен туфта қабат тәрізді жатындардан тұрады, цеолиттің мөлшері 50-90% немесе липарит, дацит пен андезиттің күлді шынылы туфының қабаттары мен линзаларында болады. Мұндай жағдайда шыны цеолиттермен алмасып, олардың мөлшері 95% шамасына жетеді. Бірінші типше кенорындарының (Камчатка, Курил аралдары, Жаңа Зеландия) мәні шектеулі. Екінші типше кенорындарын бірқатар зерттеушілер стратиформдық ретінде қарастырады. Олар өте кең таралған, цеолиттердің негізгі қоры шоғырланған бұл нысандар әлемнің көп елдерінде өндірісте.

Клиноптилолит пен мордениттің екінші типшеге жататын ең ірі кенорындары орналасқан жерлер – Закарпатье (*Крайнинск, Сокирница, Водица*), Грузия (*Тедзами, Дзегви*), Армения (*Ноемберян*), Әзірбайжан (*Айдаг, Кемерлин*), Сахалин, Приморье, Шығыс Сібір. Мұндай кенорындар АҚШ-та, Жапонияда, Жаңа Зеландияда, Мексикада, Кубада, Италияда, Грецияда, Югославияда, Румынияда, Болгарияда бар.

Вулканогендік-шөгінді цеолит кенорындары кальдера мен басқа да жанартау депрессияларындағы содалы көлдермен байланысты. Кен денелерінің пішіні қабат және линза тәрізді, қалыңдығы ондаған метр, ауданы ондаған және жүздеген км². Бұл кенорындар қоры бойынша ірілерге жатады, цеолиттердің мөлшері 70%-ға дейін. Мұндай кенорындардың өнеркәсіптік типі АҚШ, Танзания, Кения, Түркия, Ирак пен Иранда бар.

Айдаг кенорнында цеолитті таужыныстардың қабат тәрізді денесінің қалыңдығы 20-40 м. Ол әктаста орналасқан, 2,5 км-ге созылып, 700 м тереңдікке дейін таралған (24.5-сурет).



24.5-сурет. Айдаг кенорны бөлікшесінің сұлба геологиялық кимасы (А.И. Қулиев бойынша): 1 – 4 – әктас: 1 – 2 – кампан-маастрихт (1 – тақталанған ашық-сұр, 2 – сұр құмтасты), 3 – ақ түсті жоғарғы сантон, 4 – туфогендік материал бар; 5 – ақ цеолитті туф (дербес Айдаг қабаты)

Қазақстанда цеолиттің төрт кенорны белгілі. Олардың екеуі (*Шанқанай* мен *Тайжүзген*) қоры өнеркәсіптік категориялар бойынша бағаланып барланған. Кенорындар өлшемі бойынша орташа санатқа жатады. *Тайжүзген кенорнындағы* (Шығыс Қазақстан) цеолиттің қоры – 7 млн т, болжамдық ресурсы – 215 млн т, *Шанқанайда*

(Оңтүстік Жоңғар) – 4,3 млн т. Оңтүстік Қазақстанда *Алтынемел* (қоры 41 млн т) және *Қаржантау* кенорындары алдын ала бағаланған. Қазақстанның цеолит кенорындарын пайдаланудың кен-техникалық жағдайлары қолайлы. Табиғи цеолит шикізатының әлеуеттік тұтынушылары – ауыл шаруашылығы, цемент, химия, металлургия және т.б. салалар.

24.9. Магnezит және брусит

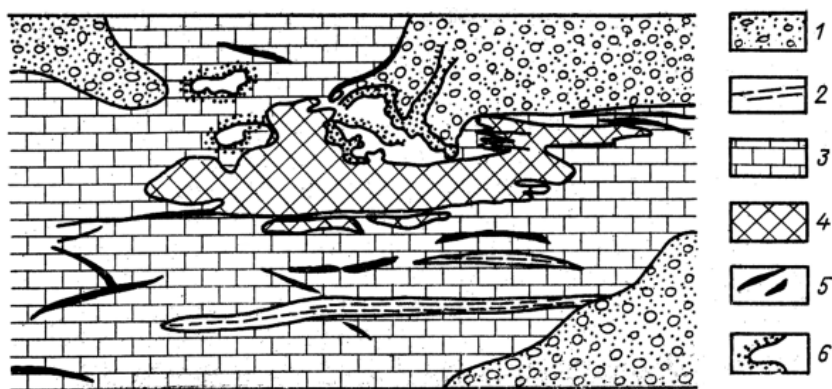
Жалпы мағлұмат

Магnezит $MgCO_3$ кристалл агрегаттары мен аморфты массалар түрінде кездеседі. Брусит $Mg(OH)_2$ негізінен мономинералды парақталған, талшықты және түйірлі агрегаттар түрінде кездесіп, бруситит деп аталады. Магnezит пен бруситит өнеркәсіпте негізінен термикалық өңделген өнімдер түрінде және кейде табиғи күйінде пайдаланылады. Бұл руданың термикалық өңделген басты туындылары – каустикалық магnezит пен жасанды периклаз.

Каустикалық магnezит түрлі құрылыс, әсемдік, жылу- және дыбысоқшаулауыш материалдар өндірісінде қолданылатын магнийлік цементтің негізі ретінде пайдаланылады. Жасанды периклаз (MgO) құнды оттөзімді болғандықтан, оттөзімді кірпіш, магnezит стакан, болат құю, күкіртқышқыл мен цемент өндірісінде ішкі төсеніш алуға қолданылады.

Магnezит пен бруситтің сапасына қойылатын талаптар техникалық шарттармен және стандарттармен анықталып, олардағы MgO , CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 мөлшерін шектейді.

Гидротермалық *Саткинск кенорны* (14 кенорын тобы) қалыңдығы 500 м-дей доломит қатқабатында орналасып, диабаз дайкаларымен тілімденген (24.6-сурет). Қабат тәрізді денелер доломитпен үйлесімді жатады. Магnezит айқын кристалды.



24.6-сурет. Саткинск тобындағы Гора Карагай магnezит кенорнының геологиялық картасы (М.И.Гарань бойынша):

1 – тасынды; 2 – мергельді доломит; 3 – доломит;
4 – магnezит; 5 – диабаз; 6 – қалдық үйінді

Қазақстанда магнезийлік оттөзімділерді өндіруге жарамды магнезиттің қоры барланған кенорындар: Сарықұлболды, Кеңеспай, Масьянов, Кентерлау. Магнезит кенорындары кеңістікте серпентиниттің мору қыртысымен байланысты кобальт-никель және тальк кенорындарымен ассоциацияланады. Барлық кенорындарда тальк-магнезит рудасы дамыған. Олар 20-30% таза магнезит қосқаннан кейін магнезийлік оттөзімділер өндіру үшін шикізат болуы мүмкін. Жете зерттелмеген басқа кенорындардың арасында қоры бойынша ең ірісі Күршім, оның магнезит рудасының қоры (C_1+C_2 категориялы) 342 млн т. Тальк-магнезийлі таужыныстардың ұсақ кенбілінімдері Шар мен Горностаев гипербазитті белдемінде, сондай-ақ Алтай мен Шыңғыс-Тарбағатайдың басқа аудандарында кең дамыған. Магнезит Кемпірсай кенді ауданы хромит кенорындарының кенді алаңдарында белгілі. Миллионное кенорнында магнезиттің қоры 5 млн т, оның ішінде “таза” магнезийлі шикізат – 1 млн т, болжамдық ресурсы – 14,1 млн т.

Қазақстанда магнезит қорын ұлғайтудың перспективасы оң бағаға ие болады.

24.10. Минерал тұздар және бор

Жалпы мағлұмат

Минерал тұздарға сілті және сілтіжер металдардың суда еритін хлорид, сульфат пен кабонаттары, сондай-ақ аралас құрамды қосылыстар жатады. Ең маңызды практикалық рөл атқаратын минералдар: галит $NaCl$, сильвин KCl , бишофит $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, карналлит $KClMgCl_2 \cdot 6H_2O$, каинит $KClMgSO_4 \cdot 3H_2O$, эпсомит $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, тенардит Na_2SO_4 , мирабилит $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, лангбейнит $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, табиғи сода $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ және т.б.

Табиғатта минерал тұздар тұзды таужыныстар жасайды. Олардың аты құрамындағы басты минералға (ол 60%-дан асуы керек) байланысты болады және тұздық (рапа) түзеді. Барлық тұзды таужыныстарда түрлі мөлшерде галит, гипс, ангидрит, карбонаттар мен саз минералдары кездеседі. Практикалық мәнге ие болатындар – астүз, сильвинит, карналлит, лангбейнитті және каинитті таужыныстар.

Тастүз астүз (өндірімнің 65%-ға жуығы), консервант ретінде және химия өнеркәсібінде каустикалық пен кальцийленген сода, хлор, тұз қышқылын, мүсәтір, хлорлы аммоний және т.б. алуға пайдаланылады. Астүздың сапасына қойылатын жалпыға ортақ талаптар жоқ. Әр кенорын үшін қорды есептеуге дербес кондициялық көрсеткіштер тағайындалады. Астүз үшін хлорлы натрийдің мөлшері 97% (II сорт), техникалық тұзда – 97,5-98 %, ал жемдік тұзда – 90-95%-дан кем болмауы керек. Өнеркәсіп қоятын талап кальций, магний, калий, сульфаттар мен ерімейтін қалдық сияқты зиянды қоспалардың мөлшерін де шектейді.

Калий тұздары тыңайтқыш (өндірімнің 95%-ы), хлорлы, сульфат және каустикалық калий, поташ және басқа химиялық препараттар өндірісінде қолданылады. Өнеркәсіпте құрамында хлорлы калийдің мөлшері 20-35% шамасынан асатын калий рудасы өңделеді. Құрамында хлорлы магний мен карбонат-саз таужыныс бар руданы флотациялаудан немесе химиялық өндеуден өткізеді.

Магний тұзы металл магний мен оның химиялық қосылыстарын алу үшін пайдаланылады. Натрий сульфаты, химия, шыны, целлюлоза-қағаз және текстиль өнеркәсібінде, фотоматериалдарды өңдеуге қолданылады.

Бор көптеген минералдардың құрамына кіреді, бірақ өнеркәсіптік мәнге ие болатыны кернит $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (B_2O_3 51,0%), улексит $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (43,0), колеманит $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (50,9), пандермит $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (49,8) гидроборацит $\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (50,6), ашарит $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (41,4), калиборнит $\text{KMg}_2\text{B}_{11}\text{O}_{19} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (57,0), датолит $\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$ (21,8), данбурит $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (28,3), т.б.

Борды өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының жүзден аса саласында қолданады (шыны мен керамика өнеркәсібі, сабын мен ағартқыштар өндірісі, медицина, лак-бояу және парфюмерия өнеркәсібі, аса берік саймандар жасайтын болат өндірісі, т.б.).

Құрамында B_2O_3 20-25% болатын руда өңдеуге байытусыз-ақ жіберіледі, ал жұтаң руда (2-13 % B_2O_3) байытуды қажет етеді. Ірі бор өндірушілер қатарына АҚШ, Түркия, ҚХР, Аргентина және басқалар жатады.

Бірегей кенорындардағы бордың қоры >10 млн т, ірілерде – 1-10, орташаларда – 0,25-1, ұсақтарда – < 0,25 млн т.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Жаралу жағдайлары мен уақыты бойынша минерал тұздардың барлық кенорындары мынандай типтерге бөлінеді: 1) қазба (көне) шөгінді, 2) тұз көздері мен тұздықтар, қазіргі.

Қазба шөгінді кенорындарының қатты тұздары төрттік дәуіріне дейінгі геологиялық кезеңдерде пайда болып, кейінгі жас түзілімдердің қатқабаттары астында көмілген. Заттық құрамы бойынша кенорындар көбінесе комплексті және тастұзбен қатар калий мен магний тұздарының хлориді мен сульфаты кездеседі.

Тектоникалық құрылымы мен тұзды таужыныстардың жатыс жағдайының ерекшеліктері бойынша қазба кенорындар үш типке бөлінеді: 1) жайпақ моно-клин немесе мұльда тәрізді жатысты дислокацияланбаған қабаттар; 2) қатпарлы қабаттар; 3) тұз штоктары. Кенорындардың алғашқы екі типі қабатталған ішкі құрылысымен, жатындардың қабат және линза тәрізді пішінімен сипатталады. Бұзылмаған қабаттарға *Славянск-Артемовск*, *Ангара-Лена*, Беларусь (*Старобинск*), *Припять* және *Верхнекамск* алаптары (ТМД), Стратсфурт (Германия) пен Соскачеван (Канада) алаптары, Канзас пен Оклахома штаттарындағы (АҚШ) кенорындар, ал тектоникалық бұзылғандарға – Прикарпатье (*Калуш*, *Стебник*) кенорындары жатады.

Тұз штоктарының кенорындары дөңгелек немесе ондаған км-ге созылған брахиантиклиндердің ядросында орналасқан қалың тұз массивтерінен тұрады. Тұздың ядроғағы қалыңдығы бірнеше км-ге жетеді. Тұз массивтері асимметриялы цилиндр, эллипс және саңырауқұлақ пішінді денелерден тұрады. Тұз күмбездерінің ауданы планда 50-100 км² шамасында өзгеріп, жатыс тереңдіктері жүздеген метрден 2 км-ге дейін жетеді. Бұл типті кенорындар таралған жерлер – Волга-Орал-Жем ауданы (*Илецк кенорны*), Украина, Виллюй ойпаңы (*Кемпендйя*), АҚШ (*Техас* пен *Луизиана* штаттары), Польша, Ирак.

Тұз көздері мен тұздықтар тереңдегі тұздарды жерасты суының шаймалауы нәтижесінде жаралады. Жатыс жағдайлары бойынша олар қабат, жарықшақтық және жарықшақ-карст пішінді, химиялық құрамы бойынша негізінен хлоридті болады. Бұл кенорындардан сода, бура, йод, бром, астұз өндіріледі. Тұз көздері ірі қазба тұз кенорындарының ауданында (*Славянск-Артемовск алабы*) кең дамыған, сонымен қатар мұнай мен газ кенорындарының көпшілігінде (Солтүстік Кавказ, Әзірбайжан, Батыс Сібір) бар.

Қазіргі заман кенорындары континентістік тұзды көлдермен және тұздықтарға (рапаға) толған жағалау-теңіз алаптарымен (лагуна мен лимандар), сонымен қатар қазіргі теңіздермен және мұхиттармен байланысты. Құрамы бойынша олардың арасында хлорид, сульфат пен карбонат кенорындар бөлінеді. Тұзды көлдер кенорындары булану мөлшері атмосфералық жауын мөлшерінен асып, тұз жербеті және жерасты суымен әкелінетін жағдайларда пайда болады. Бұл кенорындар белгілі жерлер – Каспий маңы (*Эльтон, Басқұншақ*) мен Батыс Сібір.

Жағалау-теңіз кенорындарына жағалаудағы тұзды сулы көл, лиман, лагуна мен шығанақтар кіреді. Олар теңіз суағындары ұдайы келетін және тұрақты ыстық, әрі құрғақ климат жағдайында келген судан буланудың мөлшері асу салдарынан қалыптасады. Мұндай кенорындар Қара, Каспий және Арал теңіздерінің жағалауларында таралған. Олардың мысалы ретінде Каспий теңізінің шығыс жағалауындағы *Қара-богаз көлді* алуға болады. Мұнда қыста мирабилит тұнса, ал жазда – негізінен галит құрамды аралас тұздар шөгеді. Бұл шығанақтан мирабилит тұзы өндіріледі.

Қазақстанда калий тұздарының негізгі барланған қоры мен болжамдық ресурсы Солтүстік Каспий маңында (негізінен хлорлы калий тұздары) және Ақтөбедегі Орал тауы маңында (негізінен сульфат калий тұздары) орналасқан. Солтүстік Каспий маңында баланса алынғаны калий қостотығының 8 млн тоннасы ғана, болжамдық ресурсы (P_1-P_3) 500 млн т шамасында (*Индер, Шалқар, Сатымола* және т.б.). Ақтөбедегі Орал тауы маңында баланстық қордың жиынтық көлемі (C_2 мен қоса алынғанда) 100 млн т шамасында (*Жылан кенорны*). Бұл кенорынның рудасы комплексті сульфат-калий тыңайтқыштарын алуға жарамды. Калий тұздары кенорындарының болжамдық ресурсы 300 млн т. 1980-ші жылдары калий тұздарының болжамдық ресурсы Батыс Қазақстан бойынша 1 млрд тоннаны құрады, соның ішінде сульфат (полигалит) типті тұздар үлесіне 217 млн т келеді.

Бораттар. Каспий маңы ойпаңы Қазақстанда бор рудасының барланған және болжамдық ресурсы шоғырланған жалғыз аймақ болып табылады. Галогендік типті бораттардың есептелген баланстық қоры екі ірі кенорын – *Индер* мен *Сатымоланың* үлесіне тиеді.

Каспий маңы бор-шикізат базасын нығайтудың негізгі резерві ретінде бор-калий тұздары бола алады. Олар жеңіл балқытылады және қорының үлкен масштабымен сипатталады (*Индер, Сатымола, Шалқар* және т.б.).

Бор-калий рудасы комплексті, одан борға ілеспе калий, магний және бром айырып алынады.

Бор рудасының болжамдық ресурсы Каспий маңының 15 тұз күмбезі бойынша ондаған млн тоннаға бағаланады. Бор өнімдерін алудың әлеуеттік көзі Каспий маңы ойпаңының тұзды көлдері мен мұнай суының тұздықтары (рапа) болып табылады.

Астұз, натрий сульфаты мен табиғи сода. Қазақстанда қазба (тас) тұз және тұзды көлдердің көптеген кенорындары анықталған. Тастұздың мол қоры Каспий маңы тұз күмбездерінің ядролары мен Шу-Сарысу ойпаңы күмбезді құрылымдарында орналасқан. Тастұздың ең ірі *Индер (Белая Ростошь)* кенорны Индер тұз күмбесінің дөңесіне орналасқан. Мұндағы астұздың (техникалық сорттары) барланған қоры 709 млн т, оның ішінде өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны – 40 млн т шамасында. Кенорын игеруге даярланған. Барланған *Тогайбаймешіт* кенорнындағы астұз бен астұздың қоры 70,5 млн т құрайды. Индер ауданында ірі көлдік *Индер кенорны* орналасқан, тұзтұнба-тамақтық астұздың қоры 1,5 млрд тоннадай, оның өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны – 647 млн т. Кенорын 1993 жылдан пайдаланылууда. Каспий маңындағы басқа көлдік астұз кенорындары – *Кішкенетұз, Балғасынтұз, Оймашатұз, Қорғантұз*, сондай-ақ масштабы бойынша консервацияланған ұсақ кенорындар бар. Солтүстік және Оңтүстік Қазақстанда тұзтұнба астұздың барланған кенорындардағы қоры (млн т): *Үлкен Қалқаман* – 14,8; *Маралды* – 29,3; *Жақсы Қылыш* – астұз 70 және сульфат тұзы 80 млн т.

Табиғи натрий сульфатының шикізат базасы *Жақсы Қылыш көлінен* басқа көмілген тұздық, түптік мирабилит, кейде тенардит түзілімдерімен толығыады. Оның 10 көлдік кенорны өнеркәсіптік категориялар бойынша барланған. Сульфат-натрий тұздарының қазба жатындары Оңтүстік Қазақстанның тауаралық және таубөктерлік ойпаңдарында (*Шөладыр, Ащыкөл, Ұзынсу* және т.б.), Шығыс Каспий маңының платформалық депрессияларында және Арал маңында белгілі. *Шөладыр кенорнының* болжамдық ресурсы мынадай (млрд т): астұз – 2,5; сульфат тұздары – 1,5; гипс – 0,43. Ол іздеу-бағалау жұмыстары сатысында барланған.

Жалпы алғанда, Қазақстанда астұз бен натрий сульфатының ірі қоры бар. Республикада табиғи соданың кенорындары мен кенбілінімдері нашар зерттелген. Кальцийлі және каустикалық сода алу үшін сода шикізатының (астұз, бор, әктас, бақалшақтас) мол қоры Батыс Қазақстанда орналасқан. Сода шикізаты (тастұз бен жазатын бор) *Белая Ростошь* кенорнында ғана балансқа алынған. Табиғи сода кенорындарын іздеуге Предуралье мен Каспий маңы перспективалы болып қалуда.

24.11. Фосфат шикізаты

Жалпы мағлұмат

Фосфат шикізаты ретінде негізгі мәнге апатит $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ және фосфорит ие. Апатит минералының құрамына қоспалар ретінде стронций, барий, магний, сирекжерлер және т.б. кіреді. Апатит табиғатта кең тараған минерал, бірақ негізгі өнеркәсіптік мәнге оның сілтілі және ультранегізді сілтілі таужыныстардағы концентрациясы мен олармен байланысты постмагмалық жаралымдары ие болады.

Фосфорит – шөгінді таужыныс (саз, карбонат, аралас құрамды), оның құрамы апатитке жақын. Фосфорит уран, сирекжер, стронций сияқты элементтерге бай келеді. Сондай-ақ, оның құрамына ванадий, титан, цирконий, алтын және т.б. кіреді.

Фосфат шикізатының басым массасы фосфор мен құрама тыңайтқыштар өндірісінде пайдаланылады. Бұл тыңайтқыштар ішінде ең көп таралғаны – қарапайым

және кос суперфосфат. Оларды химиялық өңдеу арқылы алады, яғни химиялық жолмен фосфордың ерімейтін қосылыстары жақсы еритін және өсімдік жақсы сіңіретін түрлерге өзгертіледі. Апатит концентратынан дайындалған суперфосфат құрамында 20% шамасында еритін P_2O_5 болады. Фосфориттен алатын суперфосфаттың сапасы нашарлау келеді. Фосфоритті механикалық өңдеу (майдалау) арқылы фосфорит ұнын алады. Ол көбінесе қышқылдығы жоғары күлді топырақты тыңайтуға қолданылады. Фосфат шикізаты, сондай-ақ химиялық өнеркәсіпте фосфор, фосфор қышқылын және оның тұздарын, синтетикалық жуғыш заттар өндіруге, қара металлургияда феррофосфор алуға, медицинада пайдаланылады.

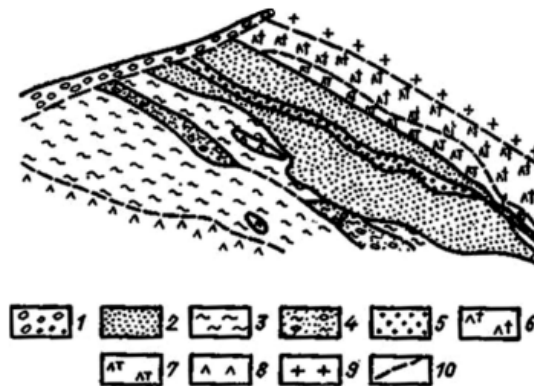
Өнеркәсіптік руда арасында дербес апатитті және комплексті (апатит-магнетит, апатит-кальцит, апатит-титанмагнетит) түрлері ажыратылады. Апатит-нефелин рудасы флотация әдісімен жақсы байытылып, жоғары сортты апатит концентраты (39,4% P_2O_5) алынады.

Фосфорит минералдық құрамы мен бітімдік-құрылымдық белгілері бойынша мынадай табиғи литологиялық түрлерге бөлінеді: микротүйірлі, түйірлі жалбыр (тасберішті), тасмалталы және конгломератты, бақалшақты, қопсық және тас. Фосфордың мөлшері бойынша дербес фосфорит пен фосфатты құм, мергель, әктас бөлінеді. Фосфориттің сапасы P_2O_5 мөлшерімен және зиянды қоспалар (MgO , Fe_2O_3 , CO_2 , Al_2O_3 және т.б.) болуымен анықталады.

Кенорындар масштабы бойынша ірі – фосфорит шикізатының қоры >200 млн т, орташа – 50-200 млн т, ұсақ – <50 млн т болады.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Апатит кенорындарының басты өнеркәсіптік типі – магмалық, сілтілі нефелинді сиенит интрузиялармен байланысты. Бұл типті өнеркәсіптік кенорындар Қола түбегінде (Хибин массивіндегі кенорындар – *Кукисвумчорр* – 24.7-сурет, *Юкспор*, *Апатитті цирк*, *Расвумчорр үстірті*, *Коаива*), сонымен қатар Гренландия, Оңтүстік Африка, Бразилия мен Канадада белгілі.



24.7-сурет. Кукисвумчорр кенорының геологиялық кимасы:

- 1 – тасынды; 2 – 4 – кен: 2 – таңдақ; 3 – линза тәрізді-жолақ, 4 – ірі блокты;
 5 – апатитті брекчия; 6 – 7 – ийолит: – далашпатты, 7 – сфенденген;
 8 – ийолит-уртит; 9 – рисчоррит; 10 – магмалық

Фосфорит үшін негізгі орынды шөгінді және мору кенорындары алады. Олар Қазақстан, Маңғолия, Австралия, АҚШ, сондай-ақ Бельгия, Франция, Ұлыбритания, Марокко, Алжир, Тунис, Мысыр (Египет), Сирия, Ирак, Иран мен Түркияда кең дамыған.

Шетелдерде фосфорит шикізатының қоры мен өндірісі шөгінді фосфорит кенорындарымен байланысты (руданың қоры 88%, P_2O_5 қоры 95%, концентрат өндірісі 93%). Апатит рудасы карбонатит кенорындарынан ғана өндіріледі (руданың қоры 12%, P_2O_5 қоры 5% және концентрат өндірісі 7%).

Қаратау фосфоритті алабы созылымы бойынша 120 км, ені 25-30 км, Кіші Қаратауда орналасқан. Алапта 40-тан аса әртүрлі кенорындар мен кенбілінімдер анықталған. Барлық кенорындар аймақтық ұстаным бойынша 5 топқа бөлінеді, олардың негізгілері 24.1-кестеде көрсетілген.

24.1-кесте

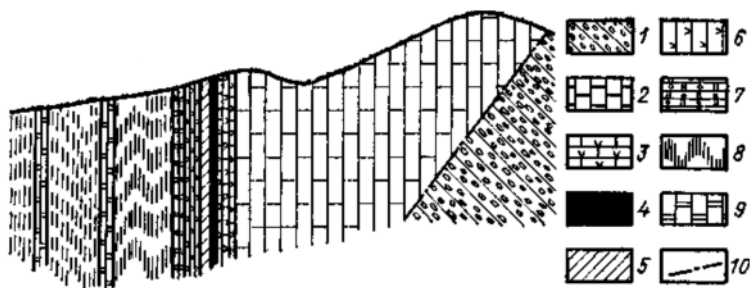
Кіші Қаратау фосфорит кенорындары

Топ	Кенорын	Ұзындығы, км	Қабат саны	Орташа қалыңдығы, м	P_2O_5 орташа мөлшері, %	Қоры, % жалпыға шаққанда
I	Шолақтау II	4,5	1	11,6	25,8	4,0
II	Ақсай I (III)	7,0	1	14,5	24,0	12,0
	Ақсай II	8,0	2	3,0	25,0	
	Түйесай (I және II)	4,3	1	10,0	24,0	
III	Бүркітті I Жылан	6,0	2	3,1	26,0	4,0
		5	1	3,0	28,0	
IV	Көксу	13	2	11,0	26,3	24,0
	Үшбас I (оң жаға)	5	1-2	8,0	26,0	
	Үшбас (сол жаға)	4	7	25,0	26,0	
V	Жаңатас	23,0	2	21,0	25,1	56,0
	Көкжон	12,0	2	10,0	25,7	

Өндірістік *Шолақтау кенорны* (24.8-сурет) Қаратау қаласынан оңтүстікке қарай 5 км жерде орналасқан, одан арғы жағын жарылым қиып тастаған. Фосфоритті қабат 3 будаға бөлінеді: 1) төменгі – карбонатты фосфорит, P_2O_5 мөлшері 100-200 м тереңдікте 19-33%, ал жербеті маңында (1-6 м) 26-29%; 2) фосфатты-кремнийлі (1,5-7 м) – кремнийлі фосфорит пен кремнийдің жұқа қабатшаларынан тұрады, P_2O_5 мөлшері 2-3-тен 20-22 %, орташа мәні 14%; 3) жоғарғы (басты) фосфоритті – негізінде анық сақталған фосфоритті конгломерат (0,3-0,5 м) жатады, буданың қалыңдығы 6-12 м. Фосфорит оолитті-түйірлі, псаммитті, P_2O_5 35-36%-ға жетеді.

Қазақстанда есепке алынған фосфат рудасының баланстық қорында негізгі мәнге фосфорит (микротүйірлі және жалбыр) рудасы ие. Фосфорит кенорындары екі ірі алапта шоғырланған: Кіші Қаратау (микротүйірлі фосфорит) және Ақтөбе (жалбырлы фосфорит). Кіші Қаратау алабы 14 өнеркәсіптік кенорынды (*Шолақтау, Көксу, Жаңатас, Көкжон*, т.б.) біріктіреді, олардың баланстық қоры 550 млн т. Алаптың

болжамдық ресурсы 2 млрд т деп бағаланады. Ақтөбе алабы 9 кенорынды (*Шилісай, Алға, Богданов, Көктөбе*, т.б.) біріктіреді, олардың жиынтық баланстық қоры 125 млн т фосфордың бесокисі. Бұл қордың үлкен бөлігі (90 млн т) Шилісай кенорында шоғырланған. Алаптың болжамдық ресурсы 104 млн т P_2O_5 деп бағаланады. Фосфат шикізатының Қазақстанда нашар зерттелген резервтік көзі – апатит рудасы. Ол Көкшетау ауданында орналасқан (*Красномай массиві*) кенорындардан тұрады. Фосфат шикізатының маңызды резерв көзі Торғайдың Соколов, Сарыбай, Қашар және басқа кенорындарындағы апатитті магнетит рудасы болып табылады. Олардың байыту өнімдерін тазартқан кезде жыл сайын 100 мың т апатит концентратын алуға мүмкіндік бар.



24.8-сурет. Шолақтау фосфорит кенорының геологиялық қимасы:

1 – жоғарғы девон конгломераты; төменгі силур мен ортаңғы кембрий таужыныстары; 2 – әктас пен доломитит; 3 – «қошқыл әктас» горизонты; фосфоритті серия рудасы; 4 – басты фосфоритті; 5 – фосфат-кремнийлі және төмен фосфоритті; 6 – кремнийлі; 7 – «төменгі доломитит» горизонты; төменгі кембрий таужыныстары; 8 – кремнийлі; 9 – бірінші және екінші доломитит горизонттары; 10 – жарылымды бұзылыстар

Апатит рудасының болжамдық ресурсы 147 млн т фосфор оксиді деп бағаланады.

Қазақстанның батысы мен оңтүстігінде (Маңғыстау, Арал маңы, Торғай) жалбырлы фосфоритпен қатар түйлі фосфорит кені дамыған. Оның мәні фосфорит рудасы болжамдық ресурсында шамалы болғанымен, өндіру мен байыту технологиясының қарапайымдығына байланысты қызығушылық туындатады.

Фосфат шикізатының белгілі бір үлесіне фосфат-глауконитті құм ие (Батыс Қазақстан мен Павлодардағы Ертіс маңы). Оның қоры мен болжамдық ресурсы жүздеген млн т. Фосфорит-глауконит рудасы құрама минерал тыңайтқыштар алу үшін жоғары сапалы шикізат саналады.

24.12. Күкірт шикізаты

Жалпы мағлұмат

Күкірттің жер қыртысындағы орташа кларкі 0,03. Оның шамалы бөлігі ғана табиғатта сомтума түрінде кездеседі. Бұл элементтің басқа көздеріне металдар сульфиді, сульфаттар (гипсит пен ангидрит), табиғи жанғыш газдардағы күкіртсутек,

күкіртті мұнай, битумды құмтас жатады. Күкіртті ілеспе түрде коксхимия өндірісінде және түсті металдар рудасын металлургиялық өңдеу кезінде алады. Табиғи сомтума күкірт кристалл және аморфты түрде кездеседі. Температура 114-119°C шамасына жеткенде күкірт балқып, сұйыққа айналады. Оның бұл қасиеті күкірт рудасын байытқан кезде және жерасты шаймалау әдісімен өндіруге пайдаланылады.

Күкірт шикізатының негізгі көлемі (70-90%) күкірт қышқылын алуға пайдаланып, ол фосфор, азот және калийлі тыңайтқыштар, әртүрлі химикаттар өндіруге, мұнай өнімдерін тазартуға, бояу мен пигмент, синтетикалық талшықтар, қопарғыш заттар, жуғыш заттар, пластмасса алуға қолданылады. Сонымен қатар, күкірт пен оның қосылыстары целлюлоза-қағаз, фармацевтика, тамақ пен текстиль өнеркәсібінде, ауыл шаруашылығында (тыңайтқыш пен зиянкестермен күресетін зат ретінде) пайдаланылады.

Сомтума күкірт кенорындары қорының мөлшері бойынша мынадай масштабтарға бөлінеді: ірі – қоры > 10 млн т, орташа – 1–10 млн т, ұсақ – < 1 млн т. Руда күкірттің мөлшері бойынша қонды ($S > 25\%$), орташа (10-25%) және жұтаң (5-10%) түрлерге бөлінеді.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Күкірт шикізаты түрлі геологиялық процестер нәтижесінде қалыптасады. Өнеркәсіптік мәнге сомтума күкірт кенорының екі генетикалық типі ие: гидротермалық вулканогендік (ТМД-да – Камчатка, Курил аралдары, Закавказье; шетелдерде – Жапония (*Мацуо, Адзума*), Чили (*Копиано*), Перу, Филиппин) және шөгінді биохимиялық (Түркмения, Ресей, Ливия, Австралия, Польша, Мексика, Италия, Испания, Франция, Ирак).

Қазақстанда күкірттің екі кенорны белгілі – Каспий маңы ойпаңының шығыс бөлігіндегі *Подгорненское* мен Кіші Қаратаудағы *Үлкен Бурылтау*. Подгорненское кенорының болжамдық (авторлық) ресурсы 5 млн т шамасында бағаланады. Руда жерастылық шаймалау әдісімен игеруге жарамды. Тұз күмбездері кең дамыған. Олардың кепроктарында көптеген бейөнеркәсіптік күкіртбілінімдер табылған Каспий маңы ойпаңының сомтума күкіртке перспективасы толық анықталмаған. Өнеркәсіптік күкірт кенденуінің сульфат-карбонат типті тұз күмбездерінен кепрок-индикатор бойынша анықтау әдістемесі проблема болып қалуда.

Қазақстанда сомтума күкіртпен қатар колчедан рудаларда да жалпы және пирит күкіртінің едәуір ресурсы бар. Кенді Алтай кенорындарындағы жалпы және пирит күкіртінің қоры ондаған млн т. *Николаев* кенорындағы күкірттің мөлшері 14 млн т, *Орловта* – 8,6 млн т, *Текелі* кенорындары тобында – 10 млн т шамасында. *Майқайың, Абыз, Құсмұрын* және т.б. кенорындар да күкіртке бай. Күкірттің үлкен ресурсы мұнай кенорындары мен түсті металлургия зауыттарының күкіртті газдарында.

24.13. Диатомит, трепел, опока

Жалпы мағлұмат

Аталған таужыныстар белсенді минерал қоспаларға және жеңіл бетонның толтырғыштарын өндіру шикізатына жатады. Мұндай толтырғыштар орташа тығыздығы түйірлердің ірілігі 5 мм-ге дейін болғанда 1200 кг/м³, ал ірілігі 5-40 мм болса

– 1000 кг/м³ болатын кеуек органикалық минерал. Бұл топқа, сонымен қатар пем-за (көбіктас), жанартау және әкті туф, кеуек әктас пен әктас-бақалшақтас, перлит кіреді.

Диатомит, трепел, опока – биохимиялық жолмен жаралған кремнийлі шөгінді таужыныстар. Кремний минералдардың (опал мен кристобалит) мөлшері 50-80%, саз минералдар – 10-40%. Бұл таужыныстарға тәні жоғары гидравликалық белсенділік және жоғары сүзгіштік қабілет, жоғары оптау (адсорбциялау), едәуір кеуектілік (диатомит – 90-92%, опока – 25-55%), орташа тығыздығының мөлшері (диатомит 0,43-0,96 т/м³, опока – 1,04-1,8 т/м³), жақсы дыбыс- және жылуоқшаулауыш қасиет, химиялық төзімділік. Түрпілік қасиет тән диатомиттің беріктігі 30-50 МПа, ал опоканың беріктігі – 20-30 МПа.

Кремнийлі таужыныстарды өнеркәсіпте қолдану олардың айрықша қасиеттеріне негізделеді. Өндірілген өнімнің басым бөлігі (70%) ұнтақтар алуға – сүзгіш ұнтақ, пластмасса толтырғышы, резина, бояу, химия және медицина препараттарын алуға тұтынылады. Бұл таужыныстар белсенді қоспалар ретінде цемент өнеркәсібінде қолданылады. Сонымен, олардың едәуір бөлігі жеңіл бетон толтырғышы ретінде, термолиттік тасшақпа, керамзит сияқты гравий, жеңіл салмақты кірпіш және т.б. өндірісінде қолданылады. Кремнийлі таужыныстарға олардың пайдалану бағыттарына байланысты кремнезем мөлшеріне, құм мен темір оксид қоспаларына, ылғалдылығына, орташа тығыздығына түрлі талаптар қойылады.

Кремний таужынысының ірі кенорындарындағы қор мөлшері бірнеше миллион т, орташа кенорындарда – жүздеген мың-миллион т, ұсақ кенорындарда – <100 мың т.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Диатомит, трепел және опоканың кенорындары биохимиялық шөгінді типке жатады. Жаралу жағдайлары бойынша олар теңіз және тұщы сулы көл түзілімдеріне бөлінеді. Теңіз кенорындарында кремнийлі таужыныс қабаттары саз шөгінді қабатшаларымен аралас орналасады. Көп кенорындарындағы диатомит қатқабаттары біркелкі, шомбал бітімді болады. Кремнийлі таужыныстар жатындары жасы бор, палеоген және неоген түзілімдерінде таралған. Олар қалыңдығы 8-10 м-ден 80-110 м-ге дейінгі горизонттар қалыптастырады.

ТМД-да кремнийлі таужыныстардың қабатты жатындары таралған аудандар – Орта Поволжье (*Инзенское, Сенгилеевское, Вольское*), Орал мен Зауральенің шығыс беткейі (*Потанинское, Ирбитское, Камышловское*), Ресейдің Еуропалық бөлігінің орталық алқаптары (*Зекеевское, Фокийское*), Беларусь, Солтүстік Кавказ бен Закавказье. Өте ірі кенорындар белгілі елдер – АҚШ, Франция, Германия, Индия, Алжир, Австралия.

24.14. Табиғи тас құрылыс материалдары

Жалпы мағлұмат

Бейметалл пайдалы қазбалардың бұл тобына магмалық, шөгінді және метаморфтық таужыныстар жатып, олар механикалық өңдеуден өткізіледі. Қолданылуына, өнімді

тас өңдейтін өнеркәсіпте өндіру мен өңдеу тәсіліне байланысты олар екі түрге бөлінеді:

1) кесек тас – өлшемдері әртүрлі блоктар түрінде өндіріліп, ары қарай өңдеуден өткен соң қаптама (әсемдік), жол төсеніші (шойтас, қырлытас) және қабырға (кесілме) тас ретінде пайдаланылады;

2) бұрыс пішінді жаппай өндірілетін тас: сындырылған тас (шойтас) – оны таужыныс массасын қопарып алып, ұсақ фракцияларын іріктеу арқылы алады; уатылған тас (тасшақпа, сынықша, жасанды құм) – оны өндірілген таужынысты уатып, фракцияларға бөлу нәтижесінде алады.

Әртүрлі мақсатқа мынадай таужыныстар пайдаланылады:

1) іргетас салу (шойтас, кесілме және жарылған тас) – берік таужыныстар түрлерінің барлығы;

2) қабырға қаластыру (қабырға тастары мен блоктар, тегістелген тас) – кеуек таужыныстар: әктас-бақалшақтас, туф, доломит, құмтас;

3) сыртқы қаптама (қаптама тақталар мен тастар, профильдік элементтер) – гранит, габбро, базальт, жанартау туфы, мәрмәр, тығыз әктас, құмтас;

4) ішкі қаптама (қаптама тақталар, профильдік элементтер) – мәрмәр, мәрмәрленген әктас, травертин, жанартау туфы;

5) жол төсеніші (жақтаулық тас, қырланған және жарылған тас) – гранит, диорит, габбро, базальт, құмтас, тығыз әктас;

6) гидротехникалық қондырғылар құрылысы (уатылған, жарылған және тегістелген тастар, дөңбек тас) – тығыз әктас, доломитит, құмтас, диорит, габбро, базальт, диабаз.

Табиғи құрылыс материалдарына деген өнеркәсіптік талаптар сан қилы. Бұл олардың түрлі салаларда пайдалануына байланысты болып, тастың физикалық және технологиялық қасиеттерімен анықталады. Олардың ең маңызды қасиеттеріне беріктігі мен ұзақ төзімділігі жатады. Беріктігі (механикалық әрекеттерге қарсыласуы) әртүрлі көрсеткіштермен – сығуға, созылуға, иілуге, сокқыға, езуге қарсылығымен сипатталады. Құрылыс тасының ең басты сипаттамасы – сығуға беріктік шегін оның пайдаланылу бағыттары бойынша МЕМСТ анықтайды.

Тастың ұзақ төзімділігі оның беріктік (қаптама тастар үшін әсемдік) сипаттамасы физикалық және химиялық процестер ұзақ әсер еткенде сақтау қабілетімен анықталады. Ұзақ төзімділікті бағалау үшін маңызды сынақ – тастың аязға төзімділік коэффициентін анықтау, ол тас беріктігінің циклдік тоңазыту және жібіту барысында төменденуін көрсетеді.

Айтылған көрсеткіштермен қатар қолдану саласына байланысты таужыныстың орташа тығыздығы, кеуектілігі мен жарықшақтылығы, сужұтуы, суқанықтығы, тұтқырлығы, өңделгіштігі, жылтырланғыштығы, түсінің тұрақтылығы, жылуокшаулағыш қасиеттері, т.б. анықталады.

Құрылыс тасы кенорындары қоры бойынша ірі (қоры >30 млн м³), орташа (15-30 млн м³) және ұсақ (<15 млн м³) болып бөлінеді. Құрылыс тастарының әлемдік қоры іс жүзінде шексіз. Бірақ минерал шикізат кенорындарының бұл түрі көлік жолдар торабы дамыған экономикалық игерілген аудандар ауқымында ғана өндіріледі. Өндіріс жұмыстары бұрғылау-қопару жұмыстарын қолдану арқылы ашық тәсілмен

жүргізіледі. Сонымен қатар, механикалық жару және таскескіш құралдарды пайдаланады. ТМД аумағында құрылыс тасы ірі масштабта Карелияда, Қола түбегінде, Украинаның оңтүстігінде, Қырымда, Солтүстік Кавказда, Закавказьеде, Орта Азияда, Қазақстанда, Оралда, Батыс және Шығыс Сібірде, Қиыр Шығыста өндіріледі. Құрылыс тасы өндірісінің жалпы көлемі 500 млн м³-ден асады.

Қазақстанда құрылыс материалдар өнеркәсібінің қуатты шикізат базасы жасалған. Бұл шикізаттың барлық негізгі түрлерінің көптеген кенорындары барланған. Соңғы жылдары 1500-нан астам құрылыс материалдар кенорны есепке алынған.

Олардың жартысын кірпіш-жабынқыш сазы, құм-гравий қоспасы, құрылыс тасының кенорындары құрайды. Қалған кенорындарды құрайтын құрылыс материалдар түрі: қаптама және қабырға (кесілме) тастар; цемент (эктас, саз таужыныстар, витрофир), керамзит (саз, саздақ, сазтас, тақтатас), петрургиялық (базальт, габбро, диабаз) шикізат; минерал бояулар (пигментке жарамды), гипсит пен ангидрит. Республика құрылыс материалға деген өз қажеттілігін толығымен қанағаттандырады, шикізатпен жеткілікті қамтамасыз етілген. Есепке алынған кенорындардың игерілгені 30%-дан аспайды.

Қаптама, қабырға және кесілме тастар. Қазақстанда олардың көптеген кенорындары мен кенбілінімдері бар. Қаптама тастар арасында гранит, габбро, порфир, туф, мәрмәр мен мәрмәрленген эктас, ал қабырға тастарында – эктас пен бақалшақтастар басым. Көптеген кенорындар барланған, бір бөлігі пайдаланылса, ал басым бөлігі резервте немесе консервацияланған. Барланған қаптама материал кенорындары арасында оншақтысы – гранит (*Қордай, Желтау, Теректі, Жалғыз, Алатағыл, Межовское* және т.б.), үшеуі – габбро (*Тонар, Шарықтас, Қатынадыр*), екеуі – амазонит (*Майкөл, Золотоноша*), төртеуі – порфирит пен туф (*Ақбастау, Арқарлы, Қарлығаш, Сарыбұлақ*), тоғызы – мәрмәр (*Таскөл, Екпінді, Саяқ, Ащыбұлақ, Қалжыр, Комаров, Тесіктас, Теректі, Дөңгелек*), отыздан астамы – эктас-бақалшақтас (*Жетібай, Бейнеу, Саура II, Қызыл Тұран, Маңғыстау II мен III, Желтау, Сауытты, Шекара, Ералы, Кокосты 3, Разъезд № 4, 6, Түлкілі, Монтайтас, Қотырбұлақ* және т.б.). Кесілме тастың – эктас-бақалшақтастың негізгі қоры (150 млн м³ шамасында, оның ішінде 20 млн м³-тен астамы қаптама сортты) бес кенорында шоғырланған. Қазақстанның қаптама, қабырға және кесілме материалдармен қамтамасыздығы жоғары.

Керамзит шикізаты жеңіл балқитын саз, саздақ, сазтас (аргиллит), сазды тақтатас және т.б. шикізат түрлерінен тұрады.

Керамзит шикізатының жалпы қоры 300 млн м³-ден асатын 32 кенорын есепке алынған, олардың ішінде өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны 150 млн м³-ден асады. Қордың 80%-ы 10 ірі кенорында шоғырланған: *Дарбаза* (қоры 26,5 млн м³), *Алабота* (15,0 млн м³), *Әденсу* (15,0 млн м³), *Данилов* (13,6 млн м³), *Бұзылық* (12,8 млн м³), *Келес* (13,8 млн м³), *Сор* (12,5 млн м³), *Ақбұлақ* (10,3 млн м³), *Алебастр* (9,6 млн м³), *Боровское* (71,1 млн м³). Басқа кенорындардың шикізат қоры 2-5 млн м³ шамасында. Сарыбай темір рудасы кенорнында саз шикізаты аршылым таужыныстары құрамына кіреді, оның қоры 14 млн м³-тен асады. Керамзит сазының ірі шоғырлары Батыс Қазақстанда анықталған (*Сазды, Тамды, Погодаев, Тұқсай*, т.б. кенорындар). Керамзит сазының барланған кенорындарының көбі игерілмейді.

Петрургиялық шикізат. Қазақстанда оның потенциалы үлкен – тас құю мен минерал мақта бұйымдары өндірісіне жарамды базальт, габбро-диабаз және т.б. таужыныстар. 1990-шы жылдардың басына дейін есепке алынғаны 11 кенорын болған. Олардың өнеркәсіптік категориялары бойынша барланған қоры 75 млн т шамасында. Бұл шикізаттың ең ірі кенорындары: *Дәубаба* (қоры 19,4 млн т), *Тасқұрсай* (15,7 млн т), *Үшқызыл* (6,7 млн т), *Дәрменсай* (5,9 млн т), *Қараөзек* (5,7 млн т), *Козырев* (3,8 млн т), *Бедарев* (3,2 млн т), *Қарамазар* (2,8 млн т) және т.б. Белгілі кенорындарды жете барлау мен жаңа кенорындарды ашу арқылы қорды молайтуға мүмкіндік бар. Орталық Қазақстандағы *Ақсоран* кенорнының волластониті жоғары сапалы минерал мақта алуға жарамды екені анықталған. Бұл кенорындағы волластониттің қоры 50 млн т деп бағаланады.

24.15. Карбонат таужыныстар

Жалпы мағлұмат

Карбонат таужыныстарға әктас, мәрмәр, бор, мергель, доломитит, травертин, гажа, магнезит пен сидерит жатады. Олардың ішінде магнезит пен сидерит айрықша пайдаланылады, сондықтан бұл бөлімде қарастырылмайды.

Әктас – негізінен кальциттен тұратын шөгінді таужыныс, кейде оның құрамына арагонит, сынықты материал, саз, органикалық зат, кварц, опал, халцедон, пирит, темір оксиді, сидерит, глауконит, фосфорит және т.б. қоспалар кіреді. Ол көбінесе қатты әрі тығыз болады, орташа тығыздығы 2,9 т/м³-қа дейін (бақалшақтас 1,2-1,5 т/м³), кеуектілігі әртүрлі, беріктігі 200-300 МПа шамасына дейін – көбінесе 30-80 МПа. Таза әктастың құрамы СаО (56,04%) және СО₂ (43,96%).

Мәрмәр – метаморфтық процестер нәтижесінде қайта кристалданған әктас, ол гранобласт құрылымды болады.

Бор – әктастың түрлесі, ақ түсті біркелкі масса, нашар цементтелген, жақсы жұғатын таужыныс. Ол негізінен планктон мен теңіз түбі организмдерінің қаңқа қалдықтарынан және қалқандарынан тұрады. Бұл қалдықтар химиялық жолмен түзілген ұнтақ кальцитпен цементтеледі. Бордың орташа тығыздығы 1,5-1,6 т/м³, кеуектілігі 40-50%, табиғи ылғалдылығы 20-35%, беріктігі төмен – құрғақ күйде 5 МПа шамасында.

Мергель – карбонат (әктас, доломит) пен 25-50% саз материалдан тұратын таужыныс.

Доломитит – карбонат таужыныс, құрамында доломиттің мөлшері кальциттен асады. Таза доломититте СаСО₃ 54,35%, MgСО₃ 45,65% немесе СаО 30,41%, MgО 21,86%, СО₂ 47,73% болады. Физикалық-механикалық қасиеттері бойынша доломитит әктасқа жақын. Доломитит пен әктастың арасында аралық карбонат таужыныстардың үздіксіз қатары болады. Олардың шеткі мүшелері таза әктас пен таза доломитит болып шығады.

Травертин (әкті туф) – жеңіл кеук таужыныс. Ол кальций карбонатының ыстық немесе салқын көздерінен шөгуі нәтижесінде жаралады.

Гажә – көмірқышқыл кальцийдің болбыр, ұнтақ тәрізді қопсық массасы. Ол көл-батпақ сушараларда ерітінділерден CaCO_3 тұнуы нәтижесінде түзіледі.

Карбонат таужыныстың құрылымдық-бітімдік ерекшеліктері төтенше әрқилы. Түсі қоспалардың мөлшері мен құрамы әртүрлі болуына байланысты ақтан қараға дейін өзгереді, іс жүзінде кез келген түсті болуы мүмкін.

Әлемде жыл сайын 5 млрд т карбонат таужыныстар өндіріліп, өңделеді. Оларды өндірілу көлемі мен тұтынылуы бойынша бейруда пайдалы қазбалар ішінде құм-гравий материалдармен ғана салыстыруға болады. Карбонат таужыныстардың тұтынылу құрылымы әртүрлі елдерде әркелкі. Өндірілген материалдың 70-80% шамасы құрылыста пайдаланылады, қалғаны өнеркәсіптің басқа салаларында (шыны 0,5%, флюс әктас 6,4%, химия 2,3%, қант өндірісі 2,5%, целлюлоза-қағаз 0,2% бен ауыл шаруашылығы – қышқыл топырақты әктілеу үшін) қолданылады.

Құрылыс тасы болатын карбонат таужыныстарға деген талап олардың қолдану сәтасына байланысты әртүрлі болады. Цемент өндірісі үшін таужыныстар құрамындағы $\text{CaO} > 40\%$, $\text{MgO} < 3,8\%$, $\text{SO}_2 < 1,2\%$, ал SiO_2 , Al_2O_3 пен Fe_2O_3 мөлшері қанығу коэффициенті K_K , силикат M_S пен алюминототық M_A модульдерінің қажетті мәнін қамтамасыз ету керек.

$$K_K = [\text{CaO} - (1,65 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{SO}_3)] : 2,8 \text{SiO}_2$$

формуласы бойынша анықталып, оның мәні 0,8 бен 0,92 аралығында өнеркәсіп талаптарын қанағаттандырады.

$$M_S = \text{SiO}_2 : (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

формуласы арқылы анықталатын силикат модулінің мәні 1,2-3,5 болады.

$$M_A = \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$$

алюминототық модулі 1-2,5 мәнінде талаптарды қанағаттандырады.

Бұл сипаттаманың максимал мәндері (0,92; 3,5 және 2,5) ең оңтайлы саналады. Мұндай клинкер алу үшін оңтайлы көрсеткішті ($K_K = 0,92$, $M_S = 2,50$ и $M_A = 1,2$, зиянды қоспалар 3,3%-ға дейін) карбонат пен саз таужыныстан тұратын шикізаттың құрамында CaO 42,2%; SiO_2 14,1%; Al_2O_3 3,1%; Fe_2O_3 1,6% болу керек.

1 т клинкер алу үшін 1,5 т әктас немесе 1,6 т бор немесе 1,8 т мергель жұмсалады. Ақ және түсті цемент алу үшін карбонат шикізатында бояғыш темір оксидтері (0,35%-ға дейін) мен марганец оксидтері (0,04%-ға дейін) шектеулі болу керек. Ал CaO мөлшері 54-60%-дан аз болмайды.

Әктас (құрамында $\text{CaO} > 52\%$, $\text{MgO} < 1,5\%$, $\text{SiO}_2 < 3\%$, күкірт пен фосфордың мөлшері минимал) қара және түсті металлургияда флюс ретінде пайдаланылады және руданы байытуға қолданылатын әк алуға жұмсалады. Өнеркәсіптің бұл салалары үшін әктасқа қойылатын бірегей талаптар жоқ. Әр сала үшін оларды пайдалануға жергілікті стандарт пен техникалық шарттар әзірленеді.

Доломитит оттөзімді, толтырғыш материал, доломит өндіру кірпіші үшін, кейде флюс ретінде қолданылады. Доломититтің қолданылуы туралы мәселені шешкенде де жергілікті анықтағыш техникалық шарттар басшылыққа алынады.

Химия өнеркәсібінде құрамындағы СаО мөлшері әртүрлі әктас пайдаланылады. Мәселен, азот тыңайтқышы өндірісінде, полимер мен гидролиз процестерінде қолданылатын әктаста СаО>52%; сода мен кальций карбиді өндірісінде – СаО>53%, бордағы СаО>54%; кальций гидроксиді мен химиялық-тұнба борда – айрықша таза әктас (СаО>54,8%) болу керек. Химия өнеркәсібіне қажет карбонат таужыныстардың негізгі сипаттамасы МЕМСТ-тар мен ТШ (техникалық шарттар) бойынша анықталады.

Ауыл шаруашылығында құрамындағы $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 > 85\%$ болатын әктас, доломитит, мергель мен бор пайдаланылады. Олар ұсатылған түрде қышқыл топырақты бейтараптандыру үшін және жануарлар мен құстардың жеміне минерал қоспа ретінде қолданылады. Жемге минерал қоспаға пайдаланылатын шикізатта фтордың мөлшері <0,15%, күшәла – <0,012%, қорғасын – <0,008% шамасына дейін шектеледі. Ауыл шаруашылығының шикізаты ретінде пайдаланылатын карбонат таужыныстарға деген талаптар МЕМСТ 1405-78, ССТ 21-37-78 және ТШ 2-9-5-72 бойынша анықталады.

Бор, мәрмәр, доломитит пен әктас целлюлоза-қағаз және резина өнеркәсібінде толтырғыш ретінде негізінен құрамында $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 > 98,2\%$ болатын бор қолданылады. Мұндай жағдайда карбонат таужыныс құрамында бояғыш заттар болмау керек.

Карбонат таужыныс кенорындарының көпшілігі ашық тәсілмен өндіріледі. Жерасты тәсілі сирек қолданылады. Оларды өңдейтін зауыттар көбінесе кенорындар маңына салынады.

Әлемдегі карбонат шикізатының қоры іс жүзінде шексіз. ТМД елдеріндегі қоры 20 млрд т. Карбонат таужыныстардың әлемдік өндірісі 5 млрд т шамасында. Оларды ең көп көлемде ТМД, АҚШ, Жапония мен Германия өндіреді.

Қазақстанда цемент өндірісінің потенциалы шексіз десе де болады. Цемент шикізатының жалпы қоры (әктас, сазды таужыныстар) миллиардтаған тонна деп анықталған. Өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны 2 млрд т-дан асады. Баланстық қордың негізгі массасы 15-20 кенорында шоғырланған. Ең ірі кенорындар: *Сарытап* (қоры 707,8 млн т), *Астахов* (әктас – 350 млн т, саз – 253 млн т), *Шекубаев* (268 және 23 млн т), *Көксор* (161,6 млн т), *Ағалатас* (150 млн т), *Қызылқұрт* (125,5 млн т), *Ақсуат* (бор – 110,5 млн т), *Новотаубинск* (103,4 млн т), *Мыңарал* (82,6 және 38,6 млн т), *Сажаяев* (75,0 млн т), *Керегетас* (70,6 млн т), *Қызылжар* (44,8 және 20,0 млн т) және т.б. Қазақстан аумағында портландцементке белсенді минерал қоспалардың бірнеше кенорындары барланған: витрофир кенорындары – *Бабенов* (қоры 19,0 млн т), *Дәубаба* (20,0 млн т), *Арқарлы* (9 млн т); опока мен диатомит – *Жаңа Іле* (25,0 млн т), *Шипов* (21,6 млн т), *Құдық* (20 млн т), *Өтесай* (17,0 млн т), т.б.

Доломититтің мол қоры Солтүстік және Орталық Қазақстанда шоғырланған. Бұл жерде барланған белгілі ірі кенорындар: *Алексеев* (жалпы қоры 36 млн т), *Қарабауыр* (71 млн т), *Сарықұм* (106 млн т). Бұл аймақтағы доломититтің перспективалық ресур-

сы 400-500 млн т-ға бағаланады. Доломиттің бірнеше кенорны мен кенбілінімдері Оңтүстік Қазақстанда орналасқан. Олардың ең белгілілері *Көкжон*, *Жаңатас* (112 млн т), *Тектұрмас*, *Баянкөл* (100 млн т шамасында) және т.б. Алғашқы деректер бойынша барлық кенорындардың доломиті металлургияда оттөзімді материал ретінде пайдалануға жарамды.

24.16. Құм және құм-гравий материал

Жалпы мағлұмат

Құм, гравий және басқа сынықты таужыныстар (малтатас, дөңбектас-шақпатаc) түрлі минералдың цементтелген сынықтары мен түйірлерінен, таужыныс сынықтарынан тұрады. Олардың пішіні мен жұмырлану дәрежесі әртүрлі болып, түйір-өлшемдік (гранулометриялық) және заттық құрамымен сипатталады.

Құм мен құмды-гравий материалдардың қолданылуы бұл сынықты таужыныстардың әртүрлі физикалық қасиеттеріне байланысты. Өндірілген құм мен гравийдің негізгі бөлігі (ТМД-да 95%-ы) құрылыс өнеркәсібінде бетон толтырушысы ретінде, ал құм, сонымен қатар құрылыс ерітінділерін алуға пайдаланылады. Айрықша таза кварц құм шыны, керамика, металлургия өнеркәсібінде, сондай-ақ ферросилиций, кремний карбиді және т.б. алуға қолданылады.

МЕМСТ-тың қолдану бағытына қарай гравийдің мынадай көрсеткіштерін анықтайды: цилиндрде сыққанда уатылғыштығы (бетон толтырғыш), сөрелі барабанда желінгіштігі (автомобиль жолдарының құрылысында), мұнарада соққыға қарсыласуы (темір жол балласты). Орташа тығыздығы 1200 кг/м³-ден асатын, ал түйірлерінің өлшемі 5 мм-ге дейінгі құм бетон толтырғышы, құрылыс ерітінділері, темір жол мен автожол құрылысы үшін пайдаланылады. Ол гранулометриялық құрамы, тозаң, саз, ұйық бөлшектердің, слюда, күкіртті қосылыстар, органикалық заттар және т.б. бойынша МЕМСТ талаптарына сай келуі қажет.

Қорының масштабы бойынша құм-гравий кенорындары ірі (қоры >30 млн м³), орташа (10-30) және ұсақ (<10), ал құрылыс құмының кенорындары ірі (қоры >15 млн м³), орташа (10–15) және ұсақ (<10) түрлерге бөлінеді.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Өнеркәсіптік мәнге мору және сынықты шөгінді құм-гравий кенорындары ие болады.

Қалыптық және шынылық кварц құм платформаларда ғана өнеркәсіптік жатындар жасайды. Мұндай кенорындардың 60%-ға жуығы Шығыс Еуропа платформасы ауқымында орналасып, көне көл мен теңіз түзілімдеріне байланысты болады. Кварц құмының өте ірі кенорындарына *Часовьяр* мен *Авдеев* (Донецк обл.), *Глобовское* мен *Гусаровское* (Харьков обл.), *Миллеровское* (Ростов обл.), *Ташлинское* (Ульянов обл.), *Латнинское* (Воронеж обл.), *Люберцы* (Москва обл.) жатады.

Қазақстанда аллювийлік құм-гравий кенорындары мен эол құмының кенорындары барлық аудандарда бар және барлық құрылыс нысандарының қажетін толық өтей алады.

24.17. Саз және каолин

Жалпы мағлұмат

Құрамы мен қасиеттері. Саз таужыныстар деп негізінен майда дисперсиялық бөлшектерден тұратын монтмориллонит және палыгорскит құрамды таужыныстар тобын айтады. Минералдық құрамы бойынша каолинитті, монтмориллонитті, гидрослюдады, палыгорскитті және полиминералды саз таужыныстар бөлінеді. Саз таужыныстар арасында каолин, оттөзімді саз, бентонитті және палыгорскитті саз бөлінеді.

Саз шикізаттың пайдалану салаларын анықтайтын әртүрлі қасиеттері саз таужыныстардың заттық және түйірөлшемдік құрамына байланысты. Сондықтан бұл қасиеттер технологиялық деп аталады. Оларға пластикалылық, оттөзімділік, дәнекерленгіштік, байланыстырғыштық қабілеті, қаптағыштық, түсі, суы мол тұрақты суспензия жасауға қабілеті мен химиялық инерттілігі жатады.

Саз таужыныстар іс жүзінде экономиканың барлық салаларында қолданылады. Олар кен ісінде – ұңғыма бұрғылағанда, ұңгуір комбайндарының жұмысы мен бұрғылау-қопару жұмыстары кезінде пайдаланылады. Саз таужыныстар былғары өнеркәсібінде былғары мен теріні өңдеуге қажет. Олар шарап, алкогольсіз ішімдіктер, қант пен нан-тоқаш бұйымдарын дайындауға кең пайдаланылады. Саз таужыныстар текстиль өнеркәсібінде, автомобиль жасауда, оптика өндірісінде, қағаз, парфюмерия бұйымдарын даярлауға, ауыл шаруашылығында, мал шаруашылығында, резина, химия өнеркәсібінде, металлургия мен медицинада пайдаланылады. Саз таужыныстар табиғи күйде, бірақ көбінесе өңделген күйде пайдаланылады. Олардың негізгі массасы құрылыс бұйымдары, қарапайым және нәзік керамика, оттөзімді материал, цемент, керамзит өндірісінде пайдаланылып, құрылыс пен гидроизоляциялық материал ретінде қолданылады.

Саз кенорындары қоры бойынша ірі (қоры >20 млн т), орташа (5-20) және ұсақ (<5) түрлерге бөлінеді.

Саз кенорындарының ең үлкен практикалық мәнге ие болатындары мору қыртысы мен шөгінді кенорындары.

Қазақстанда каолиннің барланған бірқатар кенорындары бар. Олардың ең ірілері – Солтүстік Қазақстандағы *Алексеев* пен *Елтай*, Батыс Қазақстандағы Союзное кенорны. Сонымен қатар, бұл жерде *Валентинов*, *Сасықкөл*, *Митрофанов*, т.б. кенорындар орналасқан. Алексеев пен Елтай кенорындары бойынша баланстық қор 220 млн т, тысбаланстық – 20 млн т-дан асады. Каолиннің негізгі тұтынушылары – керамика, шыны мен целлюлоза-қағаз өнеркәсібінің мекемелері. Барланған қор ондаған жылға жетеді.

Қиын балқитын саз негізінен қарапайым керамика өндірісіне қажет шикізат ретінде қолданылады. Қазақстанда қиын балқитын саздың ондаған кенорны анықталған. Негізгі қор Орталық, Оңтүстік және Шығыс Қазақстан кенорындарында шоғырланған. Орталық Қазақстанда қоры өнеркәсіптік категориялар бойынша барланған кенорындар: *Целиноградское* (13,6 млн т) мен *Төңкеріс* (2,9 млн т). Авторлық қоры бағаланған кенорындар: *Сасықкөл* – 4,5 млн т, *Қаражігіт* – 2,6 млн т, *Айзантамар* – 10 млн т шамасында.

Оңтүстік Қазақстандағы өнеркәсіптік қызығушылыққа ие кенорындар: *Ленгір* (18,1 млн т), *Қасқасу* (18 млн т шамасында), *Шеңгелді* (12-14 млн т), *Көктөбе* және т.б. Аймақтың жиынтық қоры 30 млн т-дан асады. Шығыс Қазақстанда өнеркәсіптік мәнге ие кенорындар: *Горностаев* (3,6 млн т), *Шағыл* (4,7 млн т), *Митрофанск* (1,4 млн т), *Ахмиров* (0,5 млн т, болжамдық қоры 16 млн т), *Құйған* (2,0 млн т) және т.б. Батыс Қазақстанда *Хромтау* кенорны барланған (9,3 млн т).

Баланстық қоры бар бірнеше бентонит кенорындары барланған. Қордың бір бөлігі C_2 категориясы бойынша есептелген. Жекелеген кенорындар алдын ала бағаланған. Ең көп практикалық қызығушылыққа ие – Оңтүстік және Шығыс Қазақстан кенорындары. Оңтүстік Қазақстанда – *Дарбаза* және *Келес* кенорындары, олардың жиынтық қоры 58,0 млн т; *Андреев*, *Держинское*, *Елдерсай* кенорындары – жалпы қоры 100 млн т-дан асады. Бұл кенорындарда бентонитпен қатар палыгорскитті саздың ірі қоры анықталған (380 млн т шамасында). Оның жартысынан астамы (236,8 млн т) *Держинское* кенорнының үлесіне келеді. Шығыс Қазақстанда бентонит саздың *Маңырақ* кенорындар тобы белгілі, олардың жалпы болжамдық ресурсы 50 млн т шамасында. *Таган* (қоры 10,6 млн т), *Динозаврлы* (4 млн т шамасында) және т.б. кенорындардағы бентонит жоғары сапасымен айрықшалаанады.

Солтүстік Қазақстанда бентониттің *Құсмұрын*, *Верховое және Южное* кенорындары барланған, олардың қоры (C_2 категориялы) 180 млн т-дан асады, ал өнеркәсіптік категориялар бойынша – 40 млн т шамасында.

24.18. Техногендік кенорындар

Жалпы мағлұмат

Техногендік пайдалы қазба кенорындары жер қыртысында геометриялық ұйымдасқан кен-өндірісі, металлургия, химия мен басқа кәсіпорындардың қалдықтарынан пайда болады. Олар мөлшері мен сапасы бойынша туынды шикізат ретінде өнеркәсіптік пайдалануға жарамды.

Жыл сайын қалдық үйінділеріне миллиардтаған т аршылым таужыныстары, байыту қалдықтары, металлургия қожы, көмір күлі және т.б. келіп түседі. Тек қана қара және түсті металдар рудасын байытатын кәсіпорын қалдықтарының қоймаларына әлемде жыл сайын 3 млрд м³ тастанды түседі, ал 1 млн м³ тастанды қалдықты жайластыру үшін 3-8 га жер қажет. Ірі комбинаттар үлесіне берілетін жер аумағына қарап, қанша жердің бүліну масштабын анықтауға болады. Мәселен, Учялы кен байыту комбинатында (КБК) мұндай жердің аумағы 6900 га, Полтова КБК-да – 6080, Михайлов КБК-да – 4785, Гай КБК-да – 3380, Лебединский КБК-да – 2080, Стойленский КБК-да – 1780 га.

Үйінді мен тастанды қоймаларындағы таужыныс массасы өндірілген және байыту кезінде өңделген темір рудасы массасының 85% шамасын құрайды. Байыту фабрикасы 1 т түсті металл концентратын өңдеп, қоймаға 30-100 т қалдық жібереді. Байыту кезіндегі руда ысырабы кең ауқымда өзгеріп, негізінен руда мен сыйыстырушы таужыныстар аралығында орналасады. Осыған байланысты бұл компоненттер концентрат құрамына да, байыту қалдықтары құрамына да кете береді.

Кен өндіруші, байытушы, металлургия кәсіпорындарының қалдықтарын олардың құрамындағы ілеспе, ал кейде басты компоненттерді жете айырып алу үшін немесе оларды құрылыс материалдары мен олардың композициялық құрамдасы ретінде пайдалану тұрғысынан қарастыру қажет.

Қалдықтардан пайдалы компоненттерді жете айырып алу жұмыстары шетелдерде де белсенді жүргізілуде. Мысалы, алтынды қалдықтар мен тастандыларды (құрамында алтынның мөлшері 0,25-0,6 г/т) үймектеп және перкаляциялық шаймалау әдістерімен қайта өңдеуден өткізу кең қолданыс табуда. Испаниядағы өте ірі қалайы мен вольфрам өндірісі – Ла-Паррильд кенішінде тастандыларды өңдейтін қондырғы салу жобаланған. Ол құрамында 2,5% қалайы, 13% вольфрам мен 25% күшәла бар концентрат алуға мүмкіндік береді. Қондырғының бірінші кезектегі қуаты 70, ал кейін 250 т/сағ қалдық өңдеуге жетеді.

Табиғи күйде немесе құрамындағы құнды компоненттерді және зиянды элементтерді жете айырып алу мақсатында өңдеуден өткізілген кен өндіруші, байытушы, металлургия кәсіпорындарының қалдықтарын құрылыс материалы ретінде қолдануға да болады. Бұл шикізатты кірпіш, силикатты бетон, қаптама материал, портландцемент, толтырғыш материал өндіруге, шыны мен керамика өндірісінің шикізаты ретінде пайдаланады.

Кейбір кен-байыту кәсіпорындарында мұндай тәжірибе өндірістік масштабта жүргізіле бастады. Мысалы, Қарсақпай мыс қорыту зауыты Жезқазған мыс рудасын жарты ғасырдан астам уақыт бойы өндеп келген. Қазір оның қалдықтарынан мыс және басқа металдарды қайта жете айырып алу, таужыныс үйіндісінен, тастандыдан әртүрлі құрылыс материалдарын (оның ішінде минерал мақта да бар) алу өнеркәсіптік тәжірибеден өткен. Қарағанды көмір шахталарының үйінділері мен байыту фабрикаларының тастандылары бүлінген жерлерді қайта қалпына келтіруге, құрылыс материалдарын жасауға кең пайдаланылады. Мұндай жұмыстар Соколов-Сарыбай КБК-да мақсатты жолға қойылған. Бұл комбинаттың жыл сайынғы қуаты 176 млн т кен массасына жетеді. Қалдық үйінділерді қайта өңдеу арқылы кен ысырабын азайтуға мүмкіндік туды, ал тасшақпа фракциялайтын тас уатқыш завод жылына 1 млн м³ таужынысты пайдаланады. Аршылым таужыныстардағы саз керамзит зауытының шикізаты, ал құм – толтырғыш материал ретінде пайдаланылады.

Дегенмен, байыту фабрикаларының қалдықтарын кең масштабта құрылыс материал ретінде пайдалану олардың құрамында аз мөлшерде болса да түрлі материалдың болуына байланысты. Өйткені орасан зор қалдық үйінділері мен тастанды қоймаларындағы материалды алдағы уақытта қайта өңдеу қолға алыну керек. Осыған байланысты фабрикалардың тастандылары әзірше өте аз мөлшерде пайдаланылады. Мәселен, 1989 жылы мыс өнеркәсібі кәсіпорындарының тастанды қалдықтарын игеру 1,7% мөлшерінде ғана болған. Темір рудасын өңдеу саласында бұл көрсеткіш біршама жоғары, қалдықтарды қайта пайдалану көлемі 15% шамасында. Ал кейбір құнды техногендік шикізат массалары (мысалы, Шығыс Қазақстандағы Белогорск КБК, т.б) әлі игерілмей жатыр.

Металлургия қалдықтарын (қож бен штейн) қайта пайдалану да шұғыл мәселелердің бірі. Мәселен, АҚШ-та домна қождарында өндірілетін шойын көлемінің 0,9%

мөлшері ысырап болады, бұл шамамен 900 мың т/жыл. Әртүрлі деректер бойынша, әлемде болатын пайдалану 1,8-2,0 млрд т-ға жетпек. Оны конвертерлік жолмен алу 60-92% шамасына жетеді. Экономикалық бағалау көрсеткендей, айналымға түскен 1 т болат қалдығы 2 т темір рудасын, 600 кг кокс пен 350 кг флюсті алмастыра алады екен.

Домна пештерінің қожымен салыстырғанда, оттекті конвертерлердің қожы оны домна пештерінде қайта өңдеу үшін құндылығы шектеулі. Бірінші кезекте бұл қождың құрамында зиянды қоспалар мөлшерінің біршама болуына байланысты. Дегенмен, құрамындағы темір мөлшерінің жоғары болуы (13-15 %) оны айырып алып, пайдалану керектігін көрсетеді. Қазіргі кезде металлургия өндірісінің қожынан 1,7-2 млн т темір айырып алынады. Кен байыту мен металлургия өндірісінің қалдықтарын пайдаланудың экономикалық тиімділігі, олардың химиялық және заттық құрамына (құнды, ілеспе және улы компоненттер), пайдалы компоненттерді жете айырып алу технологиясының мүмкіндігіне, аймақтың осы қосымша өнімге деген қажеттілігіне байланысты.

Өнеркәсіп қалдықтарын үйіп сақтау қоршаған ортаға мынадай бағыттарда теріс ықпал жасайды: шаруашылыққа пайдаланатын жерлерді бүлдіру және басып қалу; су көздерін ластау және гидробалансты бұзу (әсіресе, тастан камал жасағанда); атмосфераны ластау. Осы себепті техногендік кенорындарды игерудің өнеркәсіптік те, практикалық (экономикалық) мәні де, экологиялық маңызы да үлкен.

Техногендік кенорындар типтері

Өнеркәсіптік өндіріс қалдықтары негізінен пайдалы қазбаларды өндіру, байыту мен металлургиялық өңдеу технологиялық процестеріндегі бірқатар жетімсіздіктердің нәтижесі болып табылады. Осыған байланысты өнеркәсіптік қалдықтардың мынадай кейбір типтерін қарастырамыз: кен өндіруші кенорындардың қалдықтары; байыту фабрикаларының тастандылары; металлургиялық қож бен отын күлі; шикізатты химиялық өңдеу қалдықтары.

Кен өндіруші кенорындардың қалдықтары – аршылым таужыныстары. Заттық құрамына қарай оларды әртүрлі құрылыс материалдарын өндіру үшін пайдалануға болады. Олар көбінесе тасшақпа – бетон толтырғыштары, теміржол құрылысында балласт және т.б. ретінде қолданылады.

Байыту фабрикаларының қалдықтары руда байыту қалдықтары мен тас көмір байыту қалдықтарына бөлінеді. Руда қалдықтары байыту тастандыларының орасан зор көлемін жасаса, ал көмір қалдықтары күйген және күймеген таужыныстардан тұрады. Байыту қалдықтарының қолайлы заттық және түйірөлшемдік құрамы оларды табиғи кварц құмының алмастырушы ретінде, силикат қабырға мен қаптама материал өндірісінде, автоклавта қатаятын шыны ыдыстарын жасауға, асфальтбетон қоспалары, құрылыс ерітінділері, бетон және т.б. ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Металлургиялық қож темір рудасын домнада балқытқанда жаралады. Кенсіз таужыныстар кокс күлімен дәнекерленіп, силикат балқыма – домна қожын жасайды. Қож түсті металл рудасы мен концентраттарын балқытқанда да жаралады.

Отын күлі қатты отын (көмір) энергетикалық қондырғыларда жанған кезінде жаралады. Қож бен күл негізінен цементтің әртүрлі сорттарын, байланыстырғыш материал, минерал макта, таскүю өндірісінде пайдаланылады.

Шикізатты химиялық өңдеу қалдықтары – пайдалы қазбаларды гидрометаллургиялық және химиялық өңдеудің нәтижесі. Бұл процестер нәтижесінде өндірістік қалдықтар үлкен көлемде жаралады. Оларға кек, шлам және т.б. жатады. Бұл қалдықтар цементтің арнайы түрлерін, кірпіш, жабынқыш және т.б. өндірісінде қоспа ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Дегенмен кен-байыту комбинаттарының қалдықтарын пайдалану проблемасы өнеркәсіптік масштабта іс жүзінде әлі толық шешімін таппағанын да айту керек. Оған бірқатар себеп кедергі болуда: қалдықтардың түрлі сортына стандарттардың жоқтығы; қалдықтарды есепке алудың ведомствоаралық үйлесімсіздігі; қалдықтарды сақтау мен пайдалануда мемлекеттік тұжырымдаманың жоқтығы.

Бақылау сұрақтары:

1. Бейметалдар тобына қандай пайдалы қазбалар жатады?
2. Бейметалл пайдалы қазбаларды бағалаудың ерекшеліктері неде?
3. Бейметалл пайдалы қазбалардың өнеркәсіпте пайдалану бағыттары бойынша жіктелімі қандай?
4. Асыл, әшекей және техникалық тастар қалай жіктеледі? Олардың сапасы қалай анықталады?
5. Графиттің қандай қасиеттері оның өнеркәсіпте пайдалану бағыттарын анықтайды?
6. Слюда тобындағы минералдар өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
7. Асбесттің минералдық құрамы, кенорындары мен пайдалану салалары қандай?
8. Тальк шикізатының сапасына өнеркәсіптік талаптар.
9. Флюорит өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
10. Магнетиттің қасиеттері, қолданылуы, кенорындарының геологиялық ерекшеліктері қандай?
11. Цеолиттердің қасиеттері мен қолданылуы.
12. Минерал тұздар дегеніміз не, олардың басты шикізат түрлері.
13. Фосфат шикізатының минерал жаралымдары қандай, олар өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
14. Қаратау фосфорит кенорындарының кен-геологиялық сипаттамасы.
15. Кремний таужыныстарының қасиеттері мен қолданылуы?
16. Табиғи құрылыс материалдары ретінде қандай таужыныстар қолданылады?
17. Таужыныстардың құрылыс материалы ретінде пайдаланылуын анықтайтын ең басты қасиеттері, оларға қойылатын өнеркәсіптік талаптар қандай?

18. Карбонат таужыныстардың қолданылуы?
19. Карбонат таужыныстардың цемент өнеркәсібінде қолдану мүмкіндігі қандай?
20. Құм мен құм-гравий материалдар және саз қандай салаларда пайдаланылады?
21. Техногендік шикізат көздері қандай?
22. Химиялық өндіріс шикізаттарынан қандай қалдықтар пайда болып, қандай бағыттарда қолданылады?

25. ЖАНҒЫШ ҚАЗБАЛАР

25.1. Жалпы мағлұмат

Жанғыш қазбалар қатты (шымтезек, қазба көмір, жанғыш тақтатас), сұйық (мұнай) және газ (жанғыш газдар) тәрізді түрлерге бөлінеді. Оларды көбінесе “каустобиолит” деп атайды (грекше: “каустос” – жанғыш, “биос” – өмір және “литос” – тас). Бірақ мұнай мен газ тас болмағандықтан, жалпылама жанғыш қазбалар деген атауды қолданған дұрыс.

Жанғыш қазбалар отын-энергетика комплексінің негізін қалайтындықтан, экономикада орасан зор мәнге ие. Олар өнеркәсіптің барлық салаларында қолданылады – ауыл шаруашылығы мен коммуналдық-тұрмыстық сектордың отын-энергетикалық базасы және химия, коксхимия мен электрод өнеркәсібінің бастапқы шикізаты болып табылады. Пайдалы қазбалардың бұл тобы үлесіне әлемде өндірілетін минерал шикізаттың жалпы бағасының 75%-дан астамы келеді. Отын-энергетика балансы ХХ ғасырда айтарлықтай өзгеріске түсті, ал оның құрамында басты рөлді көмір атқарды (>90%). Осы ғасырдың ортасында энергетикалық шикізаттың көмірмен салыстырғанда тиімді түрлері – мұнай мен газ кең пайдаланыла бастады. Осыған байланысты отын-энергетика балансында көмірдің үлесі 50%-ға дейін төмендеді.

Көмір, мұнай және табиғи газ энергия мен химиялық шикізаттың жаңармайтын органикалық көзіне жатады. Бірақ жер қойнауындағы көмірдің қоры энергетикалық әлеуеті бойынша мұнай мен газдың қорынан бірнеше есе артық. Болжамдық ресурстарда (ол 12,8 трлн т шартты отын деп есептеледі) көмірдің үлесіне 85% көлемі келеді. Сондықтан көмір энергия мен химиялық шикізаттың жүздеген жылдарға жететін ең сенімді көзі саналады.

Қатты жанғыш қазбаларды зерттеу әдістерінің, сынамалар алудың, аналитикалық көрсеткіштердің бірегей белгілерінің МЕМСТ-ры мен халықаралық стандарттары әзірленіп, талдау нәтижелерін бір күйден екінші күйге қайта есептеудің формулалары анықталған. Осындай зерттеулерде көмір (тақтатас) шартты түрде үш құрамдас: ылғал, минерал компоненттер, яғни күл (минерал масса) мен органикалық заттар (органикалық масса) түрінде белгіленеді.

Талдау нәтижелерін жалпы отынға, сондай-ақ ылғалсыз (құрғақ) отынға немесе көмірдің органикалық массасына (ылғалсыз және минерал массасыз) есептеп көрсетуге болады. Көмірдің сапалық көрсеткіштерінің көпшілігі *аналитикалық* сынама бойынша анықталады, яғни бұл сынамадағы көмір 0,2 мм-ге дейінгі түйірлерге уа-тылады, ал ылғалдылығы лаборатория бөлмесіндегі атмосфераның ылғалдылығына теңестіріледі. Талдау нәтижелерін бейнелеудің басқа формалары есептік деп аталып, олар аналитикалық сынамадағы күлділік пен ылғалдық негізінде алынады.

Құрғақ күлсіз күйі – жалпы ылғалсыз және күлсіз отынның шартты күйі. Құрғақ күлсіз отынға келтіріліп есептелген көрсеткіштер көмірдің органикалық массасының жуықтаған сипаттамасы ретінде пайдаланылады.

Отынды толық сипаттау үшін оның *жұмыстық күйі* (немесе *жұмыстық отын*) деген түсінік пайдаланылады. Отынның мұндай күйі өндірілген, тұтынушыларға

жөнелтілетін немесе пайдаланылатын көмірдің ылғалдылығы мен күлділігіне сай келеді. Мұндай күйге есептеу жұмыстық отындағы жалпы ылғал мен күлділіктің әсерін ескеріп, оның сапалық көрсеткішінің мәнін анықтау үшін жүргізіледі.

Кез келген аналитикалық көрсеткіштің белгісі негізгі символдан (мысалы, S – күкірт), негізгі көрсеткішті толықтыратын төменгі индекстен (мысалы, St – жалпы күкірт) және бұл шамасына отынның қандай күйі сәйкес келетінін толықтыратын жоғарғы индекстен тұрады. Отынның күйі мынадай жоғарғы индекстермен белгіленеді: r – жұмыстық, a – аналитикалық, d – (ағылшынша *dry* – құрғақ) құрғақ, daf – (ағылшынша *dry ashes free* – құрғақ күлден арылған) – құрғақ күлсіз, o – органикалық, af – (ағылшынша *ashes free* – күлден арылған) – ылғал күлсіз. Көмір сапасының жекелеген көрсеткіштерінің шартты белгілері мынадай:

Жұмыстық ылғалдың массалық үлесі, %	– $W^{r/t}$
Құрғақ отынның күлділігі, %	– A^d
Бомба бойынша ең жоғары жылу бөлгіштігі, кДж/кг	– $Q^{daf/s}$
Жұмыстық отынның ең төмен жылу бөлгіштігі, кДж/кг	– $Q^{r/i}$
Құрғақ күлсіз отыннан ұшпа заттардың шығымы, %	– V^{daf}
Көмір біріккіштігінің пластометриялық көрсеткіштері, мм:	
– пластометриялық отыру (сему)	– x
– пластикалық қабаттың қалыңдығы	– y
Иммерсиядағы витриниттің шағылыстыру көрсеткіші, %	– R_0
Жартылай кокстеуде шайырдың шығымы, сусыз, %	– $T^{k/s}$
Уатылғыштық қабілеті	– $Grvmi$
Толық тығыздығы, г/см ³	– dr
Меншікті электр кедергісі, ом·м	– ρ

Сапасының барлық көрсеткіштері (ең жоғары және ең төмен жану қызулығынан басқалары) отынның әртүрлі күйіне есептеледі. Ол үшін аналитикалық күйдегі отынның массасы 100% деп қабылданып, құрғақ отынның массасы – $100 - W^a$, құрғақ күлсіздің – $100 - (W^a + A^a)$ болады.

25.2. Шымтезек

Қазіргі кезде қазба көмірдің шымтезектен оның жер қыртысында өзгеріске түсу нәтижесінде жаралғаны нақты анықталған.

Шымтезек органикалық текті пайдалы қазбаға жатады, өсімдіктердің аса ылғал және ауаның жетімсіздігі жағдайларында солуды мен жартылай ыдырауы нәтижесінде қалыптасады. Шымтезек жаралуда басты рөлді бактериялар мен грибоктардың қатысуымен жүретін биохимиялық гумификация процесі атқарады. Өсімдік қалдықтарының негізгі құрылымдық өзгерістері шымтезектіктің жоғарғы қабатында болады. Өсімдік қалдықтарының шымтезек жаралатын қабатта болуы 10 жылдан аспайды, ал өндіріске жарамды шымтезек қабаттарының қалыптасу процесі мыңдаған және ондаған мың жылға созылады.

Шымтезектің түсі сарғыш-қоңырдан қара-сұрға дейін өзгереді. Оның құрылымы шымтезек жаратушы өсімдіктердің құрамы мен ыдырау дәрежесіне байланысты

талшық тәрізіден аморфтыға дейін өзгереді. Бітімі көпшілік жағдайда біркелкі, кейде қабатталған. Қоңыр көмірден шымтезек өзінің құрамында ылғал мен өсімдіктердің формалы бөліктерінің (қабық, сабақ пен тамыр) жоғары мөлшерімен, сондай-ақ қант, гемицеллюлоза мен целлюлоза болуымен айрықшаланады. Шымтезекте жекелеген компоненттердің шоғырлануы мынадай: көміртек $C^{daf}=50 - 60\%$, сутек $H^{daf}=4,5 - 6,5\%$, азот $N^{daf}=0,8 - 2,9\%$ оттегі $O^{daf}=31 - 40\%$ күкірт $S^{daf}=0,1 - 0,5\%$. Шымтезектің жылу бөлгіштігі Q_i^r 9,1 МДж (2200 ккал/кг) шамасынан аспайды. Осы көрсеткіші бойынша ол ағаш пен қоңыр көмірдің аралығынан орын алады.

Қазір шымтезек негізінен ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде пайдаланылады.

25.3. Көмір және жанғыш тақтатас

Көмір – жанатын қатты шөгінді таужыныс, ол солған өсімдік қалдықтарының биохимиялық, физикалық-химиялық, химиялық және физикалық өзгерістері нәтижесінде қалыптасады. Көмірде органикалық құрамдастармен қатар ұдайы минерал қоспалар – күл болады, оның мөлшері 1-2%-дан 50%-ға дейін өзгереді. Жанғыш шөгінді жаралымдардың құрамында минерал заттардың мөлшері 50%-дан асса, оларды көмірлі таужыныстарға немесе жанғыш тақтатастарға жатқызады.

Түпнұсқа затының құрамы бойынша гумустан, сапропельден және гумус-сапропельден пайда болады. Жер қыртысында ең көп таралғаны гумус көмірі, ал минерал затының мөлшері жоғары сапропель көмірі (жанғыш тақтатастар) аз таралған. Гумус-сапропель көмірі де сирек кездеседі, осыған байланысты ол шектеулі өнеркәсіптік мәнге ие. Көмір жаралу үшін қолайлы палеогеографиялық және геотектоникалық факторлардың жиынтығы – өсімдік материал, белгілі бір климаттық жағдайлар, жазық батпақты бедер және өсімдік қалдықтарының жиналуы мен сақталуын қамтамасыз ететін жер қыртысының тектоникалық қозғалыстары болу қажет.

Бұл факторлардың барлығы біздің планетаның геологиялық тарихында тұрақты болмаған. Жер қыртысының өзіне тән тектоникалық қозғалыстарымен сипатталатын жекелеген құрылымдық белдемдерінің кеңістіктегі жағдайы, сондай-ақ теңіздер мен континенттер шекарасының орналасуы өзгеріп тұрған. Гумидтік климат аридтік климатты алмастырып және керісінше болып, өсімдік пен жануарлар әлемі эволюцияланған.

25.4. Жанғыш қазбалар сапасының, құрамының және қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері

Көмірдің құрамы

Петрографиялық құрамы. Көмірді микроскоп арқылы зерттеу кезінде (негізінен жылтырлығы бойынша) макротиптер немесе литотиптер, сондай-ақ олардың түрлестері бөлінеді (25.1-кесте). Бұл үшін көмірдің жекелеген линзалары мен

қабатшаларының пішінін, өлшемін және кезектесу сипатын пайдаланады, олар жылтырлығы, жарықшақтылығы мен омырылым бетінің бедері бойынша ажыратылады.

25.1-кесте

Көмірдің көзмөлшерімен анықталатын құрамдас бөліктері

Литотип	Литотип түрлерінің бөлудің белгілері	Көмір қабаттарының бітіміне қатысуы
<i>Жылтыр</i> – кларен <i>Жартылай жылтыр</i> – дюрен-кларен <i>Жартылай күңгірт</i> – кларен-дюрен <i>Күңгірт</i> – дюрен	Құрамы күрделі литотиптер Біркелкі, моноклит, жер сияқты. Қабаттылықты, линза тәрізді-қабаттылықты (жекелеген қабатшалар мен линзалардың қалыңдығы 2 мм), жұқа қабаттылықты (қалыңдығы 2 мм)	Көмір қабаттарын немесе будаларын жасайды; олардың ауқымында көбінесе бір-бірімен кезектесе қабатталады.
Витрен	Құрамы қарапайым литотиптер Моноклит, біркелкі	Көмір қабаттарында қалыңдығы n 0,1 мм – 3 см қабатшалар мен линзалар түрінде көп кездеседі.
Фюзен	Талшық, күйе тәрізді	Қалыңдығы n 0,1 мм – 3 см линзалар, кейде көмір қабаттарын, жекелеген қабатшалар жасайды

Дербес литотипке қалыңдығы 20 мм-ден асатын көмір қабатшалары жатады. Көмірдің белгілі бір литотипке жататындығын анықтаған кезде оның метаморфизм дәрежесі ескеріледі. Өйткені метаморфизм күшейген сайын көмірдің жылтырлығы да ұдайы артады. Қоңыр көмір, тас көмір және антрацит сатысындағы көмірге жататын бірдей литотиптер өздерінің әртүрлі жылтырлығымен сипатталады. Осыған байланысты көмір үлгісінің жылтырлығы, яғни оның белгілі бір литотипке жататындығы, құрамындағы витрен қабатшасы мен линзасы жылтырлығымен салыстыру арқылы анықталады. Витрен – көмір құрамындағы біркелкі және ең жылтыр құрамдас бөлігі. Егер көмірдің жиынтық жылтырлығы витрен жылтырлығынан аз өзгертін болса, онда бұл көмір жылтыр литотипке – кларенге жатады. Фюзеннің жылтырлығы өте төмен, оған бұл белгісі бойынша көмірдің күңгірт литотипі – дюрен жақын келеді. Сондықтан көмірді петрографиялық зерттегенде, бірінші кезекте оның құрамында қарапайым құрамды литотиптер – витрен мен фюзен болуын анықтайды. Көмірдің жартылай жылтыр және жартылай күңгірт литотиптері – дюрен-кларен мен кларен-дюрен, олар жылтырлығы бойынша кларен мен дюрен арасындағы аралық жағдайда.

Көмір метаморфизмі процесінде жылтырлықтың қарқындылығы ғана емес (дәлірек айтқанда – витреннің жарық сәулесін шағылыстыру қабілеті), оның сипаты да

артады. Қоңыр көмірде витреннің жылтырлығы күңгірт немесе шайырдағыдай. Тас көмірде ол майшадан құрғақ шынышадай болып өзгереді. Антрациттерге металша жылтырлық тән.

Көмірдің көптеген қасиеттері мен сыртқы кейпі оны құрайтын компоненттердің сандық арақатынасына байланысты. *Микрокомпонент* немесе *мацерал* деп көмірдің бірдей бастапқы затының ұқсас жағдайларда жаралған элементар құрамдас бөлігін айтады.

Жер сияқты қоңыр көмірде, оның витриндену процесіне әлі өтпегендігіне байланысты, витриниттің орнына МЕМСТ 12112-78 бойынша гуминит *H* бөлінеді. Гуминит тобына гумотелинит *Ht*, гумодетринит *Hd* және гумоколлинит *Hk* кіреді.

Құрлық өсімдіктерінің эволюциясы мен жекелеген геологиялық кезеңдердегі көміржаралу жағдайларының белгілі бір ерекшеліктері петрографиялық құрамы әртүрлі көмір қалыптасуына әкелген. Мәселен, девон көмірі негізінен кутикулалық липтобиолиттерден тұрады (Барзас кенорны). Төменгі карбон көмірінде макро- және микроспоралардың шомбал қалдықтары болуы тән. Оның құрамындағы липтиниттің мөлшері 20-30%, витринит 50-65%-дан аспайды (Кизел, Донецк және Подмосковье алаптары). Кейде олардың құрамында гумус-сапропель мен сапропель көмірінің қабатшалары мен линзалары кездеседі (Подмосковье мен Львов-Волыньск алаптары). Кейінгі кезеңдерде көміржиналу ортасындағы бастапқы материалдың түрлері арта бастаған.

Ортаңғы және соңғы карбонда өзгеше екі – Вестфаль және Тунгус флоралық провинциялардың оқшаулануы орын алған. Вестфаль провинциясының көмірі негізінен кларен құрамды, лигнин-целлюлоза тіндерінің негізінен сабақтардың анаэроб жағдайда ыдырауы нәтижесінде қалыптасқан. Оларда витриниттің мөлшері 75-80%-дан аспайды, липтинит 5-15% шамасында, ал инертинит 10-12%-дан сирек асады (Донецк алабы, ортаңғы карбон көмірі). Тунгус провинциясы көмірінің құрамында липтиниттің мөлшері төмен (1-2%), ал инертинит – жоғары (30-40%) болады (Қарағанды, Кузнецк, Тунгус алаптары).

Бастапқы пермь көмірі негізінен кордаит ағаштарынан жаралып, процесс бірқатар жағдайларда нашар ылғалды орман шымтезектіктерінде өткен. Бұл жағдай өсімдік тіндерінің қарқынды фюзенденуіне әкелген. Олардың құрамында инертиниттің мөлшері 50-60%-ға жетеді (Кузнецк, Тунгус, алаптары). Инертиниттің ең аз мөлшері Печора алабының бастапқы пермь көміріне тән. Моңғолия, Индия, Қытай мен Австралиядағы пермь көмірінің петрографиялық құрамы әртүрлі болып келеді.

Соңғы пермь көмірі бастапқы материалы мен жиналу жағдайлары бойынша бастапқы пермь көмірінен айтарлықтай өзгешеленеді. Оларда сабақтар мен жапырақ тіндерінен жаралған витринит басым болады. Инертиниттің мөлшері соңғы пермь көмірінде көбінесе 5-15%-дан аспайды, сирек жағдайларда 25%-ға дейін жетеді (Кузнецк алабының Кольчугинская сериясы), ал липтинит – 5%-дан аспайды. Бұл көмірде ең көп таралған липтинит компонентіне кутинит жатады.

Юра мен бор дәуірі кенорындарының бір қатарында көмір қалыптасуда жапырақ тіндерінің мәні төмендемейді, кейде артады (Оңтүстік Саха-Якутия мен Лена алаптары). Мезозой эрасындағы көміржиналу жағдайларының негізгі ерекшелікте-

ріне байланысты Қазақстан, Орта Азия, Сібір және Азия мен Америка елдерінің көпшілігіндегі алаптарда петрографиялық құрамы “ала-құла” көмір пайда болған.

Палеоген мен неоген дәуірлерінің көмірі біршама біркелкі заттық құрамымен сипатталады. Осы кездегі белгілі кенорындардың барлығында витриниттен тұратын көмір қабаттары басым таралған. Жекелеген көмір қабаттары липтинитпен (негізінен резинит) байыған.

Элементтік құрамы. Көмір химиясында элементтік құрам деп оның органикалық бөлігіндегі негізгі элементтер – көміртек, сутек, оттегі, азот пен органикалық күкірттің мөлшерін айтады. Бұл элементтер молекулалық құрамы бойынша күрделі заттар жасап, жанғыш қатты қазбалар түрлерінің барлығында болады. Бұлардан басқа көмір органикалық массасының құрамына фосфор мен кейбір сирек элементтер де кіреді. Олардың мөлшері проценттің мыңдық, ал кейде миллиондық бөлігінен аспайды.

Тікелей химиялық талдау бойынша көміртектің, сутектің, азоттың және күкірттің мөлшері анықталады. Көміртек мөлшері әдетте айырмалары бойынша есептеп шығарылады. Көміртектің мөлшері қоңыр көмірден антрацитке қарай 69%-дан 96%-ға дейін артады. Сутек концентрациясы гумус көмірлерде 1,3 – 6,5% аралығында өзгереді: қоңыр көмірде – 4 – 6,5% тас көмірде – 3,5 – 6%; антрацитте – 1,3 – 3% болып, олардың петрографиялық құрамына айтарлықтай байланысты болады: липтиниттің мөлшері өскен сайын артса, фюзинит түрлестерінде азаяды. Сутек концентрациясының максимумы (7,5 – 10,5%-ға дейін) сапропель көмірлерде байқалады.

Көмірдегі оттектің мөлшері мынадай (%): қоңыр көмірде – 20 – 30; тас көмірде – 2 – 18; антрацитте – 0,1 – 2. Азот концентрациясы гумус көмірінде 0,3 – 3% аралығында өзгереді. Оның максимум мәні пермь көмірінде болады (Кузнецк, Тунгус, Минусинск, Таймыр және Печора алаптары) – ол карбон көмірі (Донецк, Қарағанды және т.б.) мен юра (Иркутск, Оңтүстік Саха мен Канск-Ачинск алаптары) көміріндегіден 2 есе көп.

Күкірт қазба көмірде үш типті қосылыстарда – сульфидтерде (негізінен пирит), органикалық заттар (меркопан, тиофен және т.б.) мен сульфаттарда кездеседі. Оның мөлшері көмірде бейорганикалық және органикалық қосылыстар формасында кең ауқымда өзгереді. ТМД-ның еуропалық бөлігінде орналасқан алаптардың көмірі жоғары күкірттілігімен (>1,5%) ерекшеленеді. Атап айтқанда, жекелеген алаптар көміріндегі оның мөлшері мынадай шамада өзгереді (%): Днепропетровск – 3,5 – 5; Донецк – 1,5 – 4,5; Львов-Волынск – 2,5 – 4,5; Кизелевск – 5 – 7,5; Подмосковье – 3 – 7,8. Аз күкіртіге (<1 %) Канск-Ачинск, Кузнецк және Оңтүстік Саха алаптарының көп бөлігі жатады.

Күкіртті көмірді энергетикалық мақсатта пайдаланғанда күкірт (сульфаттан басқалары) SO₂ түрінде түгін газдарымен шығып, атмосфераны ластайды, сондай-ақ қазандықтар, мұржалар мен жабдықтарды коррозияға ұшыратады. Кокстеген кезде көмірдің едәуір бөлігі көмірден кокске өтеді де, оның сапасын айтарлықтай төмендетеді.

Көмірдегі фосфор да зиянды қоспаға жатады. Оның концентрациясы проценттің жүздік бөліктерінен сирек асады, бірақ кейбір жағдайларда оның мөлшері 0,02%

болғанның өзінде, көмір металлургиялық кокстің айрықша сорттарын алу үшін қолдануға келмейді деп саналады. Донбасс көмірінің құрамында фосфордың мөлшері $<0,01\%$, Кузбаста – $0,02\%$ -ға дейін, ал Қарағандыда – $>0,02\%$ ($0,11\%$ -ға дейін). Көмірді кокстегенде фосфор кокстің құрамына өтіп, домналық процесте металдың құрамына өтеді де, оның морттығын (салқын күйде сынғыштығын) арттырады.

Топтық құрамы. Қазба көмір құрамында көбінесе мынадай заттар тобы – битумдер, гумин қышқылдары, фульвоқышқылдар (оның ішінде гиматомеландар) және көмірдің құрамынан битум мен гумин қышқылдарын айырып алған соң қалатын өнім – қалдық көмір бөлінеді.

Битумдер көміржаратушы өсімдіктер шайыры мен балауызының өзгерген өнімдері болып табылады. Олар заттардың екі тобына – көмірсутектер мен шайырларға бөлінеді. Битумдердің ішіндегі ең құндысы кен балауызы деп аталатын балауыз бөлігі болады. Тас көмірде битумдердің мөлшері 1% -дан аспайды, қоңыр көмірде 2% -дан (Подмосковье алабы) 8% -ға дейін (Днепропетровск және Оңтүстік Орал алаптары), кейде одан да асады. Битумдерді көмірден бензолмен немесе бензинмен айырып алады. Днепропетровск алабы көмірінен бензинмен айырып алынған битумдерде балауыздың концентрациясы $70-83\%$, ал шайыр – $17-30\%$ болады. Оңтүстік Орал алабының көмірінен алынған битумде балауыздың мөлшері 30% -дан аспайды.

Гумин қышқылдары көмірден сілті ерітінділері арқылы айырып алынады. Олар фульвоқышқылдарға (суда ериді), гиматомелань (спиртте ериді) мен гумус қышқылдарына (суда да, спиртте де ерімейді) бөлінеді.

Көмірдің физикалық және механикалық қасиеттері

Көмір метаморфизмінің құрамы мен дәрежесінің күрделілігін бөлек бағалауға жол ашатын петрология әдістерін кең қолдану, лабораториялық зерттеу әдістері бойынша оның әртүрлі қасиеттерін болжауға мүмкіндік берді. Көмір петрографиялық әдістері көмірдің физикалық-механикалық және химиялық-технологиялық қасиеттері мен оның петрографиялық құрамы, метаморфизм дәрежесі, тотықсыздануы арасында тығыз байланыс бар екенін айқындады. Көмірдің петрографиялық құрамы мен метаморфизмінің дәрежесін сандық әдістер қолданып сипаттау нәтижесінде бұл айтылғандар нақтыланды. Осыған байланысты көмірдің белгілі бір қасиеттерін анықтайтын себептерді түсінумен қатар, кейбір жағдайларда бұл қасиетті сенімді болжауға да мүмкіндік туды.

Оптикалық қасиеттері. Көмірдің негізгі оптикалық көрсеткішіне витриниттің шағылыстырғыштық қабілеті жатады, ол көмір метаморфизмін бағалауға кең қолдану тапты. Витриниттің шағылыстыру қабілетінің сандық мәні ($R_o, \%$) жылтырланған беттен шағылысқан жарық қарқындылығының оған тік түскен жарыққа қатынасымен анықталады. Бұл көрсеткіш көмірдің әртүрлі микрокомпоненттерінде бірдей емес. Ол көмірді микроскоп астында анықтағанда басты көрсеткіш ретінде қарастырылады.

Витринит аралық орынға ие. Оның шағылыстырғыштық қабілеті көмір метаморфизмінің ең сенімді көрсеткіші саналады. Витриниттің иммерсиялық майда (R_o) немесе ауада (R_a) анықталған шағылыстыру қабілетінің көрсеткіші бойынша көмір метаморфизмінің шкаласы жасалған (25.2-кесте).

**Көміржаралу процесінің әртүрлі стадиясындағы
витриниттің шағылыстыру қабілеті**

Көмір	Стадия	R ₀ , %	10·Ra, шартты бірлік
Қоңыр	O ₁	<0,26	<58
	O ₂	0,26 – 0,41	58 – 66
	O ₃	0,42 – 0,52	67 – 69
Тас	I	0,5 – 0,64	70 – 76
	II	0,65 – 0,84	77 – 82
	II – III	0,85 – 0,99	83 – 86
	III	1 – 1,14	87 – 90
	IV	1,15 – 1,49	91 – 97
	IV – V	1,5 – 1,74	96 – 102
	V	1,75 – 1,99	103 – 107
Антрацит	VI	2 – 2,47	108 – 115
	VI – VIII	2,48 – 3,49	116 – 130
	VIII – IX	3,5 – 4,7	131 – 145
	IX – X	>4,7	>145

Физикалық-механикалық қасиеттері. Бұл қасиеттерге көмірдің беріктігі, жарықшақтылығы, метансыйымдылығы, қопарылу қауіптілігі жатады. Олар басқа факторлармен қатар (қалыңдығы, көмір қабаттарының еңістік бұрышы және т.б.) кен кәсіпорындарын тұрғызудың және қондырғылар мен өндіріс машиналарын таңдаудың негізгі жобалық көрсеткіштерін анықтайды.

Механикалық беріктігі көмірдің соққыға және желінуге қарсы тұру қабілеті ретінде қарастырылады. Ол көмірді газға айналдыруға, электрод пен құю өндірісіне қажет термоантрацит алуға жарамдылығын бағалауда үлкен мәнге ие. *Беріктігі* мен *жарықшақтылығы* өндірілген көмірдің түйірөлшемдік құрамына байланысты. Бұл көрсеткішті білу тасымалдау сұлбасын және түрлерін таңдауға, шахта, карьер мен байыту фабрикаларының технологиялық типі мен санын, сондай-ақ отынды шығару мен сорттарының көрсеткіші бойынша жоспарлауға қажет. Қабаттағы көмірдің беріктігіне шахтада газ бен тозаңның күрт бөлініп шығып, қопарылу құбылысы да байланысты. Қабаттағы көмірдің беріктігі 1,96 шартты бірлік шамасынан артқанда (М.М.Протодьяконов шкаласы бойынша) қабатты қопарылысқа жатпайды деп қарастыруға болады.

Көмірдің өндіру, тасымалдау және өңдеу кезіндегі беріктігіне оның петрографиялық құрамы әсер етеді. Бұл көмірдің петрографиялық құрамы мен оның жарықшақтылы, кеуектілігі және оны құрайтын материалдың беріктігі өзара тәуелді екендігін көрсетеді.

Көмірдің жарықшақтылығы оның маңызды көрсеткіштерінің бірі – *уатылғыштығын* анықтайды. Уатылғыштыққа көмірді өндіргенде, тасымалдағанда және өңдеу процестерінің дайындық сатыларындағы ірілігі бойынша құрамы байланысты болады. Көмірдің бітімдік-құрылымдылық ерекшеліктері жарықшақтардың жекелеген

топтарының айқындылығына ғана емес, сондай-ақ оның өндіру мен технологиялық пайдалану кезінде оңай қирауына да ықпал етеді.

Өндірілген көмірдің түйірөлшемдік құрамы көбінесе оның эндогендік жарықшақтылығына байланысты болады. Ал жарықшақтылық өз кезегінде көмірдің петрографиялық құрамы мен метаморфизм сатысына байланысты. Ең жиі эндогендік жарықшақтылықпен метаморфизмнің ортаңғы сатыларындағы (III, IV, V) витринитті көмір сипатталады. Оларды өндірген кезде көмір кесектерінің өлшемі 6 мм-ге дейін болады.

Тозаң түрінде жағуға арналған көмір үшін оның ұнтақталғыштық қасиеті маңызды мәнге ие болып, ол ұнтақтауға кететін энергия мөлшерімен бағаланады.

Көмірдің механикалық беріктігі көбінесе оның қаттылығы бойынша бағаланды. Көмірдің минералогиялық қаттылығы Мосс шкаласы бойынша 1-ден 5-ке дейін өзгереді. Витриниттің қаттылығы қоңыр көмірде 2-ден аспаса, антрицитте 4-ке дейін жетеді. Жекелеген микрокомпоненттердің микроқаттылығы ауқымды өзгереді және ол көмір метаморфизмінде айтарлықтай болады. Витриниттің микроқаттылығы қоңыр көмірде 100-200 Н/мм², тас көмірде 300-500 Н/мм², ал антрицитте – 2000 Н/мм²-ге дейін.

Тығыздық d – көмірдің кеуектері мен жарықшақтарын есептемегендегі көлем бірлігінің массасы (кг/м³, г/см³). Көмірдің тығыздығы метаморфизм процесінде алғашында біртіндеп төмендеп, көмірдегі көміртек мөлшері 85-87% шамасында болғанда минимал мәнге жетеді (1,25 – 1,28 г/см³). Содан кейін біртіндеп артып, антрацитте максимумына жетеді (1,5 – 1,8 г/см³). Көмірдің құрамында минерал қоспалардың мөлшері артқан сайын оның тығыздығы орташа алғанда күлділіктің әр пайызына шамамен 0,1%-ға артады. Тас көмір құрамындағы петрографиялық микрокомпоненттер арасында ең тығыз инертинит ($d = 1,48 – 1,5$ г/см³), ал ең төмені липтинит (1,12-1,18 г/см³).

Көмірдің тотығуға және өз бетінше тұтануға бейімдігі оның заттық құрамына байланысы. Ашық тәсілмен өндіргенде, шахта кентіріктерінде, тасымалдау мен қоймада сақтау кезінде көмір кейде өз бетінше тұтанып жана бастайды. Сонымен қатар, тотыққан кезде көмірдің технологиялық қасиеттері өзгеріп, тіпті оның кейбір бағыттары да пайдалануға (мысалы, кокстеуге) жаралымдығын толық жоғалтуға дейін барады. Көмірдің тұтануына, сондай-ақ оның метаморфизм дәрежесі де үлкен ықпал жасайды. Жалпы алғанда, көмірден метаморфизм сатысы төмен болған сайын, оның өз бетінше тұтану қабілеті арта береді. Метаморфизмнің әртүрлі сатысы мен өз бетінше тұтануы бойынша әртүрлі көмірдің петрографиялық құрамын зерттеу көрсеткендей, оның құрамында инертинит мөлшері артқан сайын өз бетінше тұтану қабілеті де жоғарылайды. Бұл витринит пен инертинит-фюзиниттің әркелкі сорбциялық қасиеттерімен байланысты болуы мүмкін.

Шахталардың өртқауіптілігін олардың кен-геологиялық факторларға байланысты бағалау үшін Г.Е.Иванченко және басқалар Қарағанды шахталарында болған эндогендік өрттер туралы статистикалық деректерді өңдеген. Шахтаның өртқауіптілігінің көрсеткіші ретінде олар осы шахтаны пайдалану кезеңінде орын алған өрттің жиілігін (Q) алған. Зерттеу көрсеткендей, барлық қарастырылған факторлар ішінде ең үлкен ықпал жасайтыны – көмірдегі фюзиниттің (инертиниттің) мөлшері екен:

$$Q = H(AF^2 + B), \quad (25.1)$$

мұндағы H – көмір қабатының қалыңдығы, м; F – фюзиниттің (инертиниттің) мөлшері (көлемі бойынша), %; A мен B теңдеудің тұрақтылары, олар Қарағанды алабында мынадай мәндерге ие: $A = 0,44$; $B = 0,0147$.

Көмір қабаттарының өртқауіптілігі оларды құрайтын көмірдің өз бетінше тұтану қабілетіне байланысты екені даусыз. Көмірдің өз бетінше тұтануына бейімділігі МакҒЗИ әдістемесі бойынша лабораториялық зерттеулер арқылы газдық сипаттамасын (S) білу жолымен анықталады. Г.Н. Крикуновтың Қарағанды алабында жүргізген жұмыстары көмірдегі инертиниттің (фюзинит) мөлшерімен газдың сипаттамасы S арасындағы анықталған байланыс түзу сызық теңдеуі бойынша бейнеленеді:

$$S = 4,73 + 0,73 F. \quad (25.2)$$

Көмірдің петрографиялық құрамы, сондай-ақ сіңірілген оттегі пен көмір тотыққаннан бөлінетін ($t = 200^\circ\text{C}$ кезінде) көмірқышқыл газдың CO_2 мен CO мөлшеріне әсер етеді.

Жанғыш қатты қазбаларды техникалық талдау

Техникалық талдау көмір мен жанғыш тақтатастың күлділігін, ылғалдың, күкірт пен фосфордың мөлшерін, ұшпа заттардың шығымын, қызу бөлгіштігін, біріккіштігін, кокстелгіштігін және сапасы мен технологиялық қасиеттерінің кейбір басқа сипаттамаларын анықтауға арналған әдістерді қамтиды. Бірқатар жағдайларда, белгілі бір көмірдің өнеркәсіпте пайдалану бағыты белгілі болған кезде, жартылай техникалық талдау жүргізіледі, яғни көмірдің ылғалдылығы мен күлділігі ғана анықталады.

Техникалық талдаудың нәтижелері мынадай параметрлер мен көрсеткіштерді анықтауға мүмкіндік береді:

1) геологиялық барлау жұмыстары процесінде берілген алапта қабылданған жіктелімдік параметрлер негізінде жекелеген шахтақабаттар көмірінің маркасы мен технологиялық топтарын;

2) жанғыш қатты қазбаларды қолданудың ең ұтымды бағыттарын;

3) өндірілетін және тұтынушыларға жөнелтілетін отынның сапалық сипаттамаларының нормаға сай келетіндігін;

4) көмір мен жанғыш тақтастардың жекелеген көрсеткіштерінің табиғи жатыс жағдайында шахта алаңдары мен кенорындар ауқымда өзгеру заңдылықтарын;

5) көмір мен жанғыш тақтастардың сапалық сипаттамаларының өндіру процесінде және байыту нәтижесінде өзгеруін.

Ылғалдық. Көмірде ылғалдың бірнеше түрлері бөлінеді: беткі, жалпы (ішкі ылғал мен ауа-құрғақ көмір ылғалынан тұрады), пирогенетикалық және гидраттық. *Беткі ылғал* көмірді өндірген кезде уатылған бөлшектердің сыртқы бетінде болады, оны сақтағанда және тасымалдағанда еркін ағып кетеді. *Жалпы ылғал* көмірді $105-110^\circ\text{C}$ температурада тұрақты массаға дейін кептірген кезде бөлініп шығады. Сыртқы ылғал жалпы ылғалдың уатылған көмірді лабораториялық жағдайларда

ауа-құрғақ жағдайға дейін кептіргенде буланып кететін бөлігі, ал ауа-құрғақ көмір ылғалы – көмірді ауадағы құрғақ күйге жеткізгенде оның құрамында қалатын бөлігі. *Пирогенетикалық ылғал* көмірді құрайтын органикалық заттардың термикалық деструкциялануы (құрылымсыздануы) кезінде жаралады. *Гидраттық ылғал* минерал қоспалар құрамына кіреді.

Жұмыстық массадағы жалпы ылғал W_i' көмір сапасы көрсеткішінің негізгілерінің бірі саналады. Жер тәрізді қоңыр көмірде оның массалық үлесі 60%-ға жетеді, тығыз қоңыр көмірде – 16%-ға дейін төмендейді, тас көмірде 4-6% болса, ал антрацитте біршама жоғарылап, 5-8%-ға дейін жетеді.

Сыртқы ылғал көмірді вагондарда қыс кезінде тасымалдағанда (оның көмірдегі мөлшері 5%-дан асса) мұздап, қатып қалуына себеп болады, сондай-ақ бункердегі көмірдің жабысып қалуына және ірілігі бойынша жіктелген көмір ұсағының нығыздалуына әкеледі. Жоғары ылғалдық көмірдің жылутехникалық және технологиялық қасиеттерін нашарлатады.

Күлділік – отынның жанғыш бөлігі жанып кеткеннен кейін және ұшпа қосылыстар шығып кеткен соң қалатын жанбайтын қалдығы (күлі). Жанбайтын қалдық (күл) отынның минерал құрамдастарының қыздырылуы мен толық тотығуы нәтижесінде, ал кейде олардың органикалық қосылыстар құрамына кіретін элементердің тотығуынан жаралады. Көмірдің ішкі және сыртқы күлі бөлінеді.

Ішкі күл органикалық затпен химиялық байланысқан күл жасаушы компоненттерден немесе көмірдің органикалық затында майда дисперсиялық күйде болатын минерал қалдықтардан қалыптасады.

Сыртқы күл көмір қабаттарындағы ірілеу минерал кірінділерден, сонымен қатар қабатшалар түріндегі және көмір қабаттарын сыйыстыратын таужыныстардың өндірілген көмірге қосылып кетуінен пайда болады. Ішкі күлдің мөлшері Донбастың ең таза көмір түрлеріне 1,2 – 7,5%, Кузбаста – 1,9 – 5,9%, Қарағанды алабында – 3,4 – 9,2%. Сыртқы күлділік көмірде 10%-ға жетеді.

Көмірде күлділіктің артуы оның жылу бөлгіштік әсерін төмендетеді, оны өндеудің тиімділігіне, атап айтқанда, кокстеу технологиясы мен кокстің сапасына теріс ықпал етеді.

Ұшпа заттардың шығымы. Пиролиз (термикалық ыдырау) кезінде көмірден ұшпа заттар бөлініп шығады және қатты көміртектілі қалдық жаралады. Ұшпа заттар сұйық өнімдер буынан тұрады, ол бөлме температурасына дейін салқындағанда конденсацияланады және газдардан – CO, CO₂, шекті және шексіз көмірсутектерден (негізінен CH₄) тұрады. Ұшпа заттардың шығымы – өте маңызды сипаттама. Ол ежелден көмірдің өнеркәсіптік жіктелімінің негізгі параметрлерінің бірі – көмірдің химиялық кемелденгендігінің көрсеткіші ретінде пайдаланылады.

Ұшпа заттардың шығымы антрацитте 10%-ға дейін, қоңыр көмірде 40%-дан асса, ал тас көмір үшін 10 – 50% аралығында өзгереді. Бұл көрсеткіш көмірдің петрографиялық құрамына байланысты.

Қызу бөлгіштік. Меншікті қызу бөлгіштік жанғыш қатты қазбалардың ең маңызды сипаттамаларының бірі саналады. Ол жылутехникалық есептеулерде, әртүрлі кенорындар көмірінің жылутехникалық қасиеттерін салыстыруға, өзара және отынның басқа түрлерімен салыстыруға, қоңыр және тас көмірді ажыратуға және олардың

тотыққандығын анықтауға қолданылады. Бұл көрсеткіш көмір метаморфизмі кезінде өзгереді (25.3-кесте). Максимал жылу бөлгіштік липтинитке тән.

25.3-кесте

**Метаморфизмнің әртүрлі сатысындағы гумус көмірдің
элементтік құрамы мен ең жоғарғы меншікті жылу бөлгіштігінің
(құрғақ күлсіз түріне келтіріп есептегенде) өзгеруі**

Метаморфизм сатысы	C ^{daf} , %	H ^{daf} , %	O ^{daf} , %	N ^{daf} , %	Q ^{daf} , МДж/кг
O ₁	63 – 71	4.4 – 6.3	20 – 28	0.7 – 1	25.3 – 28.9
O ₂	65 – 76	4.1 – 5.3	17 – 24	0.1 – 1.2	25.5 – 29.7
O ₃	68 – 77	4.0 – 5.8	16 – 22	1 – 1.4	27.6 – 32.6
I	74 – 60	5.1 – 5.7	12 – 16	1 – 2.5	30.6 – 33.5
II	79 – 83	5.2 – 5.9	8 – 12	1.3 – 2.5	32.2 – 34.7
III	83 – 87	5 – 5.6	5 – 9	1.1 – 2.5	34.5 – 35.8
IV	87 – 90	4.7 – 5.1	3 – 6	1.1 – 2.5	34.7 – 36.8
V	89 – 91	4.2 – 4.8	2.5 – 3	1.1 – 2.5	35.4 – 36.6
VI	90 – 92	3.7 – 4.4	2 – 3	1 – 2.5	34.5 – 36.2
VII – VIII	90 – 95	1.8 – 3.7	1 – 2	1 – 1.5	35.1 – 35.6
IX – X	94 – 97	1 – 2	<1	<1	33.5 – 33.9

Біріктішілік – уатылған тас көмірді ауасыз ортада қыздырғанда оның пластикалық күйге өтіп, кеуек монолит жасау қабілеті. Көмірдің біріктішілігін метаморфизмінің I және II сатылары шекарасында білінеді, ал III сатысында максимумға жетіп, VI сатысында жойылады. Газды, қоңды, кокстелетін, жұтаң кокстелетін және жұтаң бірігетін көмірлердің біріктішілік қабілеті бар (қоңыр, ұзын жалынды, жұтаң көмір мен антрицит бірікпейді), ал көмір құрамындағы микрокомпоненттерден витринит, липтинит және шала семивитринит осындай қасиетке ие. Көмірдің біріктішілігі оның коксхимиялық өнеркәсіпте пайдалану мүмкіндігін анықтайтын негізгі көрсеткіш болып табылады.

Біріктішілік туралы алғашқы ұғымды ұшпайтын кокс қалдығы – тигльде ұшпа заттар шығымын анықтаған кезде қалған балқыманың сипатын бере алады. Сыртқы түрі мен беріктігі бойынша ұнтақ тәрізді, жабысқан (жайлап басқанда ұнтаққа айналады), нашар біріккен (саусақпен жайлап қысқанда жеке кесектерге сынады), балқымай біріккен (жекелеген кесектерге сындыру үшін біршама күш жұмсау керек), күмпимей балқып біріккен (беті күмісше жылтыраған жалпақ) және күмпие балқып біріккен (беті күміс металша жылтыраған күмпиген ұшпайтын қалдық) балқымалар түрі ажыратылады.

Қоңыр көмір мен антрациттің ұшпайтын қалдығы – бірікпеген ұнтақ тәрізді, ұзын жалынды және жұтаң көмірлерде ол ұнтақ тәріздіден шамалы біріккенге дейін жетеді. Біріккен және балқыған королек (балқыма) метаморфизмнің ортаңғы сатыларындағы (газдыдан жұтаңдана бірігетін) көмірге тән.

Біріктішілікті сандық тұрғыдан бағалау үшін ең көп таралғаны – Л.М. Сапожниковтың пластометриялық әдісі. Бұл әдістің мәнісі пластометриялық аппаратта,

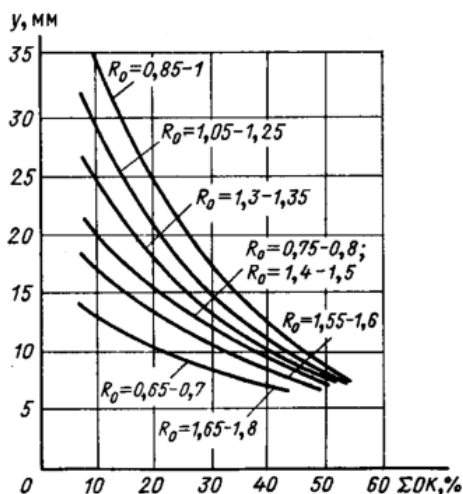
МЕМСТ 1186-87 қарастырылған жағдайларда мынадай сандық мәндерді анықтауға сай келеді:

- отыруы (сеуі) – x ;
- көмір көлемінің оның жартылай кокстен кокске өткенде ақырғы кішіреюі және пластикалық қабаттың қалыңдығы – y ;
- көмір пластикалық күйде болатын қатты фазалар (өзгермеген көмір және жартылай кокс) шекаралары арасындағы максимал қашықтығы.

Пластикалық қабаттың қалыңдығымен анықталатын көмір біріккіштігі негізінен оның петрографиялық құрамына байланысты болады (25.1-сурет) және максимал мәні – метаморфизмнің III сатысындағы витринит көмірге $R_0 = 0.86 - 1$ сәйкес келеді.

Кокстелгіштік – көмір түйірлері қоспасының даярлау мен кокстеудің берілген жағдайларында қажет мөлшердегі ірілігі мен беріктігі қатты көміртекті кокс жасау қабілеті.

Кокстелгіштік тура және жанама әдістермен бағаланады. *Тура әдістер* сыналатын көмірді немесе көмір қоспасын (шихта) лабораториялық немесе жартылай завод жағдайларында кокстеп, ары қарай алынған кокстің физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеуді қарастырады. Лабораториялық жағдайларда массасы 3 кг (МЕМСТ 9251–74), ал жартылай завод жағдайларында массасы 50 кг (тәжірибелік кокстеу кокс пешінде орнатылған металл жәшікте жүргізіледі) немесе 200-300 кг (шағын кокс пештерінде) сынамадарда жүргізіледі.



25.1-сурет. Метаморфизмнің әртүрлі сатысындағы көмірдің пластикалық қабаты қалыңдығының құрамындағы жұғандатқыш компоненттер ($\Sigma OK = If + 2/3Sv$) мөлшеріне байланысты өзгеруі

Тәжірибелік кокстеу кезінде кокстің физикалық-механикалық қасиеттері оны үлкен немесе барабандарда мемлекеттік стандарттар талабына сай сынау жолымен анықталады. Бұл сынауда екі сипаттамасы анықталады – М40 кокстің уатылғыштығы

және М10 кокстің желінгіштігі. Коксті үлкен (Сундгрэн) барабанында сынаған кезде оның 150 айналудан кейінгі қалдығы мен опырымдылығы ұсақтық (<10 мм) мөлшері анықталады.

Кокстің сапасы көмірдің петрографиялық құрамымен және метаморфизм дәрежесімен тығыз байланыста болады.

Жанама әдістер көмірдің петрографиялық сипаттамасын, элементтік құрамы мен біріккіштігін оның кокстелгіштігімен өзара байланысын анықтауға негізделген.

Көмірдің байытылғыштығы оның түйірөлшемдік (елеуіштік) және фракциялық құрамын зерттеу негізінде анықталады.

Түйірөлшемдік құрамын анықтағанда көмірді дөңгелек тесіктерінің диаметрі 150, 100 және 50 мм, ал квадрат тесіктерінің өлшемі 25x25, 6x6, 1x1 және 0,5x0,5 мм елеуіштерден елеп өткізеді. Фракциялық талдау көмір сынамасын тығыздығы 1,3; 1,4; 1,5; 1,6 және 1,8 г/см³ фракциялық ауыр сұйықтарда жекелеген кластарға бөлу арқылы жүргізіледі. Бөлшектердің ірілігі 1 мм-ден кіші көмірдің фракциялық талдануы центрифугалау әдісімен жүргізіледі.

Байытылғыштық категориялары әртүрлі көмір өзінің аралық фракцияларының мынадай шығымымен сипатталады: жеңіл байытылатын – <4 %; орташа – 4 – 10%; қиын – 10 – 17% және өте қиын – >17%.

Жекеленген алаптар мен олардың көмір қабаттарының байытылғыштығы әртүрлі болады. Мысалы, Қарағандының жекелеген көмір қабаттары мен Екібастұз алабының көмірі қиын байытылатын категорияларға жатады.

25.5. Көмірдің жіктелімі және негізгі пайдалану бағыттары

Өнеркәсіптік және өнеркәсіптік-генетикалық жіктелімі

Түбегейлі барлауға және шахта салуға бірінші кезекті бөлікшелерді таңдау көмір кенорындарының географиялық жағдайына, көмір қабаттары жатысының кен-геологиялық жағдайлары мен пайдалы қазбаның қорына ғана емес, көпшілік жағдайда көмірдің маркалық құрамына да байланысты болады. Көмірдің бірқатар өнеркәсіптік бағыттарда пайдалануға жарамдылығы оның белгілі бір маркалық құрамына ғана байланысты екендігімен түсіріндіріледі. Мысалы, металлургиялық кокс өндірісіне негізінен метаморфизмнің ортаңғы сатыларындағы көмір қолданылады. Мұндай көмір қыздырған кезде пластикалық күйге өтеді. Ең құнды көмір *ГМ, М, КМ, К, КЖ* және *ЖБ* маркалы болып табылады.

Көмірдің қандай маркаға жататындығы оның қазіргі *өнеркәсіптік жіктелім* жүйесіндегі орны бойынша анықталады. Соңғы уақытқа дейін өнеркәсіптік жіктелімдер жекелеген елдер мен алаптардың көміріне арнайы әзірленетін. Олар негізінен көмірдің әркелкі метаморфталғандығына байланысты болатын. Мәселен, қоңыр көмір құрамындағы табиғи ылғал мөлшеріне байланысты мынадай технологиялық топтарға бөлінген: *1Қ* ылғалдығы >40 %; *2Қ* – 30-40; *3Қ* – <30.

Тас көмірдің жіктелімдік параметрлері ретінде мыналар қолданылған: ұшпа заттардың шығымы V^{daf} мен біріккіштігі, ол пластикалық қабаттың қалыңдығымен

у (мм), еркін күмпию индексімен, Рог индексімен R_p , ұшпайтын қатты қалдық сипаттамасымен және т.б. өрнектеледі.

Ұзақ уақыт бойы КСРО-да тас көмір тоғыз технологиялық маркаға бөлінген: ұзынжалынды $У$, газды $Г$, газды майлы $ГМ$, майлы $М$, коксті майлы $КМ$, коксті $К$, екінші коксті $К2$, жұтаң бірігетін $ЖБ$ және жұтаң $Ж$. Кейбір алаптарда бұларға қосымша маркалар да бөлінетін.

Көмірдің өнеркәсіптік жіктелімі оның өнеркәсіптің белгілі бір салаларында қолдануға жарамдылығын анықтау үшін шешуші мәнге ие болады. Сонымен қатар, тек қана химиялық-технологиялық параметрлеріне негізделген жіктелімдер көмірдің әртүрлі технологиялық процестерде қолданылуын болжауға жеткіліксіз болып шықты. Өйткені жіктелімдердегі технологиялық параметрлер көмір жаралудың негізгі геологиялық-генетикалық факторларының көмірдің құрамы мен қасиеттеріне күрделі әрі көп планды әсерін жеткілікті көрсете алмайды. Мұндай жіктелімдер сипаттамасының жеткіліксіздігі әртүрлі алаптардағы көмірдің бірдей технологиялық топтары кокс шахталарында, сондай-ақ тіпті энергетикалық қондырғылардың өзінде өзара алмастыруға келмейтіндігімен байқалады. Бұл жіктелімдердегі параметрлер бойынша көмірдің отын ретінде қолданылмайтын бағыттарының көпшілігінде жарамдылығын бағалау іс жүзінде мүмкін болмайды.

Жаңа жіктелімде метаморфизм сатысы көмірдің әлемдік ғылымда ең көп танылған қасиеті – витриниттің шағылыстыру қабілеті (R_o , %) бойынша анықталып, ал петрографиялық құрамы фюзенденген компоненттердің мөлшері (ΣOK , %) арқылы бейнеленеді. Тотықсыздану дәрежесін сипаттау үшін бұл жіктелімде негізінен технологиялық параметрлер пайдаланылған, олар, сонымен қатар әр алап пен елдерде ұзақ уақыт бойы қолданылып келген өнеркәсіптік жіктелімдерді байланыстырушы буын рөлін атқарады.

Технологиялық параметрлер ретінде мыналар қабылданған:

1) қоңыр көмір үшін – күлсіз күйдегі максимал ылғалсыйымдылығы W_{max}^{daf} және құрғақ күлсіз күйге келетін жартылай кокстеудегі шайыр шығымы T_{sk}^{daf} ;

2) тас көмір үшін – құрғақ күлсіз күйдегі ұшпа заттардың шығымы V^{daf} , пластикалық қабаттың қалыңдығы $у$ және Рог индексі R_p ;

3) антрацит үшін – құрғақ күлсіз күйдегі ұшпа заттардың көлемдік шығымы V_{ob}^{daf} және витринит шағылыстыруының анизотропиясы A_p .

Бұл параметрлер қазіргі кезде көмірді әртүрлі бағыттарда пайдаланатын шикізат ретінде де бағалауға қолданылады.

Геологиялық барлау жұмыстарын жүргізген кезде әр көмір қабаты жеке сынамаланады. Әр сынамада петрографиялық құрамы зерттеледі, элементтік, топтық және техникалық талдаулар нәтижесі көмірдің химиялық құрамын анықтау мақсатында келтіріледі және оның құрамының негізгі көрсеткіштерінің – R_o , A , W , V , $у$, Q және т.б. мәндері анықталады. Жіктелімдік параметрлерді анықтау төмендегі мемлекеттік стандарттарға сай жүргізілуі керек:

1) витриниттің шағылыстыру көрсеткіші R_o – ГОСТ 12113-83;

2) таза көмірге келетін фюзенденген компоненттердің мөлшері ΣOK – ГОСТ 9414-74 пен ГОСТ 12112-78;

3) қоңыр көмірдің күлсіз күйіне келетін максимал ылғалсыйымдылығы W_{max}^{af} – ГОСТ 7303–77;

4) көмірдің күлсіз күйіне келетін жартылай кокстеудегі шығымы T_{sr}^{daf} – ГОСТ 3168-87;

5) Рог индексі – ГОСТ 9318-79;

6) витриниттің шағылыстыру анизотропиясы A_T – ГОСТ 12113-83.

Қазба көмір витриниттің шағылыстыру көрсеткішінің орташа мәні R_p , ылғал күлсіз күйдегі қызу бөлгіштігі Q_s^{af} және құрғақ күлсіз күйдегі ұшпа заттар шығымы V^{daf} бойынша мынадай түрлерге бөлінеді: қоңыр, тас көмір және антрацит (25.4-кесте).

25.4-кесте

Қазба көмірдің түрлері

Көмірдің түрі	R_p , %	Q_s^{af} , мДж/кг	V^{daf} , %
Қоңыр көмір	<0.6	<24	–
Тас көмір	0,4–2,59	>24	>8
Антрацит	от 2,2 до >5	–	<8

Қоңыр көмір, тас көмір мен антрацит өз кезегінде генетикалық ерекшеліктері бойынша кластарға, категорияларға, типтерге және типшелерге бөлінеді.

Кластар май иммерсиясындағы витриниттің шағылыстыру көрсеткішінің орташа мәні бойынша бөлінеді – барлығы 50 класс бар.

Категориялар таза көмірдегі фюзенденген компоненттердің мөлшері, яғни $\sum OK = F + 2/3 Sv$ бойынша бөлінеді, барлығы 8 категория бар.

Типтер көмірдің әр түрінде (қоңыр көмір, тас көмір мен антрацит) бөлінеді. Қоңыр көмір күлсіз күйдегі максимал ылғалсыйымдылығы, яғни W_{max}^{af} көрсеткіші бойынша 6 типке бөлінеді, тас көмір құрғақ күлсіз күйдегі ұшпа заттар шығымы, яғни V^{daf} көрсеткіші бойынша 21 типке бөлінеді. Антрацит құрғақ күлсіз күйдегі ұшпа заттардың көлемдік шығымы, яғни V_{ob}^{daf} көрсеткіші бойынша 4 типке жіктеледі.

Типшелерге де көмір осындай жолдармен бөлінеді. Қоңыр көмір құрғақ күлсіз күйде жартылай кокстегендегі шайыр шығымы T_{sr}^{daf} бойынша 4 типшеге, тас көмір пластикалық қабатының қалыңдығы u пен Рог индексі бойынша 23 типшеге, ал антрацит витриниттің шағылыстыру анизотропиясының шамасы A_r бойынша 6 типшеге жіктеледі.

Қазба көмір технологиялық қасиеттері бойынша технологиялық маркаларға бірігеді. Өз кезегінде маркалар топтардан, ал топтар топшалардан тұрады (ГОСТ 25543-88). Көмір барлығы 17 маркаға бөлінеді: қоңыр көмір бір ғана *Қ* маркасына; тас көмір 15 маркаға (ұзынжалынды – *Ұ*, ұзынжалынды газды – *ҰГ*, газды – *Г*, газды майлы жұтаңданған – *ГМЖ*, газды майлы – *ГМ*, майлы – *М*, коксті майлы – *КМ*, коксті – *К*, коксті жұтаңданған – *КЖ*, коксті нашар біріккіш төмен метаморфталған – *КНТ*, коксті нашар біріккіш – *КН*, жұтаң біріккіш – *ЖБ*, біріккіш жұтаң – *БЖ*, нашар біріккіш – *НБ*, жұтаң – *Ж*); антрацит бір ғана *А* маркасына бөлінеді.

Қоңыр көмір үш топқа (1К, 2К, 3К), тас көмір 21 топқа, ал антрацит үш топқа (1А, 2А, 3А) жіктеледі. Осылайша ары қарай қоңыр көмірдің арасында төрт топша, тас көмірде – 34 топша, ал антрацитте – 6 топша бөлінеді.

Тауар көмір өнімдерінің сапасын анықтайтын негізгі геологиялық факторлар

Көмір кенорындарын игерудің барлық кезеңдерінде инженер-технологтардың алдында тұратын бірінші кезекті мәселелердің бірі – тауарлық өнімнің сапасын анықтау. Көмірдің сапасын анықтау үшін оны қалыптастырған геологиялық факторлардың ерекшеліктерін біліп, пайымдау керек. Бұл факторларды белгілемей және ескермей тұрып, кен өнеркәсіптерінен жөнелтілетін тауарлық көмір сапасын толық біле алмайды. Сондай-ақ, тауардың тұрақты сапасын қамтамасыз ету шешілмейтін қиын проблемаға айналуы мүмкін.

Нарықтық жағдайларда тұтынушыларға шахта, разрез бен байыту фабрикаларынан жөнелтілетін тауарлық көмір өнімдері сапасының тұрақтылығын қамсыздау кен өндірісінің шешуші мәселелерінің ең бастысы саналады.

Негізгі алаптарда кенорындарды игерудің қазіргі күйіндегі жағдайларда мұны кен кәсіпорындарын реконструкциялау кезінде де ескеру керек және осы кезде қалыптасқан нақты жағдайларда әрекет ету қажет.

Көмірді өнеркәсіпте пайдалану

Жаңғыш қатты қазбалардың негізгі бөлігі – өндірісінің 96%-дан астамы электр жылу энергиясын алу үшін, металлургиялық кокс пен коммуналдық-тұрмыстық отын ретінде қолданылады. Тек 4%-ға дейінгі бөлігі ғана жартылай кокс, адсорбент, көміртектілі толтырғыштар (термоантрацит), сульфокөмір, сілтілі реагент, кен шайыры және т.б. өнімдер алуға пайдаланылады. Пайдаланылатын көмірдің құрамы мен қасиеттеріне қойылатын өнеркәсіптік талаптар да әртүрлі.

Көмірдің ең білікті тұтынушысына коксхимия өнеркәсібі жатады. Химиялық құрамы, ірілігі мен механикалық құрамы белгілі металлургиялық кокс алуға белгілі бір қасиеттері бар көмір ғана жарамды. Осыған байланысты *кокстелетін көмір* деген түсінік қалыптасқан. Оған басқа көмірмен қоспа (шихталау) түрінде немесе ештеңе араластырмай-ақ өнеркәсіптік кокстеу жағдайында ірілігі мен беріктігі талапқа сай келетін кокс алуға мүмкіндік беретін көмір жатады.

Электр және жылу энергиясын өндіру үшін барлық маркалы көмір, соның ішінде табиғи жатыс жағдайларындағы тотыққан түрлері де пайдаланылуы мүмкін. Электр және жылу стационар қазандықтарында тозаң түрінде жағуға қоңыр және күлділігі жоғары тас көмір, көмір мен антрациттің тас езгіштен шыққан ұнтағы (штыб), байыту қалдықтары (аралық өнім мен шлам) пайдаланылады. Мұндай көмірдің жылу-техникалық қасиеттерінің негізгі көрсеткіштеріне жұмыстық отынның қызу бөлгіштігінің төмендігі, уатылу қабілеті мен реакциялық қабілеті, күлінің құрамы мен балқығыштығы жатады.

Коммуналық-тұрмыстық қажеттілік үшін, стационар қабатты оттықтарда, цемент пен әк пештерінде жағуға, кірпіш күйдіруге бірікпейтін және нашар бірігетін, көпшілік жағдайларда күлділігі аз, ұсақтарының мөлшері (<6 мм) шектеулі көмір қолданылады. Қабаттап жаққан кезде қызу бөлгіштік пен реакциялық қабілетінен

басқа маңызды сипаттамаларына кесектелген отынның механикалық беріктігі мен термикалық төзімділігі жатады.

25.6. Көмір қабаттарының морфологиясы

Көмір қабаты деп көмірлі заттан тұратын, ауданы едәуір аянда таралған және қабатталу беттері параллельге жуық таужыныстар арасында орналасқан геологиялық денені айтады.

Көмір қабатының тікелей астындағы таужыныс оның табаны, ал үстіндегісі – жабыны болады. Бірқатар жағдайларда, органикалық зат жиналуының айрықшалығына байланысты немесе эпигенетикалық факторлар (шайылу, тектоникалық дислокациялар және т.б.) нәтижесінде көмір қабаттарының жабыны мен табаны параллель болмай қалады. Сондықтан көмір қабаты терминімен қатар қабат тәрізді немесе линза тәрізді көмір жатыны деген түсінік те бар. Барлық жағдайларда көмір қабатының пішіні геологиялық дене ретінде оның қалыңдығы мен ұзындығына байланысты болады.

Қабаттардың құрылымы. Көмір қабатын көмір затының тұтас монолит жиынтығы ретінде ғана қарастыруға болмайды. Көмір қабатының өзіне тән сипаты ретінде, жалпы кез келген құрамды шөгінді таужыныстар сияқты, оның қабаттылығы қарастырылады. Оның пайда болуы көмір жиналу ауданында жер қыртысының ойысу жылдамдығының өзгеруіне және маусымдық климаттық процестерге байланысты. Қабаттылық қабат қимасында жылтырлығы, құрылымдық-бітімдік ерекшеліктері, жарықшақтылығы және т.б. айрықшаланатын көмірдің әртүрлі петрографиялық типтерінің алма-кезек ауысуы мен қатталуы түрінде білінеді.

Қабат шаның қалыңдығы, м	Бағана	Көмір будасы, м	$W^d, \%$	$A^d, \%$	$\gamma^{daf}, \%$	$S_t^d, \%$	$y, \text{мм}$	$Vt, \%$	$Sv, \%$	$I, \%$	$L, \%$
		0,08	1,3	40,6	—	1,69	—	65,3	3,4	28,7	2,6
		0,25	1,6	8,1	33,5	0,40	12	67,0	4,7	27,0	1,3
0,01		0,05	1,7	6,7	33,5	0,43	12	67,9	7,8	22,3	2,0
		—	84,3	—	0,04	—	58,7	4,0	30,6	6,7	
		0,22	1,7	7,3	32,5	0,43	14	66,9	7,5	24,7	0,9
		0,03	1,7	5,8	33,7	0,43	15	89,8	2,8	6,7	0,7
		0,15	1,6	9,2	31,4	0,36	9	55,6	7,6	34,3	2,5
0,02		0,18	1,6	8,4	32,3	0,46	12	70,7	4,7	23,2	1,4
		—	1,1	56,7	—	0,42	—	38,1	—	60,9	1,0
		0,18	1,6	4,3	35,0	0,44	16	78,1	2,6	19,3	—
		0,05	1,6	6,8	30,5	0,38	—	54,9	4,7	36,5	3,9
		0,20	1,6	4,8	33,7	0,42	13	71,6	5,8	20,1	2,5

1 2 3 4

25.2-сурет. Көмір қабаты будаларының құрамы мен қасиеттерінің егжей-тегжейлі сипаттамасы: 1 – 3 – көмір литотиптері: 1 – жылтырақ, 2 – жартылай жылтырақ, 3 – жартылай күңгірт, 4 – көмірлі сазтас (аргиллит)

Көмір қабатшасы деп жұқа көмір қабаты немесе көмір қабатының (будасының) бөлігі аталады, ол петрографиялық құрамы, жарықшақтылығы, беріктігі немесе минералдық қоспаларының мөлшері бойынша ажыратылады.

Көмір қабатының құрылысын сипаттау үшін құрылымдық бағаналар сызылады (1:20 немесе 1:50 масштабта), оларда құрамы әртүрлі қабатшалар мен будалар тиісті шартты белгілермен көрсетіледі. Бұл бағаналарда көмір қабатының жекелеген будалары мен қабатшаларының құрылысы, құрамы мен қасиеттері біршама егжей-тегжейлі бейнеленеді. Түбегейлі петрографиялық зерттеулерде көмір қабатының әр қабатшасында макротиптермен қатар микрокомпоненттік құрамы да анықталған кезде, құрылымдық бағаналарда көмір туралы ең маңызды мәліметтердің барлығы келтіріледі (25.2-сурет).

Көмір қабаттарын құрылымдық белгілері, қалыңдығы және жайғасу жағдайлары бойынша жіктеу

Құрылымдық белгілері бойынша, яғни қабатіштік таужыныс қабатшаларының санына байланысты қарапайым, күрделі (таужыныс қабатшаларының саны онға дейін) және өте күрделі көмір қабаттары мен жатындары бөлінеді. Өте күрделі қабаттар көптеген көмір және таужыныс қабатшаларының жиі қабатталуынан тұрады. Мысалы, Волчанск, Богословск және Екібастұз кенорындарындағы қалың көмір қабаттарында ондаған, кейде тіпті жүздеген таужыныс қабатшалары кездеседі.

Қарағанды алабының көмірлі түзілімдеріндегі көмір қабаттарының басым бөлігінің құрылысы күрделі болып келеді. Долинка мен тентек свиталарындағы жекелеген қабаттар ғана қарапайым құрылысты.

Құрылысы қарапайым қабаттар өсімдік материалының ұдайы жиналуы нәтижесінде пайда болады. Ол көбінесе шымтезектіктің ұлғаю жылдамдығы мен алабының бату жылдамдығына сәйкес келуін қамтамасыз ететін тұрақты геотектоникалық режимде орын алады.

Күрделі қабаттар айнымалы шымтезек жиналу жаралымдары болып табылады. Олардың құрылысы солған өсімдік массасының жиналу процесі сипатының өзгеруімен немесе оның тоқтауымен байланысты. Мұндай жағдай тұрақсыз геотектоникалық режимде ғана мүмкін, яғни шымтезек жиналуының жылдамдығы шымтезек жиналу алқабының бату жылдамдығынан бірнеше дүркін артады немесе азаяды. Нәтижесінде шымтезек жаралу барлық ауданда немесе оның жекелеген бөліктерінде уақытша тоқталады.

Көмір қабатының құрылысы оны өндіру технологиясы мен көмірді өнеркәсіпте пайдалануға даярлау тәсілдерін анықтайтын негізгі факторлардың біріне жатады. Күрделі және өте күрделі құрылымды қабаттар көбінесе таужыныс қабатшаларымен дербес игеру нысандары ретінде қарастырылуы мүмкін бөліктерге жіктеледі. Күрделі көмір қабатында көп санды көмір будаларының ішінде тек біреуінің ғана өнеркәсіптік құндылығы болуы мүмкін, ол тікелей жабын астында немесе табан үстінде және басқа бөліктерінде орналаса алады. Қалың қабаттарды өндіргенде *игерілетін қабатшалар* бөлінеді, олар жеке өндірілетін белгілі бір қалыңдыққа ие қабат бөліктері болып табылады. Игерілетін қабат бір көмір будасының бөлігі болуы немесе бірнеше будалардан тұруы мүмкін.

Барлау мен өндіріс практикасында көмір қабаттары қалыңдығы бойынша бес топқа бөлінеді: 1) өте жұқа – <0,5 м; 2) жұқа – 0,5 – 1,3 м; қалыңдығы орташа – 1,35 – 3,5 м; 4) қалың – 3,55 – 15 м; 5) өте қалың – >15 м.

Қалыңдығы мен күлділігі бойынша көмір қабаттары арасында жұмыстық және бейжұмыстық түрлері бөлінеді.

Жұмыстық көмір қабаты деп орташа күлділігі берілген кенорынның баланстық қорына белгіленген кондициялардан аспайтын, ал көмір будаларының жиынтық қалыңдығы кондицияларда анықталғандардан төмен болмайтын көмір будалары (немесе бір буда) мен таужыныстар қабатшаларының комплексін айтады.

Бейжұмыстық қабат – қалыңдығы мен күлділігі бойынша кондиция талаптарына сай келмейді.

Еңістік бұрышына байланысты жайпақ (еңістік бұрышы <15°), еңіс (16 – 35°), күрт еңіс (36 – 55°) және күрт (56 – 90°) көмір қабаттары бөлінеді. Қабаттардың еңістік бұрышы көмір алабында, кенорындар ауданында және тіпті жекелеген шахта алаңдарында да тұрақты болып қалмайды. Бұл бұрыш қатпардың қанаттарынан құлыбына қарай, қатпардың бір қанатының өзінде тереңдігі бағытында, дизъюнктивтік бұзылыстар маңында, антиклин мен синклин қатпарларының тоғысқан жерлерінде өзгереді.

Көмір қабаттарының табаны, жабыны және таужыныс қабатшалары

Көмір қабаттарындағы қабатшалар көп жағдайда саз немесе ұсақ құмайт түзілімдерден тұрады. Қабаттар жабынының литологиялық құрамы әртүрлі болады, мұнда конгломерат, гравелит немесе құмтастар да жата береді. Донбаста бірқатар жағдайларда қабаттар жабынында әктас кездеседі. Жабынның сынықты таужыныстары анық қабаттылығымен сипатталады. Оларда көбінесе өсімдік қалдықтары, кейде әртүрлі фауна кездеседі. Жабын таужыныстарында, сондай-ақ сидерит, пирит және басқа тасберіштер болады.

Жабыннан айырмашылығы, көмір қабаттарының табаны көбінесе қабаттылықсыз, жентектелген болып келеді. Табан таужыныстарының жентек құрылысы оны әртүрлі бағытта жарып өтетін өсімдіктердің тамыр жүйесіне байланысты, ал олардың сақталғандық дәрежесі әртүрлі. Көбінесе тамыр қалдықтары бойынша сидериттену процесі дамиды, осының нәтижесінде пішіні әртүрлі тасберіштер пайда болады. Жентек құрылысты табан таужыныстарын кеншілер “бұйралаң” деп атайды.

Көмір қабаттарының табанымен, жабынымен және қабатіштік таужыныс қабатшаларымен жапсары күрт немесе біртіндеген болады. Мәселен, В.Н. Волков көмір қабатының табанымен төрт типті жапсарын бөледі:

- 1) қазба топырақ қабатының белгілері жоқ таужыныстармен күрт бөлінген;
- 2) күрделі күрт байқалатын, мұнда көмір қабаты табанынан жұқа саз немесе көмірлі-саз шөгінділер қабатшасымен күрт шекаралар арқылы бөлінеді;
- 3) айқын күрт, жігінің беті тегіс, біртіндеп ауысу байқалмайды;
- 4) біртіндеп көмірлі таужыныстар мен көмір аралығындағы минерал қоспалар мөлшері жоғары буда арқылы.

Ең көп таралғаны үшінші және төртінші типті жапсарлар саналады.

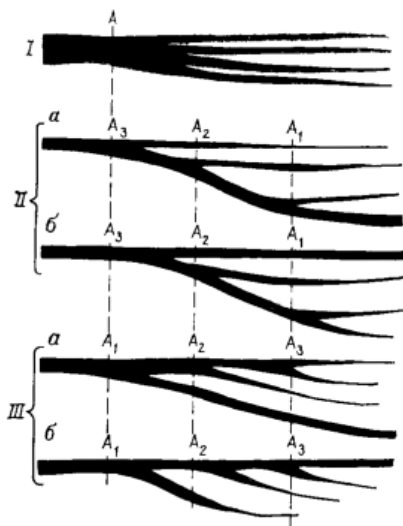
Көмір қабаттарының бұзылыстары

Көмір қабатының бұзылысы деп оның қалыңдығының, құрылысының немесе жатысының өзгерістерін айтады. Жаралу уақыты бойынша көмір қабаттарының

бұзылыстары сингенезисті және эпигенезисті болады. *Сингенезистілер* көмір қабаттарының тікелей қалыптасуына әкелетін өсімдік қалдықтарының жиналуы кезінде, көмір жаралу процесінің шымтезек сатысында, көбінесе шымтезектікті минерал шөгінділер жапқанға дейін пайда болады. *Эпигенетикалық бұзылыстар* шымтезектікті шөгінді таужыныстар қатқабаты жапқаннан кейін ғана емес, көбінесе барлық көмірлі қабат қалыптасып болғаннан кейінгі көмірлі алаптың тектоникалық тарихының әртүрлі сатыларында да жаралады.

Сингенезисті бұзылыстарға көмір қабаттары табанының бейтегістігі жатады. Мұндай қабаттар қалыңдығының өзгеруі шымтезек жиналған беттің бейтегістігіне байланысты. Мәселен, көне бедердің қырат бөлікшелерінде, олардың айналасындағы төмендеу бөлікшелерінің барлығы шымтезек массасына толып, алаптың беті барлық жерде бір деңгейге жеткенше тұтас шымтезек пайда болмайды. Осыған байланысты, көне бедердің қыраттау бөлікшелерінде көмір қабаттарының қалыңдығы олардың көршілес төмендеу жерлеріндегімен салыстырғанда аз болады, ал төменгі будалары жоқ болып қалады.

Бұл типті бұзылыстарға көмір қабаттарының тарамдалуы, жұқаруы мен фациялық алмасуы да жатады (25.3-сурет). Қабаттардың тарамдалуы жалпы көміржаралу ауданындағы жекелеген бөлікшелердің әркелкі төмендеуі мен көтерілуін немесе шымтезектіктің ұлғаю жылдамдығы мен шымтезек жиналу ауданының бату жылдамдығының сәйкес келмеуіне байланысты. Мұндай жағдайларда шымтезектерде минерал қабатшалар қалыптасады, олардың қалыңдығының артуы көмір қабаттарының тарамдалуына, ал кейде жұқарып барып толық сыналанып кетуіне әкеледі.



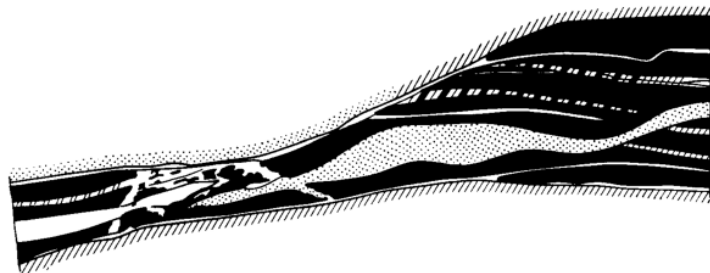
25.3-сурет. Көмір қабаты тарамдалуының типтері (Г.А. Иванов бойынша):
 I – ажырайтын будалар (“ат құйрық” типті); II – трансгрессиялық тарамдалу:
 а – негізгі қабаттан жоғары және б – төмен қарай; III – регрессиялық тарамдалу:
 а – негізгі қабаттан жоғары және б – төмен қарай; $A_1 - A_3$ – қабаттың
 тарамдалу нүктелері; А – тұрақты көмір жиналу бөлікшесі

Көмір қабаттарының кейбір фациялық алмасулары аллохтон көмір жаралу кезінде пайда болады. Осыған байланысты көмір массасының минерал қоспалармен ластануы, көмір қабаттары қалыңдығының айтарлықтай ауытқуы мен олардың қысқа қашықтарда тарамдалуы білінеді. Осының нәтижесінде көмір қабаттарында күлділіктің күрт артуына, құрылысының күрделенуі мен қалыңдығының ұстамсыздығына байланысты олар өзінің өнеркәсіптік мәнін жоғалтады.

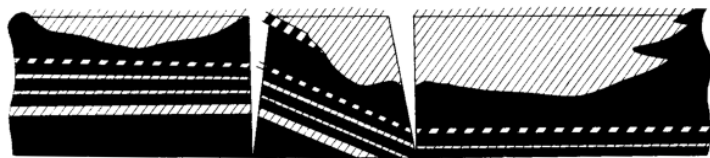
Көмір қабаттарын өндірген кезде механикалық беріктігінің жоғарылығымен сипатталатын көмірлі бүйректер – шымтезек-доломит тасберіштері едәуір қиындық туындатады. Жалпы пішіні линза тәрізді болғанымен, олар біршама жалпақтау, көбінесе бұрыс шар пішінді болады. Бүйректердің өлшемі қалыңдығы бойынша 0,05 – 0,25 м, кейде >0,5 м. Олардың диаметрі де күрт өзгереді – әдетте 0,2 – 2 м.

Кейбір жағдайларда қабаттар жабынында көмір бүйректері сияқты хемогендік минерал қабатшалар (тасберіштер) және ағаштың тасқа айналған діндері кездеседі. Мұндай қабаттардың қалыңдығы 5 – 35 см аралығында өзгереді. Тасқа айналған ағаш діңінің диаметрі 60 см-ге жетеді. Бұл жаралымдар құрамы әртүрлі таужыныстардың жапсарында орналасады, көбінесе ұсақ түйірлі құмайттас пен сазтас қабаттарында кездеседі. Кейде олар көмір қабаттарының жалған немесе тікелей жабыны мен табанын жасайды. Көмір бүйректері мен минералданған ағаш діндері өздері арасында орналасқан таужыныстармен нашар байланысқандығы салдарынан, кен ашылымдарында оңай ажырап кетіп, құлап түсіп жатады.

Эпигенезисті және сингенезисті шайылымдар, кластикалық материалдар түріндегі кірікпелер көмір қабаттары жаралғаннан соң қалыптасады. Олар қорыстану қасиеттерімен, тектоникалық әрекетімен, карст құбылыстарымен және магмалық таужыныстар енуімен сипатталады (25.4, 25.5-суреттер).

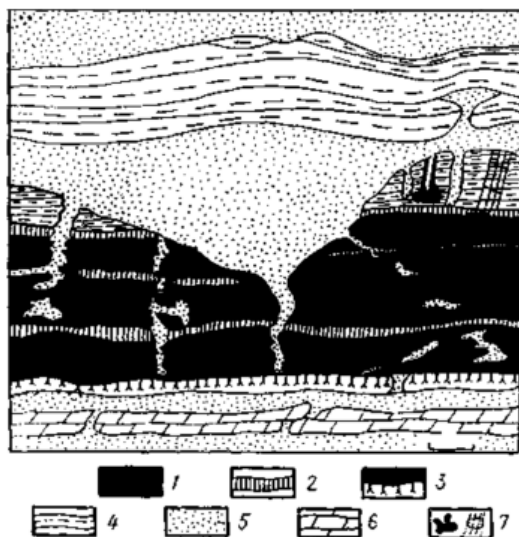


25.4-сурет. Эрозиялық сингенезисті шайылым
(Қарағанды алабының Саран бөлікшесі)



25.5-сурет. Эпигенетикалық типті шайылым
(Қарағанды алабының Саран бөлікшесі)

Көмір қабаттарына кластикалық материалдар қабаттың үстінде немесе астында жатқан қабатшалардан жарықшақтар бойынша кірігеді. Олар көмірлі қатқабаттың катагенез процесінде литификацияланады да, механикалық беріктігі жоғары құмайттас пен ұсақ түйірлі құмтасқа айналады. Нәтижесінде қабаттың көмір массасында *кластикалық дайкалар* деп аталатын бөгде денелер кездеседі. Олардың қалыңдығы әртүрлі – бірнеше см-ден бірнеше м-ге дейін, ал ұзындығы ондаған м-ге жетіп, көмір қабаттарын өндіруді едәуір күрделендіреді (25.6-сурет).



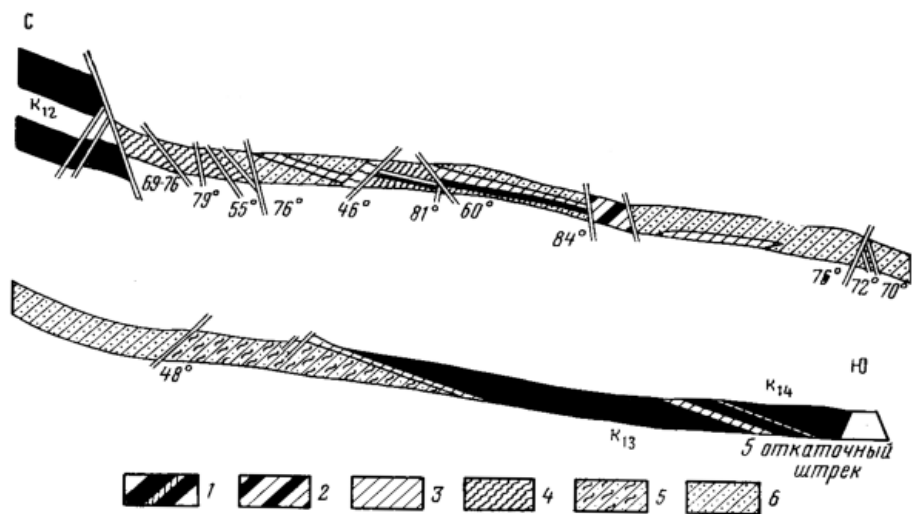
25.6-сурет. Көмір қабаттары мен сыйыстырушы таужыныстардағы кластикалық желілер мен дайкалар орналасуының жиынтық сұлбасы (А.Г. Дмитриев бойынша):

- 1 – көмір; 2 – көмірлі сазтас; 3 – стигмарийлі топырақ қабаты;
 4 – қабаттылықты сазтас пен құмайттас; 5 – құмтас;
 6 – мергельді таужыныс; 7 – діңдер мен сабақтар қалдығы

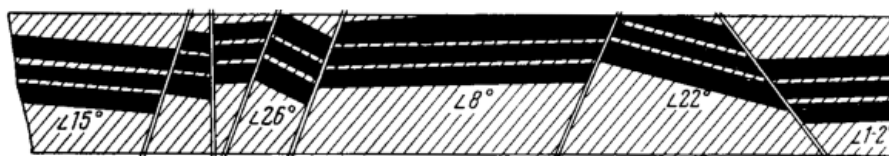
Тектоникалық әрекеттер салдарынан көмір қабаттарында экзогендік жарықшақтар пайда болады. Бұл жарықшақтар қарқынды дамыған жерлерде көмір псевдопластикалық күйге түседі, көмір қабаттарында бунақтар мен делдиюлер жаралады. Көмір ұнтақталады, жабыны мен табанындағы таужыныстардың орнықтылығы бұзылады, көмір минерал қоспалармен ластанды. Кейбір жағдайларда тектоникалық әрекеттен көмір қабаттары өзінің өнеркәсіптік құндылығын толық жоғалтады (25.7 және 25.8-сурет).

Карст білінімі көмірдің астындағы таужыныстардың опырылуына әкеледі, осы шектеулі бөлікшеде көмір қабаттарының қалыңдығын өзгертіп, көмірді қиратады.

Бірқатар алаптарда (Кузнецк, Канск-Ачинск, Забайкалье және т.б.) көмір қабаттарының жанып кетуі кең таралған. Жану тереңдігі геологиялық, геоморфологиялық және гидрогеологиялық жағдайларға байланысты әртүрлі болады. Мысалы, Канск-Ачинск алабының Барандай кенорнындағы Мощный қабаты 20-30 м тереңге дейін және созылымы бойынша 20 км аралықта жанып кеткен, жану белдемінің ені 1,5 – 2 км.



25.7-сурет. Қарағанды көмір алабы Майқұдық лықсымасының аспалы қанатында кен жұмыстары анықтаған геологиялық бұзылыстар белдемі (к₁₂ қабат):
 1 – көмір; 2 – көмірлі сазтас; 3 – сазтас; 4 – жанышылған сазтас;
 5 – құмайттас; 6 – құмтас



25.8-сурет. Жарылымның топсасына орналасқан майда амплитудалы айырылымдар жүйесі (Қарағанды алабы, к₁₈ қабат)

25.7. Көмірлі қатқабат

Көмірлі қатқабат шөгінді таужыныстар комплексінен тұрады, оның міндетті құрамдас бөлігі – көмір қабаты. Көмірлі қатқабаттарды құрайтын таужыныстар негізінен сынықты және әртүрлі гранулометриялық құрамды – конгломерат, гравелит, құмтас, құмайттас пен сазтас. Кейде теңізде түзілген хемогендік-органогендік таужыныстар кездеседі.

Көмірлі қатқабаттың таужыныстары сырттай біркелкі сияқты көрінгенімен, олар заттық және түйірөлшемдік құрамы, түйірлерінің жұмырлану дәрежесі, материалының іріктелгендігі, бітімдік ерекшеліктері, органикалық және бейорганикалық кірінділерінің сипаты бойынша әртүрлі болады. Бұлардың бәрі шөгінді жиналудың әртүрлі фациялық жағдайларда өткенін көрсетеді. Сонымен қатар, көмірлі қатқабаттың таужыныстары арасында тығыз парагенетикалық байланыс байқалады. Көмірлі қатқабаттарда әртүрлі мөлшер мен жиынтықта мынадай фаци-

ялар тобы кездеседі: теңіз (негізінен жағалаулық), көл, жағалау фациялары, батпақ, өзен, шығарынды конустар (пролювийлік) және вулканогендік.

Көмірлі қатқабат түзілуінің палеогеографиялық жағдайы әрбір нақты жағдайда фациялар комплексі мен оларды құрайтын таужыныстардың негізгі петрографиялық белгілерін анықтайды. Таужыныстардың түсі негізінен сұр, кейде күнгірт-сұр болады. Көлбеу (параллель) қабаттылықпен қатар белес немесе қиғаш қабаттылық кездеседі, ол түйірөлшемдік құрамы мен түсі әртүрлі қабатшалар бойынша немесе көмірленген өсімдік детриттерінің жиынтығы бойынша сипатталады.

Көмірлі қатқабаттарға өзара ұқсас таужыныстардың кимада көп дүркін қайталануы және түйірөлшемдік құрамы әртүрлі қабаттардың заңдылық бойынша реттеліп кезектесуі тән. Қиманың мұндай циклділігі (ырғақтылығы) түзілімдер жиналған кезеңдегі көмірлі алаптар алқабында жер қыртысының тербелмелі қозғалыстарының сипатымен анықталады. Шөгінді жиналудағы осындай заңдылық бойынша қайталанғыштық (ырғақтылық) *циклді седиментация* деп аталады.

Ырғақ – көмірлі қатқабат қимасындағы таужыныстардың заңдылықты кезектесуі мен қайталанғыштығы. Ырғақтар толық және толымсыз болады. Шөгінді таужыныстарда бөлшектер ірілігінің артуы ырғақтың негізінен белгілі бір максимумнан басталып, одан жоғары қарай минимумға дейін азаюы – ырғақтың толық аяқталғанын көрсетеді. Мұндай құбылыс теңіз, жағалау-теңіз бен жағалау-көл фациялары жағдайларына тән. Толымсыз ырғақтар шөгінді жиналудың аллювийлік немесе делювийлік жағдайларын сипаттайды, олар әдетте астындағы таужыныстарға шайылып орналасады, көбінесе толық ырғақтың жоғарғы бөлігіне сәйкес келеді.

Түйірөлшемдік ырғақтардың қалыңдығы үлкен ауқымда өзгереді, элементар (қарапайым) ырғақтарда – ондаған см-ден бірнеше м-ге дейін, ал негізгі ырғақтарда – ондаған метр болады. Түйірөлшемдік ырғақтар мен олардың төменгі жағында жатқан көмір қабаттары арасында тура корреляция байқалады.

Көмірлі қабаттардағы таужыныстардың құрамы мен кезектесе орналасу ерекшеліктеріне байланысты көмірлі формация туралы түсінік пайда болған. Г.А. Ивановтың (1959 ж.) анықтамасы бойынша: “Көмірлі формация – полифациялық, ырғақты құрылған толық өтемеленетін көмірлі қатқабат; ол белгілі бір геотектоникалық және фациялық (палеогеографиялық) факторлардың әрекеті нәтижесінде жаралатын және өзгертін бір-бірімен парагенетикалық байланыстағы көмірлі таужыныстар комплексі”.

Көптеген көмір алаптары көмірлі қатқабаттарының қимасына қарап, олардың аумағы трансгрессия кезінде бірнеше дүркін теңіз деңгейінен төмен батып, ал регрессия кезінде қайта көтеріліп, құрлыққа айналғанын көреміз. Нәтижесінде теңіз шөгінділері континенттік шөгінділермен жабылған (және керісінше), шөгінді жиналу циклдері бір-бірін алмастырған. Мұндай құбылыстар кейбір алаптарда ондаған рет қайталанған.

Жер қыртысының тербелмелі қозғалыстары көмірлі алаптардың әртүрлі құрылымдық элементтерде (геосинклин, платформа немесе өтпелі белдемдер) орналасуына байланысты әркелкі білінген. Осыған байланысты көмірлі түзілімдер арасында тиісінше: геосинклиндік, платформалық және олардың арасындағы өтпелі генетикалық типтер бөлінеді.

25.8. Көмір кенорындарының жалпы сипаттамасы

Көмірлі формациялар, алаптар және кенорындар жіктелімі

Көмір кенорны – құрамында экономикалық тиімді өндіруге жарамды көмір қабаттары бар көмірлі түзілімдерден тұратын жер қыртысының бөлігі. Кенорын алаптың бөлігі болуы мүмкін (мысалы, Майкөбе қоңыр көмір алабының Шөптікөл, Сарыкөл, Талдыкөл кенорындары) немесе таралу ауданы шағын жеке орналасқан көмірлі қатқабат болады (мысалы, Шұбаркөл кенорны, Борлы кенорны).

Көмір алабы деп байтақ алаңдарды айтады. Оларда бірегей геологиялық процестер нәтижесінде жаралған көмірлі түзілімдер үзіліссіз таралады (құрамындағы көмір қоры көбінесе миллиардтаған тонна). Көмір алаптары ашық, жартылай ашық және жабық түрлерге бөлінеді. *Ашық* алаптарда көмірлі түзілімдер алып жатқан алаң жер бетіне шығып жатады, төрттік түзілімдерінің жұқа тысымен ғана жабылады. Олардың таралу ауданы мен шекарасы бірдей болады (мысалы, Екібастұз тас көмір алабы). *Жартылай ашық* алаптардың бір бөлігі ашылып, көмірлі түзілімдер жер бетіне шағып жатса, ал қалған бөлігі қалың (төрттікке дейінгі) тыспен жабылады, сондықтан алаптың таралу ауданы оның шекарасына сәйкес келмей көміліп қалады (мысалы, Қарағанды тас көмір алабы). *Жабық* алаптарда көмірлі түзілімдер жас түзілімдермен толық жабылып жататындықтан, олардың шекарасы бұрғылау немесе кен үңгімелерін қазу-барлау жұмыстары арқылы ғана анықтала алады.

Геологиялық әдебиетте көмір алабы деген түсінікпен қатар, кейде *көмірлі алаң* деген термин қолданылады. Көмірлі алаңға аз зерттелген, көбінесе кеңістікте бір-бірінен алшақтау орналасқан, геологиялық құрылысымен немесе басқа белгілерімен біріккен көмірлі массивтер жатады. Көмірлі алаңдар мен көмір алаптары аумағында геологиялық-өнеркәсіптік аудандар бөлінеді (мысалы, Қарағанды тас көмір алабының Қарағанды, Шерубайнұра және Тентек аудандары).

Көне шымтезектік дамуының орнына (жағалау-теңіз немесе көл жағдайларында) байланысты *паралалық* (грекше *паралос* – теңізге жақын) және *лимналық* (грекше *лимнос* – көл) көмір алаптары жіктеледі. Мысалы, паралалық алаптарға – Донецк, Рур (Германия), Иллинойс (АҚШ), лимналықтарға – Қарағанды, Челябинск, Төменгі Силезия (Польша) және Саар (Германия, Франция) алаптары жатады.

Г.А. Иванов 1959 жылы геотектоникалық режим мен палеогеографиялық жағдайлары бойынша бөлшектенген көмірлі алаптар мен формациялардың генетикалық жіктелімін ұсынған. Г.А. Иванов бөлген алап типтері көмірлі қатқабаттардың қалыңдығы, көмір қабаттарының саны, көмір метаморфизмі, сыйыстырушы тау-жыныстардың өзгеру дәрежесі, көмір қабаттарында бұзылыстардың пликативтік (қатпарлы) пен дизъюнктивтік формаларының дамуы және бірқатар басқа белгілер бойынша ажыратылады.

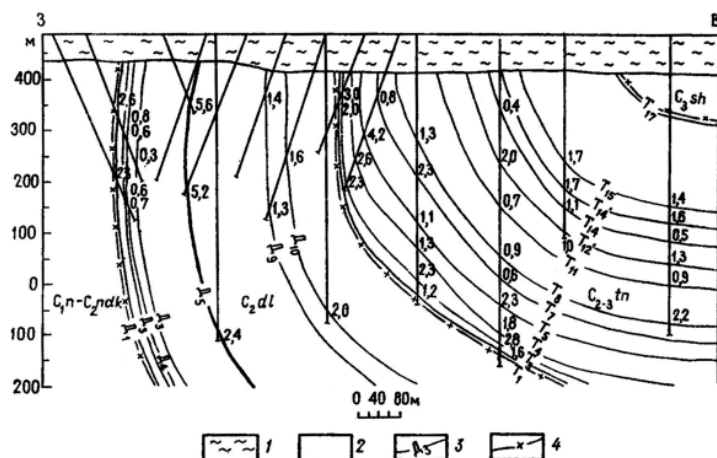
Геосинклиндік типті алаптарда көмірлі түзілімдердің қалыңдығы 2 – 10 км және одан да көп, ал платформалық типті алаптарда – ондаған, кейде жүздеген метр ғана болады. Геосинклиндік типті алаптардың көмірлі қатқабаттарында жүздеген көмір қабаттары кездеседі. Олар негізінен жұқа болғанымен, бірақ ауданы бойынша ұстамды, ал барлық қима бойынша біршама біркелкі таралады. Платформалық алаптарда көмір қабаттарының саны көп болмайды – бірнеше, кейде оншақтыға жетеді. Олардың жекелеген қабаттарының қалыңдығы үлкен болғанымен, ұстамдылығы

жеткіліксіз келеді. Қабаттар әдетте көмірлі қатқабаттың төменгі бөліктерінде орналасады.

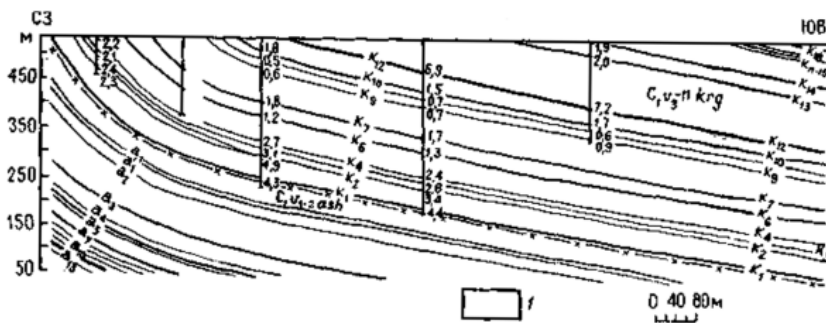
Геосинклин мен платформа алаптары арасындағы үлкен айырмашылықтар көмір метаморфизмі мен сыйыстырушы таужыныстардың қайта өзгергіштік дәрежесінде байқалады. Геосинклиндік алаптарда әдетте метаморфизм қатарының барлық көмірі – метаморфизмнің 1-ден 10-ға дейінгі сатысындағы, ал маркалық құрамы бойынша – ұзын жалындыдан антрацитке дейінгілері жатады. Оларда көмір витринитінің шағылыстыру қабілеті 0,4 – 6%-ға дейін өзгереді. Көмірлі түзілімдер қимасында және таралу ауданы бойынша жекелеген метаморфизм сатыларындағы көмірдің орналасуында айқын белдемділік байқалады. Таужыныстар қатты тығыздалады және цементтеледі, кейде метаморфталады. Олардың өзгергіштік дәрежесі құрамындағы көмірдің метаморфизм сатысына сәйкес келеді. Мысалы, Донбасс көмірлі қатқабатындағы құмтастың сығуға беріктігі ұзынжалынды (У) маркалы көмір дамыған аудандарда 5-10 МПа болса, ал антрацит таралған аудандарда 150-200 МПа шамасына дейін жетеді.

Платформалық типті алаптарға көбінесе шамалы өзгерген, көмірлену дәрежесі төмен, негізінен қоңырқай жер тәрізді және тығыз күңгірт, кейде тығыздалған және цементтелген көмір тән.

Геосинклиндік алаптар платформалықтардан қатпарлылық пен жарылымдық бұзылыстар сипаты бойынша күрт айрықшалаынады. Геосинклиндік алаптарда көмірлі түзілімдер әдетте қатпарларға мыжылады және әртүрлі жарылымдық бұзылыстармен қирайды. Қатпарлылықтың қарқындылығы мен жарылымдық тектоникалық білінімі жекелеген алаптар мен кенорындар ауқымында айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Көмірлі түзілімдер Қарағандыда (25.9, 25.10-суреттер) және басқа геосинклиндік типті алаптарда байқалады.



25.9-сурет. Қарағанды алабы Тентек бөлікшесінің батыс бөлігінің геологиялық қимасы (А.А. Костливецев, В.М. Бекман, И.В. Орлов бойынша): 1 – неоген сазы; 2 – карбон свиталары (C_3sh – шахан, C_2tn – тентек, C_2dl – долинка, $C_{1,2}ndk$ – қарағандыүсті); 3 – долинка (Д) және тентек (Т) свиталарының көмір қабаттары, олардың нөмірі мен қалыңдығы, м; 4 – свиталардың шекарасы



25.10-сурет. Қарағанды алабы Өнеркәсіптік бөлікшесінің солтүстік-шығыс бөлігінің геологиялық қимасы (А.А. Костливцев, В.М. Бекман, И.В. Орлов бойынша):
 1 – карбон свиталары (C_1v_3 -s krg – қарағанды, C_1v_{1-2} ash – ащылыайрық).
 Басқа шартты белгілер 25.9-суретте берілген

Платформалық алаптарға көмір қабаттарының көлбеу немесе өте жайпақ жатысы, сирек жарылымдар (негізінен қаусырмалар) тән.

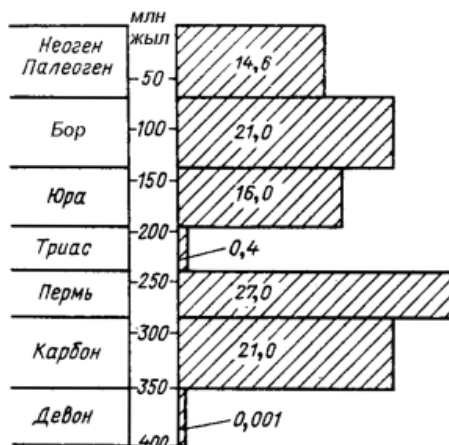
Аралық типті алаптарда геосинклиндік те, платформалық та типті алаптардың жекелеген белгілері бірігеді. Оларға көмірлі қатқабаттар қалыңдығының, таужыныстардың көмірлілігі мен фациялық құрамының әркелкілігі тән; көмірлі қатқабаттарда $У$, $Г$, ал кейде $М$ маркалы көмір болады.

25.9. Көмір ресурстарының стратиграфиялық және географиялық таралуы

П.И. Степанов 1937 жылы Жер шары бойынша көмірлі түзілімдер мен олардың құрамындағы көмір қорының стратиграфиялық және географиялық таралуын талдау нәтижесінде, Жер дамуының белгілі бір кезеңдерінде көміржиналудың максимумдары мен минимумдары болғаны туралы қорытынды жасаған. Оның қорытындысы бойынша, бірінші максимум соңғы таскөмір-пермь, екіншісі – соңғы юра-алғашқы бор, ал үшіншісі – соңғы бор-палеоген-неоген кезінде байқалған. Кейінгі зерттеулер барысында бұл деректер нақтыланған (25.11-сурет).

Алаптардың географиялық таралуын зерттеу Д.И. Степановқа көмір жиналу белдеулері мен түйіндері туралы гипотеза жасауға мүмкіндік берді. Ол жер бетінде көміржиналу басым болған мынадай алаңдарды бөледі: 1) карбон; 2) пермь мен юра; 3) жоғарғы бор мен палеоген-неоген.

Карбон дәуірінде басым көміржиналу жүрген аудандар ендік бағытта АҚШ-тың шығыс штаттарынан Ұлыбританияға, ал одан ары қарай Францияның солтүстігі арқылы Бельгия, Германия, Чехия, Польша мен ТМД-ға (Донбасс, Подмосковье, Кизеловск, Қарағанды, Солтүстік Қазақстан) созылады. Көмір жиналудың максимумы ортаңғы және жоғарғы карбонға сай келеді, ал оның түйіндері мынадай аймақтарда орналасқан: төменгі карбонда – Қарағандыда, ортаңғы карбонда – Жоғарғы Силезия (Польша) алаптарында; ортаңғы-жоғарғы карбонда екі түйін бар – солтүстікамерикалық және батысеуропалық.



25.11-сурет. Көмірдің әлемдік қорының (%) стратиграфиялық кимада таралуы
(А.К. Матвеев пен Н.Г. Железнова бойынша)

Пермь көміржиналуының басым белдеуі меридианға жақын бағытта – Печора алабынан Таймыр мен Тунгус алаптарына, содан кейін Кузнецк пен Минусин арқылы Моңғолияға (Тован-Толгой), ҚХР (Шанси және т.б.), Индия мен Шығыс Австралияға (Жаңа Оңтүстік Уэльс) созылады.

Юра көміржиналуы белдеулері ендік бағытқа жақындай бастайды.

Соңғы бор, палеоген мен неоген көміржиналуы максимал білінген аудандар Азия мен Австралияның шығыс жағалауын, Океания архипелагтарын, Солтүстік пен Оңтүстік Американың батыс жағалауын қамтиды.

ТМД аумағында карбонның көне көмір алаптары негізінен еуропалық бөлік аумағында (Донецк, Подмосковь, Кизеловск, Львов-Волыньск), сондай-ақ Орталық Қазақстанда (Қарағанды), пермь алаптары (Печорадан басқалары) – Батыс (Кузнецк, Минусин) және Шығыс Сібірде (Таймыр, Тунгус), юра мен бор алаптары – Шығыс Сібір, Забайкалье мен Қиыр Шығыста (Канск-Ачинск, Иркутск, Лена, Оңтүстік Саха-Якутия, Буря, Партизан және т.б.) орналасқан. Ең жас – бор, палеоген мен неоген алаптары Қазақстан, Қиыр Шығыс Сахалинде белгілі.

ТМД-да көмірлі алаптар мен кенорындар барланған көмір қорының масштабы бойынша былай бөлінеді (млрд т):

1000 – Тунгус, Лена;

200 – 700 – Кузнецк, Канск-Ачинск, Таймыр;

50 – 100 – Донецк, Зырян;

30 – 50 – Торғай, Печора, Қарағанды, Иркутск;

30 – 10 – Орта Азия кенорындары, Минусин, Оңтүстік Якутия (Саха), Буря,

Подмосковь;

10 – 5 – Екібастұз, Майкөбе;

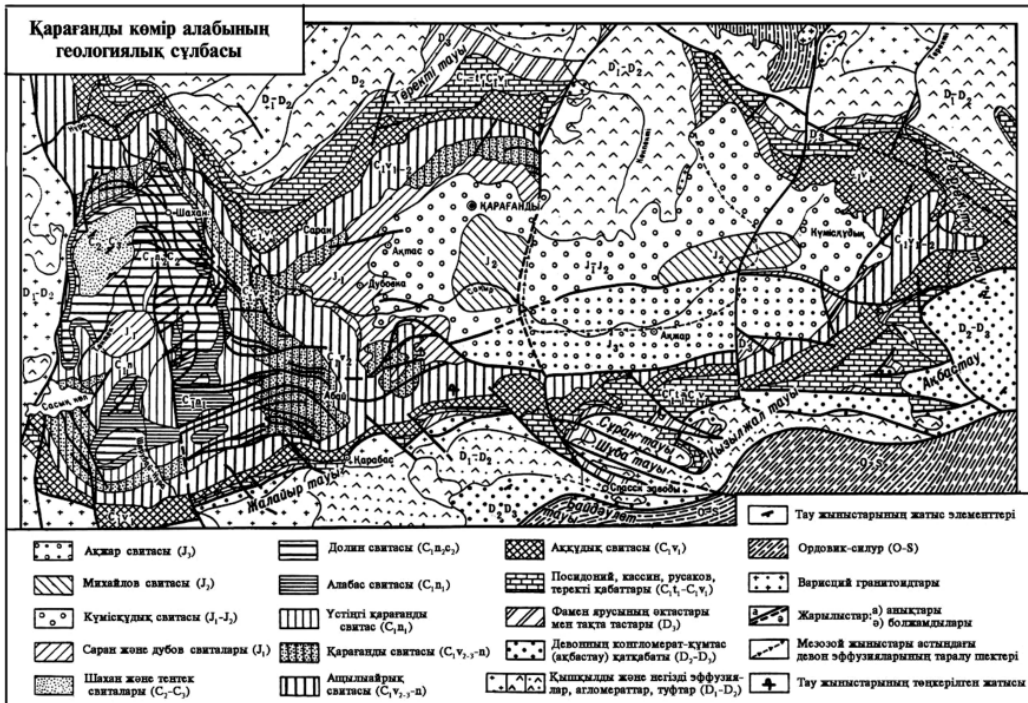
1 – 5 – Шұбаркөл, Днепровск, Оңтүстік Орал, Челябинск.

Сонымен қатар, 500 млрд тоннадан астам қор мөлшері шағын көмір кенорындарында орналасқан, олар ТМД елдері аумағының барлығында бар. А.В.Тыжнов

бойынша ТМД-да көмірдің жалпы қоры 6800 млрд т деп бағаланады. Бірақ олардың өндіріске жарамдысы, яғни өнеркәсіптік категорияларға дейін барланғаны әртүрлі алаптар бойынша бірдей емес.

Қарағанды көмір алабы – Қарағанды облысында орналасқан, Қарағанды қаласының төңірегіндегі 3600 км² аумақты қамтиды. Ұзындығы 120 км, ені 35 – 50 км. Абсолют биіктігі 540 – 650 м. Алап құрылымдық жағынан Қарағанды квазисинклинорының батыс бөлігінде орналасып, Алабас антиклині мен Майқұдық көтерілімі бойынша үш ірі (батыстан шығысқа қарай): Шерубайнұра, Қарағанды және Жоғарғы Соқыр синклиндеріне бөлінеді. Олар өз кезегінде ұсақтау мұльдалар мен антиклиндерден тұрады. Жоғарғы Соқыр синклині палеозой құрылымдары қалың юра тысымен жабылған. Қабылданған геологиялық-өндірістік аудандау бойынша алап төрт көмірлі ауданға бөлінеді: Тентек пен Шерубайнұра – алаптың батыс бөлігінде, Қарағанды – орталығында және Жоғарғы Соқыр – шығысында. Қарағанды алабының көмірін алғаш 1833 ж. жергілікті қойшы Аппақ Байжанов ашқан, ал оның өндірістік бағамын 1920 ж. проф. А.А. Гапеев бастап жүргізген зерттеулер анықтады. Содан бері Қарағанды алабы үздіксіз зерттеліп келеді (Г.Ц. Медоев, Г.Л. Кушев, М.В. Голицын, Л.Ф. Думлер, И.В. Орлов, М.Ә. Ермеков, т.б.).

Алаптың жекелеген аудандарының зерттелу дәрежесі әртүрлі. Ең толық зерттелгені Қарағанды ауданы, Шерубайнұра ауданының орталық бөлігі мен Тентек ауданының солтүстік бөлігі түбегейлі барланған, ал оңтүстік бөлігі мен Жоғарғы Соқыр ауданы әлі толық зерттелмеген (25.12-сурет).



25.12-сурет. Қарағанды көмір алабының геологиялық картасы

Қарағанды алабының геологиялық құрылысына жоғарғы девон, карбон, юра және кайнозой түзілімдері қатысады. Алаптың іргетасы негізінен девонның жанартаулық және жанартаулық-шөгінді таужыныстарынан құралған. Олардың ішінде өнімділіктері – карбон және юра түзілімдері. Жалпы қалыңдығы 4000 м шамасындағы тас көмірлі карбон түзілімдері көмірлігі, литологиялық құрамы, фаунасы, т.б. белгілері бойынша жеті свитаға бөлінеді (төменнен жоғары қарай): көмірсіз төменгі визенің аққұдық (қалыңдығы 500 – 700 м), көмірлі төменгі-ортаңғы визенің ащылайырық (585 – 600 м), жоғарғы визе-серпухов жікқабаттарындағы өнімді қарағанды (695 – 755 м), көмірсіз қарағандыүсті (450 – 550 м), ортаңғы карбонның өнімді долинка (450 – 550 м) мен көмірлі тентек (520 – 560 м), жоғарғы карбонның бөліміндей шахан (350 м).

Бұл свиталар негізінен сұр түсті аргиллит, алевролит, құмтас, тас көмір қабаттары мен қабатшаларынан, туфқұмтас, туффит және күлді туфтың сирек жұқа қабатшаларынан тұрады. Тентек свитасында конгломерат горизонттары кездеседі. Қарағанды үсті және шахан свиталарында түрлі-түсті таужыныс қабатшалары бар. Алаптың өнеркәсіптік көмірлілігі карбон және юра түзілімдерімен байланысты. Карбондағы жоғары өнімді қарағанды, долинка және көмірлі ащылайырық, тентек свиталарынан тұратын қатқабатта 80 көмір қабаты мен қабатшалары бар, олардың жиынтық қалыңдығы 87 м. Орташа алғанда, жиынтық қалыңдығы 40 м болатын 30 жұмыстық қабаттың баланстық көмір қоры есептелген. Көмір қабаттарының орташа есептік қалыңдығы ащылайырық және тентек свиталары үшін 1,0-1,2 м, ал қарағанды және долинка свиталарында 1,6-1,7 м. Көмір қабаттары 1200 м тереңдікке дейін барланған.

Қарағанды тас көмірінің петрографиялық құрамы күрделі. Өнімді қатқабат кимасында көмір қабаттарының сапасы төменнен жоғары қарай жақсарып, жылтыр және жартылай жылтыр көмір түрлерінің мөлшері артып, жартылай күңгірт және күңгірт түрлері азаяды. Алап ауқымында көмір аймақтық метаморфтануға шалдыққан. Көмір метаморфталуының дәрежесі алапта оңтүстік бағытқа қарай артады: солтүстік бөлігінде II – IV сатыдағы, ал оңтүстінде – IV – VI сатыдағы көмір таралған. Метаморфталу дәрежесі көмірдің элементтік құрамын да анықтайды. Қимада төмен қарай метаморфтанудың артуына байланысты заңдылық бойынша көмірдегі көміртекті мөлшері тентек свитасының қабаттарында 84-86%-ға, ащылайырық қабаттарында 87-90%-ға дейін артса, сутек мөлшері тиісінше 5,1-5,4%-дан 4,5-5,0%-ға дейін азаяды. Оттек пен азоттың мөлшері тентек көмір қабаттарында тиісінше 4-7 және 2-3%, ал ащылайырық қабаттарында 4-6 және 1-2%. Көмірдің күлділігі қима бойынша жоғары қарай ащылайырық және қарағанды свиталарының төменгі қабаттарында 29-44%, қарағанды свитасының негізгі бөлігінде 20-37%, долинка свитасында және тентек свитасының төменгі жағында 16-27%. Көмірдің жанғыш массаға шаққандағы орташа жылу бөлгіштігі 8100 – 8700 ккал/кг, төменгі көрсеткіші 4500 – 6700 ккал/кг. Күкірттің мөлшері бойынша көмір аз күкірттіге (1,5% дейін) және орташа күкірттіге (1,5 – 2,5%) жатады. Көмірдегі фосфордың мөлшері біршама көп 0,01 – 0,13%, байытылғаннан кейін ол 20 – 30%-ға азаяды. Ұшпа заттардың шығымы (8 – 32%). Көмірдің барлық маркалары кокстеуге жарам-

ды, бірақ күлділігінің төмендігіне байланысты қарағанды мен долина свиталарының қабаттарынан ғана кокстелетін көмір өндіріледі.

Алаптың шахталарында пайдаланудың кен-геологиялық жағдайлары біршама күрделі, ол көмір қабаттары мен жапсарлас таужыныстардың беріктігімен, жарықшақтылығымен, сулану дәрежесімен, орнықтылығымен және газдылығымен анықталады. Кен қазбаларына сужиналу мөлшері Қарағанды ауданында 3-12 м³/сағ, Шерубайнұра мен Тентек аудандарында 25-60 м³/сағ, ал тектоникалық жарылымдарда 150-250 м³/сағ-қа жетеді. Көмір қабаттарын тікелей жабатын таужыныстар көбінесе орнықсыз. Алаптың газсызданған тереңдігі Қарағанды мен Шерубайнұра аудандарында 60 – 170 м, Тентек ауданында 250 – 350 м. Газсызданған белдемнен төмен жатқан қабаттарда газдану дәрежесі күрт артып, 25 – 30 м³/т-ға жетеді, газ негізінен метаннан тұрады. Өндірілген көмір өз бетінше жануға қабілетті. Шахталардың барлығы шандылық пен силикоз бойынша (бос кремнийототық 10%-дан асады) қауіпті. Геотермикалық градиент 1,2-2,2°С/100 м. 1000 м тереңдікте температура әртүрлі бөлікшелерде 20-32°С аралығында.

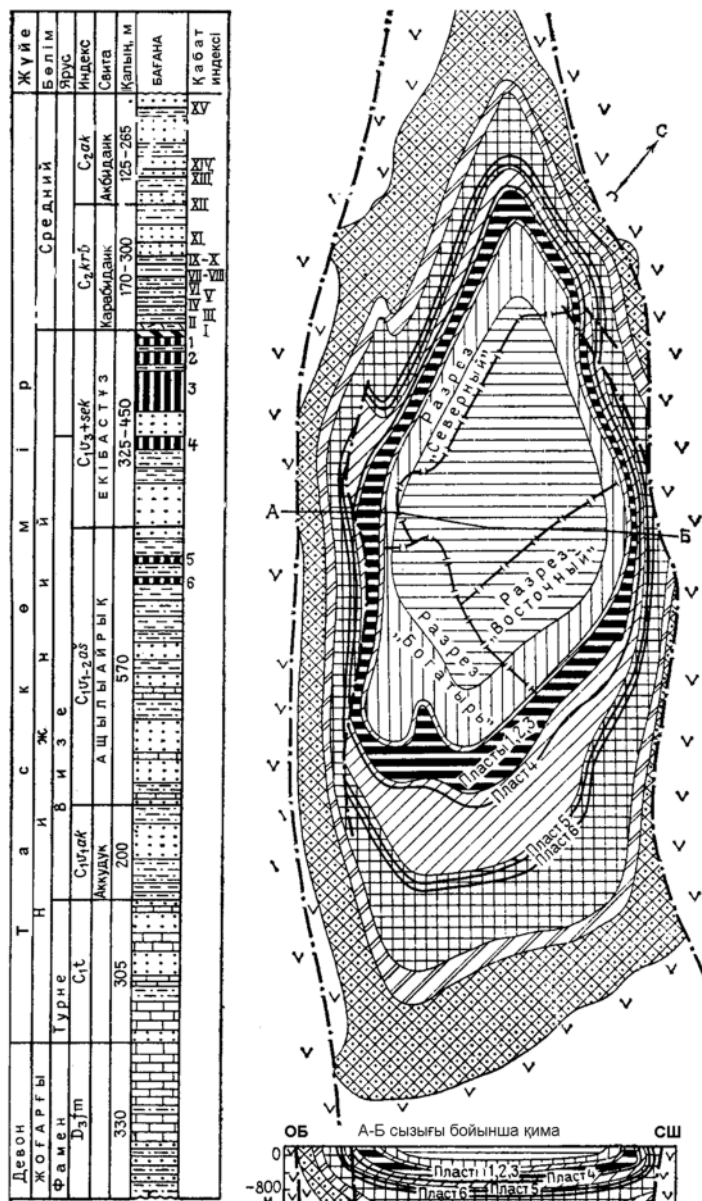
Қоңыр көмір Қарағанды ауданындағы Дубовка кенорнының Орталық бөлікшесі мен Жоғарғы Соқыр ауданындағы Күміскұдық бөлікшесінде барланған. Құрамында қоңыр көмір бар юра түзілімдері көмірлілігі мен литологиялық құрамының сипаттамасы бойынша төрт свитаға (төменнен жоғары қарай) жіктеледі: саран және дубовка (төменгі юра), күміскұдық (төменгі-ортаңғы юра), михайловка (ортаңғы юра). Свиталардың жалпы қалыңдығы 500 – 900 м. Өнеркәсіптік көмірлілік дубовка мен михайловка свиталарына тән. Михайловка кенішінен көмір ашық әдіспен өндірілген. Юра қоңыр көмірі негізінен жартылай жылтыр, ылғалдылығы 13-21%, күлділігі 16-32%, аз күкіртті (0,5-0,8%), орташа және көп фосфорлы (0,01-0,08%), көміртеқ мөлшері 73–78%, сутек – 4,8-5,8%, ұшпа заттардың шығымы 43–53%, жанғыш массасының жылу бөлгіштігі 6800 – 7600 ккал/кг, жұмыстық отынның ең төмен жылу бөлгіштігі 3800 – 4500 ккал/кг. Көмірі орташа және қиын байытылады. Қоңыр көмір өнеркәсіптік және тұрмыстық отынға жарамды.

Қарағанды көмір алабындағы жалпы көмір қоры 43,7 млрд т, оның ішінде кокстелетін тас көмір – 10,8 млрд т, ал баланстық көмір қоры 9,3 млрд т. Қоңыр көмірдің жалпы қоры 2,4 млрд т.

Екібастұз тас көмір алабы – Павлодар облысындағы Екібастұз қаласының маңында орналасқан. Тас көмір кесектерін алғаш жергілікті кен білгірі Қосым Пішенбаев 1876 ж. тапқан. Алаптың пішіні солтүстік-батыс бағытта созылған асимметриялы мұльда сияқты, оның ұзындығы 24 км, ені 8,5 км, ал жалпы ауданы 155 км² (25.13-сурет).

Жалпы қалыңдығы 1500 м тас көмірлі карбон түзілімдері төменнен жоғары қарай ащылыайрық, екібастұз, қарабидайық және ақбидайық свиталарына жіктеледі. Түзілімдердің литологиялық құрамы сұр түсті сазтас, құмайттас, құмтас және әктас пен туф қабаттарынан тұрады. Өнімді көмір қабаттары негізінен ең төменгі ащылыайрық (6-, 5-қабаттар) пен екібастұз (4 – 1 қабаттар) свиталарында орналасқан. 6-шы мен 5-қабаттардың орташа қалыңдығы 7,6 м, ал бір-біріне жақын орналасқан 4 – 1-қабаттардың жалпы қалыңдығы 130 – 230 м. Көмірдің петрографиялық құрамы күрделі, витриниттің мөлшері қима бойынша жоғары қарай 29%-дан (6-қабатта)

51-80%-ға дейін (1-қабатта) артады. Көмірдің күлділігі жоғары – 26-60%. Күл құрылыс материалдарын жасауға пайдаланылады және оның құрамынан Ti, Zn, Pb, Cu, Sn, Sc, Zr, Ag сияқты құнды элементтер айырып алуға болады.

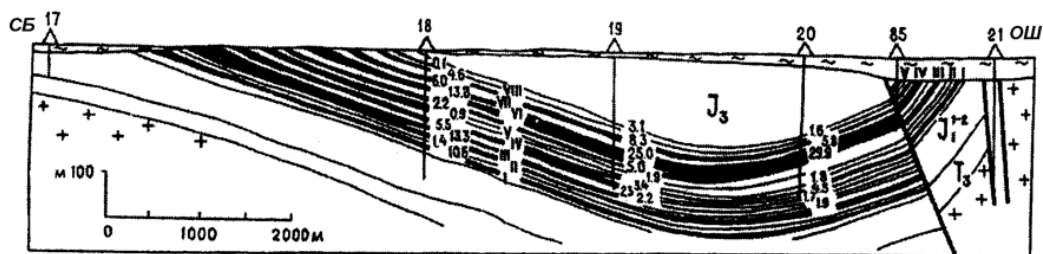


25.13-сурет. Екібастұз тас көмір алабының сұлба геологиялық картасы

Тауарлық көмірдің орташа жылу бөлгіштігі 4170 ккал/кг. Барлық қабаттардың көмірі метаморфизмнің ортаңғы стадиясында, негізгі жұмыстық 4 – 1 қабаттардың көмірі II – III және III сатыларға жатады (технологиялық маркалары К – кокстік және

НБ – нашар біріккіш). Екібастұздың тас көмірі күлділігінің жоғарылығына және байытылуының аса қиындығына байланысты кокстеуге жарамсыз болғандықтан, энергетикалық отын ретінде пайдаланылады. Көмір өндіруді қазір бірлескен Қазақстан-Россия кәсіпорны ашық тәсілмен жүргізеді. Алаптың жалпы көмір қоры 11,3 млрд т.

Қаражыра қоңыр көмір кенорны – Шығыс Қазақстан облысы Абай ауданында, Семей қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 110 км жерде орналасқан. Оның солтүстік жағынан 50 км жерде Семей – Конечное темір жолы мен кеме жүзетін Ертіс өзені өтеді. Алғаш құрамында қалың көмір қабаты бар юра көмірлі түзілімдері 1967 ж. анықталды. 1968-69 жж. жүргізілген карталау және бұрғылау жұмыстары көмірлі түзілімдерінің таралу шекаралары мен өнімділігін нақтылауға мүмкіндік берді. Мұнда қалыңдығы 300 м юра түзілімдері солтүстік-батысқа созылған жайпақ синклин (10x15 км) түзеді (25.14-сурет).

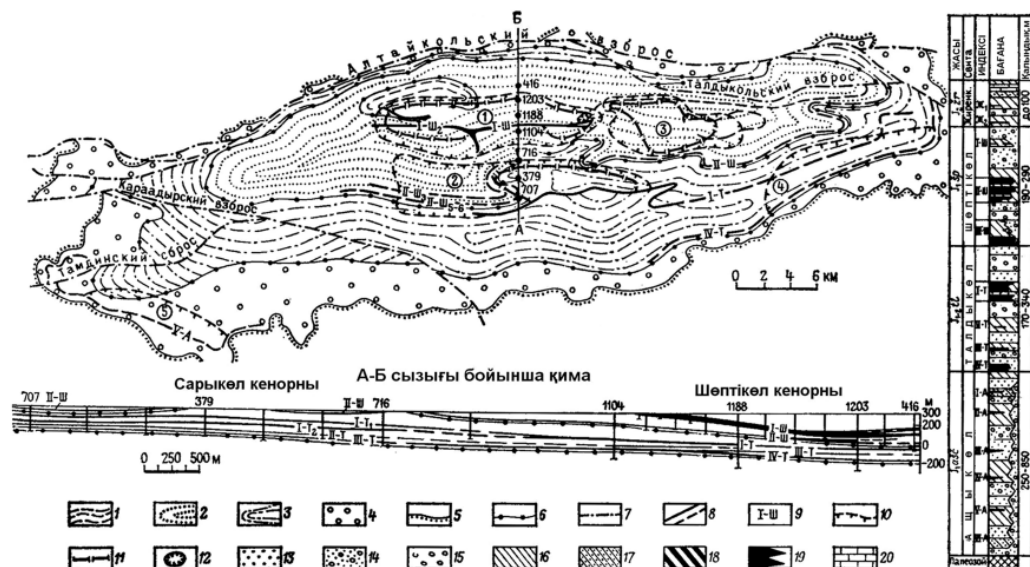


25.14-сурет. Қаражыра қоңыр көмір кенорнының геологиялық қимасы

Өнеркәсіптік көмірлілік екі горизонтқа шоғырланған. Төменгі горизонттың (төменгі юра) қалыңдығы 85 – 90 м, оның құрамында жұмыстық қалыңдықты 5 көмір қабаты бар, ал қалыңдығы 50 – 80 м жоғарғысында (ортаңғы юра) – 3 көмір қабаты бар. Бұл горизонттардың арақашықтығы 35 – 40 м. Көмір қабаттары кенорынның орталығында біршама қалың, ал шеткі жақтарында бөлшектенеді және жұқарады. Көмірлі қабаттардың қалыңдығы 1-3 пен 5-13 м, кейде 17-33 м. Көмірлі қабаттардың жатыс тереңдігі 3-тен 265 м-ге дейін, аршылымның орташа қалыңдығы 80 м. Метаморфталу дәрежесі бойынша қоңыр көмір тас көмір аралығында; күлділігі 14 – 19%, аз күкіртті (0,48%). Жанғыш массаның жылу бөлгіштігі 7,5 мың ккал/кг, гумин қышқылдарының шығымы 1 – 4,7%, шайырдың мөлшері 5,9 – 12,55%. Кенорын көмірінің күлділігі аз, қызуы жоғары энергетикалық және тұрмыстық отын болумен қатар, шайыр шығымының біршама жоғарылығына байланысты химиялық-технологиялық шикізат ретінде де пайдалануға болады. Көмірдің 600 м тереңдікке дейін бағаланған қоры 1,56 млрд т, оның басым бөлігі ашық тәсілмен өндіруге қолайлы. Көмірдің күлі титанға (TiO₂ 1,2%), скандийге (46 – 95 г/т), иттрийге (66 – 79 г/т), бериллийге (10 – 50 г/т), мысқа (100 – 300 г/т), т.б. қоспа-элементтерге бай.

Майкөбе қоңыр көмір алабы Павлодар облысында, Павлодардан оңтүстік-батысқа қарай 160 км, ал Екібастұздан оңтүстік-шығысқа қарай 65 км жерде орналасқан. Жалпы ауданы 1000 км²-дей, оның өндірістік көмірлісі 170 км². Алап аумағында

түбегейлі барланған Шөптікөл, Сарыкөл, Талдыкөл кенорындары мен іздеу стадиясында зерделенген Тасқұдық пен Тамды кенбілінімдері бар (25.15-сурет).



25.15-сурет. Майкөбе қоңыр көмір алабының сұлба геологиялық картасы.

- 1 – 4 көмірлі свиталар: 1 – жиренкөл (J_2r); 2 – шөптікөл (J_2p); 3 – талдыкөл ($J_{1-2}tl$); 4 – ащыкөл (J_1a); 5 – юра түзілімдерінің таралу шекарасы; 6 – көмірлі свиталардың шекарасы; 7 – анықталған (а) және жорамал (б) жарылымдар; 8 – көмір қабаттарының жер бетіндегі ашылымы анықталған (а) және жорамал (б); 9 – көмір қабаттарының индексі; 10 – кенорындардың қоры ашық тәсілмен өндіруге жарамды шекарасы; 11 – шектік аришу коэффициентінің изосызығы ($10 \text{ м}^2/\text{т}$); 12 – ашық кеніш (карьер); 13 – құмтас; 14 – гравелит; 15 – конгломерат; 16 – сазтас; 17 – құмайттас; 18 – көмірлі сазтас; 19 – көмір; 20 – әктас.
- Дөңгелекшедегі цифрлар – кенорындар: 1 – Шөптікөл; 2 – Сарыкөл; 3 – Талдыкөл; 4 – Тасқұдық; 5 – Тамды

Майкөбе алабы көмірлі юра түзілімдерінен тұратын ірі ойпаңда орналасқан. Көмірлі қатқабат төрт свитаға жіктеледі (жоғарыдан төмен қарай): ащыкөл (қалыңдығы 750 м-дей), талдыкөл (340 м-дей), шөптікөл (290 м-дей) және жиренкөл (100 м-дей). Оларды құмтас пен конгломерат (қатқабаттағы жалпы үлесі 52%), құмайттас (22%), сазтас (13%), көмірлі сазтас (4%) және сидерит (1%-дай) құрайды. Көмірлі түзілімдердің жалпы қалыңдығы оңтүстіктен солтүстікке қарай артады, максимал мәні (1800 м) алаптың орталық бөлігіндегі Шөптікөл кенорны аумағында.

Көмірлі түзілімдер ендік бағытта 70 км-ге созылып, ені 20 км-ге жететін (орташа мәні 16 км) ірі ойпаң жасайды. Ойпаңның көлденең қимасы күрт асимметриялы – солтүстік қанаты күрт, кейде тік және аударылып жатса, ал оңтүстік қанаты жайпақ, еңістік бұрышы 3-10°. Алаптың құрылымын қатпарлар мен бойлық жа-

рылымдар күрделендіреді. Жарылымдар алаптың солтүстігін шектейтін Алтайкөл қаусырмасы маңында шоғырланады. Ең ірі қатпарлар – Шөптікөл мен Сарыкөл синклиндері және оларды бөліп жатқан Талдыкөл антиклині. Жарылымдар палеозой іргетасындағылардан басталып, көмірлі қатқабатта амплитудасы қима бойынша жоғары қарай біртіндеп азайып барып флексура тәрізді қатпарларға ауысады. Жарылымдардың амплитудасы әдетте 35-75 м шамасында.

Өнімді түзілімдердің көмірлілігі қима бойынша жоғары және алаптың орталық бөлігіне қарай артады. Оның максимал мәні шөптікөл мен талдыкөл свиталарына сай келеді, ал жиренкөл мен ащыкөл свиталарының көмірлілігі шамалы. Көмір қабаттарының көпшілігі күрделі әрі құбылмалы құрылымға ие, олар жекелеген алаңдарда бірегей қалың көмір горизонттарына бірігіп кетеді. Талдыкөл свитасында төрт көмір горизонты (1Т-4Т) бар. Олардың ең қалыңы әрі ұстамдысы 1Т мен 4Т көмір горизонттары – Шөптікөл, Сарыкөл (1Т) мен Тасқұдық (4Т) кенорындарында ашық тәсілмен өндіруге жарамды. Бұл горизонттардың қалыңдығы Шөптікөл кенорында 9,8 және 17,7 м (көмір 7,4 және 10,2 м), Сарыкөл кенорында 1Т көмір горизонты әрқайсысының қалыңдығы 3,0-5,0 м (көмір 2,0-4,1 м) болатын жақындасқан төрт қабаттан тұрса, Тасқұдық кенорында 4Т көмір қабатының құрылымы қарапайым, ал қалыңдығы 5,6 м (көмір 5,1 м) бір қабат жасайды. Шөптікөл свитасында екі көмір горизонты (1Ш мен 2Ш) бар. Шөптікөл кенорының оңтүстік пен орталық бөліктерінде бұл көмір горизонттарының орташа қалыңдығы тиісінше 20-25 м және 15-20 м болады. Сарыкөл мен Талдыкөл кенорындарында жалғыз 2Ш көмір горизонты ғана анықталған. Оның қалыңдығы орташа алғанда тиісінше 14,5 және 7,5 м.

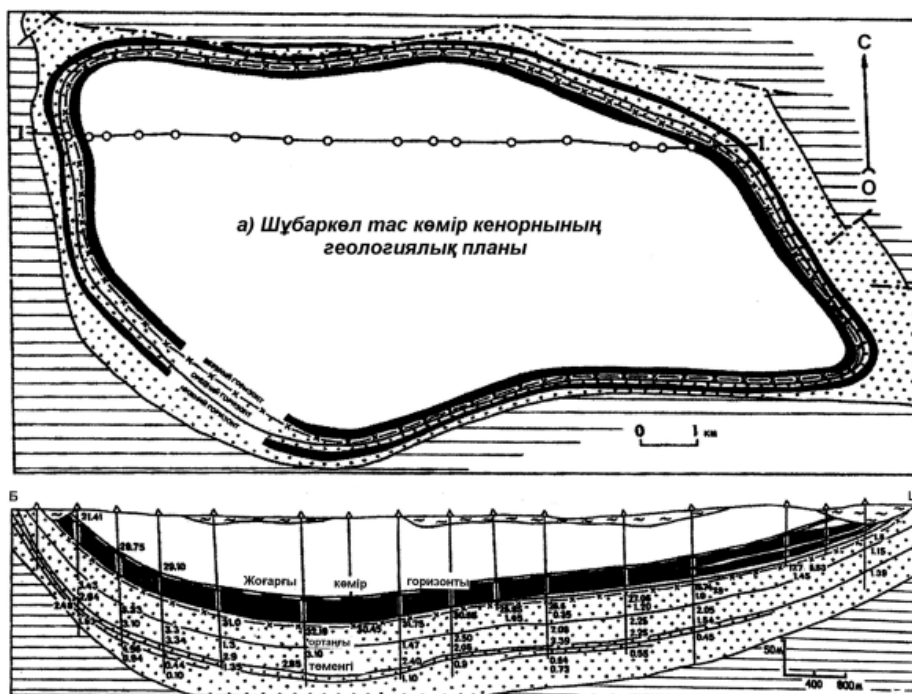
Алап көмірі қоңыр, маркасы 3К, негізінен гумустық. Жұмыстық отын көмірдің орташа ылғалдығы 18,5%, күкірттің мөлшері 0,5-0,77%, фосфор – 0,07%. Ұшпа заттардың жанғыш массаға шығымы 37-45% шамасында, көміртек мөлшері 75-77%, сутек – 3,5-6%. Көмір массасының күлділігі 16-18%, ал қатардағы көмірдің күлділігі орташа алғанда 26-35% болады. Көмірдің күлі қиын балқиды, балку температурасы 1250°C. Органикалық массаның жану жылуы орташа алғанда 29,7 МДж/кг, ең төменгі жұмыстық жылуы 18,4 МДж/кг. Көмірдің байытылғыштығы орташадан өте қиынға дейін. Тығыздығы 1,4 г/см³-ге және күлділігі 6-10%-ға дейінгі концентрат шығымы 65-75%, ал тығыздығы 1,8 г/см³-ке және күлділігі 10-12%-ға дейінгінің шығымы – 80-90%. Барлық қабаттардың көмірі тұрмыстық отын ретінде қолдануға, сондай-ақ газгенераторларда газға айналдыру үшін де жарамды. Көмірді тақталаған кезде сутөзімді тақтаны 7-8% мұнай битумын қосу арқылы ғана алуға болады.

Өндірудің кен-геологиялық жағдайларының қолайлылығын анықтайтын факторлар – көмір қабаттарының жайпақ жатысы мен біршама қалыңдығы, тереңдігінің шамалылығы мен жамылғы таужыныстардың болмауы, сондай-ақ аршу коэффициентінің аздығы, өнімді қатқабат беріктігінің шамалылығы мен біршама төмен сулылығы. Алаптың негізгі кенорындарындағы көмір қабаттары 5-10°-тан аспайтын жайпақ жатады. Баланстық қордың 90%-ға жуығы қалың (3,5-10 м) және өте қалың (10 м-ден асады) қабаттарда шоғырланған, тек 10% шамасында ғана қалыңдығы орташа (2,0-3,5 м) қабаттарда. Іс жүзінде барланған қордың барлығы

ашық тәсілмен өндіріле алады, мұндай қабаттардың максимал тереңдігі 250 м-ден аспайды. Шөптікөл мен Сарыкөл кенорындарында аршу коэффициенті $5 \text{ м}^3/\text{т}$, Талдыкөл кенорнында – $6,5 \text{ м}^3/\text{т}$, ал оның алап бойынша орташа мәні – $8,5 \text{ м}^3/\text{т}$. Өнімді қатқабат қимасында беріктігі 10-20 МПа болбырлау таужыныстар басым. Көмір мен сыйыстырушы таужыныстардың газдылығы шамалы.

Алап көмірінің 600 м тереңдікке дейінгі жалпы қоры 5305 млн т, оның барланғаны – 3647 млн т, оның ішінде балансқа алынғаны – 1821 млн т, ал болжамдық ресурсы 1658 млн т. Баланстық топқа ашық тәсілмен өндіруге жарамды, аршу коэффициенті $10 \text{ м}^3/\text{т}$ -дан аспайтын, қабаттың минимал қалыңдығы 2 м, максимал қабаттық күлділігі 40% көмір қоры жатады. Шөптікөл, Сарыкөл мен Талдыкөл кенорындарының баланстық қорын игеру алапта ашық тәсілмен жылына 30 млн т көмір өндірісін дамытуға мүмкіндік береді.

Шұбаркөл тас көмір кенорны Қарағанды облысы Нұра ауданында, Жезқазғаннан солтүстік-шығысқа қарай 250 км жерде орналасқан. Ауданы 70 км^2 кенорын 1983 жылы ашылып, 1985-86 жылдары түбегейлі барланған. Ал 1985 жылы барлау-өндіру ашық кенішінің салынуы басталған (25.16-сурет).



25.16-сурет. Шұбаркөл тас көмір кенорнының геологиялық планы мен қимасы

Кенорынның геологиялық құрылысына төменгі юраның қалыңдығы 290 м-дей континенттік түзілімдері қатысады. Олар ортаңғы-жоғарғы карбонның жезқазған свитасы таужыныстарына үйлесімсіз жатады. Көмірлі түзілімдердің құрамы құмтас,

құмайттас, сазтас, көмір қабаттары мен конгломерат қабатшаларынан тұрады. Бұл түзілімдер литологиялық ерекшеліктері мен көмірлілік сипаты бойынша саран (қалыңдығы 55 м) мен дубовка (235 м) свиталарына бөлінеді. Көмірлі юра түзілімдері кей жерлерде қалыңдығы 30 м-дей неоген сазымен көмкеріледі. Қалыңдығы 3–4 м болатын төрттік саздағы мен құмы барлық жерде таралған. Құрылымдық жағынан кенорын Сарысу-Теңіз құжбан-қатпарлар белдемінің орталық бөлігінде орналасып, жоғарғы палеозой грабен-синклинін мұралаған мұльдаға сай келеді. Мұльданың ұзын осі ендікке жуық бағытта 16 км-ге созылады, максимал ені 7 км. Оның көлденең кимадағы профилі бейсимметриялы. Қатқабаттың көмір горизонттары жер бетіне шыққан солтүстігі мен оңтүстігіндегі еңістік бұрышы 10-25°-тан 35-59°-қа дейін өзгеріп, Жоғарғы көмір горизонтынан Төменгіге қарай артады. Ең күрт еңісі солтүстік-батыс пен оңтүстік-шығыс қанаттары. Оңтүстік-батыс пен солтүстік-шығыс қанаттары жайпақ (10-20°). Таужыныстар жатысы шағын амплитудалы айырылымды бұзылыстармен күрделенеді.

Өнімді қатқабатта қалыңдығы мен көмірқанықтылығы әртүрлі үш көмір горизонты бөлінеді. Олардың ең қалыңы әрі ұстамдысы Жоғарғы көмір горизонты, яғни 30–50 м-лік жатын құрылымы тарамдалу заңдылығына байланысты өзгереді. Бұл горизонт қарапайым құрылыс пен максимал пайдалы қалыңдыққа (32 м-ге дейін) кенорынның солтүстік-батыс бөлігінде ие. Мұнда көміртығыздық 35 млн т/км²-ден асады. Оңтүстік-шығыс бағытта Жоғарғы көмір горизонтының жалпы қалыңдығы артып, пайдалы қалыңдығы көмір қабаттарының қарқынды тарамдалуы мен жұқаруына байланысты біртіндеп 6-10 м-ге дейін, ал жекелеген қималарда 3,2 м-ге дейін азаяды (горизонт 10 көмір қабатына тарамдалады). Ауданның 60% бөлікшесінде Жоғарғы көмір горизонты біршама тұтас құрылымды әрі ұстамды жатады.

Ортаңғы көмір горизонты Жоғарғы горизонттан 40 м төмен орналасқан. Кенорынның солтүстік жартысында горизонттың жоғарғы бөлігі O_1 қабатына бөлініп, жұмыстық қалыңдыққа жетеді. O_1 қабатының пайдалы қалыңдығы 1,0–4,1 м, орташа мәні 2,8 м болады. Қабат бейұстамды, күрделі құрылымды.

Төменгі көмір горизонты құрылымы мен қалыңдығы бойынша өте күрделі, Ортаңғыдан 40 м төмен жатады. Ол қалыңдығы шамалы және құрылысы өзгермелі 7 көмір қабатынан тұрады. Олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге горизонттың жоғарғы бөлігіндегі жалғыз T_1 қабаты ғана ие. Оның қалыңдығы барлық жерде 1 м-ден асып, шығысында 7,9 м-ге жетеді.

Кенорынның көмірі гумустық, шала жылтыр, аз күлді (5,7–12,5 %), аз күкіртті әрі аз фосфорлы, өзінше тұтануға бейім, ГОСТ 25543 – 88 бойынша $У$ маркасына жатады. Көмірдің петрографиялық құрамы: витринит тобы компоненттері 87 – 89%, липтинит – 2 – 3%, семивитринит – 1 – 3%, инертинит – 5 – 7%, микстинит – 1 – 2%, жұтаңдатушы компоненттердің жиынтығы 7 – 10%. Дегенмен бірқатар белгілері көмірленудің қоңыр көмір сатысына тән. Мәселен, көміртек пен гумин қышқылдарының мөлшері және витриниттің шағылыстыру көрсеткіші $R_o = 0,54 - 0,55\%$ (қоңыр көмір мен тас көмірдің шекарасы $R_o = 0,60$, ал жану жылуы $Q_s^{af} = 24$ МДж/кг мөлшері бойынша өтеді).

Шұбаркөл көмірінің орташа жану жылу бөлгіштігі $Q_s^{af} = 26,26$ МДж/кг, осыған байланысты ол Ұ маркалы тас көмір деп қабылданады. Көмір бірікпейтін жоғары сапалы энергетикалық отын болып табылады. Сондай-ақ, шайыр шығымының жоғарылығына байланысты гидрогенизация процесінде сұйық өнімдер алуға және кокстеу үшін бірікпейтін көмір шихтасына жұтандатушы қоспа ретінде пайдалануға болады.

Кенорынның кен-геологиялық жағдайлары Жоғарғы көмір горизонттын ашық тәсілмен өндіруге қолайлы. Оның аршу коэффициенті $2,03 - 3,43$ м³/т (орташа мәні $3,0$ м³/т). Ортаңғы мен Төменгі көмір горизонттын аршу коэффициентінің жоғарылығы (22 м³/т-дан асады) мен қорының шамалылығына байланысты ашық тәсілмен өндіру тиімсіз.

Өнімді қатқабат сазтас (жалпы мөлшері 35%), құмайтас (21%), көмір (20%), құмтас (13%) пен қатты кірінділерден (8%) тұрады. Таужыныстардың 40 м тереңдікке дейінгі беріктігі: сазтас – $\sigma_c = 8,1 - 13,2$ МПа; құмайтас – $\sigma_c = 10,2 - 20,4$ МПа; құмтас – $\sigma_c = 15,3 - 30,6$ МПа; қатты кірінділер (сидерит тасшемендері) – $\sigma_c = 35,6 - 147,7$ МПа. Олардың беріктігі тереңдеген сайын артады. Көмір мен сыйыстырушы таужыныстар негізінен метансыздануға ұшырауына байланысты қопарылысқа қауіпсіз. Таужыныстағы кремнийоттық мөлшері $12,45 - 48,70\%$, сондықтан силикозқауіпті.

Шұбаркөл кенорнындағы барланған көмір қоры 2147 млн т, оның ішінде баланстық категориялар (A+B+C₁) бойынша – 1644 млн т, C₂ категориясы бойынша – 477 млн т, тысбаланстық қоры 26 млн т. Жоғарғы көмір горизонтының ашық тәсілмен өндірілетін A+B+C₁ категориялы баланстық қоры 1496 млн т, C₂ – 192 млн т. Көмір өндіру үш ашық кеніште жылына 25 млн т көлемінде 70 жылға жетеді деп белгіленген.

Қазақстанда тас және қоңыр көмірдің көп қоры бар. Республика аумағында 200-ге жуық көмір кенорындары мен 200-ден аса көмірбілінімдері белгілі. Қазақстан көмірінің жалпы геологиялық ресурстары 164,4 млрд т шамасында деп бағаланады, оның ішінде: тас көмір – 71,6 млрд т, қоңыр көмір – 92,8 млрд т. Барланған қор – 60 млрд т шамасында, тысбаланстық қор – 19,3 млрд т. Олардың 63%-ы тас көмір (оның кокстелетіні – 17%), 37% – қоңыр көмір (Думлер және т.б., 1966).

Ең ірі көмірлі алаптар Орталық Қазақстанда орналасқан (Қарағанды, Екібастұз, Майкөбе). Ірі кенорындар – Шұбаркөл (қоры 2,2 млрд т), Борлы (0,5 млрд т), Самара (1,3 млрд т), сондай-ақ Теңіз-Қоржынкөл алабының барланбаған бірқатар кенорындары да осында. Соңғысында Сарыадыр кенорнында ғана көмір қоры барланған (179 млн т). Алаптың көмір ресурстары, жалпы алғанда 2,7 млрд т болып бағаланады. Солтүстік Қазақстандағы ең ірісі – Торғай энергетикалық қоңыр көмір алабы, оның қор ресурстары – 52 млрд т, ал барланғаны – 7 млрд т ғана. Мұнда көмірдің негізгі бөлігі Құсмұрын (қоры 2,6 млрд т), Святогорск (алдын ала бағалау бойынша 1,4 млрд т.) Орлов (1,1 млрд т), Егінсай (1,1 млрд т), Приозер (0,4 млрд т), Қызылтал (0,4 млрд т) кенорындарында шоғырланған. Торғай аймағында, сонымен қатар Жыланшық қоңыр көмір алабы орналасқан (7 кенорын), оның жалпы ресурсы 22,8 млрд т, барланған қоры жоқ. Ең жақсы зерттелгені Жаркүйе кенорны (38 млн т). Оңтүстік Қазақстанда Іле және Төменгі Іле қоңыр көмір алаптары орналасқан. Біріншісінің

геологиялық ресурстары 14,8 млрд т-ға бағаланады, барланған қоры 0,9 млрд т (Іле кенорны), көмірі – қоңыр, маркасы – 3Қ. Төменгі Іле алабының геологиялық қоры 9,9 млрд т, оның ішінде барланғаны – 3 млрд т, көмірі – қоңыр, маркасы – 2Қ. Шығыс Қазақстанда Қаражыра (Юбилейное) – қоры 1,5 млрд т, көмірінің маркасы Ұ, Кендірлік (1,6 млрд т, барланғаны 250 млн т, көмірдің маркасы Ұ, 1Қ) кенорындары белгілі. Кендірлікте көмірден басқа жанғыш тақтатастар барланған, олардың жалпы қоры 4 млрд т, барланғаны – 20,3 млн т. Қазақстанның батысындағы ең ірісі – Мамыт қоңыр көмір кенорны. Оның жалпы геологиялық қоры 1,5 млрд т, оның ішінде барланғаны – 0,6 млрд т.

Сонымен, республикадағы ең үлкен көмір ресурстары Орталық Қазақстанда (жалпы республикалық ресурстардың 50% шамасы), екінші және үшінші орындарда – тиісінше Солтүстік және Оңтүстік Қазақстан. Негізгі көмір өндірістері Орталық Қазақстанда орналасқан.

Жалпы алғанда, Қазақстан шикізат базасы көмірге деген ішкі қажеттілікті және экспортқа шығаруды толық өтейді, көмір өндірудің әлеуеттік мүмкіндігі өте үлкен.

Жанғыш тақтатастар. Ең жақсы зерттелгені – Зайсан ойпаңындағы Кендірлік кенорны. Бұл кенорынның жалпы геологиялық қоры 4,1 млрд т, оның ішінде өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны – 20,3 млн т, C_2 – 155 млн т. Кенорын ашық және штольня тәсілдерімен игерілуі мүмкін. Сонымен қатар, жанғыш тақтатастардың ұсақ кенорындары (қоры бірнеше млн т) Арал маңында (Байқожа және т.б.), Торғайда және Алакөл ойпаңында (қоңыр көмірмен бірге) белгілі. Бірақ олардың қазіргі кезде жанғыш тақтатастар сапасының төмен болуына байланысты практикалық мәні жоқ.

Бақылау сұрақтары:

1. Каустобиолит деген не, оның экономикалық мәні қандай?
2. Жанғыш қатты қазбалардың пайдалану бағыттарын қандай геологиялық факторлар анықтайды?
3. Қазба көмір сапасының көрсеткіштері қандай?
4. Шымтезек деген не? Оның негізгі қасиеттері мен сапалық сипаттамасы қандай?
5. Қазба көмір бастапқы затының құрамы бойынша қандай типтерге бөлінеді?
6. Көмірдің жаралу жағдайларын қандай геологиялық факторлар анықтайды?
7. Қазба көмір қандай литотиптерден тұрады?
8. Жасы бойынша әртүрлі көмірдің петрографиялық құрамының сипаттамасы қандай?
9. Көмірдің элементтік және топтық құрамын қандай компоненттер анықтайды?
10. Көмірді техникалық талдау арқылы оның қандай сипаттамалары анықталады? Техникалық талдау нәтижелері қандай мақсатта пайдаланылады?
11. Әртүрлі маркалы көмірдің ылғалдығы, күлділігі, ұшпа заттардың шығымы, қызу бөлгіштігі, біріккіштігі, кокстелгіштігі қалай өзгереді?

12. Көмір өнеркәсіптің қандай салаларында пайдаланылады?
13. Кокстеуге қандай көмір жатады, оның категориялары?
14. Көмір қабаты, қабатшасы, будасы деген не? Көмір қабатының табаны мен жабыны деген не?
15. Көмірлі қатқабат деген не?
16. Көмірлі түзілімдердің стратиграфиялық және географиялық таралуы қандай?
17. ТМД және Қазақстан алаптарында көмірдің қоры қалай бөлінеді?
18. Қарағанды, Екібастұз, Майкөбе алаптары мен Қаражыра, Шұбаркөл кен-орындарының геологиялық және өнеркәсіптік сипаттамасы қандай?

II.4-тарау. ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫН БАРЛАУ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ӨНЕРКӘСІПТІК БАҒАЛАУ

26. ЖЕР ҚОЙНАУЫН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ ЖҮЙЕСІ

26.1. Жалпы мағлұмат

Жер қойнауын геологиялық зерттеу рет-ретімен және жоспарлы түрде жүргізіліп, қойнау туралы қажет геологиялық ақпарат алуды ғана емес, сондай-ақ пайдалы қазбаның өнеркәсіптік шоғырларын дер кезінде анықтап, бейөнеркәсіптік шоғырларды сұрыптауды қамтамасыз да ету керек. Жер қойнауын геологиялық зерттеудің жалпы жүйесінде мынадай негізгі төрт кезеңді бөлуге болады: аумақты геологиялық картаға түсіру; пайдалы қазбаларды іздеу; кенорындарды барлау және пайдалану (өндіру).

Қазақстанда геологиялық зерттеу кезеңдері бірнеше сатыдан тұрады:

1) масштабы 1:200 000 аймақтық геофизикалық, геологиялық-түсіру, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жұмыстар;

2) масштабы 1:50 000 түбегейлі геологиялық-түсіру жұмыстары мен жалпы іздеу;

3) іздеу-бағалау жұмыстары;

4) барлау.

Жер қойнауын геологиялық зерттеудің әр сатысында оны геологиялық-өнеркәсіптік бағалау да қоса жүргізіледі. Оның мақсаты – жер қыртысының пайдалы минералдану шоғырлары болуы мүмкін немесе кеніш құрылысын жүргізуге болатын бөлікшесінің нақты немесе ықтимал мәнділігін анықтау. Осы мақсатта таужыныстар мен пайдалы қазбалардың құрамы мен құрылысы, жатыс жағдайлары, тектоникалық бұзылғандығының дәрежесі мен сипаты, кенорынның гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық сипаттамасы, ауданның географиялық-экономикалық жағдайлары және т.б.

Геологиялық-өнеркәсіптік бағалау геологиялық зерттеу сияқты ұдайы процесс. Оның мәнісі әрбір жаңа ашылымның, ұңғыманың сипаттамасы, сынаманы зерттеу нәтижесі ары қарай да ескеріле отырып, осы деректер бойынша қажетіне қарай өнеркәсіптік игерудің барлық сатыларында тиісінше түзету енгізіліп отырылуында.

Жер қойнауын геологиялық-өнеркәсіптік бағалау үшін қажет геологиялық ақпаратты оны игерудің кеніш жобалауға дейінгі кезеңдерінде, яғни комплексті геологиялық түсіру, дәлдік дәрежесі әртүрлі іздеу мен барлау нәтижесінде, ал кейінгі кезеңдерінде – өндірістік барлау және кен-өндіріс жұмыстарын геологиялық қамсыздандыру деректері бойынша алады.

26.2. Қатты пайдалы қазба кенорындары қорының және болжамдық ресурстарының жіктелімі

Кенорындар пайдалы қазбаларының зерттелгендік дәрежесі бойынша екіге бөлінеді: 1) барланған; 2) бағаланған.

Барланған кенорындарға кеннің қоры, сапасы, технологиялық қасиеттері, өндірудің инженерлік-геологиялық пен гидрогеологиялық және кен-техникалық жағдайлары ұңғымалар және кен үңгімелері бойынша анықталып, оларды өндірістік игеру мен өндіру ретінің мәселелерін техникалық-экономикалық негіздеу және де кен өндіретін мекемені салуды немесе реконструкциялауды жобалау үшін толық әрі жеткілікті зерделенгендер жатады.

Бағаланған кенорындарға кеннің қоры, сапасы, технологиялық қасиеттері, өндірудің технологиялық, инженерлік-геологиялық пен гидрогеологиялық жағдайлары оларды ары қарай барлауға және өндіруге тиімділігін негіздеуге мүмкіндік беретін дәрежеде зерделенгендер жатады.

Барланған және бағаланған кенорындарда олардың қорының әртүрлі категорияларының ұтымды арақатынасы кенорынның нақты геологиялық ерекшеліктері, кен өндіретін кәсіпорынды салуды қаржыландыру жағдайлары бойынша анықталады.

Кенорындар қорының және қатты пайдалы қазбалар ресурстарының бекітілген жіктелімі олардың болжамдық ресурстарын бағалаудың және қорын зерделенгендігі әрі экономикалық мәні бойынша есептеу мен есепке алудың, сондай-ақ кенорынды өнеркәсіптік игеруге даярланғандығын анықтау жағдайларының бірегей принциптерін анықтайды.

Қор мен болжамдық ресурс деп кенорын (кенбілінім) немесе оның бөлікшесі ауқымындағы пайдалы қазбалар мен пайдалы компоненттер мөлшерін айтады. Олар жер қойнауында анықталады да, пайдалы қазбаны өндіру, тасымалдау, байыту мен өңдеу кезіндегі ысырабының мөлшерін ескермейді. Құрылыс материалдарының қорын есептеу (болжамдық ресурстарды бағалау) көлем бірлігінде, басқа пайдалы қазбалар – массасы бойынша жүргізіледі.

Экономикалық мәні бойынша қордың екі тобы бөлінеді: баланстық және баланстан тыс.

Баланстыққа қабылданған (бекітілген) кондицияларға сай қазіргі немесе игеріле бастаған техника мен технология бойынша жер қойнауын тиімді пайдалану мен қорғау талаптарын сақтай отырып пайдаланылуы экономикалық тұрғыдан ұтымды қор жатады.

Баланстан тыс деп саналатындарға қазіргі кезде пайдаланылуы экономикалық тұрғыдан тиімсіз немесе қазіргі техника мен технология бойынша мүмкін емес, бірақ алдағы уақытта баланыстыққа өтуі ықтимал қор саналады. Қордың бұл тобы оны жер қойнауында сақтаудың мүмкіндігі дәлелденгенде немесе жер қойнауынан баланстық қорға ілеспе түрінде айырып алу тиімді және қоймаларда (үйінділерге) сақтауға болатын жағдайларда ғана есептеліп, ескеріледі.

Баланстан тыс топқа әртүрлі себептер бойынша мынадай қор жатқызылуы мүмкін: пайдалы қазба немесе пайдалы компонент мөлшерінің саны аз; оның құрамындағы пайдалы компоненттің мөлшері аз, ал зиянды қоспалардың мөлшері жоғары; пайдалы қазбаның қалыңдығы аз; өндіру жағдайлары өте күрделі (мысалы, сулылық аномал жоғары, тектоникалық бұзылғандығы өте күрделі және т.б.) болуына байланысты. Осыған байланысты өндірілетін кеннің құнын арттыруға әкелетін байытудың немесе өңдеудің қымбат та күрделі сұлбасын қолдану қажеттігі туындайды.

Зерттелгендік дәрежесіне байланысты кенорындардың тиісті бөлікшелерінде пайдалы қазба қорының *төрт категориясы* бөлінеді: *A, B, C₁* және *C₂*. Олардың ішінде *A, B* және *C₁* категориялы қор барланған, ал *C₂* категориялы – алдын ала бағаланған деп аталады. Қорды тиісті бір категорияға жатқызу үшін пайдалы қазбаның әртүрлі дәлдік дәрежесіндегі кеңістік-морфологиялық ерекшеліктері (26.1-кесте, 1 – 6-көрсеткіштер), сапалық сипаттамалары (7 – 10-көрсеткіштер), кен-техникалық жағдайлар (11-көрсеткіш) зерттеледі. Осы 26.1-кестедегі көрсеткіштермен қатар, қордың белгілі бір категорияға жататындығын анықтау үшін пайдалы қазбаның технологиялық қасиеттерін мынадай дәрежеде зерттеу қажет: *A категориясы* үшін – технологиялық сұлба жобасын жасауға; *B категориясы* үшін – принциптік технологиялық сұлбаны таңдауға; *C₁* мен *C₂* категориялары үшін – пайдалы қазбаның өнеркәсіптік құндылығын негіздеуге жеткілікті.

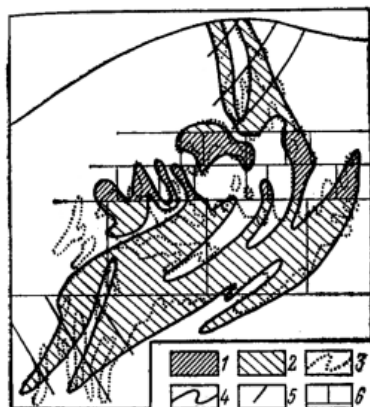
26.1-кесте

Әртүрлі категориялы қордың қажет дәрежеде зерттелгендігінің сипаттамасы

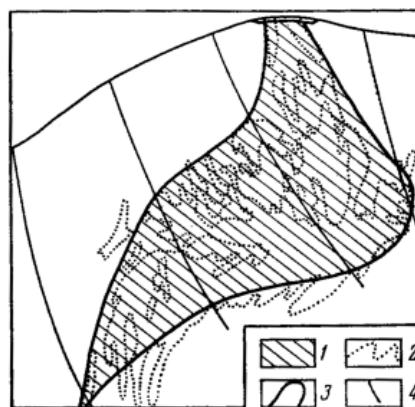
Зерттелетін факторлар мен көрсеткіштер	Қордың категориясы			
	A	B	C ₁	C ₂
1. Кен денелерінің көрсеткіштері	Толық нақтыланған	Толық нақтыланған	Айқындалған	Геологиялық және геофизикалық деректер бойынша бағаланған және жекелеген кен үңгімелерімен айғақталған
2. Кен денелерінің пішіні	Толық нақтыланған	Негізгі ерекшеліктері нақтыланған	Айқындалған	
3. Жатыс элементтері	Толық нақтыланған	Негізгі ерекшеліктері нақтыланған	Негізгі ерекшеліктері нақтыланған	
4. Денелердің ішкі құрылысы мен морфологиясы өзгергіштігінің сипаты және заңдылығы	Зерттелген	Негізгі ерекшеліктері нақтыланған	Негізгі ерекшеліктері нақтыланған	
5. Пайдалы қазбалар денелерінің ішіндегі кенсіз және бейкондициялық бөлікшелері	Бөлінген және контурланған	Орналасу заңдылықтары нақтыланған	Үзілгіштік мүмкіндігі бағаланған	
6. Жарылымдық бұзылыстар	Барлығы нақтыланып, амплитудалары анықталынған	Ірілері нақтыланған, ұсақтарының кездесу жиілігі бағаланған	Болу мүмкіндігі бағаланған	
7. Пайдалы қазбалардың табиғи түрлестері (минералдық типтері)	Толық нақтыланған	Анықталған	Анықталған	
8. Руданың өнеркәсіптік (технологиялық сорттары)	Нақтыланған және контурланған	Бөлінген, олардың арақатынасы нақтыланған	Таралуының жалпы заңдылықтары нақтыланған	

9. Құнды және зиянды компоненттердің құрамы, қасиеттері, таралуы	Толық нақтыланған	Минералдық формалары нақтыланған		
10. Кондициялар көрсеткіштері бойынша сапаның сипаттамасы	Барлық көрсеткіштері бойынша анықталған			
11. Инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлары	Толық нақтыланған	Негізгі көрсеткіштері, олардың аршу мен өндіруге әсері анықталған	Негізгі көрсеткіштерінің алдын-ала сипаттамасы берілген	

Сонымен, қордың категориясы пайдалы қазба мөлшерін анықтаудың дәлдігін ғана емес, оны өндіретін кенорын бөлікшесінің геологиялық және кен-техникалық ерекшеліктері зерттелуінің толықтығы мен ақиқаттылығын сипаттайды (26.1- және 26.2-суреттер).



26.1-сурет. А және В категориялы қорды барлау түбегейлілігінің көрінісі:
 1 – А категориялы қор; 2 – В категориялы қор; 3 – кен жатынының шынайы контуры;
 4 – барланған қордың контуры; 5 – барлау ұңғымалары; 6 – барлау кен ұңгімелері



26.2-сурет. С₁ категориялы қорды барлау түбегейлілігінің көрінісі;
 2 – кен жатынының шынайы контуры;
 3 – барланған қордың контуры;
 4 – барлау ұңғымалары

Болжамдық ресурс әдетте жер қойнауын геологиялық зерттеудің бастапқы сатыларында бағаланады. Жүргізілген зерттеулердің нақтыланғандығына және алынған деректердің анықтылығына байланысты болжамдық ресурстардың үш категориясы бөлінеді: P_1 , P_2 және P_3 .

P_1 категориялы болжамдық ресурс көбінесе өндірістегі кенорындардың шеттерінде бағаланып, C_2 категориялы қор контурларынан тыс алаңдарды барлауды кеңейту арқылы қорды толықтыру мүмкіндігін қарастырады. Бұл категориялы ресурстар геологиялық, геофизикалық және геохимиялық зерттеулер негізінде жүргізілген іздеу-барлау жұмыстарының нәтижесі бойынша, пайдалы қазба мөлшері мен са-

пасын геологиялық экстраполяциялау деректері бойынша, сонымен қатар кендену шоғырлануының литологиялық, стратиграфиялық және құрылымдық сілтемелерін ескере отырып есептеледі.

P₂ категориялы болжамдық ресурс ірі масштабты геологиялық түсіру кезінде анықталған пайдалы минералдану білінімдері, сонымен қатар табиғаты жекелеген үңгімелер бойынша зерттелген геофизикалық және геохимиялық ауытқулар негізінде жаңа кенорындар ашу мүмкіндігін сипаттайды. *P₂ категориялы* ресурсты болжамдық сандық бағалау белгілі кенорындардағы сияқты алдын ала қарастырылған параметрлер бойынша жүргізіледі.

P₃ категориялы болжамдық ресурс геологиялық түсіру кезінде анықталған стратиграфиялық, литологиялық және тектоникалық сілтемелер негізінде жаңа өнеркәсіптік кенорындар болудың әлеуеттік мүмкіндігін бағалауға негізделеді. Бұл категориялы болжамдық ресурстарды сандық бағалау белгілі өнімді аудандар мен аймақтарға таралған пайдалы қазбалардағы сияқты ықтимал параметрлер бойынша жүргізіледі.

Қордың жіктелімінде пайдалы қазбалардың барлық кенорындары геологиялық құрылысының күрделілігі, сапасының өзгергіштігі және кен денелерінің жайғасу жағдайлары бойынша төрт топқа біріктіріледі.

1- топқа құрылысы қарапайым, жатыс жағдайлары бұзылмаған немесе шамалы бұзылған, қалыңдығы ұстамды, ішкі құрылысы, сапасы мен пайдалы компоненттерінің таралуы біркелкі кенорындар немесе олардың бөлікшелері жатады. Мұндай нысандарда барлау жұмысы қорды *A* және *B* категорияларына дейін барлауды қамтамасыз ететін дәлдікпен жүргізілуі мүмкін.

2-топқа геологиялық құрылысы күрделі, қалыңдығы мен ішкі құрылысы өзгергіш немесе жатысы бұзылған және пайдалы компоненттерінің сапасы ұстамсыз немесе пайдалы компоненттері әркелкі таралған кенорындар немесе олардың бөлікшелері кіреді. Сондай-ақ, бұл топқа құрылысы қарапайым, бірақ кен-геологиялық жағдайлары өте күрделі көмір мен тастұз кенорындары жатады. Бұл кенорындарды *A* категориясына дейінгі дәлдікпен барлау тиімсіз. Олардың қоры *B* және *C₁* категорияларына дейін барланады.

3-топқа геологиялық құрылысы күрделі, қалыңдығы мен ішкі құрылысы күрт өзгергіштігімен сипатталатын немесе жатысы қарқынды бұзылысқа ұшыраған немесе сапасы ұстамсыз және пайдалы компоненттері әркелкі таралған кенорындарды немесе олардың бөлікшелерін біріктіреді. Бұл кенорындарда қорды *B* категориясына дейін барлаудың өзі тиімсіз, қор *C₁* категориясында ғана барланады.

4-топқа геологиялық құрылысы өте күрделі кенорындар немесе олардың бөлікшелері кіреді. Бұл топтағы кенорындардың ерекшеліктеріне пайдалы қазба денелерінің қалыңдығы мен ішкі құрылысының күрт өзгергіштігі немесе жатысының қарқынды бұзылғандығы және пайдалы компоненттердің өте әркелкі таралғандығы жатады. Бұл кенорындарды барлау үлкен көлемде жерасты қазу жұмыстарын жүргізуді қажет етеді.

Кенорындардың геологиялық құрылысының күрделілігі бойынша келтірілген топтамасы барлау мақсатында пайдаланылып, қорды есептеу талаптарын анықтайды және іс жүзінде минерал шикізаттың барлық түрлерінің кенорындары қорын жіктеуге

қолданылатын ҚМК (қор бойынша Мемлекеттік комиссия) арнайы нұсқаулықтарына негіз болып табылады.

Әртүрлі категориялы қордың өнеркәсіптік қолданылуы негізінен кенорындар геологиялық құрылысының күрделілік дәрежесіне байланысты болады.

1-топ кенорындарында *A категориялы қор* өндірісті ағымдық жобалауға (бір жыл ауқымындағы кен жұмыстарының жоспарын жасауға) және кен жұмыстарын жедел басқаруға пайдаланылады. *B категориялы қор* (дәлірек айтқанда, *A* және *B категориялы* қордың жиынтығы) кен жұмыстарын перспективалық жоспарлау үшін кен өндіретін кәсіпорнын салуға қажет күрделі қаржыны негіздеуге және кенорынды игерудің техникалық жобасын жасауға пайдаланылады. *C₁ категориялы қор* әлі игерілмеген жаңа кенорында түбегейлі барлаудың жобасын жасауға, ал игерілудегі кенорындарда – дамудың перспективалық жоспарларын негіздеуге немесе ұзақ мерзімге реконструкциялауға (5 жылдан аса), сондай-ақ жете барлау жобаларын жасау үшін пайдаланылады. *C₂ категориялы қор* өндірістегі кенорындарда көбінесе ескерілмейді (өте ірі және жақсы зерттелген кенорындарды санамағанда), ал жаңа кенорындарда – ары қарай жүргізілетін геологиялық барлау жұмыстардың бағыттары мен көлемін негіздеуге пайдаланылады.

Геологиялық құрылысының күрделілігі **2-топқа** жататын кенорындарда *A категориялы қордың* міндетін *B категориялы қор*, ал *B категориялының* – *C₁ категориялы қор* атқарады.

3-топтағы кенорындарда *A* және *B категориялы қордың* функциялары *C₁ категориясына* өтеді, ал **4-топтағы** кенорындарда перспективалық жоспарлау мен күрделі қаржыны негіздеуге *C₂ категориялы қордың* өзі жетіп жатыр.

Шетелдерде қолданыстағы пайдалы қазбалар қорының жіктелімі де осы екі принципке: оларды өндіру мен игерудің зерттелгендік дәрежесі (*болу ықтималдығы*) мен экономикалық тиімділігіне (*ұтымдылығына*) негізделген.

Бірақ шетелдердің көпшілігінде жекелеген дербес жіктелімдер пайдаланылады. Мысалы, АҚШ-та *зерттелгендігі бойынша* қордың екі тобы бөлінеді: *айқындалмаған (undiscovered)* және *анықталған (identified)*. Айқындалмаған ресурстар өз кезегінде екі категорияға – *теориялық (speculative)* пен *гипотезалық (hypothetical)*; анықталғандар үшке – *ықтимал (inferred)*, *есентелген (indicated)* және *өлшенген (measured)* түрлерге бөлінеді. Ресурстар өндірісінің ұтымдылығы бойынша екі топқа бөлінеді: *қор (reservos)* және *шартты ресурстар (conditional resources)*.

26.3. Геологиялық түсіру және іздеу

Геологиялық түсірудің немесе *геокарталаудың* негізгі мақсаты жер қыртысының беткі бөлігін комплексті зерделеп, соның негізінде пайдалы қазба кенорындарын ашуға перспективалы, сондықтан ары қарай түбегейлі зерттеуге жататын бөлікшелерді анықтау болып табылады.

Геологиялық түсірудің нәтижелері бойынша, табиғаты пайдалы қазбалар кездесуіне байланысты болуы мүмкін іздеу белгілері мен сілтемелері немесе геофизикалық және геохимиялық аномалиялар анықталған жағдайда геологиялық іздеулер жүр-

гізіледі. Олар әртүрлі зерттеулер мен жұмыстар комплексі болып табылып, геологиялық түсіру процесінде анықталған пайдалы минералдану білімдерінің немесе іздеу белгілерінің, немесе сілтемелерінің өнеркәсіптік мәнін бағалау мақсатында жүргізіледі.

Іздеу белгілері деп берілген ауданда пайдалы минералдану болуын көрсететін белгілі бір нақты фактілерді санайды. Олар геологиялық та (пайдалы қазбалардың жер бетіне шығуы, олардың деллювий мен аллювий құрамындағы сынықтары, негізгі және ілеспе элементтердің топырақ пен өсімдік күліндегі жоғары концентрациясы және т.б.), бейгеологиялық та (тарихи-археологиялық, көне кен үңгімелерінің табылымдары, балқыту пештерінің қалдықтары, тиісті топонимика, аңыздар және т.б.) сипатты болуы мүмкін.

Іздеу сілтемелері немесе *критерийлері* – берілген ауданда пайдалы қазба болуының мүмкіндігін куәландыратын тікелей немесе жанама геологиялық фактілер. Оларға пайдалы қазбалардың жаралу немесе орналасу жағдайларын анықтайтын әртүрлі стратиграфиялық, литологиялық, магмалық немесе тектоникалық сипатты геологиялық факторлар жатады.

Геологиялық іздеулер іздеу белгілері мен сілтемелерінің деректері негізінде жүргізілетін зерттеудің түбегейлілігін біртіндеп арттыратын кезеңдер бойынша орындалады – масштабты 1:50 000 (1:25 000) жалпы іздеу, масштабты 1:25 000 – 1:5 000 іздеу жұмыстарынан кейінгі 1:5 000 – 1:1000 іздеу-бағалау жұмыстары. Әрбір келесі кезең оның алдыңғы кезеңде оң нәтижелер берген жағдайда ғана ұйымдастырылады.

Іздеудің мақсаты кенорынды табу. Іздеу процесінде көзмөлшер геологиялық байқаулар жүргізіледі, табиғи және жасанды ашылымдар суреттеледі және сипатталады, қарапайым кен үңгімелері (шұңқырлар, тазартпалар, шағын орлар мен шурфтар), пайдалы қазбалар мен сыйыстырушы таужыныстардың сынамаалары алынып, олар ары қарай сапалық көрсеткіштерін бағалау үшін талданады немесе сыналады, әртүрлі геофизикалық өлшеулер мен зерттеулер іске асырылады.

Жалпы іздеудің негізгі мәселесі – іздеу белгілері мен сілтемелерінің перспективалылығын тексеру, геологиялық түсіру процесінде анықталған геофизикалық және геохимиялық аномалиялардың табиғатын нақтылау. Осы сатыда зерттелген аумақтарды геологиялық-өнеркәсіптік бағалаудың мақсатына P_2 категориялы болжамдық ресурстарды анықтау және ары қарай іздеу жұмыстарын жүргізуге перспективалы бөлікшелерді ажырату жатады.

Іздеу, ал содан кейінгі *іздеу-бағалау жұмыстары* пайдалы қазбаның бары анықталған бөлікшелерде жүргізіліп, шағын көлемді кен қазу жұмыстарымен, химиялық талдаулармен, геофизикалық зерттеулер жүргізумен жалғастырылады. Олардың мәселесі – пайдалы қазба кенбілінімін геологиялық-өнеркәсіптік бағалау. Іздеу процесінде сандық өлшеулер біршама шағын көлемде жүргізілетіндіктен, олар көбінесе C_2 категориялы қордың өзін есептеуге жеткіліксіз. Сондықтан геологиялық-өнеркәсіптік бағалаудың негізі ретінде есептеулер емес, пайдалы қазба денелерінің пішіні мен өлшемдері туралы негізделген жорамалдар, олардың сапалық көрсеткіштері мен өндірудің кен-техникалық жағдайлары пайдаланылады.

Бағалаудың негізгі тәсілі – *баламалау*, яғни анықталған кенбілінімдердің параметрлерін зерттеуден өткен белгілі өнеркәсіптік кенорындармен салыстыру.

Мұндай салыстырулардың ақырғы нәтижесіне P_2 немесе P_1 (іздеу жұмыстарының нәтижесі бойынша) категориялы болжамдық ресурстарды бағалау C_2 категориясы бойынша (іздеу-бағалау жұмыстары сатысында) қорды есептеу жатады.

26.4. Пайдалы қазба кенорындарын барлау

Кенорындарды барлау дегеніміз комплексті зерттеулер болып табылады. Олар кенорындардың өнеркәсіптік мәнін анықтауға қажет жұмыстарды атқаруды көздейді. Жер қойнауындағы бөлікшені геологиялық зерттеу оны кен өндіруді жобалауға дейінгі өнеркәсіптік игеру сатысында барлаумен аяқталады.

Барлау мәселелері

Барлаудың ақырғы мақсатына, яғни оның сандық түрде өрнектелген нәтижесіне пайдалы қазбаның қорын есептеу жатады. Сондықтан барлаудың басты мәселесі кенорындар құрамындағы пайдалы қазбаның саны мен сапасын анықтау болып табылады. Пайдалы қазбаның мөлшері оның кеңістіктегі көлемін анықтау арқылы есептелуі үмкін. Осыған байланысты бұл мәселені шешу үшін барлау процесінде пайдалы қазба денелерінің пішіні, өлшемдері, жатыс жағдайлары мен бұзылғандығы зерттеледі.

Пайдалы қазбаның сапасын бағалау үшін барлау процесінде оның заттық (минералдық және химиялық) құрамы, құрылымдық-бітімдік сипаттамасы, физикалық-химиялық қасиеттері мен барлық сапалық көрсеткіштерінің кеңістікте таралу ерекшеліктері анықталады.

Бірақ пайдалы қазбаның саны мен сапасын анықтау барлау процесінде шешілетін жалғыз мәселе емес, өйткені бұл геологиялық ақпарат кенорынды тиімді игеру үшін жеткіліксіз. Кен өндіретін кәсіпорынды жобалау, оны салу жұмыстары, сонымен қатар кенорындар мен олар орналасқан ауданды сипаттайтын мәліметтерге де негізделеді. Оған бірінші кезекте жататын кен-техникалық жағдайлар: кенорынның жату тереңдігі; пайдалы қазба денелерінің бедер пішіндеріне қатынасы; айрықша инженерлік-геологиялық құбылыстардың (карст қауіптілігі, сейсмикалықлығы, руданың өз бетінше тұтануға бейімдігі және т.б.); пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстардың физикалық-механикалық және су-физикалық қасиеттері; сулы горизонттардың саны мен өзара байланысы, олардың сумолдылығы; жерасты және жербеті суының химиялық және бактериялық құрамы және т.б. Сонымен қатар, экономикалық-географиялық сипатты мәліметтер: ауданның өнеркәсіптік игерілгендігі, климат, бедер, энергетикалық ресурстар, көлік мүмкіндіктері, ауызсумен және техникалық сумен қамсыздығы, құрылыс материалдарының болуы және т.б. да қажет.

Осы айтылғандар бойынша, барлаудың негізгі мәселесіне кенорынды игеруге қажет және жеткілікті геологиялық, кен-техникалық және экономикалық ақпарат алу жатады.

Кен өндіретін кәсіпорынның құрылысын жүргізу кезінен басталып, оны жойғанға дейін *өндірістік барлау* жүргізіледі. Барлаудың бұл сатыдағы геологиялық-барлау жұмыстары кенорынның біршама шағын бөлікшелері ауқымында орындалады. Бұл бөлікшелерді жақын айларда немесе бір-екі жылда (максимал мерзім) игеру жоспарланады. Сондықтан өндірістік барлаудың негізгі мәселесіне өндірістік блок немесе блоктар тобы ауқымында пайдалы қазба қорының саны мен сапасын, жатыс жағдайларын, кен-техникалық жағдайларын және т.б. нақтылау жатады. Шешілетін мәселелердің типіне байланысты *оза және қатарлас (ілесне) өндірістік барлау түрлері* бөлінеді.

Сонымен, барлау жұмыстарын жүргізу процесінде мынадай мәселелер шешіледі: 1) кенорынның жалпы өлшемдері анықталады; 2) пайдалы қазба денелерінің пішіні, жатыс жағдайлары, қалыңдығы, тектоникалық бұзылыстарының даму қарқындылығы мен жалпы өлшемдері анықталады; 3) пайдалы қазбаның сапалық көрсеткіштері, пайдалы және зиянды компоненттерінің таралу ерекшеліктері, минералдық типтері мен өнеркәсіптік сорттары, өңдеу немесе байыту технологиялық процесінің мүмкін сұлбасы жуықтап бағаланады; 4) кенорынның инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларының, ол орналасқан ауданның экономикалық-географиялық жағдайының жалпы бағасы беріледі.

Геологиялық-барлау жұмыстарының кез келген сатысының жобасында (іздеу-барлау жұмыстарынан бастап, өндірістік барлауға дейін) міндетті түрде техникалық қауіпсіздік мәселелері мен қоршаған ортаны сақтау шаралары қарастырылады. Геологиялық барлау жұмыстарының материалы бойынша кеніш және кен өндірісі жобаланып, оның экономикалық көрсеткіштері анықталады.

Барлау принциптері

Кенорындарды барлау өте қымбат әрі ұзақ процесс. Ол көптеген мамандардың қатысуын және материалдық ресурстардың едәуір шығынын қажет етеді. Сонымен қатар, барлау нәтижесінде материалдық құндылықтар өндірілмейді. Оның қорытындысында Жер қойнауы туралы ақпарат алынады. Бұл ақпараттың ақиқаттылығы мен толықтылығы кенорындардың өнеркәсіптік игерудің тиімділігіне байланысты. Сондықтан барлаудың негізгі принциптері геологиялық негізде жасалынып, басты принципті – экономикалық ұтымдылықты басшылыққа алады. Бұл принциптер мыналар:

- 1) зерттеулердің толықтығы;
- 2) біртіндеп жақындау;
- 3) біркелкілік (бірдей ақиқаттылық);
- 4) ең аз материалдар мен еңбек шығындары;
- 5) ең аз уақыт шығындау

Зерттеулердің толықтық принципі кенорын орналасқан барлық көлемді белгілі бір дәрежедегі түбегейлікте зерттеу қажеттілігін көздейді, яғни барлау жүргізу нәтижесінде пайдалы қазбаның барлық денелеріне және кенорынға толықтай баға берілуі керек. Бұл принципті сақтау бірқатар талаптарды орындауды қажет етеді, олардың негізгілеріне мыналар жатады: 1) кенорынды түгелдей контурлау, егер оның құрамына бірнеше дене кірсе, пайдалы қазба денелерінің барлығын контурлау; 2)

пайдалы қазбаның әр денесін барлау үңгімелерімен толық қиып өту немесе өнімді белдемді минимум 2 нүктеде толық қию; 3) пайдалы қазбаның және оған ілеспе барлық минерал шоғырлардың сапалық көрсеткіштерін жан-жақты зерттеу; 4) кенорынды комплексті зерттеу.

Біртіндеп жақындау принципі кенорын туралы мәліметтер көлемін біртіндеп, кезең-кезеңімен ұлғайтуды қарастырады. Ол зерттеулердің толықтығы принципіне тікелей байланысты. Барлау нәтижесінде кенорындардың құрылысы, пайдалы қазбаның саны мен сапасы, оны өндірудің кен-техникалық жағдайлары туралы деректер жобалау мен игеруге қажет және жеткілікті көлемде жиналуы тиіс. Бірақ анықталған кенбілінімдердің барлығы да өнеркәсіптік мәнге ие бола бермейді – орташа алғанда олардың екі жүзден бірі ғана кенорын болып шығады. Жалпы алғанда, зерттеудің бастапқы сатысында перспективалы деп бағаланған кенбілінімдердің көпшілігі ары қарай зерттеулер көрсеткендей, өнеркәсіптік қызығушылық туғызбайтын нысан деп танылады екен. Басқа жағынан алғанда, кенорын туралы жеткілікті толық және дәл деректерді бірден алу іс жүзінде мүмкін емес. Және де ол ұтымды да болмайды, әсіресе кенорынның құрылысы күрделі немесе масштабы үлкен болған жағдайда.

Сонымен, бұл принципті орындау қажеттілігі негізінен экономикалық жағдайларға – барлауға деген қаржыны қажетсіз шығындауға немесе жұмысты тоқтатып қоюға әкелетін қауіпті мүмкіндігінше азайтуға байланысты болады. Шын мәнінде, зерттеу түбегейлілігін біртіндеп арттыру барысында кенорынның өнеркәсіптік мәні жоқ екені анықталған бетте жұмысты тоқтату арқылы қаржының қажетсіз шығындануын болдырмауға қол жетеді. Егер кенорын өте үлкен болса, оның игерілуі қашан екені белгісіз бөлікшелерін де барлай беру – қаржыны қажетінен бұрын жұмсау дегенді білдіреді. Өйткені бұл бөлікше барланғаннан кейін ұзақ уақыт босқа жатып қалады.

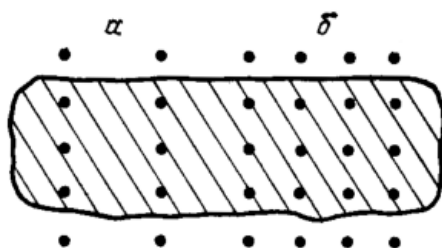
Біртіндеп жақындау – ең негізгі принциптердің бірі. Оны орындау мемлекеттік салалық мекемелердің (министрлік, комитет) арнайы шешімдері мен нұсқаулары арқылы іске асырылады. Бұл принцип барлаудың сатылылығын орындау түрінде іске асырылады. Мәселен, барлау жұмыстары кезектескен бірнеше сатыларға бөлінуі мүмкін: алдын ала барлау; түбегейлі барлау; жете барлау (кенді алаңның ауқымында барлау); өндірістік барлау.

Біркелкілік (бірдей ақиқаттылық) принципі кенорынды тұтастай алғанда бірдей ақиқаттылықта зерттеу қажеттілігін көрсетеді. Бірақ бұл принципті орындау – барлық байқау пункттері немесе барлау үңгімелері бір-бірінен барлық бағытта бірдей қашықтықта орналасуы керек дегенді білдірмейді. Біркелкілік геометриялық емес, геологиялық тұрғыда бірдей болу керек, яғни барлау үңгімелерін пайдалы қазба қасиеттерінің анизотропиясын ескере отырып орналастыру қажет.

Мысалы, пайдалы компонент таралуының өзгеру (вариация) коэффициенті дененің созылымы бойынша, оның көлденең бағытымен салысырғанда 2 есе аз болсын делік. Онда дененің барлық ауданы бойынша сапа көрсеткіштерінің бірдей анық сипаттамасы кен үңгімелерінің арақашықтығы көлденең бағытта оның созылымына қарағанда 2 есе аз болғанда ғана алынады (26.3 а-сурет). Ал үңгімелерді “біркелкі”

– созылымы бағытында да, оған көлденең бағытта да бірдей қашықтықта орналастыру (26.3 б-сурет) – қате болады, өйткені пайдалы компоненттің таралуы туралы ақпарат созылым бағытында артық болып шығады. Сонымен, бұл жағдайда бірдей анықтылық сақталмайды, ал қосымша үңгімелерді қазуға кеткен шығын артық.

Қарастырылып отырған принцип геологиялық барлау жұмыстарының техникасы мен әдістемесіне мынадай талаптар қояды: 1) барлаудың бір сатысындағы кенорынды толығымен немесе оның бөлікшелерін барлау үңгімелері арқылы біркелкі сипатталуы; 2) пайдалы қазбаның сапалық көрсеткіштерін анықтау пункттерінің – сынамалау пункттерінің біркелкі орналасуы; 3) барлаудың біркелкі нәтижелер беретін техникалық жарактарын қолдану; 4) пайдалы қазба затын зерттеудің бір мәнділікті және бір дәлдікті әдістемелерін қолдану.



26.3-сурет. Барлау үңгімелерін пайдалы қазба қасиеттерінің анизотропиясын ескере отырып орналастыру: *a* – дұрыс; *b* – бұрыс

Ең аз материал шығындау принципі геологиялық барлау жұмыстарының көлемі минимал, бірақ барлаудың негізгі мәселелерін орындау үшін жеткілікті болу керек. Басқаша айтқанда, үңгімелер, зерттеулер, сынаулар, талдаулар – барланудағы кенорынның немесе кен денесінің барлық сипаттамаларын қажет дәрежеде анықтау қанша керек болса, дәл сонша болу керек. Бұдан көретініміз, аз көлемдегі жұмыстар қажет дәрежедегі ақиқаттылықты алуға мүмкіндік бермейді, ал олардың артық көлемі қаржыны артық шығындауға әкеледі. Максимал анықтылық пен минимал шығындану арасындағы оңтайлы қатынасты іздеу кезінде ескеретіні, көрсеткіш дәлдігінің белгілі бір мәніне жеткен кезде (әрине, пайдалы қазбаның әртүрлі сипаттамасы үшін әрқелкі), дәлдікті әрі қарай сәл ғана арттырудың өзі шығынды кейде еселеп арттырып жіберуі мүмкін.

Ең аз уақыт шығындау принципі атынан-ақ көрініп тұрғандай, барлауды ең қысқа мерзімде жүргізуді талап етеді. Бұл принциптің экономикалық мәні өте жоғары: барлау жұмысы неғұрлым жылдам бітсе, кенорынды да жылдам өндіріске қосып, барлауға жұмсалған қаржыны соғұрлым ерте қайтаруға болады. Егер кенорынның өнеркәсіптік маңыздылығында күдік болмаса, онда барлаудың мерзімін қысқарту мақсатында басқа принциптердің бұзылуы да мүмкін. Олардың ішіндегі ең бастысы – *біртіндеп жақындау принципі*, яғни барлау сатылары бірігіп кетеді. Мысалы, геологиялық құрылысы күрделі, бірақ өнеркәсіптік маңызы жоғары алтын немесе сирек металл кенорындарын барлау кезеңінде, алдын ала барлау мен түбегейлі

барлау сатыларын, ал кейде тіпті өндірістік барлау да бір-біріне жалғасып, немесе бірігіп кетуі мүмкін.

Барлау әдістері

В.М. Крейтер барлаудың негізгі үш: 1) қималар жүйесін жасау; 2) пайдалы қазбаны сынамалау; 3) салыстырмалы бағалау әдісін ұсынған.

Барлау геологиялық қималары қазіргі кезге дейін кенорынның пішінін, ішкі құрылысы мен жатыс жағдайларын анықтаудың негізгі тәсілі болып табылады. Қималар тік және көлбеу болуы мүмкін, сондықтан қималар әдісінің үш түрлесі бөлінеді: тік қималар, көлбеу қималар және құрастырма – тік пен көлбеу қималардың бірлесі.

Соңғы жылдары пайдалы қазба кенорының морфологиялық ерекшеліктерін танымаудың және бір әдісі – кенорындарды компьютер көмегімен геометриялау – дербес мәнге ие болуда. Бұрын, геологиялық-барлау ісінің практикасы мен теориясына ЭЕМ (компьютер) енгенге дейін пайдалы қазба денелерінің пішіні мен құрылысын қалыңдығы мен басқа көрсеткіштерінің изосызықтарын жүргізу көмегімен зерттеу тәсілдері өте қиын әрі біршама жуық түрде болатын. Сондықтан оларды негізінен көмекші, көрнекі материал ретінде пайдаланған. Қазір ЭЕМ үшін қималар, жазбалар, көлемдік блоктар жасайтын қолданбалы программа пакеттері бар. Олар қысқа мерзімде және барлаудың түбегейлілігіне сай дайындықпен пайдалы қазба денелерінің ішкі және сыртқы құрылыс ерекшеліктері туралы толық әрі көрнекті ақпарат алуға мүмкіндік береді. Жақын арада бұл әдіс қималар жүйесін жасаудың дәстүрлі әдісін ығыстырып шығаруы да ықтимал.

Сынамалау пайдалы қазбаның сапалық көрсеткіштерін зерттеудің жалғыз тәсілі болып табылады. Сынамалауға байланысты мәселелер төменде арнайы қарастырылады.

Салыстыра бағалау кенорынның барлау деректері бойынша кенорынды пайдалану мүмкіндіктері мен жағдайларын анықтау тәсілі болып табылады. Өнеркәсіптік бағалау барлаудың барлық процесі ағымында жүргізіледі және барланудағы кенорынның параметрі (олардың мәні әрбір жаңа үңгіме, сынама, талдау және т.б. бойынша өзгереді немесе нақтыланып отырады) басқа өзіне ұқсас, бірақ игеріліп жатқан кенорын параметрлерімен салыстырып отырады. Осының нәтижесінде бұл пайдалы қазба кенорын ары қарай игерудің экономикалық ұтымдылығы анықталады.

Барлаудың техникалық жарақтары

Барлау мәселелері техникалық жарақтар көмегімен шешіледі. Бұл жарақтар бағасының және жұмыс жүргізу жылдамдығының әртүрлілігімен сипатталады. Сонымен қатар, алынатын деректердің әртүрлі ақиқаттылығымен ерекшеленеді. Барлау техникалық жарақтары үш топқа бөлінеді: барлау кен үңгімелері, барлау бұрғылау ұңғымалары және геофизикалық жұмыстар.

Барлау кен үңгімелері ең толық және ақиқат ақпарат алуды қамтамасыз етеді. Өйткені олар зерттеушіге пайдалы қазбаны тікелей көруге мүмкіндік береді. Сондықтан зерттеулер максимал көлемде жүргізілуі мүмкін. Ал қажет болған жағдайда

үңгімеде жұмысты қайта жүргізуге де болады. Сонымен қатар, кен үңгімелерін кез келген бағытта жалғастыра беру мүмкіндігі де бар.

Барлау мақсатында жербеті және жерасты кен үңгімелері пайдаланылады. Жербеті үңгімелеріне *тазартпа, шұңқыр, ор, шурф пен ұра* жатады. Тазартпа мен шұңқырлар пайдалы қазба мен оны жауып жатқан қопсық түзілімдердің қалыңдығы 1-2 м-ден аспаған жағдайларда қазылып, пайдалы қазба ашылымын жасайды. Бұл үңгімелер көбінесе іздеу жұмыстары кезінде қолданылады. Жерасты кен үңгімелеріне жата- тындар – *шахта, квершлаг, штрек, орт, өрleme* мен *штольня*.

Бұрғылау ұңғымалары – тік, еңіс және көлбеу қазылады. Олардың қимасы ци- линдр пішінді, диаметрі әртүрлі (36 – 250 мм) және тереңдігі үлкен (2 – 2,5 км және одан да асады).

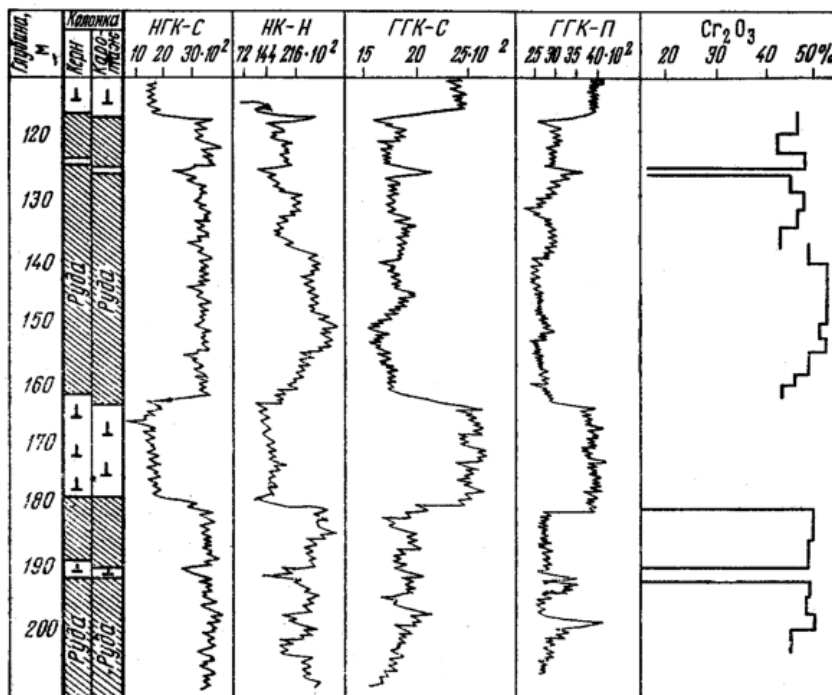
Таужыныстарды қирату тәсіліне байланысты айналмалы, соққылы-айналмалы және соққылы бұрғылау түрлері бөлінеді. Айналмалы бұрғылауда таужыныстар ұңғыманың барлық ұңғысы бойынша (тұтас ұңғымен бұрғылау) немесе сыртқы сақинасы бойынша (бағаналы бұрғылау) қиратылады. Бағаналы бұрғылауда ұңғыманың өзегінде бүтін таужыныстың цилиндр пішінді бағанасы қалады, оны *кern* атайды.

Бағаналы бұрғылау барлау бұрғылаудың басты түрі болып табылады. Өйткені ол пайдалы қазба мен сыйыстырушы басты таужыныстарды тікелей (кern бойынша) зерттеуге мүмкіндік береді, ал бағдарланған kern алған жағдайда таужыныстардың жатыс жағдайларын жекелеген ұңғымалар бойынша біршама дәл анықтауға да бо- лады. Қолданылатын бұрғы ұшының (коронкасының-қашауының) түрі бойынша ал- масты, қатты қорытпалы және бытыралы бағаналы бұрғылауды ажыратады. Қираған таужыныстар бөлшектерін ұңғыма ұңғысынан жуғыш сұйықпен немесе сығылған ауамен айдап шығарады. Kernнің шығымы бағаналы бұрғылау сапасының негізгі көрсеткіші саналады. Бұл көрсеткішті алынған kern ұзындығының бұрғыланған ин- тервал ұзындығына қатынасының пайызымен бейнелеп көрсетеді. Kernнің шығымы 50 – 70%-дан аспайтын аралықтардағы ұңғыма деректері көбінесе есепке алынбайды, яғни ұңғыма жарамсыз саналады. Жоғары категориялы (*A* және *B*) қорды есептеу үшін kernнің шығымы пайдалы қазба бойынша 85 – 90% шамасынан кем болмайтын ұңғыма деректері ғана ескеріледі.

Бұрғылау жылдамдығының жоғарылығына әрі біршама арзандығына байланысты ұңғымалар барлау жұмыстарын жүргізуге кең қолданылады және көптеген пайдалы қазба (жанғыш қазбалар, құрылыс материалдары, агрохимиялық шикізат, қара және түсті металл) кенорындарын барлаған кезде негізгі (ал кейде жалғыз) техникалық жарақ болып саналады.

Геофизикалық жұмыстар кенорындарды барлау процесінде мынадай негізгі мәселелерді шешуге қолданылады: 1) ауданның жалпы геологиялық құрылымын және перспективалы бөлікшелерін контурлау; 2) кенорынның ішкі құрылысын зерттеу – пайдалы қазба денелерін немесе сипаттық (нысаналы) таужыныстар- ды, тектоникалық бұзылыстарды қадағалау және жуықтап контурлау; 3) пайда- лы және зиянды компоненттердің мөлшерін жуықтап (ал уран рудасы, сонымен қатар мыс, қорғасын, қалайы және т.б. руданың кейбір типтері үшін – дәл) анықтау

(26.4-сурет); 4) таужыныстар мен пайдалы қазбаның физикалық қасиеттерін (тығыздығы, суқанықтылығы, серпімді сипаттамалары және т.б.) анықтау; 5) бұрғылау ұңғымаларын зерттеу және бақылау (мысалы, қисаюын өлшеу – инклинометрия және каротаж).



26.4-сурет. Геофизикалық әдістерді кенорынды сынамалау мен зерделеуге қолдану мысалы

Ұңғымаларда каротаж бен инклинометрия міндетті түрде жүргізіледі, ал басқа геофизикалық жұмыстар қолайлы жағдайлар болғанда ғана (мәселен, әртүрлі геологиялық жаралымдар физикалық қасиеттерінің бір-бірінен айқын ерекшеленуі) орындалады. Геофизикалық каротаж деп ұңғыма оқпаны бойынша табиғи және жасанды физикалық өрістерді зерттеуді айтады. Оның көмегімен таужыныстардың құрамы анықталады және олардың шекаралары нақтыланады, пайдалы қазбаның қалыңдығы мен сапалық сипаттамалары анықталады, температуралық режим, кенорындарда өндіру жағдайларына әсер ететін сулылық, газдылық және басқа құбылыстар зерттеледі. Ұңғымадағы геофизикалық жұмыстар көмегімен оқпанның зениттік және азимуттық қисаюы анықталады.

Геофизикалық жұмыстардың бағасы бұрғылаумен және кен үңгімелерін қазумен салыстырғанда бірнеше есе аз, ал оларды жүргізудің жылдамдығы бірнеше есе көп болады. Бірақ геофизикалық деректерді пайымдауды бір мағынада жүргізу көбінесе қиын, сондықтан геофизикалық жұмыстар әдетте көмекші жарактар ретінде пайдаланылады.

Барлау жүйелері

Барлау жүйелері – техникалық жарақтар комплексі. Олардың көмегімен жеткілікті ақиқат және толық түрде анықтауға мүмкін болатындар: пайдалы қазба денесінің пішіні, өлшемдері, жатыс жағдайлары, сапалық сипаттамалары, пайдалы қазбаның мөлшері мен өндірудің кен-техникалық жағдайлары, яғни барлаудың негізгі мәселелері шешіледі.

Бұрғылау жүйелері пішіндері орнықты, өлшемдері үлкен, кендену үзіліссіз дамыған және сапалық көрсеткіштері біркелкі таралған кенорындарды барлау үшін қолданылады. Барланатын кенорынның геологиялық ерекшеліктеріне байланысты бұрғылау жүйелерінің негізгі үш түрі пайдаланылады: саяз тік ұңғымалар, терең тік және еңіс ұңғымалар. Әр тип ауқымында нақты жүйелердің аты бұрғылау қондырғыларының типіне байланысты анықталады. Мысалы, соққылы-арқанды бұрғылаудың ұсақ тік ұңғымалары немесе бағаналы бұрғылаудың тік ұңғымалар жүйесі және т.б.

Саяз тік ұңғымалар жүйесі жер бетіне жақын жатқан жайпақ және көлбеу тақта тәрізді денелерді барлауға қолданылады. Мұндай денелердің сапалық көрсеткіштері біршама біркелкі таралуымен сипатталады. Яғни саз, құм, грунт суы, мору қыртысы, мол суланған аңғарлық шашылымдар және т.б. кенорындар барланады.

Терең тік ұңғымалар жүйесі терең жатқан тақта тәрізді денелер (көмір, мысты құмтас, мысты порфир рудасы, тұздар және басқа бейметалл пайдалы қазбалар) кенорындарын барлау үшін пайдаланылады.

Еңіс ұңғымалар жүйесі күрт еңіс және еңіс жатқан тақта тәрізді және де қабаттық, желі және линза тәрізді пайдалы қазба денелерінің кенорындарын барлауға пайдаланылады. Мысалы, мысты-колчедан типті *Гай*, стратиформды полиметалл типті *Мырғалымсай кенорындары*, геосинклиндік көмір, қабаттық фосфорит типті *Қаратау* және т.б. алаптар осы жүйелер арқылы барланған.

Кен үңгімелерінің жүйесі көбінесе пішіні өте күрделі, жатыс жағдайлары күрт өзгергіш және пайдалы компоненттері шектен тыс әркелкі таралған пайдалы қазба денелерін барлау үшін қолданылады. Кен үңгімелері жүйесінің үш түрі бөлінеді: шурфтар, штольнялар және шахталар. Әр түр ішіндегі жекелеген жүйелер оларға кіретін үңгімелер комплексі бойынша аталады. Мысалы, *кертпелі шурфтар жүйесі* немесе *квергшлагтары мен штректері бар барлау шахталарының жүйесі* және т.б.

Кен үңгімелері-ұңғымалар жүйесі көмегімен қара, түсті, сирек және асыл металдар мен көптеген бейметалл пайдалы қазбаның кенорындары барланады. Пайдалы қазба қасиеттерінің өзгергіштік дәрежесіне байланысты мұндай жүйелердің бірінде бұрғылау ұңғымалары, ал келесілерінде – кен үңгімелері басым болады. Ең көп таралғаны бұл жүйелердің екі түрі: 1) барлау штольнялары мен бұрғылау ұңғымалары; 2) барлау шахталары мен бұрғылау ұңғымалары.

Сонымен, белгілі бір барлау жүйелерін таңдау негізінен геологиялық факторлар бойынша анықталады. Бірақ пайдаланылатын техникалық жарақтар комплексіне ауданның географиялық-экономикалық жағдайлары: бедер, климат, көлік пен тасымалдау мүмкіндіктері және т.б. да ықпал етуі мүмкін.

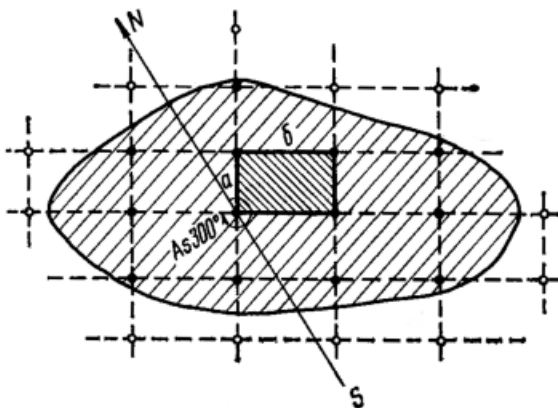
Барлау қазбаларының орналасуы

Геологиялық қималардың жүйесі барлау ұңғымаларының геологиялық құжаттамасын талдау негізінде жасалады. Сондықтан бұл жарақтар белгілі сапалық көрсеткіштерінің орналасу ерекшеліктері туралы жеткілікті дұрыс пікірді қамтамасыз ету керек.

Барлау ұңғымалары орналасуының *екі тәсілі* бар: сызықтар (қималар, профильдер) бойынша және тор бойынша. Барлау ұңғымалары *тор бойынша* орналасқанда, олар тордың түйіндерінен орын алады. Барлау торы пішіні бойынша үш түрге бөлінеді: *квадрат (шаршы), тік бұрышты және ромб (үшбұрышты)*. Тордың түйіндері арқылы жүргізілген сызықтардың қиылысуынан қималар жүйесі жасалады, бұл арқылы пайдалы қазба денесінің көлемдік сипаттамасын беруге болады (26.5-сурет).

Барлау торының белгілі бір пішінін таңдау пайдалы қазба денесінің морфологиялық типіне байланысты, өйткені олардың типін өзінше барлау қажет, атап айтқанда, қималар әртүрлі бағдарланады. Еске сала кетейік, өлшемдерінің өзара қатынасы бойынша денелердің үш морфологиялық типі бөлінеді: изометрлі, тақта тәрізді және құбыр сияқты.

Изометрлі денелер (штокверктер, ұялар және т.б.) үш бағыты бойынша да өлшемдері жақын болатындықтан, олар көбінесе шаршы немесе үшбұрыш тор бойынша барланады. Бұл әртүрлі бағдарланған өзара қиылысатын қималар жүйесін тұрғызуға мүмкіндік береді.



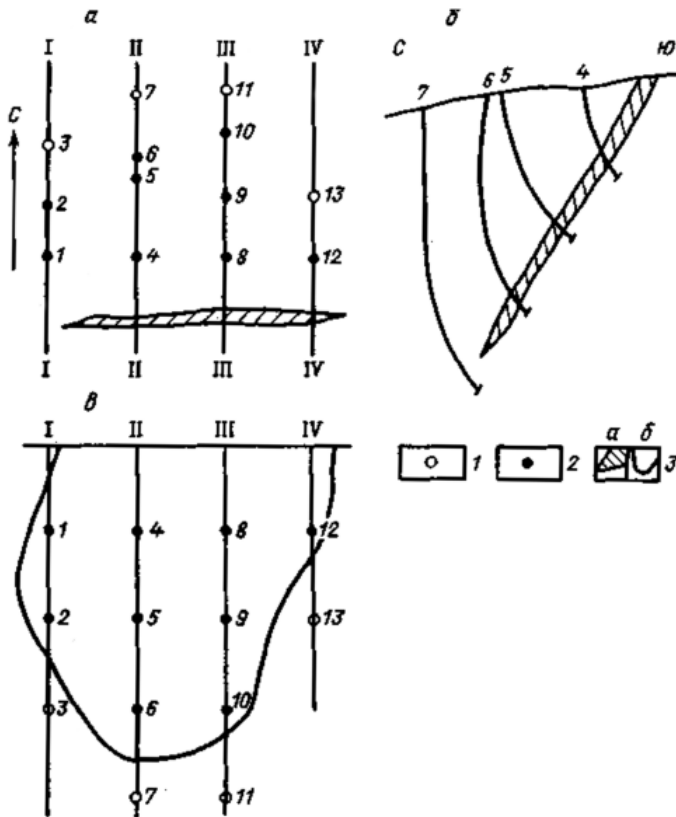
26.5-сурет. Барлау торы мен оның ұяшығының геометриясы

Тақта тәрізді денелер (қабаттар және қабат тәрізді жатындар, желілер, линзалар және т.б.) табиғатта ең көп таралған. Оларды барлау дененің жатыс жағдайларымен және пландағы немесе дене еңістігіне параллель жазықтықтағы проекциясының пішінімен анықталады. Пайдалы қазба денесі көлбеу немесе жайпақ жатқанда шаршы, тік бұрышты немесе ромб пішінді тордың кез келгені қолданылуы мүмкін. Кен денесі күрт еңіс жатқан жағдайда барлау жұмысы оның созылымына перпендикуляр бағдарланған профильдермен (сызықтармен) жүргізіледі. Профильдердің және

профильдегі ұңғыманың орналасуы мынадай есеп бойынша таңдалады: пайдалы қазбаның ұңғымалармен қиылысқан нүктелері дене жазықтығында дұрыс тор жасап орналасуы керек (26.6-сурет).

Құбыр тұрпатты денелер (кен бағаналары, құбырлар, ұзыншақ штоктар) пайдалы қазба денесінің кеңістіктегі жағдайына байланысты бағдарланған қималар жүйесімен барланады. Көлбеу немесе жайпақ құбырлар тік барлау қималарымен дененің созылымына (дәлірек айтқанда ұзындығына) көлденең қиылады. Өйткені олардың қасиеттерінің максимал өзгергіштігі көбінесе көлденең бағытта байқалады. Күрт еңіс құбырлар көлбеу қималармен барланады.

Сонымен, барлау ұңғымаларының орналасуы пайдалы қазбаның пішініне, жатыс жағдайларына және қасиеттерінің өзгергіштігіне байланысты анықталды. Барлау ұңғымалардың кенорын бойынша орналасуын сандық тұрғыдан сипаттау үшін барлау торабының параметрлері деген түсінік пайдаланылады. Барлау торабының параметрлері үш көрсеткіш: 1) барлау тереңдігі; 2) барлау торабының тығыздығы; 3) барлау торабының жиілігі бойынша сипатталады



26.6-сурет. Қабат тәрізді денені (желіні) барлау сұлбасы: *a* – план; *б* – 2-2 сызығы бойынша қима; *в* – желі еңістігіне параллель еңіс жазықтықтағы проекция; *1* – пайдалы қазбаны кездестірмеген (бос) ұңғыма; *2* – кен денесін қиып өткен ұңғыма; *3* – кен денесі (*a*) және оның проекциядағы контуры (*б*)

Барлау торабының барлық параметрлері мынадай негізгі талаптарға сай келу керек: 1) ұңғымалардың жалпы саны мен барлаудың тереңдігі минимал қажет мөлшерде болу керек; 2) әрбір барлау қимасында пайдалы қазбаның денесі бірнеше (минимум екі) нүктеде қиылуы керек (“жабылған қималар” талабы).

Бірінші талапты орындау қажеттілігі негізінен экономикалық тұрғыдан туындайды және ең аз материалдық, еңбек шығыны мен ең аз уақыт шығыны принциптеріне сәйкес келеді. Екінші, яғни жабылған қималар торабын орындамау пайдалы қазба пішінін, жатыс жағдайларын және сапасын бұрыс немесе жеткіліксіз анықтауға әкеледі.

Барлау торабының оңтайлы параметрлері үш тәсілмен анықталады: ұқсастық, эксперименттік және аналитикалық.

Ұқсастықтар тәсілі басқа кенорында сынақтан өткен барлау торабын қолдануды көздейді. Ол үшін барланып отырған кенорын эталондық кенорынға жақын сипаттамаларға ие болу керек. Ұқсастықтар тәсіліне негізделген арнайы нұсқаулар жасалып, оларда кенорындардың белгілі бір типтерін барлаудың әртүрлі сатыларында пайдаланатын ұңғымалар торабы мен техникалық жабдықтар анықталған.

Эксперименттік тәсілде барлау торабының параметрлерін анықтаудың екі модификациясы қолданылады. Біріншісі сиректеу тораптың әртүрлі нұсқаларының деректері бойынша анықталған кенорынның параметрлерін, өндіріс кезінде немесе өте тығыз барлау торабы берген нәтижелерімен салыстыруға негізделген. Барлау ұңғымаларының есепке алынатын арақашықтықтары артқан сайын кенорын көрсеткіштерінің мәнін анықтаудағы қателіктер де арта береді. Қорытындысында барлау торабының ұңғымалар аралығындағы ең үлкен қашықтығының өзінде кенорынның салыстырып отырған көрсеткіштерінің жеткілікті дәлдіктегі мәндерін беретін тығыздығы таңдалады. Есептеу нәтижелері осы салыстырып отырған кенорынды (егер оны барлау жалғасса) немесе оған ұқсас басқа нысандарды барлауға қолданылады. Геологиялық барлау жұмыстарының практикасында өте кең қолданылатын бұл тәсіл *сирету тәсілі* деп аталады.

Эксперименттік тәсілдің екінші модификациясы бойынша барлау торабының параметрлерін анықтау да сирету принципіне негізделген. Бірақ эталон ретінде жасанды модель пайдаланылады. Модель физикалық та (гипстен, саздан және т.б. материалдан жасалған), математикалық та болуы мүмкін. Қасиеттері модельденген кенорын үшін алынған барлау параметрлерінің тиімділігі туралы қорытынды оған ұқсас басқа кенорында да қолданылады.

Аналитикалық тәсіл бойынша барлау параметрлерін есептеу математикалық статистика, ықтималдықтар теориясы және басқа математикалық әдістерді қолдану арқалы пайдалы қазбаның әртүрлі көрсеткіштерінің өзгергіштік дәрежесін бағалауға негізделген. Бұл тәсілдерді қазіргі кезде кең пайдаланудың тежелуі әзірше пайдалы қазба қасиеттерінің жаралу жағдайлары мен кенденудің орналасу факторларына байланысты өзгергіштігінің сандық заңдылықтарының анықталмағандығына байланысты.

Қазіргі кезде көптеген ғылыми зерттеу ұйымдары геологиялық барлау ісінде математикалық әдістер мен компьютерді қолдану мәселелерімен айналысуда. Өйткені

барлау торабы параметрлерінің қаншалықты дұрыс анықталғандығына барлау мерзімі, бағасы және ең бастысы, барлау деректерінің ақиқаттылығы байланысты.

Сынамалау

Сынамалау – пайдалы қазбаның сапалық көрсеткіштерін зерттеудің іс жүзіндегі жалғыз тәсілі. Барлау сынамалауының негізгі мақсаттары мыналар:

1) пайдалы қазбаның сапасын және оның кенорын көлемінде немесе денесінде таралу заңдылықтарын сипаттау;

2) пайдалы компоненттердің мөлшерін анықтау (компоненттердің немесе кеннің қорын есептеу);

3) кенорынды игерудің кен-теникалық жағдайларын бағалау үшін пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерін анықтау.

Бұл мақсаттарға жету мен барлаудың мәселелерін нәтижелі шешу үшін сынамалау мынадай негізгі принциптерге сай жүргізілуі керек: өкілеттілік, біркелкілік, сынамалар санының минималдығы.

Сынамалау өкілетті саналады, егер біріншіден, пайдалы қазбаның сапа көрсеткіштердің таралу ерекшеліктері олардың кенорын көлеміндегі шынайы таралуына сәйкес келсе; ал екіншіден, сапа көрсеткіштерінің әрбір жекелеген сынама бойынша мәндері олардың осы сынамамен сипатталған көлем ауқымындағы мәндеріне сай болса.

Сынамалаудың біркелкілік принципі барлаудың біркелкілік (бірдей ақиқаттылық) принципіне сай келеді. Сынамалар пайдалы қазба денесінің ауданы мен қалыңдығы бойынша біркелкі орналасу керек, әрине ол дененің анизотроп қасиеттерін ескеруге негізделеді.

Сынамалар санының минималдығы барлау жұмыстарының шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Сынамалау көпшілік жағдайда тізбектелген үш сатылы процестен тұрады: сынама алу, оны өңдеу және зерттеу.

Сынама деп пайдалы қазбаның немесе таужыныстың сапалық көрсеткіштерін зерттеуді қамтамасыз ететін белгілі бір порциясын айтады.

Сынамалаудың түрлері. Мақсатына сәйкес сынамалаудың мынадай түрлері бөлінеді:

1) химиялық (пайдалы қазбаның химиялық-элементтік және фазалық құрамын анықтау);

2) минералогиялық (пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстардың минералдық құрамын анықтау);

3) технологиялық (пайдалы қазбаның байытылғыштығын және пайдалы компоненті айырып алу технологияларын зерттеу);

4) техникалық (пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстардың физикалық, механикалық және кен-техникалық қасиеттерін – тығыздығын, ылғалдығын, кеектілігін, сығуға, жаруға және ығысуға беріктігін, түрпілігін, бұрғыланғыштығын және т.б. зерттеу);

5) геофизикалық (пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстарды физикалық зерттеу арқылы пайдалы және зиянды компоненттер мөлшерін және т.б. сапалық көрсеткіштерін анықтау).

Сынама алу. Сынамаларды алу тәсілдері негізінен сынамалаудың мақсатына және сынамаланатын үңгіменің түріне байланысты. Ең көп қолданылатыны сынама алудың мынадай тәсілдері: кесектік (штуфтық), нүктелік, атыздық, сыдыру, көлемдік, керндік және шламдық.

Сынаманы кесектеп алу тәсілінде массивтен таужыныстың немесе пайдалы қазбаның массасы 0,2 – 0,5 кг-нан 10 – 15 кг-ға дейін, кейде одан да көп болатын кесегі немесе блогы (штуф) бөлініп (сұндырылып немесе кесіліп) алынады. Бұл тәсіл минералогиялық және техникалық зерттеулерде пайдаланылады.

Сынаманы нүктелеп алу тәсілінің мәнісі мынада. Пайдалы қазбаның ашылымы немесе қазып алынған кен массасының үйіндісі ойша немесе шын мәнінде шаршы немесе тік бұрышты пішінді тормен жабылады. Оның түйіндеріндегі ұяшықтардан пайдалы қазбаның шағын кесектері (бөлшек сынамалар) алынып, олардың барлығы біріктірілген соң бастапқы сынаманы құрайды. Нүктелік тәсілмен ұңғымадағы, үйіндідегі немесе көлік ыдыстарындағы қопсық кен массасын сынамалау жүргізсе, бұл тәсіл *көсіп алу* немесе *шөкімдеп алу тәсілі* деп аталады.

Сынаманы атыздық тәсілмен алу пайдалы қазба денесінің ашылған бетінде жүргізіледі. Сынама қолмен (кескіш пен балғаны пайдаланып) немесе кескіш типті электрлік немесе пневматикалық сынамалағыш құралмен алынады. Ол үшін арнайы тік бұрышты, үшбұрышты немесе трапеция пішінді қималы атыз кесіледі. Бұл тәсіл барлау кезінде де, пайдалы қазбалардың әртүрлі (негізінен металл) кенорындарын өндіру кезінде де ең көп таралған. Көлденең қимасы тікбұрышты атыздың өлшемдері (ені мен тереңдігі) кенделу таралуының біркелкілік дәрежесіне және кен денесінің қалыңдығына байланысты болады (26.2-кесте).

26.2-кесте

Руда кенорындарын сынамалау кезіндегі атыз қимасының өлшемдері, см

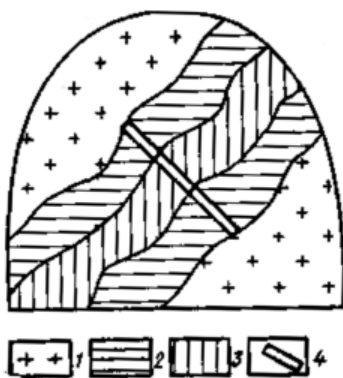
Рудаланудың сипаты	Руда денесінің қалыңдығы, м		
	0,5	0,5–2	2–2,5
Аса біркелкі және біркелкі	10x2	6x2	5x2
Әркелкі	10x2,5	9x2,5	8x2,5
Аса және өте әркелкі	12x3	10x3	8x3

Көмір кенорындарын сынамалаған кезде атыздың өлшемдерін біркелкі көмірде (10 – 16) x (3 – 5) см-ден петрографиялық құрамы күрделі әрі ұстамсыз көмірде (25 – 30) x (3 – 5) см-ге дейін өзгереді. Шашылымдар мен бейметалл пайдалы қазба (цемент шикізаты, кірпіш сазы, құм-гравий қоспасы және т.б.) кенорындарында қимасы (25 – 30) x (10 – 20) см атыздар қолданылады.

Атыздар кен денесінің қалыңдығына перпендикуляр және пайдалы қазбаның бір минералдық немесе өнеркәсіптік типі ауқымында орналасады. Пайдалы қазбаның қалыңдығы өте үлкен немесе құрылысы күрделі болған жағдайда сынамалау ұзындығы 0,7 – 1,5 м болатын секциялар бойынша жүргізіледі (26.7-сурет). Әр секция содан кейін жекелеген дербес сынама түрінде өңделіп, талданады.

Сынаманы сыдыру тәсілімен алу бойынша пайдалы қазбаның ашылған бетінен оның ауданы бойынша жұқа (көбінесе 2 – 5 мм-ден аспайды) кен қабаты сыдырып

алынады. Бұл тәсіл пайдалы компоненттер өте әркелкі таралған және кен қабатының қалыңдығы аз болған жағдайда ғана немесе атыздық және нүктелік сынамаларды бақылау үшін пайдаланылады.



26.7-сурет. Құрамы бойынша күрделі кен денесін сынамалау кезінде атыздық сынамалардың (атыздың) орналасуы: 1 – сыйыстырушы таужыныстар; 2 – галенит рудасы; 3 – сфалерит рудасы; 4 – атыз

Көлемдік (жаппай) алу тәсілі кезінде сынамаға пайдалы қазба бойынша өткен барлау үңгімесінің берілген интервалындағы барлық кен массасы немесе оның белгілі бір бөлігі, мысалы, әрбір екінші, үшінші, бесінші (және т.б.) күрегі, вагоншасы, шөміші және т.б. алынады. Көлемдік сынаманың массасы бірнеше тоннаға жетуі мүмкін, сондықтан сынамалаудың бұл тәсілі негізінен технологиялық зерттеулер жүргізу үшін немесе сынамалаудың басқа тәсілдерін бақылауға, сондай-ақ асыл металдар мен алмастың шашылымдық кенорындарды барлау кезінде қолданылады.

Керндік сынамалау былай жүргізіледі. Бұрғылау ұңғымасының керні ұзын осі бойынша екіге жарылады. Оның бір жартысы сынамаға алынып, екінші жартысы бақылау үшін және минералогиялық зерттеулерге қалдырылады. Егер керннің диаметрі оның жартысынан өкілетті сынама алуға жеткіліксіз болса, онда керннің барлығы тұтастай алынады. Сынамалаудың бұл тәсілі пайдалы қазбаның барлық түрлерін барлау кезінде қолданылады.

Шламдық тәсілмен сынама алу кезінде сынамаға таужыныс пен руданың майда кесекшелері мен тозаңы (шлам) алынады. Олар шпур мен ұңғыманы бұрғылау кезінде жаралады. Керн шығымы төмен болған кезде бұл тәсіл керндік тәсілді толықтырады.

Сынамалаудың аталған негізгі тәсілдерінен басқа пайдалы қазбаның сапасын жекелеген сынама алмай анықтайтын бірнеше жолы бар. Оларға сынамалауға геофизикалық тәсілдер мен көзмөлшер сынамалау (пайдалы компоненттің мөлшерін “көзбен” анықтау) жатады. Мұндай жағдайларға пайдалы қазбаның оны сыйыстырушы таужыныстардан өзгешеленетін әртүрлі қасиеттері анықталады.

Геофизикалық сынамалау соңғы кездері жылдам дамып, кең қолданыс табуда. Оған кеңінен белгілі магнитометрия (магнетит рудасындағы темірдің мөлшерін анықтау) мен радиометрия (табиғи радиобелсенділік деңгейін өлшеу жолымен уран

мен торийдің мөлшерін анықтау) тәсілдерімен қатар, геофизикалық сынамаалаудың ядролық-физикалық әдістерінің едәуір тобы қосылады. Олардың ішінде екі тип бөлінеді: гамма-әдіс – жасанды (түсірілген) гамма-сәулелену көзін өлшеуге негізделген; нейтрондық – нейтрондық немесе онымен байланысты гамма-сәулелену қарқындылығын тіркейді. Ядролық-физикалық сынамаалау көмегімен көптеген (өкінішке орай, барлық емес) рудалар типіндегі темір, қорғасын, сынап, вольфрам, сүрме, барий, цинк, молибден, висмут, қалайы, хром, никель, марганец, мыс, алюминий, бериллий және т.б. компоненттердің мөлшері анықталады.

Фотосынамаалау ашылымды (үңгіменің немесе үңғыманың үңғысы мен қабырғаларын) суретке түсіріп алып, пайдалы минералдар алып жатқан ауданның аумағын есептеуге бағытталған. Сынамаалаудың бұл тәсілі пайдалы қазба өзінің оптикалық қасиеттері бойынша сыйыстырушы таужыныстардан күрт айрықшаланған жағдайларда оң нәтиже береді. Мұндай жағдайларда көзмөлшерлеп сынамаалау да қолданылып, оның көмегімен байқаушының тәжірибесі жеткілікті болғанда біршама дәл нәтижелер алынуы мүмкін.

Айта кету керек, фотосынамаалау мен көзмөлшерлеп сынамаалау пайдалы қазба сапасын жуықтап бағалау үшін көмекші сипатқа ие, өйткені олардың дәлдігі (әсіресе, көзмөлшерлеп сынамаалаудың) көптеген субъективтік факторларға байланысты болады.

Сынамаалаудың тәсілін таңдау факторлардың екі тобына байланысты: геологиялық және жалпы. *Геологиялық факторлар* бастысы саналады. Оларға кенорынның өнеркәсіптік типі, пайдалы қазбаның бітімдік-құрылымдық сипаттамасы, рудадағы пайдалы компоненттердің таралу типі, кен денелерінің өлшемі, олардың қалыңдығы мен пайдалы қазбаның ірілігі жатады. Қалыңдығы үлкен, шомбал және біркелкі-секпілді руда кез келген тәсілмен сынамалануы мүмкін. Дегенмен шламдық немесе нүктелік сынамаалауды қолдану дұрысырақ. Жолақ, желішіктік және әркелкі-секпілді пайдалы қазбаларды атыздық тәсілмен сынамаалау тиімдірек. Мұнда атыз жолақтыққа перпендикуляр бағдарланады. Берік және өте берік пайдалы қазбалар шламдық (егер пайдалы компоненттердің таралуы біршама біркелкі болса) немесе нүктелік пен сыдыру тәсілімен сынамаланады. Өйткені мұндай пайдалы қазбаларда дұрыс пішінді атыз жасау өте қиын.

Жалпы факторлар ішінде сынамаалау тәсілін таңдауға әсер ететін мыналарды бөлуге болады: сынамаалаудың мәселелері, жұмыстың көлемі мен қолданылатын өндірістің жүйесі (өндірістегі кенорындарды сынамаалаған кезде). Сынамаалау мәселелері кейде шешуші фактор болып саналады. Мәселен, пайдалы қазбаның физикалық-механикалық қасиеттерін анықтау үшін кесектік (штуфтық) тәсілден басқа (кесектен дұрыс кубиктер кесіп алынады) тәсілді қолдануға болмайды. Ал пайдалы қазбаның технологиялық қасиеттерін бағалау үшін көп материал керек. Сондықтан жаппай (көлемдік) сынамаалау жүргізу қажет болады.

Сынамаалау тәсілін таңдаған кезде сынамалар алу бойынша жұмыстың көлемі де маңызды мәнге ие болуы мүмкін. Егер біршама аз санды сынамалар алынатын болса, қиын екендігіне қарамай максимал ақиқат нәтижелер беруді қамтамасыз ететін сынамаалау тәсілдерін пайдаланған дұрыс. Керісінше, сынамаалау бойынша жұмыстар көлемі үлкен болса, сынамалар алудың ең қарапайым және арзан тәсілдері

таңдалады. Мұндай жағдайда әр сынамадағы нәтижелердің жоғары дәлдігі есепке алынбайды (мысалы, кәдімгі тұтас атыздың орнына пунктирлік атыз да жарайды).

Барлаудың үлкен тәжірибесі қуаттаған сынамалардың ұтымды арақашықтығын В.М. Крейтер келтіреді (26.3-кесте).

26.3-кесте

**Әртүрлі типті кенорындағы сынамалардың арақашықтығы
(созылымы бойынша)**

Компоненттердің таралу сипаты	Кенорындар	Қашықтық, м
Біркелкі (вариация коэффициенті $V = 5 - 40\%$)	Қарапайым көмір, жанғыш тақтатас, құрылыс материалдары, флюс, цемент шикізаты, күкірт, тастұз пен калий тұзы, кейбір темір және марганец рудалы, саз, каолин және т.б.	6 – 50
Әркелкі ($V=40 - 100\%$)	Гидротермалық мыс және полиметалл рудалы, скарндық алтын рудалы, вольфрам, молибден	4 – 6
Өте әркелкі ($V=100 - 150\%$)	Кейбір полиметалл, қалайы рудалары, вольфрам, молибден, алтын рудаларының көбі	2,5 – 4
Шамадан тыс әркелкі ($V>150\%$)	Сирек металл, алтын рудалы, платиналылардың көбі	2 – 2,5

Сынамаларды өңдеу. Сынамалау түрлерінің барлығында дерлік сынамалар алғаннан кейін оларды өңдеу жүргізіледі. Минералогиялық сынамалау кезінде өңдеуге пайдалы қазбаны зерттеу үшін мөлдір және жылтырланған шлифтер дайындау немесе сынамалар затын бинокуляр астында минералдық құрамын зерттеу үшін уатылатыны жатады.

Тек техникалық сынамалаудың сынамаларын өңдеу оның нақты мәселесіне байланысты. Физикалық-механикалық қасиеттері мен орташа тығыздығын анықтау үшін алынған штуфтар дұрыс геометриялық денелерге, кубиктерге, балкаларға кесіледі, ал индустриялық шикізаттың сапасын бағалау үшін сынамалар сортталады, еленеді, жуылады және т.б.

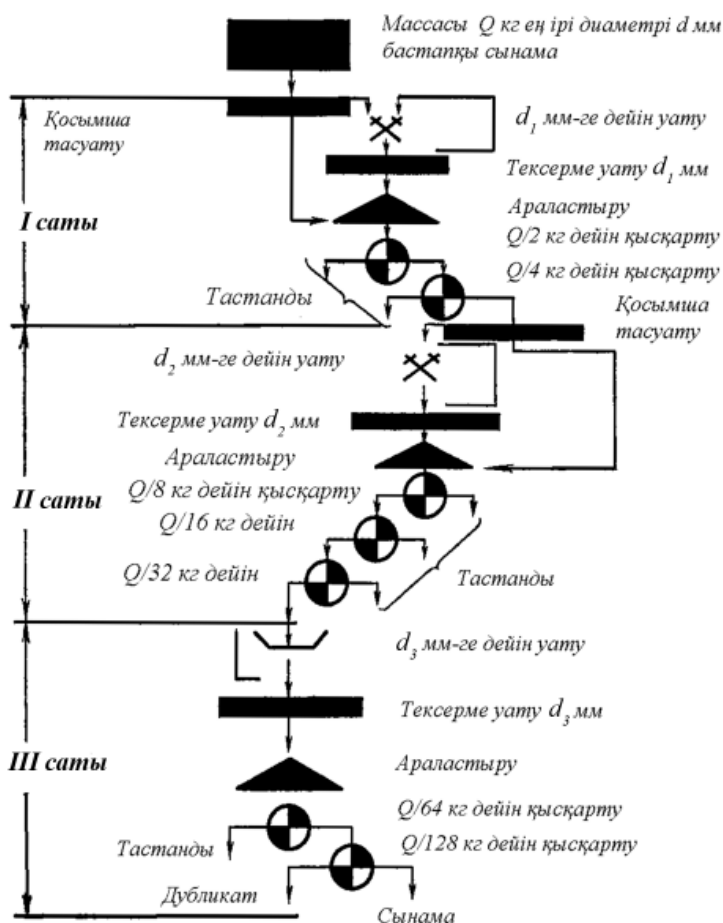
Химиялық талдау жүргізу үшін сынамаларды өте күрделі өңдеуден өткізу керек, әсіресе көп компонентті (комплекті) руда үшін. Талдау жүргізу үшін көбінесе 50 – 200 г зат жеткілікті, ал бірақ өкілетті сынаманың бастапқы массасы 3 – 5 кг-нан асады. Сонымен қатар, пайдалы компоненттер сынама массасында әркелкі таралады, ал пайдалы минералдар желі минералдарына кірігіп орналасады. Сондықтан химиялық сынамаларды өңдеу мына мақсатта орындалады: біріншіден, руда минералдарын желі минералдарынан бөлу (ажырату) үшін; екіншіден, лабораториялық ұнтақтағы компоненттердің мөлшері бастапқы сынамадағыдай, біркелкі болып, заттың гомогендігін қамтамасыз ету үшін. Бұл мақсат тізбектеле қайталанатын бастапқы сынама материалын майдалау, араластыру мен қысқартудың бірқатар циклдері арқылы іске асырылады. Сынаманың осындай әр цикл соңындағы қысқарту

дәрежесі бөлшектердің өлшемімен (уатылу немесе майдалану дәрежесімен) және компоненттер таралуының әркелкілік дәрежесімен анықталады. Әрбір келесі уату мен араластыру кезеңінен кейінгі сынаманың қажет массасын, яғни сынаманың бастапқы массасын қысқарту мүмкіндігінің дәрежесін есептеуге көбінесе Ричардс-Чечотт формуласы қолданылады:

$$Q = k d^2, \quad (26.1)$$

мұндағы Q – сынаманың қысқартудан кейінгі массасы, кг; d – максимал фракция бөлшектерінің диаметрі, мм; k – компоненттердің таралу әркелкілігінің дәрежесіне байланысты коэффициент. Әртүрлі пайдалы қазба үшін бұл коэффициенттің шамасы 0,05-тен 1-ге дейін өзгереді.

Осы формула негізінде сынаманы өңдеу сұлбасы жасалады. Бұл сұлбада сынама материалын уату, майдалау және езу кезеңдерінің саны, әр сатыдағы уатылған материалдың қысқару дәрежесі мен саны көрсетіледі (26.8-сурет).



26.8-сурет. Сынаманы өңдеу сұлбасы

Сынамаларды талдау. Алынған және өңделген сынамалардың барлығы талдау мен сынауға түседі. Сынамаларды талдау мен сынау әдістерінің түрі пайдалы қазбалардың түрі мен пайдалану салаларына байланысты болады.

Спектрлік талдау оның өте жылдам жүргізілуіне және арзандылығына байланысты кенорындарды зерттеудің барлық сатыларында пайдаланылады. Барлық жаппай талдаудың алдында спектрлік талдау жүргізіледі.

Химиялық талдау пайдалы қазбадағы басты, ілеспе және зиянды компоненттер мөлшерін анықтау үшін жүргізіледі. Химиялық талдаудың дәлдігі мен ақиқаттылығы өте жоғары, бірақ қиын әрі қымбат. Осыған байланысты оны өнімділігі жоғары әрі арзан *физикалық әдістер*: рентгенспектрлік, атом-абсорбциялық, ядролық-физикалық және т.б. алмастырады.

Минералогиялық талдау шашылымдық кенорындардан алынған сынамаларды жаппай зерттеу үшін жүргізіліп, түпшайманы магнитті, электромагнитті және беймагнитті фракцияларға бөлінеді.

Физикалық-механикалық сынау пайдалы қазбалар мен сыйыстырушы таужыныстардың куб немесе цилиндр пішінді үлгілерінде жүргізіліп, оның нәтижелері кенорындардың техникалық және инженерлік-геологиялық жағдайларын анықтау үшін пайдаланылады.

Сынамалау процесін бақылау. Сынамаларды алу, өңдеу және талдау кезінде міндетті түрде бірқатар қателіктер пайда болады. Бұл қабылданған әдістеме мен техникаға байланысты. Сынамалау қателіктерінің барлығы кездейсоқ және жүйелі түрлерге бөлінеді. Сынамалау нәтижелерінің ақиқаттылығы жүйелі қателіктердің болмауына, ал олардың дәлдігі – орташа кездейсоқ қателіктердің деңгейіне байланысты.

Сынама алу процесін бақылау техникалық тұрғыдан жетілгендігі жоғары тәсілдер бойынша жүргізіледі. Мәселен, атыздық сынамалар алудың сапасын тексеру үшін олардың қасынан қимасы үлкен және сынама алынған аралықты толық қамтитын атыздық сынама алынады. Бұрғылау ұңғымаларынан алынған сынамаларды олар орналасқан кен үңгімелерінен сынама алу арқылы тексереді. Геофизикалық (радиометриялық және ядролық-геофизикалық) әдістердің сапасын қайталап өлшеу жүргізу арқылы тексеруге болады. Бұл мақсатта жаппай сынамалау көлемінің 10 – 25%-ға дейінгі мөлшері тексеріледі.

Сынамаларды өңдеу процесін бақылау оларды қысқартқанда қалған қалдықтарды ұдайы тексеру немесе (26.1) формуладағы k коэффициентінің әдейі қабылданған үлкен мәні бойынша сұлба арқылы сынамалардың бірнеше партиясын эксперименттік өңдеу жолымен іске асырылады.

Сынамаларды талдауды бақылау лабораториялық жұмыстардың сапасын білу үшін жүргізіледі. Ол үшін ішкі (осы лабораторияның өзінде) және сыртқы (басқа лабораторияларда) бақылаулар орындалады. Тексеру барлық сынамалар санының 3 – 5% көлемін қамтиды.

Пайдалы қазба денелерін контурлау

Контурлау – пайдалы қазба денесін кеңістікте шектеу процесі. Бұл процеске екі процедура кіреді: тіректік нүктелердің орналасуын анықтау және бұл нүктелерді

өзара қосу, яғни контурды жүргізу. Пайдалы қазба денелерін контурлау графикалық материалдарда: пландарда, қималарда, проекциялар мен блок-диаграммаларда жүргізіледі.

Контурлар негізгі екі топқа бөлінеді – табиғи (табиғи себептерге байланысты) және жасанды. *Табиғи контурларға* мыналар жатады: нөлдік – пайдалы қазба денесінің толық сыналану сызығы болып табылады немесе ауқымында пайдалы компонент жоқ алқапты шектейді; сорттық – пайдалы қазбаның минералдық типтері мен өнеркәсіптік сорттарын шектейді. *Жасанды контурлар*, әрине табиғи контурлармен байланысты болады, бірақ олар көбінесе формалдық белгілер бойынша жүргізіледі.

Жасанды контурларға баланстық және тысбаланстық қордың, қор категорияларының, шахта алаңдарының және т.б. контурлары жатады. Табиғи контурлардың жағдайы уақыт пен кеңістікте өзгермейді, олар қосымша алынған деректер нәтижесінде нақтылауы ғана мүмкін. Ал жасанды контурлар біздің пайдалы қазба денесі туралы біліміміздің көлеміне ғана емес, сондай-ақ әртүрлі техникалық-экономикалық және ұйымдық сипатты себептерге де байланысты болады. Мысалы, кондицияларды қайта қарағанда (кенді өңдеудің прогрессивтілеу технологиясын енгізу немесе басқа да себептер салдарынан) өнеркәсіптік рудадағы пайдалы компоненттің шектік мөлшері төмендеп, нәтижесінде баланстық руданың контурлары да біршама қашықтыққа жылжуы мүмкін. Басқа мысал – қосымша барлау жұмыстарының қорытындысы бойынша *B* категориялы қордың *A* категориясына өтуіне байланысты бұл қор категорияларының контурлары өзгереді, ал бірақ пайдалы қазба денесінің табиғи шекарасы барлық жағдайда да өзгеріссіз қалады.

Қолданылатын контурлау тәсілдеріне байланысты контурлар екі түрге бірігеді: ішкі және сыртқы. *Ішкі контур* тек қана пайдалы қазбаны қиып өтетін үңгімелер мен үңғымалар арқылы өтіп, көбінесе жасанды болады, ал *сыртқылар* – осы үңгімелердің аралығы арқылы немесе олардан тыс жүргізіліп, жасанды да, табиғи да болуы мүмкін.

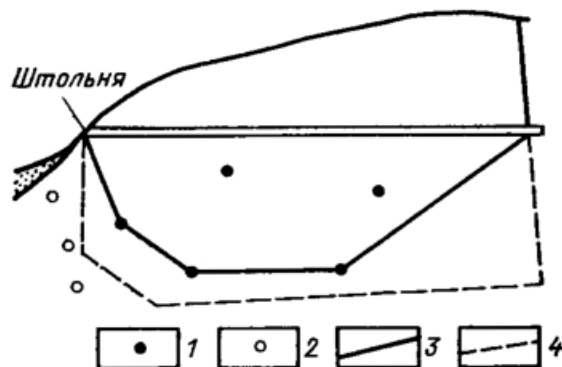
Контурды жүргізу дәлдігінің азаю ретіне қарай контурлаудың үш тәсілі ажыратылады: үздіксіз қадағалау, интерполяциялау және экстраполяциялау.

Жапсарларды үздіксіз қадағалау пайдалы қазба денесінің қалыңдығын қадағалаушы үңгіменің (штрек, өрлеме, ор және т.б.) өлшемдерінен аз болғанда немесе бұл үңгіме пайдалы қазба денесінің сыйыстырушы таужыныстар жапсарын бойлап қазылғанда жүргізіледі. Әдетте бұл тәсілдің көмегімен пайдалы қазба денесі контурларының бөлігін ғана контурлауға болады.

Интерполяция тәсілі контурды пайдалы қазбаның сыйыстырушы таужыныстармен жапсарында тікелей анықталған нүктелер арқылы (қималарда) немесе пайдалы қазбаны үңгімелер қиып өткен нүктелер арқылы (контурларды проекцияларда салғанда) жүргізуді көздейді (26.9-сурет).

Экстраполяция тәсілі бойынша контурлау пайдалы қазбаны кездестірген үңгімелерден тыс жүргізіледі, яғни бұл тәсілмен тек сыртқы контур ғана жүргізіледі. Экстраполяцияның екі түрі болады: шектеулі және шектелмеген. *Шектеулі экстраполяция* – біреуі пайдалы қазбаны қиып өткен, ал екіншісі – қимаған екі үңгіме

аралығында контур жүргізу. Тіректік нүктелердің нақты жағдайы мен оған негізделген контур формалдық белгілер бойынша – осы үңгімелер аралығының жартысы, үштен бірі немесе ширек қашықтығы арқылы немесе геологиялық заңдылықтар негізінде анықталады. *Шектелмеген экстраполяция* кезінде контурды пайдалы қазбаны қиып өткен үңгімелерден тыс жерде жүргізеді. Бұл жағдайда контурдың тіректік нүктелері, шектеулі экстраполяциядағы сияқты формалдық белгілер – ширек, жарты, толық немесе екі еселенген қашықтықтары немесе геологиялық белгілер бойынша анықталады. Бірақ контур жағдайының ақиқат болуы, яғни экстраполяцияның шектері геологиялық заңдылықтарға негізделіп анықталғанда нақтылау болады.



26.9-сурет. Күрт еңіс денені тік жазықтықтағы проекцияда контурлау (В.М. Крейтер бойынша): 1 – 2 – ұңғымалардың проекция жазықтығында қиылысқан нүктелері: 1 – кен денесін қиған, 2 – пайдалы қазбаны кездестірмеген; 3 – 4 – контур сызықтары: 3 – ішкі, 4 – сыртқы

Сыртқы контурды геологиялық заңдылықтарды пайдаланып жүргізудің мынадай айдалары көп кездеседі:

1) әртүрлі фациялардың шекарасы бойынша – бұл шөгінді текті кенорындар үшін көп тараған тәсіл; мысалы, қайраң белдеміндегі шөгінделерге байланысты пайдалы қазбалар үшін – осы шөгінділердің таралу шекарасы бойынша;

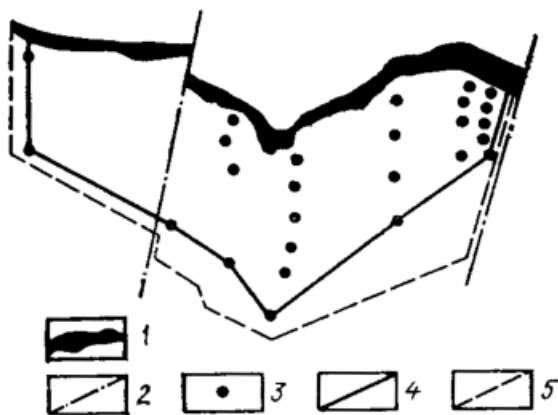
2) «қолайлы» таужыныстардың шекарасы бойынша; бұл айла эпигенезисті кенорындар үшін кең қолданылады, мысалы, контурды гидротермалық ерітінділер өтпейтін таужыныстар бойынша жүргізеді:

3) пайдалы қазба денесін шектейтін немесе жылжытушы тектоникалық бұзылыс бойынша (26.10-сурет);

4) пайдалы қазба жатынының біртіндеп табиғи сыналануы бойынша; бұл тәсіл пайдалы қазбаның линза тәрізді денелерін контурлаған кезде жақсы нәтижелер береді. Мұндай жағдайда сыртқы контурдың жағдайы график салу арқылы анықталуы мүмкін, яғни табиғи сыналану бұрышы бойынша немесе пайдалы қазба қалыңдығының изосызықтары бойынша.

Сыртқы контур шектелмеген экстраполяция тәсілімен формалдық айдаларды қолданып тұрғызылады. Ол барлау үңгімелерімен анықталған бөлікшеден тыс жерлердегі өнімді белдемнің (алаңның) таралу шекаралары белгілі бір нақты деректер

болмаған жағдайларда жүргізіледі. Мұндай ситуацияда оның жағдайы пайдалы қазба денесінің өлшемдеріне және барлау торабының параметрлеріне байланысты болады. Көбінесе шектелмеген экстраполяцияның формалдық айдалары қолданылады. Мұндай кезде сыртқы контур былай жүргізіледі:



26.10-сурет. Сыртқы контурды тектоникалық бұзылыс бойынша жүргізу (В.И. Смирнов бойынша): 1 – пайдалы қазбаның жер бетіне шығуы; 2 – айырымдық бұзылыстар сызығы; 3 – кен денесін қиып өтетін ұңғымалар; 4 – 5 – контурлар сызығы: 4 – ішкі, 5 – сыртқы

1) ішкі контурға параллель барлау үңгімелерінің арақашықтығына еселік қашықтықта (экстраполяция шегі кенорынның зерттелгендік дәрежесіне байланысты, пайдалы қазбалар денесі пішінінің өзгеріштігіне сай анықталады);

2) пайдалы қазба денесінің сызықтық өлшемдеріне байланысты үшбұрыш немесе оның 1/2 (жарты) ұзындығына тең болады;

3) конустың немесе жарты сфераның беті бойынша (изометрлі денелер үшін), олардың негізі (табаны) пайдалы қазба денесінің ішкі контурымен шектелген кима ауданын құрайды, ал биіктігі дененің орташа көлденең өлшемінің жартысына тең.

Пайдалы қазба денесінің контуры оның әртүрлі бөліктерінде әртүрлі тәсілдермен алынуы мүмкін, басқаша айтқанда, аталған айдалардың әрқайсысы пайдалы қазба денесінің толық немесе оның бөліктерінің контурын тұрғызуға мүмкіндік береді.

Барлау процесіндегі гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеулер

Пайдалы қазба кенорындарын өндірістік игеруге өткізу үшін барлау процесінде оның кен-техникалық жағдайлары зерттелуі қажет, яғни гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлары анықталады. Бұл мәселелерді шешуге көбінесе кенорынның геологиялық құрылысын зерттеу үшін жүргізілген кен үңгімелерінің өзі пайдаланылады, арнайы үңгімелер өте сирек жүргізіледі.

Гидрогеологиялық зерттеулердің құрамы мен мәселелері кенорындар гидрогеологиялық жағдайларының күрделілігіне және барлаудың сатысына байланысты емес. Гидрогеологиялық зерттеулердің негізгі мәселелері мыналарды анықтауға

келіп тіреледі: 1) жерасты және жербеті суының өзара байланысының сипаты; 2) таужыныстардың сумолдылығы мен суөтімділігі; 3) кен үңгімелеріне келуі мүмкін су ағындарының шамасы; 4) жерасты суының жемірлігі және оларды тұрмыстық пен өнеркәсіптік суқамтамасыздауға пайдалану мүмкіндігі. Алдын ала барлау сатысында гидрогеологиялық жағдайлардың жуықтаған сипаттамасы беріледі, ал түбегейлі барлау процесінде зерттеулердің аталған түрлерінің барлығы максимал толық және ақиқаттылықпен беріліп, олардың сипаттамасы дәл сандық баға алады.

Инженерлік-геологиялық зерттеулердің жалпы мәселелері мыналар: 1) таужыныстар мен пайдалы қазбалардың өндірілгіштігін анықтау; 2) кен үңгімелерінің орнықтылығын бағалау; 3) айрықша кен-техникалық жағдайларын анықтау.

Инженерлік зерттеулер де барлау сатысына байланысты емес. Бірінші мәселені шешу үшін пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері: орташа тығыздығы, жаншуға және ығысуға беріктігі, түрпілігі, өзінше тұтануға қабілеті, жабықшылығы және т.б. анықталады. Таужыныстардың орнықтылығы мен беріктігі физикалық-механикалық қасиеттерін анықтау және бұл қасиеттердің таужыныстардың минералдық-петрографиялық құрамына, бітіміне, жарықшақтылығы мен гидрогеологиялық жағдайларына байланысын зерттеу нәтижелері бойынша жүргізіледі. Айрықша кен-техникалық жағдайларға карст даму, ауданның сейсмикалығы, кен соққылары пайда болуының ықтималдығы, газбіліміндер дәрежесі, сипаты мен құрамы, силикөзқауіптілік, көпжылдық тоң дамуының типі мен қарқындылығы және инженерлік-геологиялық құбылыстар жатады.

Геологиялық құжаттау

Барлау процесінде барлау мен зерттеу жұмыстарын мұқият құжаттау ұдайы жүргізіледі. Сипаты бойынша құжаттар мына түрлерге бөлінеді: *бастапқы* – жұмыстар мен зерттеулер орындалған жерде тікелей жүргізілуі; *жиынтық* – бастапқы материалдарды өңдеу нәтижелерінен тұрады; *қорытынды (есептік)* – барлық материалдар мен барлаудың белгілі бір кезеңінің немесе барлығының нәтижелері қорытындыланады. Геологиялық құжаттаудың көлемі негізінен кенорынның масштабына және геологиялық құрылысының күрделілігіне байланысты.

Бастапқы геологиялық материалдарға жекелеген ашылымдардың ұңғыма кернінің, барлау үңгімесінің суреті, фотографиясы мен сипаттамасы; пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстардың жекелеген үлгілері; сынамалау журналдары; геофизикалық, гидрогеологиялық және т.б. байқауларды тіркеу журналдары кіреді.

Жиынтық геологиялық материалдарға мыналар жатады: таужыныстар мен пайдалы қазбалардың эталондық коллекциялары; кенорынның геологиялық қимасының сипаттамасы; әртүрлі типті және масштабты карталар, пландар, қималар мен проекциялар; диаграммалар, кестелер, графиктер және пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныс көрсеткіштері мен қасиеттерінің сандық өлшемдерін өңдеу нәтижелері және т.б.

Қорытынды материалдар жыл сайынғы геологиялық есепнамалардан, пайдалы қазбалар мен пайдалы компоненттердің қорын жедел және қорытынды (барлау қорытындысы бойынша) есептеу нәтижелерінен тұрады.

Барлау жұмыстарын дер кезінде геологиялық құжаттау кейінгі геологиялық барлау жұмыстарының бағытын анықтау үшін барлау нәтижелерін бағалауға айрықша маңызды рөл атқарады. Осының қорытындысында – кенорынның өнеркәсіптік бағасы беріліп, кен өндіруші кәсіпорынды тиімді жобалау мен оның өндіріске қосылуы анықталады. Геологиялық құжаттаудың маңыздылығы мен қажеттілігі мынаған байланысты – көп жағдайда кен үңгімелерін қазу процесінде жүргізілген байқауларды қайталау мүмкін болмайды. Сондықтан құжаттаудың бастапқы және басты шартына факторларды мүмкіндігінше толық және объективті көрсету жатады.

Бақылау сұрақтары:

1. Кенорындарды барлау деген не, оның басты мәселелері қандай?
2. Барлаудың басты принциптері. Зерттеудің толықтығы принципінің мәнісі неде, оны орындау үшін қандай талаптар қойылады?
3. Біртіндеп жақындау принципінің мәнісі, ол геологиялық барлауда қалай іске асырылады?
4. Біркелкілік принципінің мәнісі неде, ол геологиялық барлау жұмыстарын жүргізудің әдістемесі мен техникасына қандай талаптар қояды?
5. Ең аз материалдар шығыны принципінің негізгі талаптары.
6. Өндірістік барлаудың мақсаты мен мәселелері қандай, ол қандай жағдайда жүргізіледі?
7. Барлаудың негізгі әдістерінің қысқаша сипаттамасы қандай?
8. Барлаудың техникалық жарақтары қандай топтарға бөлінеді?
9. Барлау жүйелері деген не, олардың негізгі түрлері қандай?
10. Барлаудың бұрғылау жүйесі қысқаша қалай сипатталады?
11. Кен үңгімелері және бұрғылау жүйелері қашан қолданылады, олардың түрлері қандай?
12. Барлау қазбалары қалай орналастырылады, оның басты тәсілдері қандай?
13. Барлау торабы пішінін таңдау кенорындардың қандай сипаттамаларына байланысты?
14. Барлау торабының параметрлері деген не, оны таңдаудың қандай ұтымды тәсілдері бар?
15. Пайдалы қазбаларды сынамалау қандай мақсатта жүргізіледі, оның қандай сатылары бар?
16. Сынамалардың мақсаты қандай, оның қандай түрлері бар?
17. Сынамаларды алу тәсілдерінің сипаттамасы қандай?
18. Ұтымды сынамалау қандай талаптарға сай келу керек?
19. Кен денелерін контурлау деген не, контурлардың қандай түрлері бар?
20. Сынамалаудың басты тәсілдері қандай, оны таңдау қандай факторларға байланысты?
21. Кенорындарды барлау процесінде гидрогеологиялық зерттеулердің құрамы мен мәселері қандай?
22. Инженерлік-геологиялық зерттеулердің жалпы мәселері қандай?
23. Геологиялық құжаттаудың түрлері қандай, олардың көлемі неге байланысты?

27. КЕНОРЫНДАРДЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ӨНЕРКӘСІПТІК БАҒАЛАУ

27.1. Бағалаудың мәселелері

Геологиялық-экономикалық (немесе геологиялық-өнеркәсіптік) бағалау кенорындарды немесе кенбілінімдерді зерттеу процесінде ұдайы жүргізіледі. Өйткені әрбір жаңа кен қазбасы, әрбір талдама мысалының және оны өндірудің кен-геологиялық жағдайларының сандық және сапалық бағасына өзгерістер мен толықтырулар енгізіп отырады.

Іздеу сатысында геологиялық-өнеркәсіптік бағалаудың негізгі мақсатына пайдалы қазбалар кенбілінімін ары қарай зерттеудің тиімділігін анықтау жатады, яғни барлау жүргізудің тиімділігі анықталады. Іздеу нәтижесінде алынған ақпарат нақты техникалық-экономикалық есептеулер жүргізуге жеткіліксіз болғандықтан, бұл сатыдағы геологиялық-өнеркәсіптік бағалаудың негізгі тәсіліне *ұқсастық*, яғни анықталған сипаттамаларды осы кенбілінімге ұқсас жақсы зерттелген кенорынның көрсеткіштерімен салыстыру жатады.

Іздеу сатысында (көбінесе, іздеу-бағалау жұмыстарында) жекелеген жағдайларда геологиялық-өнеркәсіптік бағалау *техникалық-экономикалық* есептеулер арқылы жүргізілуі мүмкін. Кенорынды ары қарай игерудің тиімділігі оның мүмкін өнімділігін, болашақ кен өндіруші кәсіпорынның жұмыс мерзімін және пайдалы қазбаның құндылығын есептеу бойынша қабылданады. Бұл есептеулер кенорындағы пайдалы қазба мен пайдалы компоненттер мөлшеріне (бұл сатыда қор есептелмейтіндіктен) және өнеркәсіптің бұл шикізатқа деген қажеттілігіне байланысты жүргізіледі.

Барлау нәтижелері бойынша геологиялық-өнеркәсіптік бағалау іс жүзінде толығымен техникалық-экономикалық баяндамаға (ТЭБ) негізделеді. ТЭБ-та кенорынды оның масштабына, өндірудің кен-техникалық жағдайларына, пайдалы қазбаларды өндірудің мүмкін технологиялық сұлбаларына және ауданның экономикалық-географиялық жағдайларына қатысты ары қарай игерудің экономикалық тиімділігі қарастырылады. Ары қарай игеру тиімді деп танылған кенорындар үшін ТЭБ-та түбегейлі барлау жұмыстарын кен өндіруші өнеркәсіпті жобалаумен және тұрғызумен қатар жүргізу мүмкіндігі негізделеді. Сонымен қатар, бірінші кезекте игерілетін бөлікшелер таңдалады.

Барлау нәтижелері бойынша геологиялық-өнеркәсіптік бағалау барысында мыналар анықталуы керек:

1) пайдалы қазба қорының мөлшері (пайдалы қазба денелерінің пішінін, жатыс жағдайлары мен өлшемдерін зерттеген кезде геологиялық қималар жүйесін тұрғызу жолымен анықталады);

2) пайдалы қазбаның сапасы мен пайдалы (негізгі және ілеспе) компоненттердің мөлшері (сынамалау бойынша анықталады);

3) пайдалы қазбаның технологиялық қасиеттері, яғни барлық пайдалы компоненттерді айырып алудың немесе пайдалы қазбаны өнеркәсіптің тиісті салаларында ары

қарай пайдалану үшін өңдеудің мүмкіндігі мен тиімділігі (технологиялық сынамалау барысында анықталады);

4) кенорынды игерудің кен-техникалық жағдайлары (гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеулер нәтижесі бойынша, сонымен қатар пайдалы қазба денелерінің кеңістіктегі морфологиялық ерекшеліктерін зерттеу кезінде анықталады);

5) кенорын ауданының экономикалық-географиялық жағдайлары – климат, ауданның бедері, энергетикалық ресурстары, көлік жағдайлары, отынмен және жергілікті құрылыс материалдарымен, еңбек ресурстарымен қамсыздылығы, ауданның экономикалық бейіні және т.б. (барлау жүргізген кезеңдегі тиісті жағдайларды зерттеу негізінде бағаланады).

Кенорынды түпкілікті бағалау барлауды аяқтағаннан кейін, дәлірек айтқанда, қорды есептеп әрі өнеркәсіптік кондицияларды бекіткеннен соң жүргізіледі. Өйткені кенорынның өнеркәсіптік мәнділігінің басты критерийі – оның құндылығын есептеуге негіз болатын пайдалы қазба мен пайдалы компоненттердің қоры. Мұнда минерал шикізат қорының мөлшерін анықтау ғана емес, оның ақиқаттылығын анықтау да маңызды, яғни кенорынды игерген кезде барлау процесінде есептелген қордың сол жерде және сол сапада болғаны керек. Қорды есептеу негізінде кен өндіруші кәсіпорынның жылдық өнімділігі, тауарлық өнім (руда немесе концентрат) шығару, өзіндік құн, кенорынды қоршаған ортаны қорғау шараларын ескеріп игерудің тиімділігі бағаланады. Бағаланатын көрсеткіштер барлық кенорын бойынша ғана есептеліп қоймайды, сонымен қатар оның жекелеген бөлікшелері үшін де анықталады.

27.2. Кондициялар туралы түсінік

Кондиция – минерал шикізатқа қойылатын өнеркәсіптік талаптар. Олардың негізінде кенорынды немесе оның бөліктерін игерудің экономикалық ұтымдылығы анықталады. Басқаша айтқанда, кондиция дегеніміз – одан төменгі көрсеткіштерде пайдалы қазбаны өндіру тиімсіз саналатын *шекаралық параметрлер*. Кондиция әр кенорын үшін техниканың, технология мен экономиканың қазіргі күйіне, сонымен қатар кенорынның географиялық-экономикалық және кен-геологиялық жағдайларына қатысты есептеледі. Осы айтылған факторлардың кез келген біреуі өзгерсе, кондиция қайта қаралады.

Металл пайдалы қазбалар мен кен-техникалық және кен-химиялық шикізат кенорындары *кондицияларының құрамына кіретіндер*: пайдалы компоненттің минимал өнеркәсіптік мөлшері, зиянды қоспалардың рауалы максимал мөлшері, пайдалы қазбаның алынатын минимал қалыңдығы, бос таужыныс қабатшаларының максимал қалыңдығы немесе рудалылықтың шектік коэффициенті, шектік кен-техникалық және гидрогеологиялық жағдайлар.

Минимал өнеркәсіптік мөлшер – блоктағы немесе пайдалы қазбаның жекелеген денесіндегі пайдалы компоненттің, егер мәні одан төмен болса өндіру тиімсіз сана-

латын орташа мөлшері. Ол мынадай факторларға байланысты: пайдалы компонентті рудадан айырып алудың дәрежесіне; кәсіпорынның қуатына немесе өнімділігіне; технологиялық процестің күрделілігіне; кен өндірудің өзіндік құнына; күрделі қаржы салу көлеміне; барланған қордың мөлшеріне; кәсіпорын шығаратын даяр өнімнің жіберілу бағасына; айырып алынатын компоненттердің санына және т.б.

Жарамды (борттық) мөлшер кондициялық көрсеткіш ретінде кен денесінің геологиялық шекаралары айқын болмағанда немесе пайдалы компоненттер әрқелкі және аса әрқелкі таралған жағдайларда енгізілуі мүмкін. Жарамды мөлшердің мәні минимал өнеркәсіптік мәннен төмен болады және көбінесе пайдалы компоненттің тастанды мәніне тең деп алынады, яғни жарамды мөлшер бойынша пайдалы компонентті кен массасынан айырып алуға әлі болады. Жарамды мөлшер кен денелерін контурлағанда және олардың ішіндегі бейөнеркәсіптік бөлікшелерді шектегенде қолданылады. Жалпы жағдайда бұл – пайдалы қазба денесінің контурын жүргізуге болатын ең шеткі сынамадағы пайдалы компоненттің мәні. Бұл контур барлық кен денесі бойынша орташа мөлшер минимал өнеркәсіптік мөлшерден төмен болмаған жағдайда ғана бекітіледі. Керісінше болған жағдайда шеткі (контурлық) сынама ретінде басқа, яғни мөлшері жоғарылау сынама қабылдануы мүмкін.

Құнды пайдалы қазба кенорындарында кен денелерінің қалыңдығы аз немесе олардың пішіні күрделі және біртіндеп сыналанатындықтан, кондициялық көрсеткіш ретінде *сызықтық қор (метрпроцент)* енгізіледі. Мысалы, кен денесінің қазып алынатын минимал қалыңдығы 2 м, ал пайдалы компоненттің минимал мөлшері 0,5% болсын делік, сонда минимал өнеркәсіптік сызықтық қор 1 м% ($2 \times 0,5 = 1 \text{ м}\%$) болады. Мұндай жағдайда қалыңдығы 0,2 м пайдалы қазбаны өндіру экономикалық тұрғыдан тиімді болу үшін ондағы пайдалы компоненттің мөлшері 5% шамасынан аз болмау керек ($0,2 \times 5 = 1 \text{ м}\%$).

Бейметалл пайдалы қазба кенорындары үшін кондициялық көрсеткіштер әртүрлі болады, өйткені олар шикізатты пайдаланатын салаларға байланысты тағайындалады. Мысалы, асбест кенорындары үшін кондициялық көрсеткіштерге асбесттің әр сорты бойынша (сорттылық талшықтың ұзындығы мен физикалық-механикалық қасиеттері арқылы анықталады) өнеркәсіптік мөлшері жатады; оптикалық шикізат пен электроқшаулауыш кенорындарда – пайдалы минералдардың ақаусыз бөлікшелерінің минимал өлшемі мен мұндай бөлікшелердің минимал өнеркәсіптік мөлшері; блоктық тас кенорындары үшін – блоктардың минимал өлшемдері, кондициялық блоктардың минимал шығымы, физикалық-механикалық қасиеттері. Металлургиялық шикізатқа қосымшалардың (флюс пен оттөзімділер) кенорындарында кондициялар олардың химиялық құрамына және физикалық-механикалық қасиеттеріне (желінгіштік, балку температурасы және т.б.) қойылатын талаптарды және т.б. ескереді.

Көмір кенорындарының негізгі кондициялық көрсеткіштеріне қабаттың минимал жұмыстық қалыңдығы, күлдің максимал мөлшері, ал жекелеген жағдайларда – көмірді өнеркәсіптің әртүрлі салаларында пайдалану мүмкіндігін анықтайтын күкірттің, фосфордың, ылғалдың (жұмыстық отындағы) мөлшері, біріккіштігі және басқа параметрлері жатады.

27.3. Кенорындардың өнеркәсіптік игеруге даярланғандығы

Қатты пайдалы қазба кенорындарының қоры мен болжамдық ресурстарының жіктелімінде кенорын өнеркәсіптік игеруге даярланған деп есептеуге болатын жағдайлар анықталған. Бұл жағдайларға жататындар:

- 1) қор ҚМК (қор бойынша Мемлекеттік комиссия) немесе жергілікті қор комиссиясы (жаңа ашылған кенорын үшін) бекітілген;
- 2) пайдалы қазбаның заттық құрамы мен технологиялық қасиеттері, пайдалы компоненттерді айырып алудың технологиялық сұлбасын жобалауға жеткілікті түбегейлілікпен зерттелген;
- 3) гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлар кенорынды игерудің жобасын жасауға жеткілікті түбегейлікпен зерттелген;
- 4) бірінші кезекте игерілуі белгіленген бөлікшелер мейлінше түбегейлі барланған;
- 5) кен алаңы ауқымында жатқан басқа пайдалы қазбалар (аршылым таужыныстары, қалдықтар) зерттеліп, олардың пайдалану мүмкіндіктері анықталған және мөлшері есептелген;
- 6) шаруашылық және тұрмыстық су қамтамасыздау мүмкіндігі бағаланған;
- 7) қоршаған ортаны қорғау мен Жер қойнауын ұтымды пайдалану бойынша шаралар әзірленген;
- 8) бекітілген баланстық қор кенорынның геологиялық құрылысының күрделілігі бойынша қандай тобына жататынына сәйкес әртүрлі категорияларға жіктелген (27.1-кесте).

Геологиялық барлау жұмыстарының барлық комплексін жүргізу нәтижесінде пайдалы қазба кенорының моделі жасалады. Жүргізілген жұмыстардың түбегейлілігі артқан сайын, ең бастысы, оларды жүргізу әдістемесінің оңтайлануына байланысты алынған модель шын нысанға сәйкестене береді. Жалпы түрде пайдалы қазба кенорының моделіне кіретін әртүрлі графикалық және кестелік материалдар комплексі – тік және көлбеу қималардың жүйесі; тік, көлбеу және еңіс жазықтықтардағы проекциялар; блок-диаграммалар; сынамалау нәтижелерінің, геофизикалық, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеулердің кестелері; сондай-ақ кенорынды сипаттайтын басқа да материалдар.

27.1-кесте

Геологиялық құрылысы бойынша бөлінетін әртүрлі кенорындар тобы үшін қордың әртүрлі категорияларының арақатынасы, %

Қордың категориясы	Металл және бейметалл пайдалы қазба				Көмір және жанғыш тақтатас		
	1-топ	2-топ	3-топ	4-топ	1-топ	2-топ	3-топ
<i>A</i>	10	-	-	-	20	-	-
<i>B</i>	20	20	-	-	30	50	-
<i>C₁</i>	70	80	80	50	50	50	100
<i>C₂</i>	-	-	20	50	-	-	-

27.4. Қорды есептеу

Қорды есептеудің негізгі мақсаты – пайдалы қазба мен пайдалы компоненттердің мөлшерін анықтау. Есептеуді оның дәлдігі мен ақиқаттылығын төмендетпей жеңілдету үшін пайдалы қазба денелерінің пішіні мен пайдалы компоненттер таралуы біршама қарапайымдалады. Қорды есептеу тәсілі мынадай айлалардан тұрады – пайдалы қазбаның денесі контурланады. Бұл контур біршама қарапайым пішінді бөлікшелерге бөлінеді. Әр бөлікшеде қорды есептеу үшін бастапқы деректердің біршама біркелкі мәндері анықталады.

Жалпы алғанда, пайдалы қазбаның мөлшерін (Q) есептеу үшін мына формула қолданылады:

$$Q=Vd=Sm d, \quad (27.1)$$

V – пайдалы қазбаның көлемі; S – пайдалы қазба денесінің ауданы; m – дененің орташа қалыңдығы; d – пайдалы қазбаның орташа тығыздығы;

Пайдалы қазбадағы пайдалы компоненттің (мысалы, кендегі металдың) қоры (P) мына формула бойынша есептеледі:

$$P=QC/100=Sm d C/100, \quad (27.2)$$

C – есептеу блогындағы пайдалы компоненттің орташа мөлшері.

Келтірілген (27.1) және (27.2) формулалар бойынша қорды есептеуді жүргізу үшін оларға кіретін бастапқы деректер мыналар:

S – кен денесінің (блоктың, қиманың және т.б.) ауданы, м²;

m – пайдалы қазбаның есептеу блогы ауқымындағы орташа қалыңдығы, м;

C – есептеу блогындағы пайдалы компоненттің мөлшері, %.

Пайдалы қазба денесінің (блоктың, қиманың, проекцияның, негіздің және т.б.) ауданы S графикалық материалдар (план, проекция) бойынша көбінесе аспаптық тәсілмен арнайы аспап – *планиметрдің* көмегімен анықталады. Ауданды жуықтап анықтау үшін (планиметр жоқ болса) пайдалы қазба денесі қарапайым геометриялық фигуралар ретінде қарастырылып (егер денелердің немесе есептеу блоктарының шекаралары түзу сызықтар болса), белгілі формулалар арқылы есептеледі немесе палетка қолданылады.

Палетка тәсілі іс жүзінде кез келген конфигурациялы дененің ауданын біршама жылдам және жетілікті дәл анықтауға мүмкіндік береді. Палетка – мөлдір материал (мысалы, калька) парағы, оған шаршы тор бойынша нүктелер арасындағы қашықтыққа байланысты белгілі бір ауданды сипаттайды (палетка бөлігінің бағасы – S_0). Мысалы, егер нүктелер әр 5 мм сайын көрсетілсе, онда палетка бөлігінің бағасы 1:1000 масштабта 25 м², 1:2000 бен 1:5000 масштабтарда – тиісінше 100 және 625 м² болады. Пайдалы қазба денесінің (немесе оның бөлігінің) ауданын анықтау үшін палетканы тиісті графикалық материалдың үстіне салады да, контур ішіндегі нүктелер N_1 мен есептеу блогы контурындағы орналасқан нүктелер N_2 саны есептеледі:

$$S=S_0 N_1+ S_0 N_2/2. \quad (27.3)$$

Орташа қалыңдық m әдетте орташа арифметикалық тәсілмен мына формула көмегімен анықталады:

$$m = \sum m_i/n, \quad (27.4)$$

m_i – қалыңдықтың i өлшеміндегі жеке мәні, m ; n – өлшеулердің саны;

Орташа мөлшер C – пайдалы компонент бойынша орташа арифметикалық тәсілмен (егер сынамалау интервалдары мен сынамалар бойынша пайдалы компонент мөлшерінің жекелеген мәндерінің таралуы біршама біркелкі болса) немесе орташа өлшемдік тәсілі бойынша мына формуламен есептеледі:

$$C = \sum C_i \cdot a_i / \sum a_i, \quad (27.5)$$

C_i – пайдалы компоненттің i сынамадағы мөлшерінің жекелеген мәндері, %; a_i – мөлшер өлшенетін параметрдің (сынамалау интервалы, қалыңдық, аудан, көлем, тығыздық, сынама әсер ететін алқап және т.б.) жекелеген мәндері.

Пайдалы қазбаның *орташа тығыздығы* техникалық сынамалау нәтижелері бойынша анықталып, орташа арифметикалық тәсіл бойынша (27.4) формула сияқты есептеледі: $d = \sum d_i/n$.

Қорды есептеу тәсілдері геометризациялау тәсілдері мен айлаларына байланысты әртүрлі болады. Есептеу тәсілін таңдау пайдалы қазба денесінің пішініне, оның өлшемдеріне, қалыңдығы мен пайдалы компоненттер таралу өзгергіштігінің дәрежесіне, кен үңгімелерінің орналасуы мен жиілігіне, сонымен қатар есептеудің практикалық мәселелеріне байланысты. Жалпы саны 20-дан асатын қорды есептеу тәсілдері үш топқа бөлінеді: орташа арифметикалық, геологиялық блоктар мен қималар.

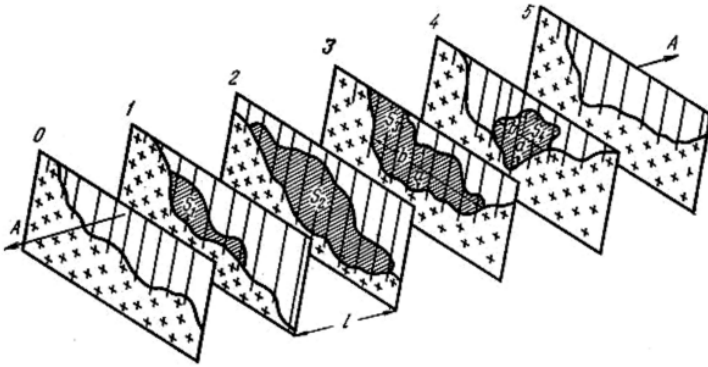
Орташа арифметикалық тәсіл, атынан көрініп тұрғандай, қорды есептеудің бастапқы деректерінің орташа мәндерін есептеп, содан кейін олардың негізінде – жалпы (27.1) және (27.2) формуласы бойынша пайдалы қазба мен пайдалы компоненттері өте әркелкі таралған пайдалы қазба қорын есептеуге қолданылады. Ол көбінесе негізгі есептеудің дәлдігін есептейтін қосымша тәсіл ретінде пайдаланылады.

Геологиялық блоктар тәсілі бойынша пайдалы қазба денесінің негізгі параметрлер мәндері бойынша жақын болатын бөлікшелері (блоктары) контурланады. Басқаша айтқанда, геологиялық есептеу блогы ауқымында пайдалы компоненттің мөлшері, дененің қалыңдығы, барлану дәрежесі (барлау торабының жиілігі немесе тығыздығы), жатыс жағдайлары, пайдалы қазбаның сорты мен типі, технологиялық қасиеттері, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлар, орташа тығыздығы, аршу жағдайлары мен өндіру біршама бірдей болу керек.

Әрбір геологиялық блок ауқымында бастапқы деректер орташа арифметикалық тәсілмен есептеледі, ал оның ауданы планиметрмен немесе палеткамен анықталады. Блоктағы қор (27.1) және (27.2) формулалар бойынша есептеледі. Кенорын бойынша жалпы қор жекелеген блоктардағы пайдалы қазба (кен) мен пайдалы компоненттер (металдар) қорын жинақтап қосу жолымен анықталады. Ал пайдалы компоненттің орташа мәні (27.2) формула бойынша кері есептеу арқылы шығарылады, яғни:

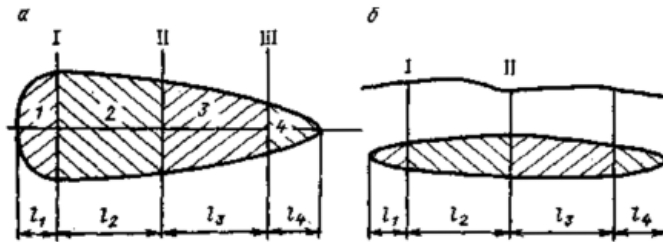
$$C=P/Q \cdot 100. \quad (27.6)$$

Қималар тәсілі геологиялық барлау практикасында өте кең қолданылады. Ол іс жүзінде пішіні мен геологиялық құрылысының күрделілігі әртүрлі кен денелерінің пайдалы қазба қорын жеткілікті қарапайым және дәл есептеуге мүмкіндік береді. Бұл тәсілдің бірнеше түрлері бар: тік параллель қималар (27.1-сурет), тік бейпараллель қималар және көлбеу параллель қималар.



27.1-сурет. Қималар арқылы қорды есептеу тәсілі (қималардағы кен денесінің ауданы штрихталған)

Геологиялық қималар пайдалы қазба денесінің жекелеген бөлікшелерге – есептеу блоктарына жіктейді (27.2-сурет). Шеткі блоктар бір жағынан – бірінші (немесе соңғы) қимамен шектеледі. Ішкі блоктар дене созылымы бойынша қималармен шектеледі, ал қапталдарында – пайдалы қазба денесінің контурымен шектеледі. Осылайша, есептеу блоктарының контуры ретінде пайдалы қазба денесінің контуры мен қималары қабылданады.



27.2-сурет. Тік параллель қималар тәсілімен қорды есептеу сұлбасы: а – план; б – кен денесінің созылымы бойынша қима; $l_1 - l_4$ – есептеу блоктарының ұзындығы; 1 – 3 – қима сызықтары

Пайдалы қазбаның ауданы қималарда жоғарыда аталған тәсілдердің бірі арқылы анықталады, ал есептеу блогындағы пайдалы қазбаның көлемі төмендегі формулалардың бірімен есептеледі:

$$\text{а) призманың} \quad V = (S_1 + S_2) l_2 / 2 ; \quad (27.7)$$

$$\text{б) қиық конустың} \quad V = (S_2 + S_3 + \sqrt{S_2 S_3}) l_3 / 3 ; \quad (27.8)$$

$$\text{в) сынаның} \quad V = S_1 l_1 / 2 ; \quad (27.9)$$

$$\text{г) конустың} \quad V = S_3 l_4 / 3, \quad (27.10)$$

мұндағы S_1, S_2, S_3 – тиісті қималардағы пайдалы қазбаның ауданы, м² (27.2-суретте); l_1, l_2, l_3, l_4 – қималардың арақашықтығы немесе қимадан пайдалы қазбаның сыналану нүктесіне дейінгі қашықтық, м.

Келтірілген (27.7) мен (27.8) формула қималар арасында орналасқан блоктар көлемін есептеу үшін (27.2-суреттегі 2- және 3-блоктар) қолданылады; (27.7) формула көрші қималардағы пайдалы қазбаның аудандары бір-бірінен 40%-дан артық алшақтамаса (2-блок), ал (27.8) формула – көрші қималардағы аудандардың бір-бірінен алшақтығы 40%-дан асса (3-блок). Сынаның формуласы (27.9) пайдалы қазбаның сыналануы сызық түрінде болғанда қолданылады. Формула (27.10) шеткі блоктардағы пайдалы қазба денесі нүктеге айналып сыналғанғанда жақсы нәтиже береді (4-блок).

Пайдалы қазбаның *орташа мөлшері* екі немесе үш кезеңде есептеледі. Алдымен орташа арифметикалық тәсілмен металдың ұңғымалар (немесе ұңгімелер) бойынша мөлшері анықталады. Содан кейін қалыңдыққа орташа салмақтау тәсілімен қимадағы орташа мөлшер есептеледі – (27.5) формула. Үшінші кезеңде аудандық орташа өлшем тәсілімен екі қимаға тірелетін ішкі блоктар үшін орташа мөлшер есептеледі. Бір қимамен шектелген шеткі блоктар үшін осы қимадағы орташа мөлшер блок бойынша орташа мөлшер деп қабылданады.

Пайдалы қазба мен пайдалы компоненттердің кенорын бойынша *жалпы қоры* блоктар бойынша қордың қосындысы болып табылады. Кенорын бойынша пайдалы компоненттің орташа мөлшері кері есептеу арқылы (27.6) формула бойынша анықталады.

27.5. Пайдалы қазба кенорындарын компьютерлік модельдеу

Кенорындардың геологиялық құрылысын сипаттайтын геологиялық барлау деректері негізінде пайдалы қазбаның құрылысын, құрамын және қасиеттерін модельдеуге болады.

Геологиялық модель мен нағыз нысан арасында айырмашылық болатынын ескеру керек. Өйткені бастапқы деректердің шектеулілігі мен кездейсоқтығына байланысты ең жетік модель дегеннің өзі кенорынға дәл сәйкес келмейді. Пайдалы қазба кенорындарын модельдеуге кенорынды барлау мен игеру процесінде алынған ақпарат негіз болады. Ол сандық көрсеткіштерді ғана емес (қалыңдығы, пайдалы және зиянды компоненттердің мөлшері, қор және т.б.), сонымен қатар жер қойнауындағы руданың таралу және орналасу заңдылықтары туралы да мәліметтерді қамтиды.

Математикалық модельдер кенорынның қарапайым, дискреттік, аналитикалық және аралас модель түрлеріне бөлінеді. Кенорындардың *қарапайым геометриялық модельдері* шын кен денелерінің іс жүзіндегі күрделі пішіндерінің дұрыс геометриялық фигуралары – параллелепед, қиық конус пен пирамида, призма, ал көлденең

қималарда – параллелограмма мен трапециялар түрінде оңайлатылған бейнелері ретінде көрсетілуін қамтамасыз етеді.

Қарапайым геометриялық модельдердің қолданылу аясы күрделілігі біршама төмен пішінді біркелкі кен денелерімен шектеледі – кенорын күрделенген сайын, есептеудің қателігі де артады. Күрделі контурды қарапайымға алмастырған кезде туындайтын ауданды анықтаудың абсолют қателігі (m_s) мына формула бойынша анықталады:

$$m_s = L_m / 4N\sqrt{(L_p^2 - L_m^2)}/N, \quad (27.11)$$

L_m – кен денесінің қарапайым моделі контурының ұзындығы (периметрі), м;

L_p – кен денесінің барлау периметрі, м; N – екі контур қималарының саны.

Салыстырмалы қателік (M_s) пайызбен анықталды:

$$M_s = m_s S^{-1} 100, \quad (27.12)$$

бұл формуладағы S – барлау контурының ауданы m^2 .

Пайдалы қазба кенорындарын сипаттау үшін *дискреттік математикалық модельдер* кең пайдаланылады. Кенорындарды дискреттік модельдеудің мәнісі мынада: пайдалы қазба мен сыйыстырушы таужыныстар орналасқан кен алаңы микроблоктар қосындылары түрінде беріледі, олардың әрқайсысы үш өлшемді кеңістікте координаталарымен және сапалық белгілер кодымен сипатталады. Бұл *модельдер цифрлық* немесе *блоктық* деп аталады.

Пайдалы қазба кенорны немесе оның бөлікшесі (блок) көптеген геологиялық көрсеткіштермен (қордың категориясы, руданың типі мен сорты, компоненттердің мөлшері және т.б.) сипатталады. Олар элементар блок ауқымында тұрақты саналады. Геологиялық құрылысты сипаттайтын көрсеткіштердің аталымы, геологиялық немесе технологиялық блоктардың құрылымдық құрамдастары бойынша таралып, дискреттік модельдегі кодталған ақпарат массиві болып табылады. Кенорындағы микроблоктың орналасуы оның орталық нүктесінің координаталарымен (x, y, z) анықталады. Ол компьютерде есептеу жүргізгенде микроблокты нүкте ретінде қабылдауға мүмкіндік береді.

Цифрлық модельдің конструкциясы мен параметрлері әртүрлі геологиялық жағдайларда және кен-маркшейдерлік ақпараттың әрбір түрінде – ақпаратты даярлағанда және есептеулер жүргізгенде модельдеудің қателігін азайтуға және сонымен қатар жұмыстың қиындығын төмендетуге мүмкіндік беретіндей етіп анықталады. Кенорынның цифрлық моделінің негізгі параметрлеріне оның шекаралары (құрамына кен алаңы кіретін шартты параллелипедтің өлшемдері) мен микроблоктың өлшемдері кіреді.

Цифрлық модельдердің артықшылығы мынада – олар геологиялық ақпарат көздерін интеграциялауды қамтамасыз етеді және бірегей ақпараттық базада кен өнеркәсібінде шешілетін барлық функциялық мәселелерді үйлестіру жүргізуге мүмкіндік береді.

Кенорындардың аналитикалық модельдері аналитикалық функциялар жиынтығы болып табылады. Олар геохимиялық алаңның үш өлшемді кеңістігінде белгілі бір

геологиялық белгілердің таралуын сипаттайтын жүйелерге бірігеді. Аналитикалық модельдер компьютерде жазу үшін ықшамды, есептеулер жүргізуге қолайлы, бірақ оларды пайдалану кен жатындарының белгілі бір типтерімен шектеледі. Олардың ауқымында таңдалған координаталар жүйелері бірмәнді функциялар болып табылады.

Графикалық модельдерге геологиялық карталар, қималар, пландар, проекциялар және т.б. жатады. Мұнда графикалық модельдердің математикалықтардан айырмасы – олар зерттелетін кен-геологиялық нысандардың сапалық базасын ғана беретінін есте сақтау керек. Пайдалы қазба кенорындарын графикалық модельдеудің негізгі әдістері болып изосызықтар әдісі, сонымен қатар геологиялық қималар мен профильдер қолданылады. Және де күрделі жатындарды зерттеген кезде косымша әдіс ретінде көлемдік графикалар пайдалынады.

Көлемдік графикалар әдісі блок-диаграммалар түрінде пішіні бойынша күрделі геологиялық құрылымдарды көрнекі және көлемді бейнелеу үшін қолданылады. Блок-диаграммаларды тұрғызу бөлікшені аффиндік проекциялау арқылы барша кенорынның құрылымдық ерекшеліктерін бейнелейді.

Пайдалы қазба кенорындарының графикалық модельдері жобалаудың, жоспарлаудың және кен өндірісін басқарудың көп мәселелерін тиімді шешуге мүмкіндік береді. Әрине, есептеу техника жарақтарын қолдану саласындағы прогресс кенорындарды модельдеуді автоматтандырумен қатар оларды жетілдіруге де байланысты. Оған қазіргі дәстүрлі әдістерді формализациялау мен тиісті программалық қамсыздауды жасау арқылы қол жеткізуге болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Кенорындарды іздеу мен барлау сатыларындағы геологиялық-өнеркәсіптік бағалаудың негізгі мақсаты қандай?
2. Кенорынды барлау сатысында қандай мәселелер шешіледі?
3. Өнеркәсіптік кондиция деген не және олар қандай факторларға байланысты?
4. Металл пайдалы қазбалар мен кен-химиялық шикізат кондицияларының құрамына қандай көрсеткіштер кіреді?
5. Бейметалл пайдалы қазбалар (минералдар мен таужыныс кенорындары) өнеркәсіптік кондицияларын анықтау ерекшеліктері қандай?
6. Қазба көмір кенорындары кондицияларының құрамына қандай көрсеткіштер кіреді?
7. Кенорындарды өнеркәсіптік игеруге даярланғандығын анықтайтын жалпы жағдайлар қандай?
8. Кенорындар геологиялық құрылысының күрделілігі бойынша қандай топтарға бөлінеді?
9. Қатты пайдалы қазбалар қорын есептеудің жалпы формулалары қандай?
10. Қорды есептеудің басты әдістерінің сипаттамасы қандай?
11. Қорды қималар тәсілімен есептеудің артықшылығы неде?
12. Кенорындарды математикалық модельдеу типтерінің сипаттамасы қандай?

III бөлім

**КЕНОРЫНДАРДЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК
ГЕОЛОГИЯСЫ**

Кіріспе

Пайдалы қазбалар кенорындарының инженерлік геологиясы даму үстіндегі пән және инженерлік геологияның маңызды ғылыми бағыты болып табылады. Бұл ғылыми бағыт әртүрлі пайдалы қазба кенорындарын игеруге және оның базасында кен өндіруші өнеркәсіптер жасауда практикалық қажеттіліктен пайда болған.

Кен жұмыстарының үлкен тереңдіктерде дамуына және күрделі геологиялық жағдайлардағы бірқатар пайдалы қазба кенорындарын игеру басталуына, сондай-ақ құрылыстар салынған аумақтардың астынан жерасты үңгімелерін қазуға байланысты таужыныстардың қасиеттері мен күйін кен құрылысы және өндірісі жұмыстарын жобалағанда мүмкіндігінше толық зерделеу қажеттілігі пайда болды. Бұған деген қажеттілікті пайдалы қазбалар кенорнын игеру барысында жаңа тәсілдер мен жарақтарды қолдану, жаңа машиналар конструкциялау, жаңа технологияларды енгізу және басқалар да алға тартты.

Кен жұмыстарын үлкен тереңдіктерде және үлкен карьерлерде жүргізуді жобалағанда, әрекеттегі кен өндіруші кәсіпорындарды реконструкциялауда кейде инженерлік геологияның практикадан қалып қоюы байқалады. Оған себеп болған – инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізуден бас тарту еді. Мұндай жағдай ХХ ғасырдың 60-шы жылдарының соңында және 70-ші жылдарының басында байқалды. Дәл осы кезеңде кен саласына ең жаңа жоғары өнімділікті кен техникасын қолданған прогрестік технологиялар, кен үңгу және өндіру жұмыстарын автоматтандыру және комплексті механикаландыру енгізілген болатын. Ал бұл технологиялардың ендірілуі арнайы жүргізілген инженерлік-геологиялық зерттеулермен жеткілікті негізделмеген, сондықтан көпшілік жағдайларда тиісті нәтиже бермеді.

Мысалы, Қарағанды тас көмір алабының көмір өндіру комплекстерімен жабдықталған лаваларында, механикаландырылған комплекстер параметрлері өндіріс кен бөлікшесінің инженерлік-геологиялық жағдайларына сәйкес келмеген кезде, өндірістік қуаттарға әкелетін мақсат орындалмай қалды. Мұндай жағдай мысты құмтас типті Жезқазған полиметалды кенорнында да байқалды. Мәселен, өзі жүретін техника жарақтарын пайдаланған жаңа технология бойынша, кен өндірілген бөлікшелерде жабын ашылымының үлкен алаңдары және руда құмтастың камерааралық кен тіреулері қалдырылған өте үлкен бос кеңістіктер пайда болды. Осы кеңістіктерде қалдырылған камерааралық кентіректердің параметрлері кен өндірілген бөлікшенің инженерлік-геологиялық жағдайларының күрделілігіне сәйкес келмеген жерлерде кентіректер жаппай қирап, ашық жабын таужыныстары опырылуынан қауіпті жағдайлар туындады. Үстінде әртүрлі құрылыс нысандары бар аумақтардың астындағы осындай кеңістіктерде жер бетіне дейін жеткен опырылымдардан жергілікті экологиялық апатты жағдай орнады.

Кен өндіруші мекемелерде өндіру жұмыстарын шиеленістіре түскен осындай жағдайлардың көбеюіне байланысты, ең алдымен кен және кенсыйыстырушы таужыныстар физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу мәселелері алға қойылды. Бірақ мұндай зерттеулерді инженерлік геология саласының мамандары емес, кен өндіру саласы ғылыми және өндірістік ұйымдарының қызметкерлері жүргізіп,

көбінесе шектеулі ведомстволық шеңберде қалып қойды. Теориялық зерттеулердің кен-құрылыс практикасы талаптарынан қалып қою үрдісі байқалды.

Геологиялық ортаның инженерлік-геологиялық жағдайларын ескеру, кен өндіру қауіпсіздігін қамтамасыз етіп, өндірістік экологияны жақсартады. Осыған қатысты З. Бенявски (1990) кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларын ескерудің тиімділігін атап көрсетіп, былай деген: «1920-1930 жылдар кезеңінде, АҚШ-та орташа жылдық көмір өндіру 530 млн т шамасын құраған кезде, америкалық көмір шахталарында жыл сайын 2,5 мыңнан аса кенші мерт болатын. Салыстыратын болсақ, 1985 жылы инженерлік-геологиялық жағдайларды ескере отырып, 880 млн тоннадан аса көмір өндірілді және 67 адам ғана мерт болды. Одан басқа, жарақат алу деңгейі әр 200 мың адам-сағатқа 6,6 жағдайға дейін төмендеді. Статистика көрсеткендей, жерасты шахталарында өліммен аяқталатын қатерлі жағдайлардың төрттен үші жабын опырылғанда және тіреулер қирағанда немесе көлік операциялары кезінде орын алады».

П.Н. Панюков (1978) былай деп мәлімдеген: «Кен-құрылысы және кен өндірісі жұмыстарының инженерлік-геологиялық жағдайларын жеткіліксіз білу және оларды кен-технологиялар тұрғысынан бағалай білмеу, қолайсыз кен-геологиялық жағдайлардың өзінен де қауіптірек. Жұмыс жүргізудің қалыпты жағдайларының әртүрлі текті бұзылыстары кезінде пайда болатын кездейсоқтық элементі, көпшілік жағдайда осының салдары болып табылады. Сонымен қатар инженерлік-геологиялық факторларды жан-жақты ескеруде кен мекемесі жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартудың елеулі резерві мен мүмкіндігі жатыр. Бұл көрсеткіштер күрделі кен-геологиялық жағдайларда және пайдалы қазбалар жайғасуының айтарлықтай тереңдіктерінде сақталады».

Қазіргі кезде орташа және шағын нысандарды игеруді инженерлік-геологиялық негіздеу және қоршаған ортаға техногендік ықпалдың экологиялық жүктемін бағалау көкейтесті проблемаға айналууда. Осыған байланысты инженерлік-геологиялық зерттеу жұмыстары кенорындарды геологиялық зерделеу сатыларының барлық кезеңдерінде жүргізіліп, оларды игеруге қатысты өндірістік және ғылыми мәселелерді шешуге негіз болады.

28. ПӘННІҢ МАЗМҰНЫ

28.1. Жалпы түсініктер

Пайдалы қазбалар кенорнының инженерлік геологиясы кен өндіруші мекемелердің тиімді жұмысын және геологиялық ортаның экологиялық орнықтылығын қамтамасыз етуге атсалысады. Бұл пәннің мазмұны пайдалы қазбалар кенорнын игеруде туындайтын геологиялық мәселелер мен практикалық шешімдердің кең шеңберінен тұрады.

Пайдалы қазбалар кенорны инженерлік геологиясының *нысаны*, басқа да геологиялық ғылымдардың сияқты, – *геологиялық орта*; *тақырыбы* – шахта, карьер және кен жұмыстары өндірісі құрылысының, олардың пайдаланудың *инженерлік-геологиялық жағдайлары*, яғни «геологиялық орта – инженерлік құрылыстар мен жұмыстар» бинарлық жүйесінің әрекетін қамтамасыздау.

Геологиялық ортаны инженерлік-геологиялық зерделеу *мәселелері*:

1) пайдалы қазбалар кенорындарын және басқа геологиялық нысандарды ақырғы өнеркәсіптік бағалауды геологиялық негіздеу: аршу тәсілдерін және өндіру жүйелерін, карьерлер мен жерасты үңгімелерін, құрылыс және кен жұмыстары өндірісін ұйымдастыру жобаларын; таужыныстардың кертпеш қиялары мен карьер жақтауларындағы, жерасты үңгімелері мен қазындыларындағы орнықтылығын бағалау;

2) геологиялық ортаны ұтымды пайдаланудың және оны кен өндірісі мекемелерінің теріс ықпалынан қорғаудың инженерлік-геологиялық негіздерін әзірлеу;

3) инженерлік-геологиялық зерттеулердің принциптері мен әдістерін және бұл зерттеулерді пайдалы қазбалар кенорындарын барлаудың барлық сатыларында және оларды өндіру кезінде жүргізуді ұйымдастыру; қолайсыз геологиялық процестердің, құбылыстардың пайда болуын және оларды адамға қажет бағытта ырықтандыруды бағалау мен болжау әдістерін әзірлеу.

Қазіргі кезде инженерлік геологияның алдында жаңа геоэкологиялық проблема туындады, оның мәнісі геологиялық ортаны ұтымды пайдалану және оны табиғи мен техногендік факторлардың теріс ықпалынан қорғау бойынша ұсыныстар мен нұсқаулар әзірлеу қажеттілігінде.

Инженерлік-геологиялық зерттеулердің іргелі мәселелеріне әрдайым таужыныстардың қасиеттері мен күйін, геологиялық ортаның, аумақтар мен пайдалы қазбалар кенорындарының инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау, олардың табиғи және жасанды факторлар ықпалынан өзгерулерін болжау жатады.

Геологиялық орта. Табиғи жағдайлар әдетте оларға адам әсер еткен жерлерде өзгеріске ұшырайды. Адамның әрекеті сондай-ақ қоршаған нақты табиғи жағдайларға байланысты. Қоршаған ортаға табиғи ортаның негізгі төрт компоненті: литосфера, гидросфера, атмосфера және биосфера кіреді. Барлық осы геосфералар өзара және адамзат қоғамымен әрдайым әрекеттеседі. Литосфераны қоршаған ортаның бір ком-

поненті ретінде және негізгі компоненті болып табылатын геологиялық органы, геологиялық ғылымдар зерттейді.

Геологиялық орта деп литосфераның жоғарғы бөлігін құрайтын таужыныстар мен топырақты түсінеді, ол гидросферамен, атмосферамен және биосферамен өзара әрекетте, адамның инженерлік-шаруашылық ықпалында болады және қоғам өміріне ықпал етеді. Сондықтан, академик Е.М. Сергеевтің пікірінше, адамзат қоғамы дамуының қазіргі даму деңгейінде *инженерлік геологияны геология орта туралы ғылыми пән* ретінде сипаттауға болады.

Инженерлік-геологиялық жағдайлар. Пайдалы қазбалар кенорындарының инженерлік-геологиялық жағдайлары біртұтас табиғи жүйе болып табылады. Ол табиғи органың геологиялық дамуының тарихи жүрісі барысында қалыптасақан және мынадай негізгі элементтерді қамтиды: аумақтардың физикалық-географиялық ерекшеліктерін; кенорындардың геологиялық құрылысын; таужыныстардың құрамын, қасиеттерін, күйін және жайғасу жағдайларын; газдылықты және гидрогеологиялық жағдайларды. Осы элементтер ішінде әдетте ең елеулілерге таужыныстардың литологиялық-петрографиялық құрамы, физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылық және табиғи кернеулік күйі жатады, олар кен үңгімелерінің орнықтылығын анықтайды.

Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайлары қолайсыз геологиялық құбылыстардың (кен қысымы, деформациялар, қирау, жылжу мен динамикалық құбылыстар) пайда болуын және дамуын анықтайды. Осы геологиялық құбылыстармен кен үңгімелерін үңгудің қауіпсіздігі, олардың орнықтылығы мен қалыпты пайдалану жағдайлары және геологиялық органың экологиясы байланысты.

Қазіргі кезде кен үңгімелерімен босаңсыған таужыныстар массивіндегі (қатқабаттарындағы) геологиялық құбылыстарды болжаудың және ырықтандырудың көптеген инженерлік әдістері әзірленген. Бірақ сенімді бастапқы геологиялық деректердің болмауынан, бұл әдістердің әлеуеттік мүмкіндіктері толық қанды іске аспай қалады, ал әдістердің өзі – көбінесе іс жүзінде тиімділігі төмен болуда. Сондықтан, сенімді геологиялық база жасау, ал ол ең алдымен пайдалы қазбалар кенорындарының инженерлік-геологиялық жағдайларын зерделеу және бағалау – жер қойнауын ұтымды пайдалануға, кен үңгімелерінің орнықтылығына және кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуге ықпал ететін қолайсыз геологиялық құбылыстардың пайда болуы мен дамуын сенімді болжауды қамтамасыз етеді.

Кейде инженерлік геологияның алдына тұрған проблеманы, оның мәнісін терең зерттеусіз, осы мақсатта ақпарат теориясын, математика аппаратын және компьютерді қолдану арқылы шешуге талпынады. Бұл жағдай геологиялық негізден ажыраған соң шын жағдайды түсіндіре алмай, керісінше тұйыққа тіреді және мұндай талпыныстардың тиімділігі өте төмен болады. Бұл мағынада айтқан Ф. Петтиджонның (1981) пікірі өте дәл: «Осы саладағы әзірше шешілмеген көптеген мәселелердің жауабы аса заманауи техниканы қолдану нәтижесінде емес, қазір қолда бар әдістер мен аспаптарды саналы қолдану барысында келеді».

Осылайша, математикалық әдістер қаншалықты жетік болғанымен, егер оған тиісті негіз бұл мақсатта жеткілікті даярланбаған болса, оларды пайдаланудың тиімділігі айтарлықтай дәрежеде бола қоймайды.

Пәннің *зерттеу әдістеріне* жалпы ғылыми әдістер және инженерлік геологияның арнайы әдістері кіреді.

28.2. Инженерлік-геологиялық зерттеу сатылары

Пайдалы қазбалар кенорындарындағы геологиялық барлау процесі өзінің сипаты бойынша бірегей және мынадай сатылардан тұрады:

- 1) геологиялық түсіру және кен іздеу жұмыстары;
- 2) іздеу-бағалау жұмыстары;
- 3) барлау жұмыстары.

Кенорындардың, сондай-ақ шахта (кеніш) немесе карьер алаңдарының инженерлік-геологиялық жағдайларын дұрыс бағалау және сипаттау, ауданның өңірлік геологиялық құрылысын зерттеусіз жүргізіле алмайды. Мұнан шығатыны, кенорындарды инженерлік-геологиялық зерделеуге дайындық өңірлік инженерлік-геологиялық зерттеулер, іздеу жұмыстары және оларды байқаулық тексеру материалдарын пайдалануға негізделуі тиіс.

Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайларын тікелей зерделеу тек оларды ашқаннан кейін, яғни барлау және өндіру сатыларында ғана мүмкін. Осы сатыларда инженерлік-геологиялық зерттеулер геологиялық барлау жұмыстарының міндетті құрамдас бөлігі болуы тиіс. Іс жүзінде кенорындарды геологиялық және инженерлік-геологиялық зерделеулер аралығында көбінесе алшақтық орын алады. Сондықтан, кен кәсіпорындарын жобалау туралы мәселе көтерілісімен, бірден инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізу қажеттігі пайда болады. Осыған байланысты, кенорындарды барлау олардың инженерлік-геологиялық жағдайларын зерделеумен бірге жүргізу туралы мәселенің көтерілуі түсінікті. Тәжірибе көрсеткендей, инженерлік зерделеулерді ретімен жүргізіп, ұтымды шешімдерге және кен мекемелерін салуда күш пен қаржының ең аз шығынына қол жеткізу керек.

Жобалау жұмыстары белгілі бір жүйемен сатыланып жүргізіледі. Бастапқы сатысында жоба, екіншісінде – жұмыс құжаттамасы жасалынады. Жаңа игеріле бастаған аудандарда құрылыстың жалпы перспективаларын анықтау үшін, сондай-ақ экономика үшін айрықша маңызды мәнге ие болатын ірі және күрделі нысандарды жобалағанда, жобалауға дейін бірінші кезекте игерілетін нысанды техникалық-экономикалық негіздеу бойынша жұмыстар жүргізіледі.

Іздеу-бағалау жұмыстарын кенбілінімдерді барлауды алғаш қандай бөлігінен бастауды анықтап, бағалау мақсатында жүргізеді. Нұсқаулықтарға сәйкес бағалау жұмыстары категориясы C_2 қор және болжамдық P_1 ресурсы негізінде іске асырылады. Геологиялық-экономикалық бағалау техникалық-экономикалық пікір (ТЭП) түрінде ресімделеді де категориясы C_1 қорды есептеуге кондициялардың

бағамдық (брактау) параметрлерін негіздеумен аяқталады. Бұл жұмыстар кенорынды барлаудың тиімділігі туралы шешім қабылдауды қамтамасыз етуі тиіс.

Кенорындарды барлау алдымен олардың өнеркәсіптік мәнін минерал шикізат қорының C_1 және C_2 категориялары бойынша қабылданған қатынаста бағалау үшін жүргізіледі. Кенорынды осылай алдын ала бағалағаннан кейін техникалық-экономикалық баяндама (ТЭБ) құрастырылады, бұл құжатта ары қарай барлау жұмысын жалғастырудың тиімділігі мен пайдалы қазба қорын жедел есептеу үшін уақытша кондициялардың жобасы негізделеді.

Техникалық-экономикалық баяндама пайдалы қазбаның тереңдігі және жайғасу жағдайлары, аршылым қалыңдығы, пайдалы қазба мен оны сыйыстырушы таужыныстардың құрамы және физикалық-механикалық қасиеттері, олардың сулылығы мен газдылығы және геотермикалық жағдайлары туралы алдын ала, бірақ жеткілікті түсінік беру керек. Осы деректер арқылы кенорын бойынша тұтас немесе оның жекелеген бөліктерінің инженерлік-геологиялық жағдайлары бағаланады, пайдалы қазбаны аршудың геологиялық жағдайлары мен оны өндірудің тәсілі анықталады, кен өндіруші мекемені кенорында тиімді орналастыру (компоновка) таңдалады, таужыныстардың карьер жақтауларында, үйінділерде және жерасты үңгімелерінде орнықтылығының алдын ала бағасы беріледі, кен үңгімелеріне су келу мүмкіндігі бағаланады.

Бастапқы инженерлік-геологиялық зерттеу материалдары әдетте геологиялық құбылыстар мен процестердің пайда болу мүмкіндігін, кенорындағы және қоршаған табиғи ортадағы инженерлік-геологиялық жағдайлардың өзгеруіне болжау жасауды қамтамасыз етеді. Олар кен жұмыстарын жүргізудің ең тиімді әрі қауіпсіз жағдайларын қамтамасыздау бойынша, белгілі бір инженерлік іс-шараларды қолдану қажеттілігін анықтауға негіз болады. Сондай-ақ бұл материалдар жер беті құрылыстарын жобалау мен салуға, ауыз сумен және техникалық сумен қамтамасыздауды ұйымдастыруға, аумақтарды дұрыс пайдалануға және оларды кен өндірісінің зиянды салдарынан сақтауға байланысты мәселелерді алдын ала шешуге септігін тигізеді.

Кенорынның өнеркәсіптік мәні туралы мәселені толық шешу барлау нәтижелері бойынша және гидрогеологиялық, инженерлік-геологиялық, технологиялық және басқа зерттеулер аяқталғаннан кейін іске асырылады. Геологиялық-экономикалық бағалау пайдалы қазба қорының қабылданған A , B және C_1 категорияларының тиісті қатынасына негізделеді. Нұсқаулыққа сәйкес, геологиялық-экономикалық бағалау пайдалы қазба қорын есептеудің тұрақты кондицияларының техникалық-экономикалық негіздемесі (ТЭН) түрінде ресімделеді. Есептелген қор Мемлекеттік қор комиссиясында бекітіледі.

Дербес жобалау, кенорынды немесе оның бөліктерін игеру кен өндіруші мекеменің жобасынан басталады, яғни осы құжат бойынша құрылыс жүргізіледі. Құрылыс жобасы кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларын түбегейлі зерделеу материалдарына негізделеді. Бұл материалдар кенорынды толық өнеркәсіптік бағалауға және кен мекемесінің құрылысын жобалауға негіз болады. Осы матери-

алдар сондай-ақ табиғи факторлар комплексі бойынша кенорындарды инженерлік-геологиялық аудандауға, өнеркәсіптік аланды таңдауға және бірінші кезекті кен үңгімелерін орналастыруға, аршу тәсілдері мен өндіру жүйелерін таңдауға, карьер немесе жерасты үңгімелері конструкциясын қабылдауға, таужыныстардың кертпеш қиялары мен карьер жақтауларында, жерасты үңгімелері мен үйінділерінде орнықтылығын бағалауға, құрылыс және кен жұмыстары өндірісін ұйымдастыруды жобалауға да негіз болады. Сонымен қатар, инженерлік-геологиялық зерделеу материалдары кен жұмыстарын қалыпты жүргізуге қауіп төндіретін аумақтардың, табиғи нысандар мен осы жердегі бар құрылыстардың қалыпты жағдайын анықтайтын белгілі бір геологиялық процестер мен құбылыстардың дамуына және оларды болжауға толық баға беруі тиіс. Түбегейлі инженерлік зерделеу деректерімен толық және сенімді геологиялық негіздеу, сондай-ақ қорғаныс инженерлік шараларын жер беті құрылыстарын жүргізу, сумен қамтамасыздауды ұйымдастыру, аумақтарды абаттандыру және қоршаған ортаны қорғау бойынша шаралар қабылдау үшін де қажет.

Кенорындарды немесе олардың бөліктерін түбегейлі инженерлік-геологиялық зерттеу сатысында шешілетін мәселелер шеңбері бастапқыдағыдай болып қала береді. Бірақ оларды зерделеудің толықтығы, дәлдігі мен айқындылығы құрылыс жобасын негіздеуге, жобалау және құрылыс жүргізуде дұрыс әрі экономикалық ең ұтымды шешімдерді әзірлеуді қамтамасыз ететін бастапқы деректер алуға жеткілікті болуы тиіс. Құрылысы белгілі бір кезекпен жүргізілетін мекемелер мен қондырғыларды жобалау кенорынды игерудің жалпы планын жасауға негізгі жобаның шешімдерін әзірлеуден басталуы тиіс.

Кенорындарда инженерлік-геологиялық зерттеу жүргізуді барлау материалдарын қор бойынша комиссияда бекіткеннен кейін де орындайды. Бұл жұмыстарды кен мекемелерінің жобасын жасаумен бір мезгілде және құрылыс жұмыстарын жүргізген кезде, кенорында өндіру кезеңі ағымында және кен өндіру мекемесін жою сатысында да жүргізе береді. Бұл сатыда қосымша инженерлік-геологиялық зерттеулермен және байқаулармен кенорын инженерлік-геологиялық жағдайларының жекелеген мәселелері, кейбір техникалық шешімдер, соның ішінде жерді рекультивациялау нақтыланады. Зерттеулердің бұл сатысының материалдары кен мекемесінің жұмыстық құжаттамасын және кен өндірісінде оны игерудің әр кезегінде ағымдағы инженерлік-геологиялық қызмет көрсетуде пайдаланылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Инженерлік-геологияның нысаны, тақырыбы және зерделеу мәселелері қандай?
2. Инженерлік-геологиялық жағдайлар деген не?

29. КЕНОРЫНДАРДЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ

Кенорындар инженерлік геологиясының мәселелеріне олардың инженерлік-геологиялық жағдайларын зерделеу, бағалау және болжау кіреді. Кенорындар инженерлік-геологиясының негізгі анықтаушы элементтеріне жататындар: өңірдің жер бедері, кенорынның геологиялық құрылысы, таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері, олардың жарықшақтылығы, сулылығы мен газдылығы, табиғи және кен мекемелерінің құрылысына және пайдалануына байланысты пайда болатын геологиялық процестер мен құбылыстардың дамуы. Бұл элементтердің кен қондырғылары құрылысының геологиялық жағдайларын бағалаудағы рөлі осы қондырғылардың өзінің типтеріне, кенорынды аршу тәсіліне және өндіру жүйелеріне, сондай-ақ таужыныстар қазындыларының орналасу жағдайларына байланысты. Сондықтан кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау мен болжау табиғи да, техногендік те факторларға негізделеді.

29.1. Физикалық-географиялық жағдайлардың кенорындарды игеруге ықпалы

Қазақстан аумағы негізгі климат зоналарының барлығын дерлік қамтиды, контраст бедерлі және күрт континенттік климатты. Өртүрлі пайдалы қазбалар кенорындары барлық табиғи-климат аудандарында – жазықтар мен тауларда, құрғақ және сулы, зілзалақауіпті және бейзілзалалы, шөл және экономикалық қолайлы жерлерде белгілі.

Кенорындар бедері оларды игерудің инженерлік-геологиялық жағдайларын айтарлықтай дәрежеде анықтайды. Жазық және жазық-шоқылы бедер оның жекелеген бөліктерінің тік бағытта шамалы тілімденгендігімен және көлбеу бағытта өртүрлі жіктелгендігімен сипатталады. Мұнда жер беті ағыны баяу, кейбір жерлері бұлақтармен және шағын өзендермен қиылады.

Жазық-шоқылы бедер жағдайларында төрттік түзілімдерінің өртүрлі генетикалық типтері кең таралған. Олар байланыспаған қопсық және байланысты болбыр таужыныстардан тұрады, олардың қалыңдығы кейде айтарлықтай болады. Түбірлік таужыныстар дислокацияланған және шамалы дислокацияланған қабатталған шөгінді және жанартаулық түрлестерінен құралып, кей жерлерде магмалық денелермен жарылған. Бұл таужыныстардың беріктігі мен орнықтылығы әдетте төмен және жеткіліксіз. Гидрогеологиялық жағдайлары грунт суының саяз жайғасуымен және көбінесе сулы горизонттар, зоналар және комплексті қабаттық су болуымен сипатталады. Сулы горизонттар, зоналар мен комплекстердің сумолдылығы, суөтімділігі және пьезометрлік арыны үлкен болады. Жазық және жазық-шоқылы алқаптар таужыныстары көбінесе нашар сорғытылған.

Жазық-шоқылы бедер жағдайларында төрттік түзілімдері мен түбірлік таужыныстар қатқабаттарында қорыстар, карбонат және тұз таужыныстарда карст,

көбінесе өзен аңғарлары беткейлерін құрайтын сазды таужыныстармен байланысты сырғымалар, сондай-ақ сайлар мен жыралар сияқты геологиялық құбылыстардың таралуына да көңіл аудару керек. Бар сырғымалардан басқа, беткейлердің көп бөліктері олардың қайта жаралуына әлеуетті қауіпті болуы мүмкін. Көпжылдық тоң таралған аудандарда мұз еруі және термокарст құбылыстары жиі кездеседі.

Жазық және жазық-шоқылы бедерлі алқаптардағы кенорындарды игерген кезде, жербеті ағындары мен батпақтанған бөлікшелерді реттеу, өзендер мен жылғаларды басқа жаққа аудару, таужыныстар қатқабатын алдын ала құрғату және жерасты суы деңгейі мен арынын төмендету бойынша бастапқы жұмыстарды орындап шығу керек болады. Мұнда карьер жақтауларын конструкциялаған кезде, таужыныстардың жеткіліксіз беріктігі мен орнықтылығы және үлкен көлемді сырғымалардың болу мүмкіндігі айтарлықтай ықпал етеді. Жер асты үңгімелерін қазған кезде арынды су болуына, қорыстар дамуына, карст қуыстарына және таужыныстардың карстталғандығы жоғары зоналарына, кен үңгімелеріне су, қорыстар мен езілген саз таужыныстар жарып кіруіне байланысты күрделену орын алады. Үңгу процесінде қазған таужыныстар беріктігінің және орнықтылығының жеткіліксіздігіне байланысты, үңгімелерді бекіту қажет. Мұнда кен қысымы көбінесе жоғары мәндерге жетіп, оны ырықтандыру бойынша үлкен шаралар қолдану қажеттілігі туындайды. Таужыныстардың кен үңгімелер табанында ісінуі және жабынында ажырап құлауы жиі орын алады. Бедері осындай кенорындарда практика көрсеткендей, үйінділер мен гидроүйінділерді кейде болбыр таужыныстарда орналастыруға мәжбүрлік туындайды, осыған байланысты олардың орнықтылығын қамтамасыз ету және іргелес аумақтарды қорғау бойынша шаралар қолданылады.

Жазық және жазық-шоқылы аудандарда орналасқан кенорындардың терең горизонттарындағы жұмыстарды жобалағанда және жүргізгенде инженерлік-геологиялық жағдайларды анықтайтын факторлардың жалпы комплексінде жер бедерінің рөлі төмендейді, ал кен жұмыстарын жүргізу тереңдігінің рөлі артады.

Таулы (аласа, орташа және биік таулы бедерлі) алқаптарда инженерлік-геологиялық жағдайларының өзіндік ерекшеліктері мен күрделіліктері болады. Мұндай бедер әдетте тік және көлбеу бағыттарда айтарлықтай тілімденеді. Жер бетінің жекелеген бөлікшелерінің салыстырмалы биіктіктері жүздеген метрге жетеді, беткейлері қия болады, әртүрлі пішінді көптеген жыралар дамиды, осы жыралар бойынша сусымалар мен тас шашылымдары – қорымдар төмен жылжиды. Беткейлер мен суайрықтар бойынша түбірлік таужыныстардың әртүрлі пішінді ашылымдары көптеп кездеседі, олардың өлшемі жекелеген дөңдер мен қырқалардан ірі жартасты массивтерге дейін жетеді.

Мұндай алқаптардың геологиялық құрылысына негізінен дислокацияланған шөгінді, жанартау және метаморфтық таужыныстар қатысады, олар әртүрлі интрузиялармен шаншылады. Мұнда әртүрлі ретті тектоникалық бұзылыстар көп, таужыныстар жарықшақтылығы айтарлықтай әрі әркелкі, олардың мору дәрежесі мен таралу тереңдігі де әркелкі болады. Жер бетінде түбірлік таужыныстар қопсық және нашар байланысқан кайнозой түзілімдерінің қалыңдығы шамалы үзілісті тысымен

көмкерілген. Қарастырылып отырған алқап таужыныстары инженерлік-геологиялық жіктелім бойынша қатты (жартас) және біршама қатты (шалажартас) топтарға жа-тады. Қатты таужыныстар жоғары беріктікке, орнықтылыққа және бекемдікке ие болса, ал шалажартас таужыныстар қасиеттерінің мұндай көрсеткіштерінің мәні төмендеу. Жартас таужыныстар көптеген аудандарда табиғи жайғасу жағдайларында тектоникалық сығылу күштерімен байланысты, гравитациялықпен салыстырғанда жоғарылау кернеулік күйде болады.

Бұл алқаптардың гидрогеологиялық жағдайлары таужыныстар сулылығының шамалы, ал кей жерлерде уақытша болуымен сипатталады. Жоғарыда айтылған геоморфологиялық ерекшеліктеріне байланысты, оларды құрайтын сулы таужы-ныстар комплексі жергілікті сорғыған болады. Геологиялық құбылыстардан су-сымалар, сел жүру, ал альпілік қатпарлықты таулы аудандарда – қарқынды нео-тектоникалық пен қазіргі тектоникалық қозғалыстар және жоғары сейсмикалық белсенділік тән.

Таулы алқаптарда орналасқан кенорындар сипаттамасынан көрінетіні, мұнда кен өндіруші мекемелерді салу мен пайдалану көптеген күрделіліктерге тап болады. Пай-далы қазбаны аршу тәсілі, жекелеген горизонттарды өндіруге даярлау және кенсіз та-ужыныстар мен кенді тасымалдауды ұйымдастыру айтарлықтай даярланған құрылыс жұмыстарын жүргізуді қажет етеді. Мұндай кенорындарға әдетте таужыныстар жайғасуының тектоникалық бұзылғандығына, олардың әркелкі жарықшақтылығы мен мұрағандығына байланысты геологиялық жағдайларының айтарлықтай әркелкілігі тән. Тиісінше оларды құрайтын таужыныстарының физикалық күйі, беріктігі мен орнықтылығы да әркелкі болады.

Кен денесінің жайғасу жағдайларына және оның жер беті бедерінің басым белгілеріне қатысты орналасуына байланысты, әдетте кенорынның таудағы және тереңдегі бөліктеріне жеке-жеке аршу жұмыстарын жүргізеді. Мұнда көбінесе таулық-тереңдік карьерлер салуға немесе кенорынды тек жерасты тәсілімен ғана игеруге тура келеді. Кенорын геологиялық құрылысының әртектілігі карьер жақ-тауларының конструкциясы орнықтылығының, жерасты үңгімелерінің жекелеген бөлікшелері орнықтылығының әртүрлілігіне және таужыныстар тектоникалық кернеуінің жоғарылығына байланысты динамикалық құбылыстар (кен соққысы және басқалар) дамуына әкеледі. Одан басқа, кенорындарды таулы алқаптарда пайдаланған кезде арнайы байқаулар қызметін және опырылуға, селге, көшкінге және басқаларға қарсы инженерлік шаралар жүргізуді ұйымдастыру қажеттілігі пайда болады.

Айтылғандардан көрінгендей, бедер арқылы кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларының көптеген маңызды түрлері білінеді. Бедерді ескерудің рөлі кенорын-дарды игерудің жалпы жағдайларын бағалауда осыған саяды.

Климаттық жағдайлардың ықпалы кенорындарды жерасты тәсілімен өндіргенде шамалы, ал бірақ ашық тәсілмен өндіргенде айтарлықтай болады. Карьер жақ-тауларының конструкциясы мен кен техникасын ауа температурасының қыс пен жаз маусымдарында өзгеруін және атмосфералық жауын-шашынның мөлшерін ес-

кере отырып таңдау керек. Жауын-шашын мөлшері мол аудандарда субасуға қарсы шаралар ұйымдастыру қажет. Кенорындарда өндіру жұмыстарын ашық тәсілмен жүргізгенде, климаты күрт континенттік аудандарда кен техникасы қыста қатты суықтан, ал жазда ыстықтан қызып кетуден істен шығып қалмауын ескеру қажет.

29.2. Кенорындар геологиялық құрылысының оларды игеруді анықтайтын негізгі элементтері

Кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларының сипаты мен бағамы олардың геологиялық құрылысын осы түсініктің ең кең мағынасында толық, түбегейлі, нақты және тек қана бірмәнді қамтуы тиіс. Ол үшін өңірлік зерттеулер, кенорынды барлау және кенорында кен өндіру жұмыстары процесінде орындалатын қосымша инженерлік-геологиялық материалдарын алдымен зерделеуге үлкен көңіл бөлу қажет.

Кенорынның геологиялық құрылысын инженерлік-геологиялық планда зерделегенде, оны құрайтын таужыныстар комплексінің стратиграфиясын, олардың таралуын, жайғасу пішіні мен жағдайларын, өзара қатынасын, кенорын бойынша тұтас және оның жекелеген бөліктерінің тектоникалық құрылысын анықтайды. Осының бәрі аршылым жасайтын және кенді сыйыстырушы таужыныстар қатқабаты мен комплекстерінің құрылысын, босансу беттерінің, зоналарының және қабаттарының орналасуы мен таралуын толық көрсетуі тиіс. Олар кен өндіруші мекемелерін салғанда және пайдаланғанда таужыныстар орнықтылығының бұзылуына, олардың жылжуына, сырғуына және басқа деформациялар мен құбылыстарға, сондай-ақ су ағып келуіне және басқаларға әкеледі.

Кенорынды осылай инженерлік-геологиялық зерттеу *ары қарай арнайы мақсатты зерделеу* болып табылады. Ол кен өндіруші мекемелер құрылысына және кен жұмыстары өндірісіне геологиялық жағдайлардың қандай элементтері айтарлықтай ықпал етеді деген сұраққа жауап береді.

Стратиграфия және түзілімдер мен таужыныс комплекстерін стратификаттау. Стратиграфия кенорынды құрайтын жасы әртүрлі таужыныс түзілімдері мен комплекстері жаралуының реттілігін және олардың жасы бойына арақатынасын көрсетеді. Ал стратификаттау – таужыныстардың әртүрлі петрографиялық типтерінің жер бетінен тереңге қарай тік қимада қабатталу ретін көрсету. Осы деректердің барлығы әдетте геологиялық бағаналарда, карталарда, геологиялық қималарда, блок-диаграммаларда, аксонометриялық проекцияларда және басқа материалдарда бейнеленеді.

Мұндай материалдар карьер жақтауын тұтас алғанда және әр кертпешін, жұмыстық, көлік және сақтандырушы бермаларды таужыныстардың қандай петрографиялық типтері құрайтынын, сондай-ақ жерасты кен үңгімелерін қазу жүргізілетін геологиялық қималарды көрнекі көрсетеді.

Геологиялық карта мен стратиграфиялық қима кенорын ауқымындағы аудан бойынша және тереңге қарай жасы әртүрлі таужыныстардың, солардың ішінде

кен байланысты да қандай түзілімдер мен комплекстер таралғанын көрсетеді. Осы деректерден әдетте кенорын геологиялық құрылысының әркелкілік пен күрделілік дәрежесі көрінеді. Көптеген кенорындар геологиялық қиманың белгілі бір стратиграфиялық тараушасында орналасатыны белгілі. Сондықтан стратиграфия кенорын ауқымында, оның жекелеген бөліктерінде пайдалы қазбаның таралуы мен орналасуын бақылайды, осылайша аршылымды құрайтын кенсіз таужыныстарды құрамында кен бар таужыныстардан шектейді.

Стратиграфия үлкен инженерлік-геологиялық мәнге ие, өйткені инженерлік-геологиялық тұрғыдан өзіндік таужыныстар горизонттарының, қабаттарының қатқабаттары мен комплекстерінің көпшілігі өздерінің айрықша қасиеттері мен физикалық күйі (жұмсақ, оңай жібитін және ісінетін саз, жылдам опырылатын қабатталған таужыныстар, қорыстар горизонты, карстталғандығы жоғары, күмпьюге бейім, сулы, соққы қауіпті және басқа) бойынша әдетте геологиялық қимада белгілі бір жағдайда болады. Сондықтан стратиграфиялық деректер түзілімдерді параллельдеу және өзара байланыстыру жүргізуге және кенорынды тұтас алғанда немесе оның жекелеген бөліктерінің инженерлік-геологиялық жағдайларын сенімді бағалауға мүмкіндік береді.

Таужыныстар петрографиялық типтері мен комплекстерінің стратификациясы бойынша әдетте кен үңгімелерін кеңістікте ең тиімді орналастыруды белгілейді, яғни олардың орналасуы таужыныстардың белгілі типіне байланысты. Таужыныстар қасиеттеріне кен үңгімелерінің конструкциясы, оларды үңгу жағдайлары, орнықтылығы, сондай-ақ шектеулі және өңірлік сутіректер мен сулы горизонттардың, зоналардың және комплекстердің кен үңгімелеріне қатысты таралуы және олардың жерасты суы ағындарынан және ықпалынан қорғалғандық дәрежесі байланысты. Стратификатталу геологиялық қимада таужыныстардың петрографиялық типтері аралығындағы бөлінім шекарасын, босансу беттерінің, қабаттарының және зоналарының орналасуын көрсетеді. Сондықтан, кенорынды және оның жекелеген бөліктерін құрайтын түзілімдер мен таужыныстар комплекстерінің стратиграфиясы мен стратификатталуын зерделеу және олар туралы деректерді толық ескеру тек жалпы геологиялық қана емес, сондай-ақ үлкен арнайы инженерлік-геологиялық мәнге де ие.

Таужыныстардың петрографиялық құрамы. Кенорынның геологиялық құрылысына қатысты, оны құрайтын таужыныстардың петрографиялық құрамы ең маңызды сипаттамалардың біріне жатады. Ол таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерінің ерекшеліктерін, кен үңгімелеріндегі орнықтылығы мен өзін-өзі ұстауын анықтайды. Түрлі пайдалы қазбалар кенорындарының геологиялық құрылысына магмалық, метаморфтық және шөгінді таужыныстардың әртүрлі петрографиялық типтері қатысады.

Бірақ жекелеген кенорындар ауқымында оларды құрайтын таужыныстардың петрографиялық құрамы әдетте шамалы өзгереді. Одан басқа, пайдалы қазбалардың көптеген түрлері таужыныстардың тек белгілі бір топтарымен және типтерімен парагенетикалық байланысты болады. Мысалы, эндогендік кенорындардың орна-

ласуы негізінен магмалық таужыныстардың және олардың тастамырлық (желілік) пен эффузиялық фацияларымен бақыланса, ал экзогендік кенорындардың шөгінді таужыныстармен байланысы басым. Көптеген кенорындар магмалық таужыныстардың мору өнімдерімен байланысты. Гранит интрузияларының физикалық мору өнімдерінде орналасқан алтын, касситерит, вольфрамит және басқа пайдалы қазбалардың көптеген кенорындары белгілі. Олар тікелей интрузиялар ауқымында (эллювий кенорындары) немесе интрузиялардан біршама алыстау (делювий, аллювий шашылымдары) таралған. Платина, алмас және хром кенорындары ультранегізді және негізді таужыныстармен белгілі дәрежеде байланысты екені белгілі. Руда, бейруда, көмір, кенхимия шикізаты мен құрылыс материалдарының көптеген кенорындарының орналасуы, шөгінді және метаморфтық таужыныстардың белгілі бір типтерінің таралуымен бақыланады.

Кенорындарды инженерлік-геологиялық зерделеген кезде, бірінші кезекте тікелей кенсыйыстырушы таужыныстардың петрографиялық ерекшеліктері емес, көбінесе аршылымды, карьер жақтаулары мен кертпештерін құрайтын немесе кенорында өндіріс жұмыстарын жерасты тәсілімен жүргізген кезде негізгі және даярлық кен үңгімелерінің орнықтылығын анықтайтын таужыныстар жиі қызығушылық туындайды. Сондықтан инженерлік-геологиялық планда кенорынның геологиялық құрылысын айтарлықтай анықтайтын барлық таужыныстарды зерделеу және бағалау маңызды. Мұнда басты назарды таужыныстардың петрографиялық ерекшеліктерінен, олардың петрографиялық құрамын, таужыныстардың беріктігі мен орнықтылығын нашарлататын қоспалар мен кірінділердің мөлшері мен құрамын, шөгінді таужыныстарда – цементінің құрамы мен цементтелу типін, сондай-ақ таужыныстар құрылысын, яғни олардың құрылымы мен бітімін зерделеуге аудару керек.

Таужыныстарды сипаттауға және бағалауға олардың туынды, постгенетикалық өзгерістеріне байқау жүргізу де үлкен мәнге ие. Магмалық пен метаморфтық таужыныстардағы өзгерістер олардың каолинденуімен, серициттенуімен, эпидоттануымен, хлориттеуімен және белгілі бір дәрежеде морумен білінімденеді. Шөгінді таужыныстарда литификациялануының түрлі сатыларындағы, яғни прогрестік те, регрестік те ката- және метагенездегі барлық өзгерістерін зерделеу қажет. Шөгінді көмірлі түзілімдер үшін олардың көмір метаморфизмінің қоңыр көмірден антрацитке дейінгі барлық сатыларындағы өзгеруін сипаттайтын деректер айрықша маңызды мәнге ие, өйткені органикалық зат қоршаған ортаның барлық геохимиялық және термодинамикалық өзгерістеріне өте сезімтал келеді.

Таужыныстар петрографиялық ерекшеліктерінің рөлі олардың физикалық-механикалық қасиеттерін, кен үңгімелеріндегі орнықтылығы мен өзін-өзі ұстауын және кен жұмыстарындағы өндіріс жағдайларын бағалауда өте елеулі. Олар таужыныстардың тығыздығын, гидрофильділігін, сусіңіруі мен жібігіштігін, қаттылығын, беріктігін, деформацияланғыштығын, суөтімділігі мен сулылығын, газөтімділігін және ақыр соңында олардың орнықтылығын анықтайды. Таужыныстардың дәл осы петрографиялық ерекшеліктерімен олардың қасиеттерінің анизотропиясы және елеулі дәрежеде қандай да бір геологиялық құбылыстардың, яғни асты-

нан күмпиюдің, пластикалық (реологиялық) деформациялардың, кен соққыларының, таужыныстар мен көмір атылуының және басқалардың пайда болуы байланысты.

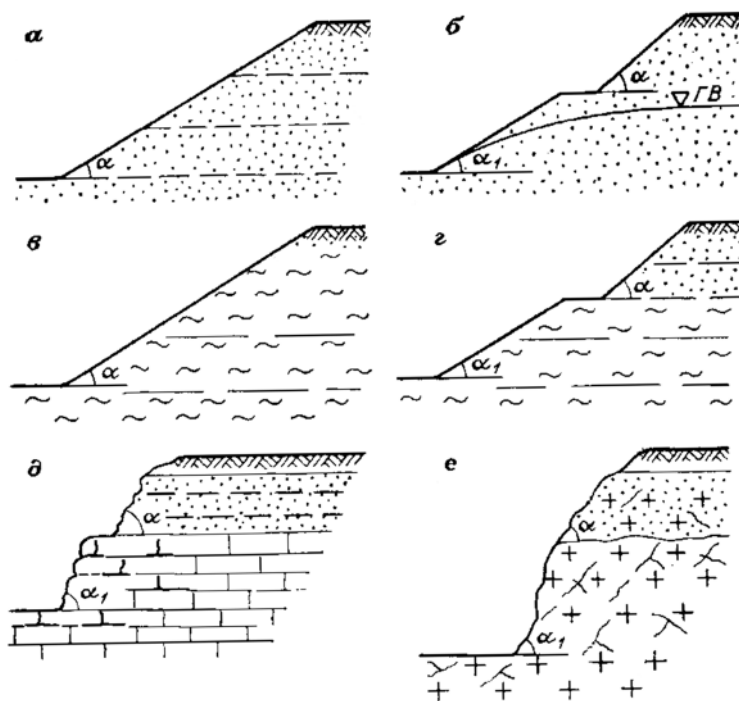
Таужыныстардың петрографиялық ерекшеліктері туралы деректер кен үңгімелерінің орнықтылығын және кен жұмыстары өндірісінің жағдайларын бағалауға ғана емес, сонымен бірге аталған геологиялық құбылыстардың пайда болуын болжауға да мүмкіндік береді. Сонымен, таужыныстардың петрографиялық ерекшеліктері олардың құрылыстық категориясын, өндірілгіштігін, бұрғыланғыштығын, копсытылуын, кен үңгімелерін үңгу жылдамдығын, үңгімелерді бекіту қажеттілігін және кен жұмысы өндірісінің басқа технологиялық ерекшеліктерін анықтайды.

Таужыныстардың қабатталу бітімдері. Шөгінді қатқабаттар геологиялық құрылысындағы маңызды ерекшелікке олардың қабатталған құрылысы, қабатталу бітімдерінің жаралуы жатады. Мұндай бітімдерді сипаттағанда және бағалағанда тік қимада таужыныстар петрографиялық құрамының ауысымын және қабаттар аралығында жік жаралуын ажырату өте маңызды. Инженерлік-геология жағынан бұл екі белгі айрықша маңызды мәнге ие. Олар таужыныстар қатқабатының әртектілігін, яғни қимада құрамы, құрылысы, физикалық күйі мен қасиеттері, сондай-ақ сыртқы түрі мен түсі бойынша бірнеше тектің таралуын және олардың ішінде бөлінім беттері – зоналар, қабатшалар және таужыныстардың болбыр қабаттары, яғни босансу беттері болуын көрсетеді.

Бөлінім беттері петрографиялық жағынан біркелкі дерлік шөгінді таужыныстарда да олардың қабатшаларға бөліну, яғни парақталу салдарынан байқалады. Мұндай бөлінім беттері біркелкі таужыныстарда тегіс, жылтыр, көлбеу немесе белес болып келеді және көбінесе қабаттылық жазықтықтары бойынша бағдарланған қабатталу жарықшақтары пайда болуымен анықталады. Осының бәрі кенорын таужыныстарының кең үңгімелері ашылымдарындағы беріктігі мен орнықтылығына ықпал етеді. Сондықтан инженерлік-геологиялық зерттеулерде, осы құбылыстардың барлығын зерделеу мен бағалауға үлкен көңіл бөлу керек.

Қабаттылықты зердегенде оның типін (параллель, қиғаш, белес және басқа), қалыңдығын және қабатшалар құрамын, өзара орналасуын және қайталанғыштығын, қабатталу бетінің сипатын, кеңістікке бағдарлануын анықтайды. Таужыныстарды инженерлік-геологиялық бағалағанда, мұндай сипаттама өте маңызды, өйткені ол көрсететін бағыттар бойынша сыну мен ығысуға қарсыласудың мәні төмендейді, ал жерасты үңгімелерінде одан басқа ажырау мен опырылу орын алуы мүмкін. Кенорындарда инженерлік-геологиялық ізденістерде қабатталу бітімдерін зерделеу, таужыныстардың кен үңгімелеріндегі орнықтылығы мен опырылғыштығын бағалау үшін қажет.

29.1-суретте кенорындарда кездесетін қабатта қатқабаттардың түрлі типтері көрсетілген. Көрсетілгендей, карьер жақтауларының конструкциясы, олардың орнықтылығы және кен жұмыстарының өндірісі барлық жағдайларда қабатталу бітімдерімен елеулі анықталады, өйткені қатқабаттағы әр қабат өзінің петрографиялық құрамымен, физикалық күйімен (тығыздығы, ылғалдығы, мориғандығы, жарықшақтылығы және басқа), беріктігімен, құрылыстық категориясымен, сондай-ақ сулыланғандық дәрежесімен ажыратылады.



29.1-сурет. Өртүрлі типті таужыныстардағы карьер жақтауларының құрылысы:
a – құмды қабатты таужыныс; б – сол таужыныс, сулы; в – сазбен төселген жұмсақ қабатты сазды таужыныс; г – құмды қабатты таужыныс, сазбен төселген; д – әктаспен төселген қабатталған құмды таужыныс; е – кристалды таужыныстар зонасы құм-саз массасы күйінде дейін морыған, шамалы морыған, жарықшақты таужыныстармен төселген

Қабатты қатқабаттардың жекелеген нақты типтеріне қатысты мынадай ескертулер жасауға болады. Құм таужыныстардың қабатты қатқабаттар жағдайларында (29.1 а-сурет) басты назарды таужыныстың түйірөлшемдік құрамын және оның тығыздығын зерделеуге аудару керек. Мұндай жағдайларда салынудың ең орнықты қиялығына (ішкі үйкелістің ең үлкен бұрышына) тығыз бітімді ірі түйірлі таужыныстар ие болады. Егер құм қатқабаттары сулы болса (29.1 б-сурет), онда аталғандардан басқа олардың суланғандық дәрежесін және гидродинамикалық қысымын ескеру маңызды, әсіресе кен жұмыстары өндірісінің бастапқы алғашқы сатыларында, сулы таужыныстар әлі жеткіліксіз құрғатылған кезде. Карьер жақтауларының конструкциясында мұндай жағдайда кертпештер орнату (олардың тиісінше биіктіктерінде) қарастырылуы тиіс, олардың төменгісіне гидродинамикалық күштерді ескеретін жайпақтау салынуын қарастырған және сорғыту қондырғыларын жасаған тиімді, әсіресе бейжұмыстық жақтауы бойында (мысалы, контрфорст сорғытулар – призмалар).

Жұмсақ саз таужыныстардың қабатталған қатқабаттары жағдайларында (2.1 в-сурет) олардың физикалық күйі (ылғалдық, консистенция), ығысуға қарсылығы мен қияларының биіктігі бірінші дәрежелі мәнге ие болады. Қабаттылықтың бағ-

дарлануына, жұмсақтау қабатшалар, линзалар, ылғалдығы жоғарылау зоналар және басқа бөлінім шекаралары болуына назар аударған маңызды, әсіресе олар қияларға қолайсыз бағдарланған болса.

Қияда құм таужыныстары қатқабаты астында саз төселген жағдайда (*2.1 сурет*), инженерлік-геологиялық жағдайларды бағалаудың басты критерийлері ретінде құм таужыныстардың түйірөлшемдік құрамы мен тығыздығы, саз таужыныстардың консистенциясы және осы таужыныстардың екі типінің де ығысуға қарсыласуы пайдаланылады. Мұнда құмның уақытша немесе тұрақты суланғандығы, саз таужыныстардан тұратын кертпештердің биіктігі және таужыныстарда қияға қолайсыз бағдарланған бөлінім шекараларының болуы айтарлықтай мәнге ие. Қияның қарастырылған конструкциясында берманы құрайтын таужыныстардың орнықтылығы мен көтергіштік қабілетін бағалау маңызды. Бермаларда көбінесе жұмыстық, көлік немесе сақтандырушы алаңшалар болады.

29.1 д-суретте көмір кенорындарында өте жиі кездесетін қабатталу типтері берілген. Қиялар шалажартас таужыныстар қатқабаттары мен қабаттарынан – құмтастан, құмайттастан, сазтастан, мергельден, әктастан кейде магмалық таужыныстардан тұрады. Олар үстінен төрттік түзілімдерімен көмкеріледі. Мұнда маңызды мәнге таужыныстардың мору дәрежесі және олардағы босансу беттері мен зоналарының бағдарлануы ие болады.

Таужыныстардың қабатталуы жерасты үңгімелерін үңгу жағдайларына да әсер етеді. Жерасты үңгімелерін құмда үңгіген кезде жағдай қолайсыз келеді, өйткені олар сулы болады да үңгімелерді тұтас бекітуге және суоқшаулауға (гидроизоляция) қажеттілік пайда болады. Одан басқа, құмның қорыстық күйге өтуі мүмкін, әсіресе оларды аршудың бірінші кезеңінде. Көмірлі қатқабаттарда кен үңгімелерін жүргізуде айтарлықтай қиындықтар туындамайды, бірақ жұмсақ саз таужыныстарда елеулі кен қысымы және табанында таужыныстардың құмпиноі (ісінуі) пайда болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда саз таужыныстардың жерасты үңгімелерінің жабыны мен табанындағы беріктігін және орнықтылығын, олар арқылы жерасты суы мен қорыстардың жарып кіруін тексеру мен бағалау маңызды.

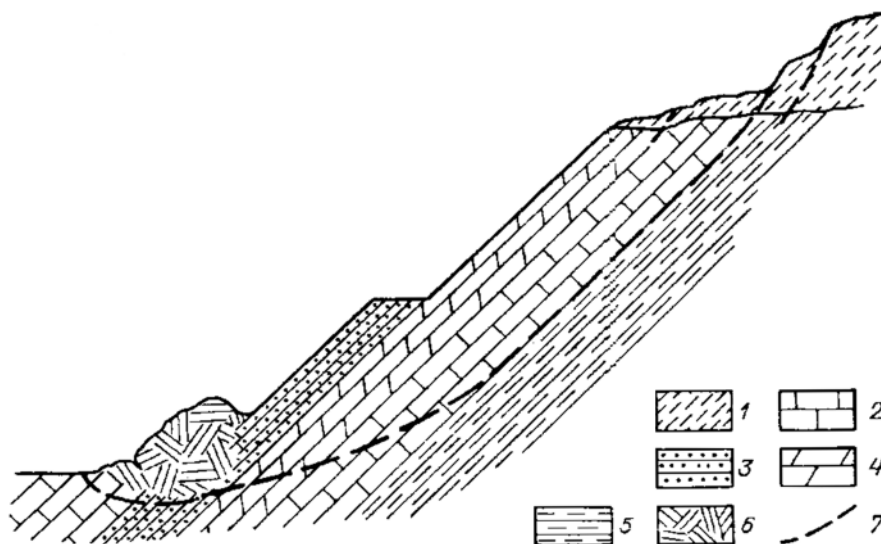
Шөгінді таужыныстарда бөлінім шекаралары стратиграфиялық пен бұрыштық үйлесімсіздіктермен де байланысты болуы мүмкін. Бұл жағдай шөгінді қатқабаттарды сипаттау және бағалау үшін өте маңызды, өйткені үйлесімсіздіктермен таужыныстардың шөгінділер жиналғанда, үзілістер кезіндегі морумен олардың қасиеттерінің, физикалық күйінің және қасиеттерінің өзгеруімен байланысты. Шөгінді қатқабаттар үзілістерінің зоналарында көбінесе жерасты суы жиналады. Осылардың барлығы жалпы алғанда кен үңгімелерімен аршығанда олардың орнықтылығына әсер етеді.

Қабатталу бітімдерін зерделегенде қабаттардың, қабатшалардың, линзалардың және кен жатындарының, сондай-ақ кенсыйыстырушы және оларды көмкеретін таужыныстардың қалыңдығын ескеру өте маңызды. Қабатталған қатқабаттарда таужыныс қабатшасы қалыңдығының өзгеруінен олар кен үңгімелері ашылымдарында қабатталуы бойынша оңай ажырайды да көтеру қабілеті мен орнықтылығын жоғалтады.

Пайдалы қазба қабаттары мен жатындарының қалыңдығы артқан сайын, тиісінше жерасты кеңістігінің үлкен көлемі әзірленеді де асты қазылған таужыныстардың үл-

кен көлемі қозғалысқа келеді. Сондықтан пайдалы қазбаларды, әсіресе қалыңдығы айтарлықтайларды өндіру, таужыныстардың үлкен көлемінің өте жиі қозғалысқа келуіне, артық кен қысымының дамуына, кен үңгімелерінің деформациясына әкеледі. Ал олар жер бетіне жақын жайғасқанда – жер беті, сондай-ақ асты қазылған аумақтарда орналасқан ғимараттар мен қондырғылар деформацияға ұшырайды.

Барлық жағдайларда кен үңгімелерін қазғанда, таужыныстардың қабатталуы мен олардағы бөлінім шекараларының сипаттамасынан басқа, тектоникалық процестермен дислокациялану дәрежесі де үлкен мәнге ие болады. Егер дислокацияланған шөгінді қатқабаттардың еңістік бұрышы карьер жақтауларына қатысты қолайсыз бағдарланса, онда барлық жағдайларда дерлік таужыныстардың жылжуы мен сырғуы орын алады. Бұл құбылыстардың көлемі көбінесе үлкен, ал жекелеген бөліктерінде өте үлкен болады (29.2-сурет). Карьер кертпештері мен жақтауларының мұндай деформациялары біршама жайпақ жайғасқан (10-15°-қа дейін) қабатты қатқабаттарды қиған кездің өзінде пайда болады. Құрамында құм таужыныс немесе мориған құмтас бар қолайсыз бағдарланған қабатты қатқабаттарды қиған кезде көбінесе әртүрлі бағдарланған сүзілу деформациялары (суффозия, таужыныстардың ағуы, кернеп шығуы) дамиды, олар әдетте сырғымалар жаралуымен аяқталады.



29.2-сурет. Дислокацияланған қабаталған қатқабаттағы карьер жақтауы орнықтылығының бұзылуы:

1 – саздақ; 2 – әктас; 3 – құмайтас; 4 – доломит; 5 – сазтас;

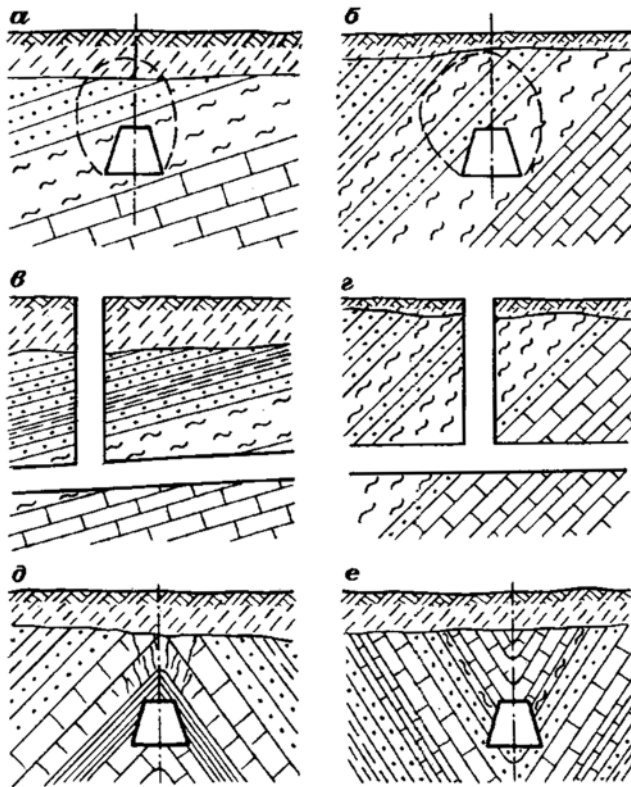
6 – сырғыма жиналымдары (жылжыма); 7 – кемер жиегі мен

жылжыған таужыныстар массасының сырғанау беті маңындағы жарылу

Қабатты қатқабаттардың тектоникалық дислокацияланғандығы таужыныстардың жерасты үңгімелеріндегі орнықтылығына өте үлкен әсер етеді. 29.3-суретте дислокацияланған қатқабаттардағы жерасты үңгімелері орналасуының бірнеше сұлбасы көрсетілген. Кен жұмыстары өндірісінің практикасы және арнайы байқаулар мен зерттеулер нәтижелері көрсеткендей, егер үңгіме қатқабаттағы қабаттар созылымы

бойынша өтсе (29.3 а, б-суреттер), оның қимасы толығымен бір қабат немесе біртекті қабаттар дестесі (свитасы) ішінде жайғаса алады. Үңгімелердегі таужыныстардың орнықтылығы және кен жұмыстары өндірісінің жағдайлары қабаттардың физикалық күйі мен қасиеттеріне, олардың еңістік бұрышына, қабаттар аралығындағы бөлінім беттеріне, босансу беттері мен зоналарына байланысты болады.

Таужыныстардың қирау (бейсерпімді қалдық деформациялары) зонасы мен табиғи дөңесі тепе-теңдігінің пішіні мұнда әдетте үңгіменің тік және көлбеу остеріне қатысты бұрыс пішінге ие болады. Таужыныстар қирауының ең үлкен дәрежесі мен қираудың ең үлкен өлшемі әдетте таужыныстар қабатталуына тік бағдарланған бағытта, яғни үңгіменің таужыныстар үстіне төнген жағындағы жабыны мен қабырғаларында байқалады. Сондықтан күмбездер пішіні қираулар (таужыныстар опырылымы) жаралуы нәтижесінде асимметриялы пішінді қабылдайды. Осы себептерге қатысты үңгімелердің жабыны мен қабырғаларында, оларды үңгіген кезде үстіне төнген таужыныстар жағынан көп масса алынады.



29.3-сурет. Жерасты үңгімелерінің дислокацияланған қатқабаттарда орналасу сұлбасы:

- а – біркелкі таужыныстың жайпақ еңіс қабаты созылымы бойынша;*
- б – біркелкі таужыныстың күрт еңіс қабаты созылымы бойынша;*
- в – жайпақ еңіс қатқабат қабатының созылымына көлденең;*
- г – күрт еңіс қатқабат қабатының созылымына көлденең;*
- д – антиклин қатпар созылымы бойынша;*
- е – синклин қатпар созылымы бойынша*

Қарастырылған сұлбаларда таужыныстар орнықтылығына олардың күрт еңіс бұрыштары мен қабаттар бөлінімінің шекаралары бойында қабатталу жарықшақтарының болуы қолайсыздықтар туындайды. Мұндай жағдайларда үңгімелер жабынында қираулар пайда болуына және күмбездер жаралуына жағдайлар туындап, артық таужыныстар шығарылуын тоқтату мүмкін болмайды. Қабатты қатқабаттар созылымы бойынша жүргізілетін жерасты үңгімелері сулы горизонттарды, комплекстер мен зоналарды аршыған кезде үлкен аумақтарда суға тоғытылады. Жиынтық және меншікті суағындары кен жұмыстары өндірісінің жағдайларын айтарлықтай күрделендіреді және кен үңгімелерінің орнықтылығына ықпал етеді.

Егер жерасты үңгімелері таужыныстар қабаттылығының созылымына көлденең (29.3 в, *г-суреттер*) немесе оған үлкен бұрыш жасап орналасса, олардың бойында инженерлік-геологиялық жағдайлар бірдей болмайды және болбыр таужыныстарды қиған бөлікшелерде қолайсыз болады. Таужыныстардың құрамы, физикалық күйі мен қасиеттері бірдей болғанда, ең қолайлы жағдай жерасты үңгімелері қабатталу беттеріне біршама бұрыш жасап бағдарланғанда орын алады. Мұнда кездесу бұрышын, яғни үңгіме оқпанының созылымы мен босансу беттері созылымы аралығындағы бұрышты ескеру маңызды. Таужыныстар жайпақ жайғасқанда, үңгіме үлкен ұзындықта жұмсақ қабаттар ауқымында қазылуы мүмкін, ал еңістік бұрышы күрт болғанда – қысқалау қашықтықтарда өтеді, бірақ бұл бөлікшелерде таужыныстардың бейсерпімді деформациялар зонасы және кен қысымы әдетте үлкен мәндерге жетеді.

Қарастырылған ортада инженерлік-геологиялық жағдайлардың әркелкілігі жерасты үңгімелерінің әркелкі суланғандығымен білінеді және суағындар елеулі шоғырланған зоналарды қиюы мүмкін.

Жерасты үңгімелері антиклин және синклин қатпарларды созылымы бойынша қиғанда немесе олардың осі бойымен өткенде, айрықша жағдайлар орнайды (29.3 д-, *е-суреттер*). Антиклин қатпарлар ауқымында үңгімелерде белгілі бір шекке дейін табиғи дөңес сияқты тепе-теңдік орнайды, бірақ қатпар дөңесінде керілу зонасы мен таужыныстардың жоғары жарықшақтылығы пайда болады. Сығылған антиклин қатпарларда үңгімелер үстінде үлкен биіктікті бейсерпімді деформациялар зонасы, таужыныстардың айтарлықтай бүлінгендігі, сына тәрізді күмбездер мен жоғары кен қысымы пайда болады. Синклин қатпарлар ауқымында таужыныстардың иілген қабаттарынан тепе-теңдіктің табиғи дөңесі жаралмайды және жерасты үңгімелері мұндай жағдайда дрендерге (сорғытушыға), яғни жерасты суынан арылатын алқапқа айналады. Сондықтан синклин қатпарларды қиған бөлікшелерде судың айтарлықтай жиынтық және меншікті ағындары байқалады.

Сонымен, шөгінді таужыныстарда кен қондырғылары құрылысы мен пайдалану инженерлік-геологиялық жағдайларын талдағанда және бағалағанда қабатталу бітімдерін ғана емес, сондай-ақ таужыныстардың бастапқы жайғасуының тектоникалық қозғалыстармен бұзылғандық дәрежесін ескеру және зерделеу қажет.

Магмалық және метаморфтық таужыныстардың жайғасу жағдайлары мен пішіндері және олардың ішкі құрылысы елеулі дәрежеде тектоникалық процесстерге байланысты. Сондықтан оларды инженерлік ізденістерде зерделеу тек қана

петрографиялық емес, құрылымдық-петрографиялық пен құрылымдық-тектоникалық сипатта да жүруі тиіс.

Тереңдік және шамалы тереңдік магмалық таужыныстары көпшілік жағдайларда ірі және біршама ірі интрузиялық денелер – батолит, жарықшақтық интрузия, қабаттық интрузия, шток және шашыранды кірінділер (инъекциялар) жасайды. Осындай өлшемді және пішінді бұл таужыныстар көбінесе ірі рудалы провинциялар, белдеулер, алаңдар құрайды және оларда толығымен ірі құрылыстар орналасуы мүмкін. Төгілген магмалық таужыныстар жамылғылар, ағындар, күмбездер, қабат жатындар жасап, олар шөгінді және эффузиялық шөгінді таужыныстармен қабаттасып жатады.

Метаморфтық таужыныстардың жайғасу жағдайлары елеулі дәрежеде өздері жаралған бастапқы таужыныстардың жайғасу жағдайларына байланысты. Үлкен аудандарды қамтитын өңірлік метаморфизмде қалыңдығы үлкен қатқабаттар жаралады. Шектеулі жергілікті метаморфизмде физикалық күйі басқа әртүрлі таужыныстар типтерінің жылдам ауысымы байқалады. Мұндай геологиялық жағдайлар шағын аудандардың өзінде әртүрлі және күрделі болуы мүмкін.

Магмалық пен метаморфтық таужыныстардың ішкі құрылысы олардың қалыптасу жағдайларымен анықталады. Олардың үлгідегі инженерлік-геологиялық сипаттамасы табиғи жайғасу жағдайларындағыдан айтарлықтай ажыратылады. Сондықтан бұл таужыныстарды инженерлік-геологиялық зерделеу негізінде далалық байқаулар мен зерттеулер жатуы тиіс. Лабораториялық зерттеу деректері олардың қасиеттерінің сипаттамасын кеңейтуге мүмкіндік береді, бірақ олар кен қондырғылары құрылысы жағдайларының және олардың пайдалану кезіндегі орнықтылығының далалық бағамын өзгерте алмайды.

Тектоникалық жарылымдар және таужыныстардың жарықшақтылығы.

Практика көрсеткендей, түбірлік таужыныстарда орналасқан кенорындарда пайдалы қазбаны өндіру, олардың геологиялық құрылысы негізінен құрылымдық-тектоникалық жағдайымен анықталады, яғни олар ірі өңірлік (қатпарлы, платформа, өтпелі алқаптар) және жергілікті (көлбеу-қатпарлы, моноклин, синклин, антиклин, флексура және басқа) геологиялық құрылымдардың қандай да бір бөлігі ауқымында орналасатынына байланысты болады. Одан басқа, кенорындардың көпшілігіне, әсіресе қатпарлы және өтпелі алқаптарда орналасқандарға тәні, олардың аумағы айырылымды тектоникалық бұзылыстармен блоктарға бөлінген. Сондықтан кенорындардың әртүрлі бөлікшелері жекелеген блоктар немесе олардың бірлестігі ауқымында орналаса алады.

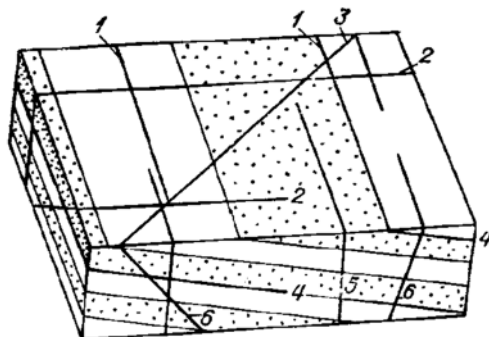
Тектоникалық бұзылыстар, әсіресе олардың ірілері таужыныстардың уатылу, брекчиялану және милониттену бөлікшелерімен және зоналарымен ұдайы сүйемелденеді. Сондықтан таужыныстардың тектоникалық блоктарға жіктелуі әдетте геологиялық құрылысының күрделілігі мен әркелкілігін арттырады және қираған таужыныстар бөлікшелері мен зоналары жаралуына байланысты үлкен мәнге ие болады. Олардың болуы кен үңгімелері орнықтылығының нашарлауына, таужыныстардың көп деформациялануына, сейсмикалықтың жергілікті көтерілуіне және басқаларға әкеледі. Осының барлығы геологиялық құрылыстың біркелкілігін айтарлықтай анықтайтын

тектоникалық бұзылыстарды, кенорындардың және олардың жекелеген бөліктерінің құрылымдық-тектоникалық жағдайын түбегейлі зерделеуді қажет етеді.

Әр тектоникалық блок ауқымында таужыныстардың тұтастығы (монолиттілігі), әдетте жарықшақтармен, олардың жүйелерімен және тектогенездің әртүрлі фазаларының басқа да айырылымдарымен бұзылады. Бұл бұзылғандық әртүрлі болады – шамалыдан елеуліге дейін. Осыған сәйкес таужыныстар бөлінімдерінің өлшемі, жарықшақтылық модулі, меншікті сусіңіруі, серпімді толқындар таралуының жылдамдығы және олардың құрылысы мен қасиеттерінің басқа да көрсеткіштері өзгереді. Бұзылғандық көрсеткіші ауданы мен тереңдігі бойынша да әркелкі болады. Тиісінше әр тектоникалық блоктың ішкі әркелкілігінің дәрежесі де әркелкі: жекелеген жарықшақтар дамуымен, жарықшақтар жиілеген бөлікшелер болуымен және жарықшақтылығы жоғары зоналар жаралуымен сипатталуы мүмкін.

Тектоникалық бұзылыстар таужыныстарды блоктарға жіктеп, кенорындар таралған аудандарды тұтастай және олардың жекелеген бөліктерінің геологиялық құрылысын айтарлықтай анықтайды. Жарықшақтылық қатты және біршама қатты таужыныстардан тұратын жекелеген блоктардың ішкі құрылысын, олардың жарықшақтық тектоникасы мен құрылымын анықтайды. Жарықшақтылық қатты (жартас) және біршама қатты (шала жартас) таужыныстарға тән және олардың тұтастығының бұзылу нәтижесін – механикалық бұзылуын сипаттайды.

Таужыныстардағы жарықшақтар тектоникалық және бейтектоникалық болуы мүмкін. Тектоникалық жарықшақтар магмалық, метаморфтық және литификацияланған шөгінді таужыныстарда, олардың беріктік шегінен асатын сығушы және керуші тектоникалық күштер ықпалынан дамиды. Осыған сәйкес бұл жарықшақтар жанама ығыстыратын (жаратын) күштердің ықпалынан дамиды және жару жарықшақтарына және керетін күштер ықпалынан дамиды ажырау жарықшақтарына бөлінеді. Тектоникалық жарықшақтар таужыныстардың көптеген құрылымдық-петрографиялық элементтерімен: қабаттылықпен, тақтатастылықпен, сызықтылықпен, жолақтықпен және басқалармен бақыланады (29.4-сурет).



29.4-сурет. Жарықшақтардың таужыныстар қабаттылығына, тақтатастылығына, жолақтылығына және басқа құрылымдық-петрографиялық элементтеріне қатысты орналасу сұлбасы: 1 – бойлық, 2 – көлденең; 3 – диагональ; 4 – қабаттық; 5 – тік қиюшы; 6 – қиғаш қиюшы

Бейтектоникалық жарықшақтар белгілі бір таужыныстарда дамитын ішкі сығу мен керу күштерінің ықпалынан дамиды. Мұндай жарықшақтар барлық жерде кездеседі және өте әртүрлі (контракциялық, кебу, қабатталу, мору және басқа) болады. Кен жұмыстары өндірісі нәтижесінде жасанды жарықшақтар пайда болып, олар таужыныстар беріктігінің, деформацияларының және суөтімділігінің айтарлықтай өзгеруіне әкеледі және олардың кен үңгімелеріндегі орнықтылығының бұзылуына себепші болады. Олар кен үңгімелерінің жабынында, табанында, қабырғалары мен бетінде, әсіресе жерасты үңгімелерінің қиылысында және карьерлер қиябеттерінде өте айқын анықталады. Жарықшақтар таужыныстардың ашылған бетін шектейтін бағытқа ие, яғни осы бетке параллель орналасады. Олардың жаралуы кен үңгімелерінің ұңғымаңы бөлігіндегі таужынысқа кен қысымының әрекетіне байланысты, ал кейде таужыныстардың ашылған кезде қабару (ісіну) құбылысына және кен үңгімелерінде аттыру жұмыстары өндірісіне қатысты болады.

Жарықшақтар тазарту үңгімелерінде әдетте таужыныстардың жабында құлауын және табанда күмпьюин туындатады. Бұл жарықшақтар жалған жабынның білініміне, опырылымдар жаралуына, таужыныстар блоктарының жылжуына, кен қысымының қарқынды білініміне, бекітпелердің деформациясына және үңгіме қимасының кішіреюіне әкеледі. Егер кен үңгімелерінде табиғи жарықшақтар кездесіп, олар жасандылармен бұрыш жасап қиылысса, таужыныстардың қирау зоналарының өлшемі күрт артады.

Таужыныстар жарықшақтылығын инженерлік-геологиялық зерделегенде мынадай негізгі мәселелерге үлкен назар аудару керек:

- 1) жекелеген жарықшақтар мен олардың жүйелерінің кеңістікте бағдарлануына;
- 2) жарықшақтар морфологиясына;
- 3) таужыныстар жарықшақтылығының қарқындылығын анықтауға;
- 4) жекелеген жарықшақтар мен олардың жүйелерінің босансу беттері мен зоналары ретінде таужыныстар беріктігіне, деформацияланғыштығына және суөтімділігіне ықпалын бағалауға, таужыныстар орнықтылығына әсерін бағамдауға;
- 5) барлаудың және инженерлік-геологиялық зерттеулерде тәжірибе жұмыстарының ұтымды әдістемесін қолдануға.

Таужыныстар қасиеттеріне жарықшақтылығы әсерінің маңызды сипаттамасына олардың беріктігі немесе басқа қасиеттері нашарлауының көрсеткіші жатады. Ол таужыныстың табиғи жайғасу жағдайларындағы (массивтегі) беріктігінің (немесе бойлық толқындар таралу жылдамдығының және басқалардың) C_m таужыныстың үлгідегі беріктігіне $C_{обр}$ қатынасына тең, яғни

$$K_n = C_m / C_{обр} \quad (29.1)$$

Айта кететіні, бұл көрсеткіш тек жекелеген бір шарттарда ғана дұрыс, өйткені оның мәндері таужыныстар кернеулік күйінің әртүрлі түрлерінде сан қилы болады. Монолит, шамалы жарықшақты таужыныстарда және босансу беттері мен зоналары бағытына сәйкес келмейтін бағыттарда оның мәндері бірліктің ондық бөлігін ғана құраса, ал жарықшақтығы жоғары таужыныстарда немесе жарықшақтар бағыты

бойында – бірліктің жүздеген және мыңдаған бөліктеріне тең. Бұл көрсеткіштің мәндері таужыныстардың зерттелетін көлемі өлшемдерінің үлгі өлшемдері қатынасына байланысты. Шартты біркелкілік пен изотроптылық табиғи жайғасу жағдайларындағы таужыныстардың зерттелетін көлемінің (L , V) бөлінімдер немесе дербестіктер өлшеміне (l , v) қатынасы 10-20-ға тең немесе одан да асканда, яғни L/l немесе $V/v \geq 10-20$ болғанда біліне бастайды. Бұл қатынас таужыныстар квазибіркелкілігінің, квазиизотроптылығының критерийі ретінде болады.

Жарықшақтар мен жарықшақтар жүйесінің кен үңгімелері мен асты кеуленген аумақтар орнықтылығына ықпалын бағалау, жарықшақтылықтың зиянды ықпалын шектеудің немесе жоюдың инженерлік шараларын негіздеумен аяқталуы тиіс. Ол үшін кен үңгімелеріне бекітудің сан қилы түрлері, анкер қондырғылары және таужыныстарды жасанды нығыздау мен бекемдеу (цементтеу, саздау, битумдеу және басқалар) қолданылады, сүзілуге қарсы перделер, дренаждау орнатады, сондай-ақ қондырғылардың орнықтылығын қамтамасыз ететін түрлі конструкциялық элементтер енгізіледі.

Ең жаңа және қазіргі тектоникалық қозғалыстар мен сейсмикалық құбылыстар – ауданның немесе кенорын бөлікшелерінің инженерлік-геологиялық жағдайларын анықтайтын маңызды фактор.

Жер қыртысының ең жаңа тектоникалық қозғалыстары деп төрттік дәуірі немесе неоген мен төрттік дәуірлері ағымында орын алған процестерді атау қабылданған, ал қазіргілер – қазіргі тектоникалық заманда жүрген және қазір де байқалатындар. Сейсмикалық құбылыстар да қазіргі тектоникалық қозғалыстарға жатады, бірақ қарқындылығы әртүрлі жерсілкінулер түрінде білінеді де аумақтардың қондырғылардың сақталғандығына, адамдар өмірі мен әрекетіне қауіп төндіреді.

Ең жаңа және қазіргі тектоникалық қозғалыстар – жер қыртысының эпейрогендік қозғалыстары. Олар негізінен тербелмелі сипатқа ие, өйткені жер қыртысының бір бөлікшесінің өзінде көтерілу төмен түсумен ауысып отырады. Бұл баяу ғасырлық қозғалыстар жылына бірнеше миллиметрден аспайтын жылдамдықпен дамиды. Жерсілкінулердің эпейрогендік қозғалыстардан айырмашылығы, олар жылдамдығы секундына көптеген мың километрмен өлшенетін таужыныстар деформациясында (сығылу, керілу, ығысу) білінеді.

Ең жаңа және қазіргі тектоникалық қозғалыстар мен сейсмикалық құбылыстарды зерделеу орасан зор ғылыми және практикалық мәнге ие, өйткені олар Жерде өте кең таралған. Бұл қозғалыстар мен құбылыстар алдымен көптеген геологиялық процестердің дамуын, жер қыртысының жекелеген бөлікшелеріндегі таужыныстардың жоғары кернеулік күйін, аумақтар мен қондырғылардың сақталғандығы мен орнықтылығын, оларды тұрғызу мен пайдалану жағдайларын анықтайды.

Таужыныстардың мориғандығы. Жер бетіне шыққан немесе кен үңгімелерінде ашылған таужыныстар өздерінің бастапқы жағдайын және табиғи физикалық күйін сирек сақтайды. Мұндай жер беті зонасында таужыныстар жаңа температура, ылғалдық және физикалық-химиялық жағдайларда әртүрлі өзгерістерге ұшырайды – морида да, соның нәтижесінде элювий белдемі, яғни мориған таужыныстар белдемі дамиды. Инженерлік-геологиялық мәселелерді шешуде таужыныстардың

морығандық дәрежесін бағалау орасан зор мәнге ие. Өйткені мору дәрежесі артқан сайын, таужыныстардың қирау дәрежесі де артады.

Мору қыртысының қалыңдығымен және таужыныстардың морығандық дәрежесімен бірқатар практикалық мәселелердің шешімі байланысты, мысалы:

– қондырғыларды орналастыруға ең қолайлы бөлікшелерді таңдау (таужыныстардың морумен қирағандығы жағынан);

– кен жұмыстарын жобалағанда алып тастауға жататын морыған таужыныстар қалыңдығын анықтау;

– беткейлердегі, қиябеттердегі немесе жерасты үңгімелеріндегі морыған таужыныстардың орнықтылығын бағалау;

– сусымалардың, опырылымдардың, құлаудың және таужыныстар деформациясының басқа түрлерінің даму мүмкіндігін болжау.

– морыған таужыныстардың құрылыстық категориясын, оларды өндірудің жағдайлары мен тәсілдерін анықтау;

– кен үңгімелерінің орнықтылығын қамсыздау, оларды морыған таужыныстардың қауіпті деформацияларынан сақтау немесе таужыныстарды мору агенттері әрекетінен сақтау үшін қажет инженерлік шараларды анықтау.

Таужыныстардың газдылығы. Кенорындарда таужыныстар құрамында әртүрлі газдар болуы мүмкін, мысалы: метан, көмірқышқыл газы, азот, ауыр көмірсутек газдары, сутек, көміртек тотығы, күкіртті газ, күкіртсутек, радон және басқа.

Кен өндіруші мекемелер құрылысының және кен жұмыстарын жүргізудің инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалағанда метан, көмірқышқыл газы және кейде азот ең үлкен практикалық мәнге ие болады. Дәл солар көбінесе кенорындар газдылығын анықтайды, біршама мөлшерде жерасты кен үңгімелері ауасының құрамында болады, газдинамикалық құбылыстар (көмір мен газ атындылары) дамуына әкеледі, сондай-ақ қопарылыс та қауіпті, адамға зиян.

Анықталғандай, көмірде, рудада және таужыныстарда газ мынадай күйде бола алады: әртүрлі жарықшақтар мен аса капилляр өлшемді қуыстарды толтырған еркін күйде; капилляр және субкапилляр өлшемді кеуектерде (қуыстарда) молекулалық күштермен ұсталатын опталған (сорбцияланған) күйде және физикалық-химиялық күштер ықпалымен өзгерген органикалық заттар массасымен байланысқан күйде.

Жер қыртысы таужыныстарындағы газдар мынадай жаралымға ие:

1) биохимиялық, яғни органикалық зат шоғырларының (қабаттар, жатындар) немесе таужыныстарда шашыранды күйдегі органикалық заттың ыдырауы мен көмірленуі нәтижесінде жаралатын;

2) жанартаулық немесе метаморфтық – Жер қойнауының үлкен тереңдіктерінен келеді;

3) атмосфералық, мұнда газдар Жер қойнауына негізінен еріген түрде жетеді (жерасты суымен);

4) радиобелсенді, яғни өз бетінше ыдыраған кезде жаралатын радиобелсенді элементтер.

Кенорындар таужыныстарында, әсіресе көмір кенорындарында газдар негізінен биохимиялық жолмен жаралады, олардағы басқа генезисті газдар әдетте қоспалар

ғана жасайды. Метанның, көмірқышқылының, азоттың салыстырмалы мөлшері оларда 99% шамасына жетеді. Табиғи газдылықтың немесе дәлірек айтқанда таужыныстар мен пайдалы қазбалар газқанықтылығының өлшеміне олардың құрамындағы еркін және опталған газ мөлшері жатады, ол тоннаға келетін текшеметр немесе қатты зат текшеметрмен өлшенеді.

Кенорындар таужыныстары мен пайдалы қазбаларындағы газдардың таралуы үлкен әркелкілігімен сипатталады. Бірақ ол толық заңды және әртүрлі геологиялық факторлар ықпалына байланысты: таужыныстардың коллекторлық қасиеттерін анықтайтын петрографиялық құрамына; жер бетінен тереңге қарай жайғасуына; көмірдің құрамына және стратиграфиялық қиманың көмірқанықтылығына; таужыныстардың тектоникалық бүлінгендігіне және жарышақтылығына; таужыныстардың сулылығына, су және газөтімділігіне; жамылғы түзілімдердің қалыңдығына және олардың қалқалаушы қасиеттеріне; көпжылдық тоң болуына және басқаларға. Әдетте ең көп газдылар – көмір кенорындары.

Көмір кенорындарының газдылығы тереңге қарай артады: шамалыдан – таужыныстар газсызданатын 300 м-ге дейінгі тереңдіктен, ең көпке дейін – тас көмір мен антрацит таралған зонада. Мұнда максимал газдылық 40 м³/т шамасына жетеді.

Табиғи жағдайларда да, әсіресе таужыныстардың, көмір мен рудалардың табиғи жайғасуы мен бітімі бүлінген кезінде де олардың газсыздану процесі әртүрлі қарқындылықпен жүреді, бірақ жер қыртысының жер беті маңы горизонттарында ең қарқынды болады.

Газдардың құрамы және олардың жер қойнауында таралуы белгілі бір ауданның немесе кенорынның геологиялық құрылысына байланысты заңдылықпен өзгереді. Мәселен, газдардың құрамы шөгінді қатқабаттардың еңістігі бойынша, көмір қабаттарындағы сияқты, былайша өзгереді. Жер беті маңы горизонттарында көмірқышқыл газдары белдемі орналасады, оны азотты газдар алмастырады, ары қарай азот-метан белдемі, ал ақыр соңында метанды газдар белдемі кетеді. Басқа газдар бұл зоналарда шамалы қоспалар түрінде ғана болады. Көмірқышқыл газдарының таралу тереңдігі жайпақ жайғасқан таужыныс қабаттарында 30-60 м-ден, қия жайғасқан қабаттарда 300-400 м-ге дейін өзгереді. Тереңдеген сайын көмірқышқыл газдың мөлшері біртіндеп азая береді де азоттың мөлшері басым бола бастап, оның концентрациясы 80% шамасына жетеді және одан да асады.

Таужыныстар мен пайдалы қазбалардың газдылығы кен үңгімелерінің газмолдылығын және тиісінше оларда кен жұмыстары өндірісінің қауіптілігін анықтайды. Газдардың кен үңгімелеріне бөлінуі жүреді:

- 1) кәдімгі жолмен, яғни таужыныстарда, көмірде және рудаларда жай қарағанда көрінбейтін кеуектерден ұдайы;
- 2) суфляр түрінде, яғни көрінетін жарықшақтар мен қуыстардан бөлінетін шоғырланған шапшымалар түрінде;
- 3) кенет жарып шығу – айтарлықтай мөлшердегі газдардың атып шығуы түрінде, олар көбінесе таужыныс, көмір және басқа пайдалы қазба массаларының аттырылуымен сүйемелденеді.

Кен үңгімелері газының молдылығын оларға түсетін газдың минутына немесе тәулігіне келетін текше метр (абсолют шама) немесе өндірілетін таужыныс, көмір

немесе руда массасына келетін текше метр (салыстырмалы шама) мөлшері бойынша бағалайды.

Газдардың суфляр түрінде бөлінуі ұзақтығы бойынша да, қарқындылығы бойынша да әртүрлі болады. Англияда «Гаарвуд» көмір шахтасында жер бетіне шыққан суфляр биік бағана түрінде 10 жыл жанған. Донбаста «Прасковейская» шахтасында суфляр екі жыл бойы әрекет еткен, алдымен ол 2000-3000 м³/тәулік шамасында, ал барлығы 1 млн м³ шамасында метан бөлген. «Центральная» шахтасындағы суфляр бастапқы кезеңде 20 мың м³/тәулік шамасына дейін метан берсе, 400 күннен кейін оның шығымы 8000-8500 м³/тәулік деңгейінде қалған. Бұл суфляр барлық әрекеті уақытында 6 млн м³-ден аса метан берген. Әртүрлі елдерде туннель салғанда айтарлықтай мөлшерде газ бөлінудің көптеген мысалдары белгілі. Мұндай құбылыстар кейде қопарылыстарға, өртке және адам өліміне әкелген. Адам өліміне әкелген мұндай құбылыстар мысалын Қарағанды таскөмір шахталарында да көптеп келтіруге болады.

Кенорындарда көбінесе метан (CH₄), көмірқышқыл газы (CO₂) және азот (N₂) кездеседі. Олардың кен үңгімелері ауасындағы жиынтық мөлшері 100% шамасына дейін жетеді. Құрамында 5-6% метан бар газдар қоспасы белгілі бір жағдайларда жануы мүмкін, оның мөлшері 5-6-дан 14-16% шамасына дейін жеткенде қопарылады. Ең күшті қопарылыстар шахта атмосферасындағы метанның мөлшері 9,5% болғанда пайда болады. Ал оның мөлшері ары қарай артқанда (14-16% шамасынан асқанда), қоспа оттегі жеткілікті болғанда жай ғана жанады. Шахта ауасындағы метан мөлшері 1% шамасына жеткенде қауіпті саналады, ал 2% шамасында жұмысты тоқтатады да жұмыскерлерді кен үңгімелерінен шығарады.

Көмірқышқыл газы мен азот улы, олардың әсері адам денсаулығына қауіпті. Көміртек тотығы (тұншықтыратын газ CO), күкіртсутек (H₂S), күкіртті газ (SO₂) және басқалар да қауіпті газдар, олардың шахта ауасындағы мөлшері рауалы мөлшерден аспау керек.

Кен үңгімелері газдық режимі бойынша категорияларға бөлінеді. Мәселен, көмір шахталарының ауасындағы метан мөлшері бойынша мынадай категорияларға бөлінеді:

- I – метанның мөлшері 5 м³/т-ға дейін болғанда;
- II – 5-тен 10-ға дейін;
- III – 10-нан 15-ке дейін;
- IV – аса жоғары категориялы, метан мөлшері 15 м³/т-дан асқанда немесе газ суфляр түрінде бөлінгенде;
- V – газдинамикалық құбылыстар қатері төнетін;
- VI – қауіпті газдинамикалық құбылыстар болатын шахталар.

Кенорындар таужыныстарының газдылығы инженерлік-геологиялық бағалауда айрықша маңызды мәнге ие. Ол құрылыс және өндіріс жағдайларына, қауіпті геологиялық және газдинамикалық құбылыстар дамуына ықпал етеді және тиісті шараларды іске асыруды анықтайды. Сондықтан кенорындарды барлағанда таужыныстардың, көмірдің және рудалардың газдылық дәрежесін, газдардың құрамын және олардың көмірлі және рудасыйыстырушы қатқабаттардың тереңдігі мен созы-

лымы бойынша таралуын зерделеуге үлкен назар аудару керек. Мұнысыз барланатын кенорын туралы инженерлік-геологиялық ақпарат толық болмайды.

Геотермикалық жағдайлар. Таужыныстар жер қыртысында жылудың белгілі қорына ие. Сондықтан Жердің геологиялық кеңістігінің әр нүктесінде олар белгілі бір температурада болады, белгілі жылулық күйімен айрықшаланды және осылардың бәрі бірлесіп жер қыртысының жылу өрісін жасайды. Жер қыртысы таужыныстарының жылулық күйі екі жылу көзімен анықталады: сыртқы (Күн радиациясы) және ішкі (Жер қойнауынан келетін жылу тасқыны). Жер қыртысының жер беті маңы горизонттарындағы таужыныстардың жылу балансында Күннен түсетін жылумен байланысты процестер басты мәнге ие болады. Кен өндірісімен және инженерлік құрылыстармен байланысты негізгі кен жұмыстары жүргізілетін тереңдеу горизонттарда таужыныстардың жылулық күйі Жер қойнауынан келетін жылу тасқынының таралуымен және тығыздығымен анықталады.

Жер-атмосфера (ғарыш кеңістігі) жүйесіндегі жылуалмасу процестері жер қыртысының жер беті маңы горизонттарындағы таужыныстардың жылулық күйіне үстіленеді және өзгерістер әкеледі. Олар мұнда температураның тәуліктік, маусымдық, көпжылдық, ғасырлық және одан да ұзақ мерзімдік ауытқуларын жасайды. Таужыныстарда температураның тәуліктік ауытқулары 1-2 м-ден аспайтын шағын тереңдікте таралады. Таужыныстардың тұрақты жылдық температурасының шекарасы 15-25 м, кейде 30-40 м тереңдікте белгіленеді. Әдетте таужыныстардың тұрақты жылдық температурасының белдемі Жер бетіндегі орташа жылдық температураға жақын. Мысалы, таужыныстардың орташа жылдық температуралы қабатындағы температура климат белдеуіне байланысты Таймыр түбегі ауданында -13°C -тан Орта Азияның шөл аудандарында $+20^{\circ}$ -қа дейін өзгереді.

Таужыныстар температурасының көпжылдық, ғасырлық және басқа ауытқуларының таралу шекараларын жер қыртысында анықтау қиын, олар туралы тек палеогеографиялық деректер бойынша ғана пайымдауға болады. Тұрақты жылдық, ал іс жүзінде таужыныстардың тұрақты көпжылдық температурасы да осы белдемнен төмен тереңге қарай температураның біртіндеп артуы қадағаланады. Әр ауданда таужыныстар температурасының тереңдеген сайын арту жылдамдығы да әртүрлі және ол жас қатпарлы алқаптарда (Тынық мұхит белдеуі, Қаратау, Копетдаг, Кавказ, Қырым, Карпат) 100 м сайын $4-5^{\circ}\text{C}$ -қа өзгереді, ал кристалды қалқандар ауданында (Балтық, Украина) 100 м-ге 1°C -қа дейін ғана болады. Орталық Қазақстанда 100 м-ге $1,6^{\circ}\text{C}$ -тан келеді. Оңтүстік аудандарда 400-500 м-ден тереңдегенде таужыныстар температурасы $25-30^{\circ}\text{C}$ -қа жетеді және одан да асады, оларда ыстық жерасты суы болуы мүмкін.

Шахталар мен кеніштерді пайдалану ережелері бойынша дайындау және тазарту үңгімелеріндегі, сондай-ақ адамдар тұрақты жұмыс жасайтын машиналар камерасындағы ауа температурасы 25°C -тан аспау керек.

Айтарлықтай тереңдегі таужыныстар температурасын болжау үшін мынадай эмпирикалық формулалар ұсынылады:

$$T_H = t_a + (H - h) / g, \quad (29.2)$$

мұндағы T_H – таужыныстардың H (м) тереңдіктегі температура шамасы, град; g – геотермикалық баспалдақ (зерделенетін ауданда таужыныстар температурасы 1°C -қа артатын тереңдік интервалы, м); t_a – осы жердегі ауаның орташа температурасы, град; h – таужыныстардың жылдық тұрақты температурасы белдемінің тереңдігі, м.

Тиісінше белгілі бір температуралы таужыныстардың орналасу тереңдігін мына теңдеуден анықтайды:

$$H = g (T_H - t_a) + h. \quad (29.3)$$

Таужыныстардың жылдық тұрақты температурасы белдемінің тереңдігін режимдік стационар геотермикалық байқаулар деректері бойынша анықтайды.

Кенорындарды барлағанда және инженерлік-геологиялық зерттеулерді орындағанда геотермикалық байқаулар және барлау ұңғымалары мен кен үңгімелерінде өлшеулер жүргізу керек. Жерасты қондырғыларын және тиісінше желдету мен салқындату (жылыту) жарақтарын жобалаған кезде, таужыныстар мен жерасты суы температурасының тереңге қарай таралуы туралы нақты деректерді білу керек.

Бақылау сұрақтары:

1. Кенорындар инженерлік-геологиясы қандай негізгі элементтер анықтайды?
2. Бедер пішіндері кенорындарды игеруге қандай ықпал жасайды?
3. Кенорындарды ұтымғы игеруді, олардың геологиялық құрылысының қандай элементтері анықтайды?
4. Таужыныстардың газдылығы деген не, оның құрамы қандай және ол қалай жаралады?
5. Көмір шахталары ауасының құрамындағы метанның мөлшері бойынша қандай категорияларға бөлінеді?

30. КЕНОРЫНДАРДЫҢ ЖЕРАСТЫ СУЫ

30.1. Инженерлік-геологиялық жағдайларды бағалауда кенорындар сулылығының рөлі

Жерасты суы кез келген кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларының ең маңызды элементі болып табылады. Кенорындарды игергенде, кен мекемелерін салғанда және пайдаланғанда жерасты суы таужыныстардың карьер жақтаулары мен жерасты үңгімелеріндегі орнықтылығына, кен жұмыстарын жүргізу өндірісі мен қауіпсіздігіне, пайдалы қазбалардың сапасына ықпал етеді. Осылардың барлығы кен үңгімелерін оларға жерасты суы ағып келуінен және оның қауіпті ықпалынан қорғау бойынша әртүрлі шараларды орындау қажеттігін туындатады.

Практика көрсеткендей, көмір кенорындарында кен үңгімелеріне келетін судың жиынтық ағыны 2000-3000 м³/сағ, ал кеніштерде – 7000-10000 м³/сағ шамасына жетеді. Жерасты суының, қорыстардың және сұйылған саз таужыныстардың кен үңгімелеріне жарып кіруі және басып қалу жағдайлары белгілі. Мұндай апаттар (авариялар) әкелетін шығын өте үлкен. Әлемдік практикадан белгілісі, олар көбінесе адамдар өліміне жалғасады. Қазіргі кезде сулы кенорындарда кен үңгімелерін жерасты суынан қорғау бойынша шаралардың бағасы негізгі және пайдалану жұмыстары бағасының елеулі үлесін құрайды (10-15%). Сондықтан жерасты суын зерделеуді (олардың таралуын, жайғасу жағдайларын, гидравликалық ерекшеліктерін, қоректену жағдайларын, арылуын, қорын (ресурстарын), режимін, химизмін, геологиялық процестер дамуына қатысуын және басқалар) кенорындарды барлағанда және геологиялық-өнеркәсіптік бағалағанда, кен үңгімелерін жобалағанда міндетті түрде жүргізу қажет.

30.2. Жерасты суының типтері және олардың кенорындар ауқымында таралуы

Жерасты суы көпшілік жағдайларда кенорынның ауданы бойынша да, тереңдігі бойынша да кең таралған. Бұл су төрттік түзілімдерінде де, түбірлік таужыныстарда да орналасып, мынадай типтер жасайды: грунт, кеуек, жарықшақ және карст суының сулы горизонттары, зоналары мен комплекстері; арынды және арынсыз кеуек, жарықшақ, карст пен қабат суы; арынды және арынсыз жарықшақ-тастамыр және карст суы.

Кенорындардың сулылығы басты жағдайда мынадай факторларға байланысты:

- ауданның климат жағдайларына (аса ылғал, ылғал, қоңыржай ылғал, құрғақ климат);
- аудан гидрографиясына (өзендер, бұлақтар, көлдер, тоғандар, суқоймалар болуы, аумақтың батпақтанғандығы);
- жер бедеріне (таулы, күрт тілімденген, шоқылы, шоқылы-жазық, жазық);

– геологиялық құрылысына – геологиялық қимада өңірлік пен жергілікті сутректер жасайтын және сусыйыстырғыштық (коллекторлық қасиеттер) пен сүетімділікке ие таужыныстардың петрографиялық типтерінің және түрлестерінің таралуына;

– ауданның тектоникасына – кенорындарды құрайтын таужыныстардың тектоникалық бүлінгендік дәрежесіне, жайғасу жағдайларына және уатылғандығына; өңірлік және жергілікті тектоникалық бұзылыстарына; жарықшақтылық дәрежесіне және оның кенорын ауданы бойынша және тереңдігіне таралғандығына;

– таужыныстардың созылымы бойынша және тереңге қарай мору мен карстталу дәрежесі мен сипатына;

– пайдалы қазбаның жер бетінен терең жайғасуына; жерасты суының жергілікті немесе өңірлік арылу базисіне қатысты орналасуына, пішіні мен жайғасу жағдайларына;

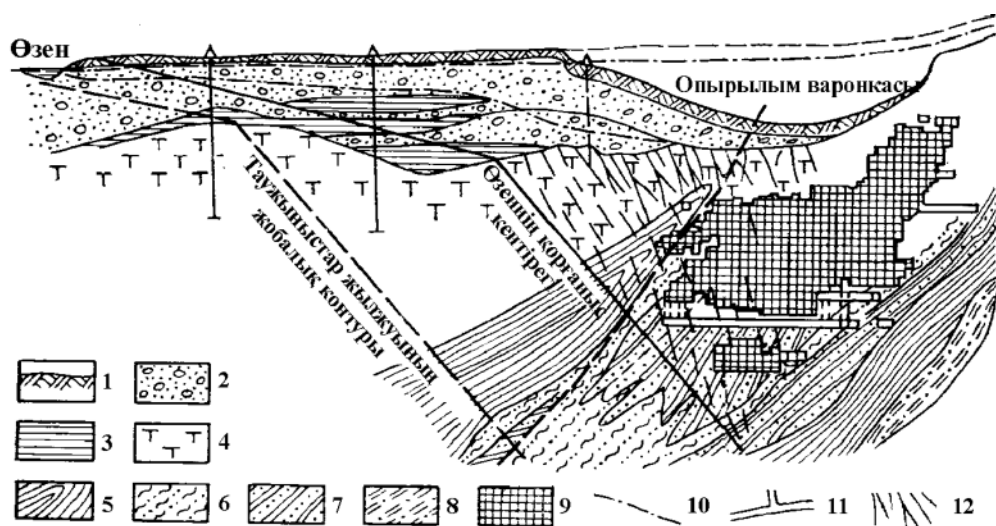
– сулы горизонттардың, зоналар мен комплекстердің сорғу нәтижесінде кенорындардың құрғағандық дәрежесіне;

– суқоймалар жасағанда, қарқынды суландырғанда, өнеркәсіп суын және басқа су түрлерін тастағанда кенорындар аумағының жасанды сулануына және су басуына; жер беті ағынының аумақтар астын кен үңгімелерімен кеулегенде, олардағы таужыныстардың табиғи немесе мәжбүрлі опырылуынан болған жер бетінің деформациялануы салдарынан бүлінуіне, мұндай бүлінулер әсіресе сулы нысандардың – өзендердің, суқоймалардың, сулы комплекстердің және басқалардың астын кеулегенде қарқынды жүреді.

Кен жұмыстары өндірісінде кенорындардың сулануына және қауіпті құбылыстар (судың жарып кіруі және кен үңгімелерін су басу) пайда болуына ескі шахталарда жиналған су да ықпал етеді. Сонымен, өндірісті кенорынның сулануы табиғи да, жасанды да факторлармен анықталуы мүмкін.

Кенорындарда жерасты суы жиналуы жағдайларына, оның таралуына, жайғасу жағдайларына, өнімділігіне, химизміне және басқаларға өзі байланысты таужыныстардың петрографиялық құрамы, құрылысы мен күйі айрықша үлкен ықпал етеді. Өртүрлі кенорындардағы төрттік түзілімдері арасында құм, құм-тасмалта және тасмалта аллювий, флювийгляций және пролювий түзілімдерінде орналасқан грунт суы біршама жиі кездеседі. Бұл су кенорындарды аршуды айтарлықтай қиындатады және әсіресе көптеген әрі сан қилы көмір мен руда кенорындары байланысты түбірлік таужыныстардың сулылығына ықпал етеді.

30.1-суретте Кенді Алтайдағы кенді алаңы руда кенорындарының бірінің геологиялық қимасы көрсетілген. Кенорын девон вулканогендік-шөгінді қатқабаттарда орналасқан. Мұнда аллювий құмы мен малтатасы грунт суының түбірлік таужыныстар жарықшақтық суымен айқын байланыс бар. Кенорынның жоғарғы горизонттарында кен өндіргенде, кен үңгімелеріне келген су сағатына бірнеше текшеметрді құраған. Төменгі горизонттарын өндіргенде, туфогендік таужыныстардың олардың опырылуы салдарынан жарықшақтылығы артқан кезде, судың келуі арта бастаған және сағатына жүздеген текшеметрге жеткен. Судың келуі белгілі дәрежеде кен үңгімелері көлемінің (таужыныстар ашылған беттің) артуына, бірақ басты жағдайда – аллювийлік сулы горизонт сорғуының күшеюіне байланысты.



30.1-сурет. Кенді Алтай Лениногорск кенді алаңы руда кенорындары бірінің геологиялық қимасы (А.П. Кузнецов бойынша):

- 1 – топырақ қабаты; 2 – малтас; 3 – саз; 4 – туф; 5 – сазды тақтатас;
 6 – серицитті тақтатас; 7 – микрокварцит; 8 – агломерат руда;
 9 – өндіріліп біткен руда жатындары; 10 – грунт суының деңгейі;
 11 – жерасты үңгімелері; 12 – сулы жарықшақтар;
 жіңішке штрих сызық – табиғи бет

Әртүрлі кенорындардың суланғандығына түбірлік таужыныстардағы жерасты суы басты ықпал жасайды. Мұнда қабат, жарықшақ-қабат, жарықшақ пен карст арынсыз суы, бірақ басты жағдайда арынды су үлкен мәнге ие. Олар әдетте құмтастың, құмайтастың, әктас пен доломиттің әртүрлі типтерімен, кейде жарықшақты сазтаспен, мергельмен, кремнийлі және туфогендік таужыныстармен байланысты. Көпшілік жағдайларда бұл таужыныстар біршама қатты, литификацияның орташа немесе жоғарылау дәрежесінде болады. Жалпы алғанда таужыныстар негізінен шала қатты типіне жатады. Олардың арасында цементтелмеген құм, жұмсақ пластикалық саз, өте жарықшақты құмтас, құмайтас, сазтас және басқа таужыныстар, сондай-ақ каверналы, карстты немесе нашар цементтелген әктас, күйген таужыныстар және басқалар кездеседі. Суланған көмір кенорындарында өте жиі көмір будалары мен қабаттары сулы болса, ал руда кенорындарында – оларға руда жатындары, горизонттары мен қабаттары жатады.

Кенорындарда қабат суы горизонттары көбінесе айтарлықтай өнімділікке ие болып, судың арыны ондаған және тіпті жүздеген метрге жетуі мүмкін (мысалы, Оңтүстік Қазақстандағы Ленгер қоңыр көмір кенорында 350 м). Мұндай кенорындарда су мен қорыстардың кен үңгімелеріне жарып кіруі мүмкін. Әдетте мұндай құбылыстардың себебіне өнімді қатқабаттарды бөлетін саз сутіректер қалыңдығының аздығы мен қаттылығының төмендігі, сондай-ақ олардың күмпияіне бейімділігі, яғни кен үңгімелеріне кен және гидростатикалық қысым ықпалынан

сығылып кіруі жағады. Су мен қорыстардың кен үңгімелеріне жарып кіруі, сондай-ақ пайдалы қазбаларды жабын таужыныстарын үңгімелерге құлатып өндіргенде, қопару жұмыстарын жүргізу нәтижесінде және басқа жағдайларда орын алуы мүмкін.

Әртүрлі эндогендік пен метаморфогендік пайдалы қазбалар кенорындарының, сондай-ақ берік цементтелген шөгінді таужыныстармен байланысты кенорындардың сулануы жарықшақты грунт және жарықшақты арынды судың таралуына байланысты.

Мұндай судың магмалық, метаморфтық және берік цементтелген шөгінді таужыныстарда қалыптасуы, олардың тектоникалық және бейтектоникалық жаралымды жарықшақтылығына байланысты болады. Бейтектоникалық жарықтар арасында мору, жеңілдену (серпімді қайту) және кенді жабын таужыныстарын құлату арқылы өндіргенде, сондай-ақ қопару жұмыстарын жүргізу нәтижесінде және кен қысымы әрекетінен пайда болатын жасанды жарықшақтар басты мәнге ие.

Аталған кенорындар типтерінің сулылық дәрежесі климат, гидрофизикалық және басқа жағдайлар бірдей болғанда, әдетте олардың геоморфологиялық орналасуына, геологиялық құрылысы мен таужыныстардың жарықшақтылық дәрежесіне байланысты болады. Таулы аудандарда немесе эрозияның жергілікті базисінен биік жерде орналасқан кенорындар әдетте қазіргі гидрографиялық тораппен әрдайым жақсы сорғыған, сондықтан жерасты суының статикалық пен динамикалық қоры аз, нашар суланған болып келеді. Эрозияның жергілікті базисінен төмен орналасқан және әсіресе сулы нысандар (өзендер, бұлақтар, суқоймалар, су басқан шахталар және басқалар) әсері зонасында болатын кенорындар суланғандығы әрдайым жоғары немесе тіпті күшті болады.

Қарастырылып отырған кенорындардың суланғандығына, осыған байланысты олардың инженерлік-геологиялық жағдайларына олардың геологиялық құрылысы үлкен ықпал жасайды. Әсіресе пайдалы қазбаны сыйыстырушы таужыныстар қатқабаттары, зоналары және комплекстері кенорында қалың аршылым жасайтын сулы және сумолдылығы жоғары жастау таужыныстармен жабылған кезде.

Кенорындардың жарықшақтар суымен суланғандығы, таужыныстардың жарықшақтылық дәрежесіне және оның аудан бойынша және тереңге қарай таралғандығына айтарлықтай байланысты болады. Байқаулар көрсеткендей, тереңге қарай жарықшақтар суы таралған аудан азаяды. Ондаған метрмен өлшенетін тереңдіктегі жоғарғы горизонттарда немесе эрозияның жергілікті базисі ықпалындағы зонада таужыныстар тектоникалық жарықшақтылығы мору процестерімен арта түсетіндіктен, негізінен жарықшақтарда грунт суы қалыптасады. Оның жер бетінен жайғасу тереңдігі де, әртүрлі бөлікшелердегі қоры да жыл ағымында тұрақсыз болады. Жалпы алғанда мұндай су шектеулі таралған.

Жарықшақ-грунт суы тереңге қарай біртіндеп арынды жарықшақтар суына алмасады. Таужыныстардың жарықшақтар бойынша сулылығы қадағаланған тереңдік әдетте 300-400 м-ге жетеді, бірақ 500-600 м-ден аспайды. Бұл тереңдіктерде жарықшақтар суының статикалық та, динамикалық та қоры әдетте көп емес. Таужыныстардың орташа өңірлік (фондық) жарықшақтылығы мұнда тектоникалық жарылымдарға, бұзылыстар мен уатылу белдемдерінде орналасқан жекелеген

бөлікшелерде күшейе түседі, таужыныстардың жарықшақтылығы мен сулылығы таралуының кеңістіктік әркелкілігі пайда болады. Сәйкесінше бұл бөлікшелерде кен үңгімелеріне су келуі де артып, сағатына жүздеген және мыңдаған текше метрге жетеді, ол судың статикалық қоры таусылғанша жүреді. Үлкен тереңдіктерде әсерлі жарықшақтылық елеулі азаяды, ал 500-700 м тереңдіктен төмен таужыныстар көбінесе сусыз болады.

Кенорындардың ең көп суланғандығы әдетте карст, грунт және арынды суының таралуына байланысты. Мысалы, Мырғалымсай қорғасын-мырыш кенорны (Оңтүстік Қазақстан), Солтүстік Орал мен Оңтүстік Орал боксит кенорындары (Россия) және басқалар осындай. Карстка ұшыраған әктас, доломит, мергель және тұз таужыныстарындағы карст суы көп және өте көп су келуін туындатады, кейде ол кен үңгімелеріне жарып кіріп, оларды суға толтырады. Мұндай кенорындарда жаңбырдың және еріген қар суының, өзендердің, бұлақтардың және басқа сушаралар суының қарқынды жұтылуы, кен үңгімелері табанында, жер бетінде таужыныстардың опырылуы, кен үңгімелері жабынындағы таужыныстардың опырыла құлауы және басқалар сияқты құбылыстар да жиі байқалады.

Карст суының қозғалысы таужыныстарда еріту және шаймалау процестерімен жасалған жарықшақтар және жарықшақтар жүйелері бойынша жекелеген каналдар, және басқа әртүрлі жерасты қуыстары мен бос жерлері бойынша орын алады. Егер карст каналдары мен қуыстары таужыныстардың қирау және мору өнімдерімен толып қалған жағдайларда, жерасты суының қозғалысы екі сипатқа ие болуы мүмкін: 1) толтырушысы жоқ жарықшақтар, каналдар және қуыстар бойынша; 2) қуыстарды толтырушы арқылы сүзілу жолымен, яғни кеуек орталарға тән жолмен.

Пайдалы қазбалар кенорындары ВСЕГИНГЕО жіктелімі (1969) бойынша олардың құрылымдық-тектоникалық жағдайлары мен жерасты суының әртүрлі типтерінің таралу сипатына байланысты үш: 1) таужыныстар көлбеу жайғасқан; 2) еңіс, негізінен моноклин жайғасқан; 3) синклин (мульда сияқты) жайғасқан класқа бөлінеді.

Кенорын кластары олардың сулылық жағдайлары және сулы горизонттар, зоналар мен комплекстердің пландағы және қимадағы сипаты бойынша типтерге және типшелерге бөлінеді.

30.3. Кенорындардың сулану дәрежесі

Кенорындардың сулану (сумолдылық) дәрежесіне табиғи да, жасанды да факторлар ықпал етеді. Сулануды бағалау және кен үңгімелеріне су келуін болжау үшін әр фактордың мәнін, олардың бірлескен әсерін ескеру және бағалау қажет.

Геологиялық ортаның әр бөлікшесінің, соның ішінде әр кенорынның сулануы сандық жағынан сулы горизонттар мен комплекстердегі жерасты суының статикалық қорымен, сондай-ақ олардың динамикалық қорымен (ресурстарымен) де анықталады. Жекелеген, біршама сирек жағдайларда жерасты суының қоры оның сулы горизонттар мен комплекстеріндегі қорымен ғана емес, және де сутірек саз таужыныстармен жеделдендірілген, сондай-ақ ескі кен үңгімелерінде және басқа нысандарда

жинақталған қорымен де анықталады. Саз таужыныстар қатқабаты сығылғанда, су басқан үңгімелер аршылғанда судың бұл қоры кенорынның сулану көрсеткіштеріне айтарлықтай ықпал етуі мүмкін.

Статикалық қор кен үңгімелері ықпалындағы зона таужыныстары құрамындағы судың көлемімен, дәлірек айтқанда сулы горизонттар мен комплекстер құрамындағы, сондай-ақ жекелеген жағдайларда бұрынғы және су басқан кен үңгімелеріндегі судың көлемімен де сипатталады. Бұл қор кенорынды аршығанда және кен жұмыстары дамуының алғашқы кезеңдерінде кен үңгімелеріне айтарлықтай су келуін және тіпті оның кенет жарып кіруі мен үңгімелердің суға толуын туындатуы мүмкін. Бірақ статикалық қор таусыла бастаған сайын, су келудің айтарлықтай азаюы да байқалады.

Кенорындардағы судың статикалық қоры сулы горизонттар мен комплекстердің жиынтық қалыңдығымен, оның кен үңгімелерінің ықпалындағы зона ауқымында таралғандығымен және сулы таужыныстардың суқайтарымдылық коэффициентімен анықталады.

Карстталған таужыныстар, әсіресе карст күшті дәрежеде қамтығандар, басқа жағдайлар бірдей болғанда әдетте ең мол статикалық қорға ие. Екінші орынды қопсық таужыныстардан – құмнан, тасқыршық-тасмалта таужыныстардан тұратын сулы горизонттар мен комплекстер алады. Жерасты суының ең аз статикалық қорына әдетте қатты таужыныстарды құрайтын жарықшақты магмалық, метаморфтық және литификацияланған шөгінді таужыныстар ие.

Геологиялық ортаның белгілі бір бөлікшесіндегі жерасты суының динамикалық қоры сулы горизонттың немесе комплекстің көлденең қимасы арқылы уақыт бірлігінде ағып өтетін су шығымына, яғни оның өнімділігіне тең. Бұл қор сулы горизонттар мен комплекстер таужыныстардың сүетімділігіне және олардың қоректену жағдайларына толығымен байланысты. Мұнда оның сулы горизонттар мен комплекстерден сорғу қарқындылығы мен ұзақтығы, сондай-ақ олардың кен үңгімелерінде ашылу ауданы үлкен мәнге ие болады.

Жерасты суының динамикалық қорын бағалау үшін сулы горизонттың қалыңдығын (h , м), оның көлденең қимасын (L , м²), әрекеттегі градиентін (J), таужыныстар сүетімділігін сипаттайтын көрсеткіштерді (K_{ϕ} , м/тәулік; T , м²/тәулік) және кен үңгімелері әсерінің радиусын (R , м) анықтау қажет. Одан басқа, сондай-ақ таужыныстардың суқайтарым коэффициенті (μ_c), деңгейөткізгіштік коэффициенті (a_o , м²/тәулік) және пьезоөткізгіштік коэффициенті (a_n , м²/тәулік) сияқты көрсеткіштерін де пайдаланады.

Пайдалы қазба кенорындарының, шахта (карьер) алаңдарының жалпы сулануы әдетте бірнеше өзіндік көрсеткіштері, солардың ішінде салыстырмалы көрсеткіштері бойынша анықталады және бағаланады. Олар іс жүзінде кен үңгімелеріне уақыт бірлігінде келетін немесе келуі мүмкін су мөлшері туралы пайымдауға мүмкіндік береді. Бұл көрсеткіштер кен үңгімелерінен сорып шығарылатын су туралы және кен жұмыстарын қалыпты жағдайларда әрі қауіпсіз жүргізуді қамтамасыз ету үшін кеніш бөлікшесінде, оның маңында орналасқан арнайы құрғатушы қондырғылар туралы да мәлімет береді. Бұл су кен жұмыстары ықпалындағы зонада орналасқан

таужыныстардан (ал кейде белгілі бір су нысандарынан) келеді. Ықпал ететін бұл зонаның өлшемі үлкен немесе орасан болуы мүмкін (бірнеше километр, ондаған километр) және кен жұмыстары дамыған сайын ауданы бойынша және тереңге қарай біртіндеп арта береді.

Мұндай өзіндік сипатты көрсеткіштерге жататындар:

1) кенорынға, шахта немесе карьер алаңына келетін судың жиынтық ағыны, м³/сағ;

2) аршылған кен үңгімелері бетінің 1 м²-не келетін меншікті ағын, л/сағ;

3) сумолдылық коэффициенті, яғни өндірілген пайдалы қазбаның 1 тоннасына келетін су ағыны, м³.

Өте маңыздыларға таужыныстардың сүөтімділігін сипаттайтын көрсеткіштер – сүзілу коэффициенті (м/тәулік) мен сүөткізгіштік коэффициенті (м³/тәулік) және олардың суқайтарымдылығын сипаттайтын – суқайтарымдылық коэффициенті (μ_c) жатады.

Кенорындардың жоғары суланғандығы кенішті (шахта, карьер) судан қорғау бойынша үлкен жұмыстар жүргізу қажеттілігін туындатады. Мысалы, Курск магнитті аномалиясының (КМА, Россия) төрт кенорнында және Қостанай облысындағы екі карьерде (Соколов, Сарыбай) 100 км-ден аса сорғыту штректері, 600-ден аса сүзгілер және жүзден аса сүөтөмендеткіш ұңғымалар тұрғызылған.

Пайдалы қазба кенорындарының сулану дәрежесін сипаттайтын көрсеткіштер мәні 30.1-кестеде келтірілген.

Күшті суланғандық мысалы ретінде Мырғалымсай кенорнын (800 м³/сағ шамасына дейін), ал жоғары және шамалы суланғандарға – Соколов, Сарыбай, Қашар кенорындарын атауға болады. Сулыларға қарағанда тас көмір алабының кейбір бөлікшелері және Жайрем полиметалл кенорны жатады. Орташа және нашар суланғандарға Екібастұз тас көмір, Жезқазған полиметалл кенорындары мысал болады.

30.1-кесте

Қатты пайдалы қазба кенорындарының, шахта және карьер алаңдарының сулану дәрежесі бойынша жіктелімі (М.В. Сыроватко бойынша)

Кенорындардың жалпы сулану көрсеткіштері	Кенорындардың сулану дәрежесі			
	аса сулы	сулы	орташа сулы	нашар сулы
Судың жиынтық ағыны, м ³ /	>1000	1000-300	300-100	<100
Меншікті су ағыны, л/(сағ·м ²)	>4	4-0,4	0,4-0,05	<0,05
Сумолдылық коэффициенті, м ³ /т	>25	25-8	8-3	<3
Таужыныстардың сүзілу коэффициенті, м/тәулік	>100	100-5	5-0,5	<0,5

Сумолдығы жоғары кенорындарды игергенде алдын ала құрғату бойынша да, кен қондырғыларын тұрғызу процесі мен оларды пайдалану кезінде де үлкен ша-

ралар жүргізу қажет болады. Кенорындардың жоғары сулылығы кен жұмыстары өндірісінің жағдайларына және олардың қауіпсізділігіне айтарлықтай ықпал жасайды. Сондықтан әр кенорынның, шахта және карьер алаңының жерасты суын зерделеуге, оны сипаттайтын материалдарды талдауға және бағалауға әрдайым өте үлкен назар аудару қажет.

Кенорындар гидрогеологиялық жағдайлары күрделілігінің, сулану дәрежесінің жоғарылауымен әдетте олардың жалпы инженерлік-геологиялық жағдайларының күрделілігі де артады. Бірақ бұл ереженің басқа жағы да болуы мүмкін. Жиі инженерлік-геологиялық жағдайлардың күрделілігін таужыныстар горизонттары мен комплекстерінің сумолдылық дәрежесі емес, су келу фактысының өзі анықтайды. Су келу, ағу мен тамшылау, таужыныстардың суланғандығы олардың қасиеттерінің (жібу, ісіну, беріктігінің төмендеуі және басқа) өзгеруіне және тиісінше таужыныстар мен кен үңгімелері орнықтылығының бүлінуіне әкеледі. Олардың мұндай жағдайларда пайда болатын деформациялары қиындықтар және кен жұмыстарын қалыпты жүргізу мен олардың қауіпсіздігіне қатер төндіреді. Сондықтан кенорындардың, шахта мен карьер алаңдарының сулылығын бағалау сандық та, сапалық та жағынан жан-жақты негізделген, қолайсыз және қауіпті геологиялық процестер дамуын болжауға бағытталған болуы тиіс.

Кен үңгімелеріне және сорғыту жүйелеріне келетін суды анықтау үшін әртүрлі: аналитикалық, модельдеу, баланстық, баламалау (эмпирикалық) әдістерді пайдаланады.

30.4. Кенорындарды игеруде олардың сулану дәрежесінің өзгеруі

Жоғарыда айтылғандай, пайдалы қазба кенорындарының сулылығы сандық жағынан сулы горизонттар мен комплекстердегі жерасты суының статикалық қорымен және динамикалық ресурстарымен анықталады. Бұл екі қор да кенорынды игерудің басында негізінен табиғи факторлар ықпалынан қалыптасады. Сондықтан кенорындарды барлағанда жерасты суының еркін және пьезометрлік деңгейлерінің орналасуы, сулы горизонттар мен комплекстердің қалыңдығы, сумолдылығы, режимі, қоректену жағдайлары мен арылуы, судың минералдылығы, химиялық құрамы мен физикалық қасиеттері және басқа да параметрлері әдетте ең жаңа және қазіргі геологиялық кезде қалыптасқан табиғи гидрогеологиялық жағдайларымен сипатталады.

Кенорындарды игеруге даярлық жұмыстарын жүргізгенде, оларды аршығанда және өндіргенде сулану дәрежесі өзгереді. Өйткені әртүрлі жасанды факторлар күшіне кіре бастайды және содан кейін әрекет етеді. Кен үңгімелері сулануын бағалау және оның өзгеруін болжау үшін әр фактордың рөлі мен мәнін мүмкіндігінше толық ескеру және бағалау қажет. Мұнда ол дәл осы кезде ғана емес, сондай-ақ оның уақыт ағымындағы ықтимал өзгерістерін ескере отырып, алдағы кезде болатын жағдайларды да қамту керек.

Кенорындардан пайдалы қазбаларды өндіргенде жерасты суының табиғи режимі орын алып отырған табиғи жағдайларға да, әрекеттегі жасанды факторларға да бай-

ланысты белгілі бір дәрежеде бұзылады. Жерасты суының жаңа режимі белгілі бір жаңа заңдылықтармен сипатталуы мүмкін. Бұл заңдылықтар судың кен үңгімелеріне жарып кіруінен немесе ретсіз пайда болатын басқа экстремал құбылыстар салдарынан кейде бұзылады.

Көптеген кенорындар үшін жерасты суы динамикасының жалпы заңдылықтарының біріне осы кенорындарды игеру барысында оның статикалық қорының сарқылуы жатады. Тиісінше кенорындарды суландыруда сулы горизонттар мен комплекстер динамикалық ресурстарының салыстырмалы рөлі артады. Бірақ жерасты суының динамикалық қоры сулы горизонттар мен комплекстердің қоректену және арылу (сорғу) жағдайларына айтарлықтай тәуелді болады, сондықтан кенорындардың сулану режимі мен кен үңгімелеріне су келуі әрдайым осы факторларға байланысты.

Мол атмосфералық жауын-шашын мен қар еру мерзімдерінде жерасты суының деңгейі, арыны және шығымы жоғарылайды да судың кен үңгімелеріне келуі артады. Жылдың құрғақ мезгілдерінде тиісінше жерасты суының деңгейі, арыны мен шығымы төмендеп, кен үңгімелеріне су келуі азаяды.

Егер кенорындардан, шахта немесе карьер алаңдарынан аударатын жерасты суының жиынтық көлемі судың оларға келу шамасына тең болса, ол кен үңгімелеріне су келу сипатының біршама тұрақты болатынын көрсетеді. Ал егер бұл баланс теріс немесе оң болса, кен үңгімелеріне су келуі тиісінше азаяды немесе көбейеді, яғни жерасты суының режимі тұрақсыз болады. Мұндай жағдай кен жұмыстары жүретін көптеген суланған кенорындарға тән. Суланған кенорындарды игеру даярлау да, өндіру де жұмыстарын жүргізгенде әдетте айтарлықтай құрғату жұмыстарымен сүйемелденеді.

Кенорындардың игерілетін бөлікшелерінде жерасты суының режимі мен бұл бөлікшелердің сулылығы уақыт ағымында өзгереді, бірақ ол сан қилы геологиялық жағдайларда, сорғыту жұмыстарының түрлі ұзақтығында және басқа жағдайларда әртүрлі болады. Мұнда кенорындарды құрғату (оның ішінде батпақтанған бөлікшелерін де), грунт және арынды су деңгейін төмендету әдетте жерасты суының жаңбыр суымен және еріген қар суымен, өзендер және бұлақтар және әртүрлі суқоймалар суымен инфильтрациялық қоректенуіне қолайлы жағдайлар жасайды. Оған кенорындар, шахта мен карьерлер алаңы ауқымындағы орманды кесуге және шым жамылғысының бүлінуіне байланысты жербеті суы келуінің бұзылуы да қолайлы жағдай туындатады. Бұл жағдайға үйінділер, гидроүйінділер, қоймалар, бөгендер, сушаралар, каналдар, жолдар салу және таужыныстар қатқабатында орлар мен басқа даярлау үңгімелерін жасау да ықпал етеді.

Жерасты суы табиғи режимінің бүлінуіне және кенорындарда оның жаңа заңдылықтарының қалыптасуына, сондай-ақ басқа да факторлар ықпал жасайды. Мысалы, аумақтар мен таужыныстар қатқабатын жерасты үңгімелерімен астынан кеулегенде, әсіресе бұл жұмыстарды жабын таужыныстарын табиғи жолмен немесе күштеп құлату арқылы жүргізгенде аса қолайсыз құбылыстар орын алады. Мұндай құбылыстарға таужыныстар жылжуының пайда болуы, олардың қиғаш немесе тік қиюшы жарықшақтармен бұзылуы, ал жер бетінде жылжу мұлдасы, отыру және басқа деформациялар кіреді. Осылардың барлығы әрине жаңбырдың, еріген және

жербеті суының сіңуін жеңілдетеді де судың бір сулы горизонттар мен комплекстерден екіншілеріне ағып баруына және судың кен үңгімелеріне жиынтық келуінің артуына жағдай жасайды.

Судың ағып келуі және оның жиынтық көлемінің артуы сияқты құбылыстар қабатталудың көлбеу және еніс құрылымдарын тік кен үңгімелерімен қиып өткенде және көлбеу жерасты үңгімелерін құрылымдарға көлденең жүргізгенде пайда болады. Жоғарыда айтқандай, кен үңгімелеріне су келуінің және оларға су жарып кіруінің күрт артуы әртүрлі тектоникалық бұзылыстарды аршыған кезде пайда болады. Сонымен, кен жұмыстарының аудан бойынша және тереңге қарай дамуы, кен үңгімелерінің көлемі мен таужыныстар ашылымдары бетінің ұлғаюы айтарлықтай мәнге ие болады. Мысалы, Кенді Алтайда (Лениногорск кенді алаңы) жоғарғы рудалы горизонттарды өндіргенде, кен үңгімелеріне келетін судың мөлшері сағатына бірнеше текше метрге жеткен. Төменгі горизонттарды өндірген кезде кен үңгімелері көлемінің және таужыныстардың опырылуы салдарынан, олардың жарықшақтылығының артуынан судың келуі арта бастап, сағатына жүздеген текше метрге жеткен. Мұндай мысалдарды көп келтіруге болады. Олардың барлығы жасанды кен-техникалық факторлардың өндірістегі кенорын жерасты суы динамикасының, режимінің өзгеруіне ықпалының жалпы заңдылығын көрсетеді.

Осылайша, жерасты суының динамикасына, режиміне және кенорындардың сулылығына табиғи мен жасанды факторлар өзара әрекеттесіп ықпал етеді. Жасанды факторлар көп жағдайларда жерасты суының қоректену жағдайларына, кен үңгімелеріне жиынтық су келуінің күрт артуына әсер етеді. Басқа жағынан, жасанды факторлар, әсіресе кенорындарды ұзақ әрі айтарлықтай құрғату, жоғарғы горизонттардағы жерасты суы қорының кен үңгімелері ықпалындағы үлкен алаңдарда сарқылуына әкеледі.

30.5. Кенорындар жерасты суы химиялық құрамының ерекшеліктері

Кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларын зерделегенде және бағалағанда жерасты суының минералдануын және химиялық құрамын зерттеуге қажет назар аударылуы тиіс. Мұндай зерттеу деректері:

- кенорын геологиялық қимасындағы сулы горизонттар мен комплекстерді стратификаттауды сенімді және тыңғылықты жүргізуге;
- олардың (горизонттар, зоналар мен комплекстер) аралығындағы өзара байланысты анықтауға және оларды бөлетін сутіректер сапасын бағалауға;
- жербеті суының жерасты суы режиміне әсерін бағалауға олардың өзара байланысы туралы пайымдауға;
- жерасты суының қоректену және арылу алқабын, судың бір сулы горизонттардан екіншілеріне ағып бару (құйылу) бөлікшелерін немесе алқаптарын, жерасты суының қандай да бір басқа су нысандарынан қосымша қоректену бөлікшелерін анықтауға;

– коршаған орта ауқымындағы кен үңгімелері, үйінділер мен гидроүйінділер ықпалындағы зонаның шекарасын, жерасты және жербеті суы мен аумақтардың кен өндірісі қалдықтарымен ластану шекараларын сенімділеу анықтауға;

– жерасты суының (кен жұмыстарын орындағанда пайдаланылатын) кен қондырғылары мен техникалық жарақтардың (сораптар, сүзгілер және басқалар) бетон, темірбетон және металл конструкцияларына қатысты жемірлігі мен коррозиялық белсенділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Кенорындар жерасты суы минералдылық дәрежесі бойынша тұщы, тұздылау немесе тұзды болуы мүмкін. Ол кенорындардың геологиялық құрылысымен, жерасты суының физикалық-географиялық таралуымен, сулы горизонттардың жайғасу тереңдігімен және тиісінше жерасты суының режимімен анықталады. Жерасты суы химиялық құрамының типі және ең басты қасиеттері оның құрамындағы негізгі аниондар мен катиондардың, яғни Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} қатынасымен анықталады. Тұщы су әдетте гидрокарбонат класты, ал тұздылау және тұзды су сульфат пен хлорид класты болады.

Кенорындар жерасты суы химиялық құрамының қалыптасуына барлық жерде әсер ететін географиялық, геологиялық және басқа факторлардан басқа, таужыныстардың минералдық құрамы және олар таралған алаң ауқымы мен әртүрлі тереңдікте қалыптасқан тотығу-тотықсыздану геохимиялық жағдайлары айтарлықтай ықпал жасайды. Осы жағдайлардың барлығы да негізінен кенорындар жерасты суы химиялық құрамының ерекшеліктерін анықтайды.

Кенорындар жерасты суы химиялық құрамының өзгеруі мынадай жалпы заңдылыққа бағынады. Біршама аз тереңдікте әдетте инфильтрациялық коректенетін гидрокарбонатты су қалыптасады. Мұндай типті су әсіресе құрылыс материалдары кенорындарының көпшілігіне тән. Орташа тереңдіктегі жерасты суы әдетте жоғарылау минералдылыққа ие және де негізінен инфильтрациялық жолмен коректенеді, бірақ ол айтарлықтай дәрежеде кенорындардың минералдық құрамы мен геохимиялық процестердің дамуын көрсетеді. 600-1000 м-ден асатын үлкен тереңдікте әдетте күшті тұздыланған және тұзды су кездесіп, ол суалмасудың тоқтау, баяулану режимі мен тиісті геохимиялық процестердің ұзақ дамуын көрсетеді.

Пайдалы қазбалардың мынадай кенорындары бөлінеді:

– құрамында ерітіндіге оңай өтетін қандай да бір өзіндік элементтер жоқ, жерасты суы берілген гидрохимиялық зона мен сыйыстырушы таужыныстар құрамына сәйкес келетін кәдімгі құрамға ие;

– құрамында оңай еритін тұздар бар, олар ерігенде белгілі бір тұздық құрамды жоғары минералды су жаралуына әкеледі; оларға тұз кенорындарының суы жатады;

– құрамында мору белдемінде тотыққанда оңай еритін тұздар жасайтын, суға айрықша қасиеттер беретін минералдар бар; оған көптеген руда сульфидтер мен көмір кенорындарының және басқалардың тотығу белдеміндегі қышқылды су жатады, оның құрамында ауыр металдар сульфаттары болады;

– олардың жерасты суы шөгінді таужыныстардың терең жабық горизонттарында тотықсыздану жағдайында қалыптасады. Мұндай жағдайда жерасты суының мине-

ралдануы жоғарылау және жоғары болады. Бұл су көптеген көмір кенорындарының терең горизонттарына және әсіресе мұнай мен газ кенорындарына тән.

Кенорындарды сипаттағанда жерасты суы химиялық құрамының ерекшеліктеріне, оның айрықшалығына назар аудару керек. Мәселен, руда кенорындарында көбінесе әртүрлі сульфидтер (пирит, халькопирит, сфалерит және басқа) кең таралған. Олар мору белдемінде ауа оттегі мен құрамында оттегі бар инфильтрациялық су ықпалынан тотығады да, құрамында еркін күкірт қышқылының жоғары мөлшері және ауыр металдар сульфаттары бар қышқылды су қалыптасуына әкеледі. Мұндай су металл конструкцияларға, сондай-ақ сүзгілерге, сораптарға және басқа техникалық жарақтарға қатысты коррозиялық белсенділікке ие болады. Темірден жасалған құралдар мұндай судың ықпалынан жылдам қирайды да, істен шығады. Бұл жерасты үңгімелерінің бетон және темірбетон бекітпелерінде және басқа конструкцияларға да қиратушы әрекет жасайды.

Көмір кенорындарындағы көмір түзілімдердің жоғарғы горизонттарында сульфидтердің және басқа минералдардың тотығу процестері нәтижесінде тотықтырушы белдем жаралады, мұнда да қышқылды су қалыптасады. Мұнда гидрокарбонат-кальцийлі шамалы минералданған сумен қатар (50 м-ге дейінгі тереңдікте) минералдылығы жоғарылау гидрокарбонат-кальцийлі және сульфат-натрийлі су белдемдері мен горизонттары жаралады. Ол әдетте қышқылды жемір су. Тереңге қарай көмірлі қатқабаттарда тотықтырушы жағдай тотықсыздандырушыға алмасады да, минералдылығы жоғарылау гидрокарбонат-натрийлі және гидрокарбонат-хлорид-натрийлі метанды су горизонттары мен белдемдері байқалады.

Айтылғандарға қоса кететіні, кенорындар және оларға іргелес аумақтар әдетте тіршілік қарқынды дамыған және адамның өндірістік әрекетіндегі алқаптар болып табылады. Табиғи процестер аясында оларға көбінесе механикалық, химиялық, радиобелсенді және биологиялық ластану түріндегі жасанды факторлар әрекеті біліне бастайды. Сондықтан кенорындарда жерасты мен жербеті суының тазалығына бақылау және оны ластанудан қорғау шараларын әзірлеу – геологиялық ортаны комплексті зерделеудің ең маңызды мәселелері.

30.6. Кенорындарды, шахта және карьер алаңдарын субасудан қорғау

Пайдалы қазба кенорындарының сулануын зерделеу негізінде: 1) судың кен жұмыстары өндірісіне қатері, кен үңгімелерінде орнықтылығы және пайдалы қазбалар сапасына ықпалы дәрежесін бағалау мен болжау; 2) оның зиянды ықпалынан қорғаудың ұсынылған шараларын негіздеу берілуі тиіс.

Бұл мәселелерді тиімді шешу тек сенімді және айқын деректер негізінде ғана іске асуы мүмкін. Мұндай деректерге жататындар: сулы горизонттар мен комплекстердің кенорынның геологиялық қимасындағы стратификациялануы туралы; олардың таралуы, жайғасу жағдайлары, өзара байланысы қоректену және босап шығу жағдайлары туралы; режимі, сумолдылығы және сүетімділігі туралы; судың химиялық құрамы және басқа параметрлері туралы. Олардан басқа, кенорын ауқымында орналасқан

өзендер және басқа сушаралар туралы толық мәліметтер, ауданның климат жағдайлары туралы деректер қажет.

Тиімді қорғау шараларын анықтағанда тұтас кенорынның және оның тереңдігі бойынша жекелеген горизонттарының сулылығын анықтайтын әр сулы горизонт пен комплекстің рөлі, геологиялық процестердің дамуы және олардың кен үңгімелерінің орнықтылығына ықпалы, сондай-ақ барлық осы құбылыстардағы гидрогеологиялық пен климаттық факторлардың рөлі туралы негізделген деректер болу керек.

Кенорындарды субасудан қорғау бойынша инженерлік шаралар әдетте кен өндіруші мекемелерді тұрғызу жобасының құрамдас бөлігі болып табылады. Сондықтан олар кенорынды игеру, оны аршу мен өндіру, үйінділер мен гидро-үйінділер жасау бойынша жұмыстардың барлық түрімен және мерзімдерімен толық байланысқан болу тиіс. Осыдан келіп шығатыны, егер мекемені салу жобасы инженерлік-геологиялық ізденістер деректеріне негізделсе, ал олар бойынша қорытындылар мен тұжырымды кен жұмыстарының жобалық технологиясы бойынша жасау керек. Жобаланған қондырғыларды геологиялық ортамен толық байланыстырғанда ғана нәтижелі және экономикалық ең тиімді шешімдерді таңдауды қамтамасыз етуге болады.

Пайдалы қазба кенорындарының гидрогеологиялық жағдайларын сипаттаудан көретініміздей, оларды субасуда жерасты суы мен жербеті (өзендер, бұлақтар және басқа сушаралар, жауын-шашын мен еріген қар) суы қатысады. Сондықтан кенорындарда, шахта және карьер алаңдарында әрбір нақты жағдайда оларды жерасты, атмосфера мен еріген қар суынан қорғау бойынша ұтымды шаралар комплексін қолдану керек.

Кенорындарды жерасты суының зиянды ықпалынан қорғау үшін әдетте қолданылатындар: 1) толық немесе жартылай құрғату; 2) жерасты суы кіруінен қорғау тосқауылдары (барраждар); 3) суды кен үңгімелерінен тікелей сорып шығару немесе өзінше ағып келетін суды басқа жаққа аудару, яғни суайдауды ұйымдастыру.

Жербеті суынан қорғауды мынадай жолдармен іске асырады: өзендерді, бұлақтарды және басқа сушараларды кенорын алаңынан айналма каналдармен және басқа суаударушы қондырғылармен аудару; кенорын алаңында суды транзитпен өзендер суын, кен үңгімелерінен сорып шығарған суды ағызып жіберу үшін науалар, құбырлар, сутірек каналдар және басқа су айдайтын қондырғылар салу; дамбалар тұрғызу және су көтерілу мен өзендер суы тасыған кездерде субасудан қорғау үшін кенорындар аумағын үйінділермен қоршау.

Кенорындарды субасудан қорғау бойынша аталған шаралар комплексіндегі кейбіреулері дәстүрлі болса (құрғату, сутөмендету, су төгу, өзендерді аудару және басқалар) басқалары белгілі әрі тексерілген болса да қажетінше толық шамада пайдаланылмайды (мысалы, жербеті суын бөгеп реттеу), ал үшіншілері белгілі бір шамада жаңа болады (қорғаныштар тұрғызу, көлбеу және еңіс ұңғымалар, көп оқпанды ұңғымалар және басқалар).

Жерасты суы кенорындарды басып қалмау үшін оларда құрғату (дренаж) жұмыстары, яғни су деңгейі мен арынын төмендету (сутөмендету және жартылай құрғату) және жерасты суын тосып алу мен аудару (құрғатудың өзі) бойын-

ша шаралар комплексі жүргізіледі. Кенорындарды құрғатуды әдетте сан қилы құрғатушы құрылғылар – дренаж қондырғылары және кен жұмыстарын тиісінше ұйымдастыру көмегімен іске асырады. Дренаж қондырғыларын кенорындардың геологиялық құрылысына, сулы горизонттар мен комплекстердің жайғасу жағдайларына, суөтімділігі мен сумолдылығына байланысты аудан бойынша және те-реңіне қарай орналастырады. Сондықтан құрғату тәсілін, яғни құрғатушы (дренаж) қондырғылардың қолданылатын типі мен түрін, уақыт бойынша құрғату тәсілдерінің бірлестігін және бұл қондырғылардың жер беті кеңістігінде орналасуын (жерасты немесе комбинациясы) варианттарды салыстыру негізінде, яғни экономикалық көрсеткіштері бойынша анықтайды. Құрылыс және пайдалану жұмыстарын орындау процесінде жекелеген бөлікшелерді құрғату нәтижелеріне, оларда жерасты суы режимінің өзгеруіне және жекелеген дренаж қондырғылары жұмысының тиімділігіне жүргізілген гидрогеологиялық байқаулар негізінде құрғату сұлбасына тиісті өзгерістер енгізіп отыруды қарастыру керек.

Кенорындарды айтарлықтай және ұзақ құрғату, жерасты суы ресурстарын жұтаңдатады және кен мекемелері аудандарында орналасқан елді мекендер мен өндіріс нысандарын суқамсыздауға ықпал етеді. Сондықтан кенорындарды суба-судан қорғау жолдарын таңдағанда, бұл мәселелерді ескермей болмайды. Бірқатар жағдайларда кенорындарды оларға жерасты суы келуіне тосқауыл қою тиімді және тиісінше іргелес аумақтарда құрғату жұмыстарына шектеу қою керек.

Аршу және пайдалы қазбаны сыйыстыратын таужыныстарды құрғату үшін кенорындардағы жерасты суының әртүрлі жайғасу жағдайларына байланысты тиісінше құрғатудың әртүрлі сұлбаларын қолданады.

Планда орналасуы бойынша құрғатушы қондырғылар (дренаж құрылғылары) былай бөлінеді: белгілі бір жағынан жерасты суы келетін бөлікшелерді қорғайтын бастылар; жерасты суының келуін барлық жағынан келуіне тосқауыл болатын сақиналықтар; карьерлер қиябеттері етегіне немесе бермалар бойында орналасқан, контрфорстар немесе қиябеттіктер; бөлікше бойынша біркелкі орналастырылатын жүйелілер. Құрғатушы қондырғылардың аталған типтері қимада тік, көлбеу және бірлескен (көлбеу және тік) болуы мүмкін.

Барлық құрғатушы құрылғылар *жетік*, яғни сулы горизонтты толық қиып өтетін немесе *жетілмеген*, яғни сулы горизонтқа (зонаға) жартылай кірген болуы мүмкін. Су олардан сорып алынады, өз бетінше ағып шығады (арынды су болғанда) немесе со-раптармен күштеп сорылады. Сондай-ақ электросма, вакуумдау да қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Кенорындардағы жерасты суының типтері қандай?
2. Кенорындар сулану дәрежесі бойынша қалай бағаланады?
3. Кеніштерді су басудан қорғаудың қандай шаралары бар?

31. ТАУЖЫНЫСТАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

31.1. Таужыныстар құрамы мен қасиеттері қалыптасуының геологиялық негіздері

Көмір және руда кенорындарының жасы мен құрамы әртүрлі таужыныстарын зерделеу көрсеткендей, олардың физикалық-механикалық қасиеттері мен құрамы аралығындағы геологиялық табиғатқа ие заңды байланыс бар. Осының негізінде таужыныстардың құрамы мен қасиеттерін танымдау белгілі бір шеңберде геологиялық мәселелерді шешуді қарастырады. Бұл мәселелерге жататындар: таужыныстардың бастапқы заттық құрамын анықтайтын қоректендіруші провинцияларды (түпнұсқа таужыныстар құрамын) зерделеу; материалдың даярлануын (түпнұсқа таужыныстардың мору түрлерін), мобилизациясын (тасымалдану жағдайларын) және седиментация жағдайын (фацияларды) анықтау; таужыныстардың постседименттік түрленулері мен литогенетикалық типтерін зерделеу. Бұл айтылғандар түптеп келгенде, таужыныстардың кен үңгімелеріндегі орнықтылығын анықтайды.

Таужыныстардың құрамы мен қасиеттерін анықтайтын бастапқы факторларға түпнегіз шөгінді материалдың құрамы мен күйі жатады. Бұл материал қоршаған құрлық бөлікшелерінің, яғни қоректендіруші провинциялар түпнегіз таужыныстарының әртүрлі мору өнімдері болып табылады. Бұл мәселе бойынша өңірлік геология саласында негізінен пайдалы қазба кенорындарының генезисін анықтауға бағытталған зерттеулердің үлкен көлемі атқарылады.

Шөгінді таужыныстарды құрайтын компоненттер негізінен жер қыртысы затын экзогендік агенттер қиратқанда қалыптасады. Мұнда, терригендік таужыныстардың бастапқы заты болып табылатын қирау өнімдері седиментация алқаптарына екі күйде жетеді: 1) дисперсиялық фазада, яғни ерітінділер түрінде; 2) қатты фазада, яғни әртүрлі пішінді және өлшемді сынықтар түрінде. Терригендік таужыныстардың петрографиялық құрамын анықтайтын негізгі факторға бастапқы (түпнегіз) таужыныстардың генетикалық типі жатады. Мору процестері әдетте түпнегіз таужыныстардың жалпы минералдық құрамын, оларды құрайтын минералдардың сұрыпталып қирау нәтижесінде, белгілі бір дәрежеде өзгертеді. Осыған байланысты шөгінділерде оларды құрайтын минералдардың біршама өзгеше ассоциациялары жаралуы мүмкін, өйткені бір минералдар шоғырланса, ал басқалары – толық жойылғанға дейін сейіледі. Дегенмен, терригендік минералдар барша ассоциациясының келбетінде қандай да бір өзіндік ерекшеліктері сақталып қалады, олар жер қыртысы денудациялық бөлікшесінің келбетін қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Терригендік минералдар ретінде әдетте түзілімдер құрамындағы бейсаз минералдар сынықтары қарастырылады, олар жаралған материал көздері басқа таужыныстардың мору өнімдері болған. Осы минералдар терригендік минералогияның зерделеу тақырыбы болып табылады.

31.2. Таужыныстардың постседиментациялық түрленуі

Қазақстан аумағындағы әртүрлі құрылымдық-тектоникалық ярустардың жасы сан қилы таужыныстарында руда, жанғыш және бейметалл пайдалы қазбалардың көптеген кенорындары орналасқан. Кенорындарды құрайтын шөгінді таужыныстар көбінесе кенсыйыстырушы болады немесе олардың өздері пайдалы қазбалар болып табылады. Таужыныстар өздерінің жасына және белгілі бір құрылымдық-тектоникалық яруста орналасқандығына байланысты постседиментациялық түрленудің әртүрлі сатыларында болады. Құрамындағы органикалық заттың көмірдің сан қилы түрлеріне өту дәрежесі бойынша, бұл кенорындар таужыныстарын катагенездің бастапқы (қоңыр көмір), ортаңғы (тас көмірдің жоғарғы маркалары) және соңғы (тас көмірдің төменгі маркалары) сатысына жатқызуға болады.

Жезқазған кенді ауданы мысты құмтас кенорындарының шөгінді қатқабаттарында органикалық зат антраксолитке (графиттелген затқа) айналған, ол шөгінді таужыныс түрленуінің соңғы, яғни метагенез кезеңіне сәйкес келеді. Жезқазған кенді ауданы кенорындарында, Қарағанды мен Екібастұз тас көмір алаптарында, юра түзілімдеріндегі Майкөбе қоңыр көмір алабы мен Шұбаркөл тас көмір кенорында жүргізілген инженерлік-геологиялық зерттеулер және басқа кенорындар бойынша деректерді талдау көрсеткендей, шөгінді таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері олардың түрлену дәрежесіне байланысты. Осы зерттеу деректері бойынша бөлінген терригендік таужыныстар түрленуі дәрежесінің геологиялық жағдайлары олардың физикалық-механикалық қасиеттерін болжауға негіз болады.

Бірдей дерлік заттық құрам мен құрылымға ие терригендік таужыныстар постседиментациялық түрлену сатысына байланысты күрт өзгеше физикалық-механикалық қасиеттерімен сипатталуы мүмкін. 31.1-кестеде терригендік таужыныстардың негізгі түйірөлшемдік (гранулометриялық) топтарының өзгеру сатылары бойынша бір остік сығудағы беріктік шегінің (σ_c) және кеуектігінің (Π) мәндері келтірілген.

31.1-кесте

**Таужыныстар физикалық-механикалық қасиеттерінің
постседиментациялық түрлену сатылары бойынша өзгеруі**

Алап, кенорын (таужыныстардың – органикалық заттың өзгеру сатылары)	Таужыныстың аты және қасиеттері					
	құмтас		құмайтас		сазтас	
	σ_c , МПа	Π , %	σ_c , МПа	Π , %	σ_c , МПа	Π , %
Майкөбе, Шұбаркөл (бастапқы катагенез – ЗҚ, Ұ)	20-40	12-17	15-25	15-20	10-15	15-20
Қарағанды, Екібастұз (ортаңғы және соңғы катагенез – М, К, ЖБ)	60-140	6-12	30-60	8-13	20-40	10-15
Жезқазған, Итауыз (соңғы метагенез – антраксолит, графитке айналған зат)	160-280	2-4	60-120	3-5	30-60	4-6

31.3. Таужыныстар физикалық-механикалық қасиеттерін бағалаудың геологиялық әдістері

Жоғарыда айтылған көмірлі және рудалы қатқабаттар таужыныстарының қалыптасу заңдылықтары олардың физикалық-механикалық қасиеттерін геологиялық жайғасуы мен петрографиялық зерттеулерді талдау деректері бойынша бағалауға теориялық база жасайды. Пайдалы қазба кенорындарының қазіргі тектоникалық пішіндерін құрайтын таужыныстар құрамы мен құрылымында олардың барлық геологиялық даму тарихы көрініс табады.

Терригендік таужыныстарды физикалық-механикалық қасиеттері

Көмірлі формация. Қарағанды тас көмір алабы көмірлі қатқабаты таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері шахта алаңдарында жүргізілетін барлау жұмыстары комплексінде ұдайы зерделенеді. Көмірлі қатқабат таужыныстарын зерделеу әдетте керн сынағалары бойынша олардың мынадай физикалық-механикалық қасиеттерін анықтаумен сүйемелденеді: бір ості сығудағы беріктігінің шегі (σ_c) мен керудегі беріктік шегі (σ_p), кеуектігі (Π), табиғи ылғалдығы (W), тығыздығы (ρ) және суорнықтылығы (жібігіштігі). Көмірсыйыстырушы таужыныстар суорнықтылығы бойынша қиын жібитін (жібу коэффициенті $K_p > 0,9$), орташа жібитін ($K_p = 0,7 - 0,9$) және оңай жібитін ($K_p < 0,7$) түрлерге бөлінеді.

Алап көмірлі свиталар таужыныстарының негізгі литологиялық типтері физикалық-механикалық қасиеттерінің орташа мәндері 31.2-кестеде келтірілген. Олар бұрын жүргізілген және түбегейлі барлау мен терең горизонттарды (тереңдігі 900-1000 м-ге дейін) барлау материалдары бойынша алынған жаңа деректерді қорытындылау мен талдау нәтижесінде алынған.

31.2-кестеден көрінетіні, көмірсыйыстырушы таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері олардың литологиялық типтері, жайғасу тереңдігі мен стратиграфиялық деңгейіне байланысты заңдылықпен өзгереді. Ең берік таужыныстарға төменгі көмірлі дестелердің (свиталардың) орташа түйірлі, терең горизонттарда жайғасқан орташа түйірлі құмтасы жатады. Мысалы, оның беріктігі 600 м-ден асатын тереңдікте $\sigma_c = 90 - 140$ МПА шамасына жетеді. Құмтастың беріктігі түйір өлшемдері мен мөлшерінің азаюына, цементінде саз материалдың артуына және литификация дәрежесінің нашарлауына байланысты төмендейді. Көмірсыйыстырушы таужыныстардың барлық литологиялық типтері арасында ең төмен беріктікке сазтас (аргиллит) ие болады.

100 м-ге дейінгі тереңдікте таужыныстар беріктігі мен тығыздығының күрт төмендеуі, кеуектігі мен табиғи ылғалдығының артуы көмірлі қатқабатта мору белдемінің дамуына байланысты. Таужыныстардың суорнықтылығы да олардың жайғасу тереңдігіне қарай заңдылықпен артады. 600 м-ден асатын тереңдікте барлық көмірлі дестелердің құмтасы іс жүзінде жібімейді, сондай-ақ құмайтастың 60% және сазтас 40% шамасына дейінгісі жібімейтіндерге жатады.

**Қарағанды тас көмір алабы таужыныстарының
физикалық-механикалық қасиеттері**

Құрылымдық блок	Литологиялық типтері	Тереңдік Н, м	ρ , г/см ³	П, %	W, %	с	ср	Жібiгiштiгi		
						МПа		қиын	орғаша	оңай
ашылайырық және қарағанды дестелері (свиталары)										
Қарағанды синклинінің солтүстік және Шерубай-Нұраның шығыс қанаттары	Құмтас	< 50	2,49	14	5	33	2,7	64	15	21
		50–100	2,51	11	3	48	3,7	71	19	10
		100–300	2,55	9	3	63	5,0	94	4	2
		300–600	2,58	8	2	78	6,0	96	4	-
		> 600	2,60	7	2	85	6,3	100	-	-
	Құмайтас	< 50	2,35	20	6	23	1,5	30	27	43
		50–100	2,47	13	4	32	1,8	33	27	40
		100-300	2,52	11	3	45	2,6	46	18	36
		300-600	2,55	10	3	50	3,4	54	26	20
		>600	2,58	9	3	52	4,0	60	30	10
	Сазтас	<50	2,25	19	7	15	1,0	13	5	82
		50-100	2,41	16	5	21	1,6	18	2	80
		100-300	2,48	11	4	34	2,0	28	18	54
		300-600	2,52	10	3	38	2,6	33	22	45
		>600	2,55	9	3	40	3,0	40	30	30
долинка және тентек дестелері										
Шерубай нұра синклинінің шығыс бөлігі (Тентек ауданы)	Құмтас	<50	2,31	17	6	21	1,9	47	20	33
		50-100	2,47	11	4	38	3,2	69	18	13
		100-300	2,51	9	3	58	4,3	85	8	7
		300-600	2,55	8	3	72	5,5	93	6	1
		>600	2,58	8	2	78	5,8	96	4	-
	Құмайтас	<50	2,25	20	8	15	0,9	23	17	60
		50-100	2,45	12	4	28	1,9	33	14	53
		100-300	2,50	10	4	42	2,5	46	14	40
		300-600	2,54	9	3	47	3,1	54	20	26
		>600	2,56	9	3	50	3,8	60	24	16
	Сазтас	<50	2,22	23	11	11	0,7	13	5	82
		50-100	2,40	17	6	17	1,5	18	12	70
		100-300	2,46	14	5	30	1,8	28	18	54
		300-600	2,52	11	4	36	2,3	33	22	45
		>600	2,55	10	3	38	2,6	40	30	30

Мысты құмтас формациясы. Жезқазған кенорны рудалы қатқабат таужыныстары физикалық-механикалық қасиеттерін толық әрі жан-жақты зерделеу ұңғымалардың керн сынамалары бойынша және әрекеттегі мен салынып жатқан шахталар үңгімелерінен алынған монолит сынамаларда жүргізілген. Ұңғымалар терең горизонттарды барлауға және жерасты барлау жұмыстарына бұрғыланған. Таужыныстардың ең көп таралған типтерінің негізгі физикалық-механикалық қасиеттерінің есептік мәндері құрылымдық блоктар, шахта алаңдары және руда жатындарының топтары бойынша олардың таралу тереңдігін (Н, м) ескере отырып алынған (31.3-кесте).

31.3-кесте

Жезқазған кенорны бөлікшелері бойынша рудалы қатқабат таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері

Құрылымдық блок	Н, м	σ_c , МПа	σ_p , МПа	ν	Е, ГПа	С, МПа	f
Рудалы құмтастың сипаттамасы							
1. Шахта 73-75							
1.1. Руда жатындары АС-7-1 – 9-IV							
Спасск мұльдасының батыс блогы	350	210	19	0,20	64	37	15
Спасск мұльдасының ядросы	350	170	16	0,19	63	31	12
Петро Батыс және Екінші флексура аралығындағы блок	300	180	17	0,19	63	33	13
1.2. Руда жатындары АС-5-1 – 6-III							
Спасск мұльдасының батыс блогы	500	230	20	0,20	65	41	16
Спасск мұльдасының ядросы	500	190	18	0,19	64	34	14
Петро Батыс және Екінші флексура аралығындағы блок	400	200	18	0,20	64	36	14
2. Шахта 67							
2.1. Руда жатындары АС-7-1 – 9-IV							
Спасск мұльдасының батыс блогы	350	250	20	0,20	66	44	18
Спасск мұльдасының ядросы	350	190	18	0,19	64	34	14
Петро Батыс және Екінші флексура аралығындағы блок	300	180	17	0,19	63	33	13
2.2. Руда жатындары АС-6-1-II							
Спасск мұльдасының батыс блогы	500	270	21	0,21	67	47	19
Спасск мұльдасының ядросы	500	200	18	0,20	64	36	15
Петро Батыс және Екінші флексура аралығындағы блок	450	210	18	0,20	64	37	15
3. Шахта 70							
3.1. Руда жатындары АС-8-1 – 9-IV							
Ақши күмбезі	300	250	18	0,20	66	44	18
Петро күмбезі	500	240	18	0,20	65	42	17

4. Шахта 65							
<i>4.1. Руда жатындары ПОб-8-1 – 9-IV</i>							
Покро Екінші және Негізгі флексура аралығындағы блок	220	180	16	0,19	63	33	13
1-ші және 2-ші ПОб флексуралар аралығындағы блок	200	190	17	0,19	64	34	14
Златоуст мұльдасы	200	160	15	0,19	62	29	11
<i>4.2. Руда жатындары ПОб-6-1-II</i>							
Покро Екінші және Негізгі флексура аралығындағы блок	350	200	18	0,20	64	36	14
1-ші және 2-ші ПОб флексуралар аралығындағы блок	350	200	18	0,20	64	36	14
Златоуст мұльдасы	350	170	16	0,19	63	31	13
<i>5.2. Руда жатындары ПС-3-1 – 4-II</i>							
Покро Екінші және Негізгі флексура аралығындағы блок	250	210	16	0,20	64	37	15
Петро Екінші және Негізгі флексура аралығындағы блок	200	210	16	0,20	64	137	15
Покро күмбезі (батыс қанаты)	200	180	14	0,19	63	33	13
6. Шахта Покро							
<i>6.1. Руда жатындары ПС-3-II – 5-II</i>							
Покро күмбезі	200	230	17	0,20	65	40	16
7. Шахта 31-32							
<i>7.1. Руда жатындары ПОб-6-4- II</i>							
Покро күмбезі	200	230	17	0,20	65	40	16
8. Шахта 45							
<i>8.1. Руда жатындары ПОб-8-1 – 9-IV</i>							
Покро күмбезі	200	220	16	0,20	65	39	16
Златоуст мұльдасы	200	170	16	0,19	63	31	13
9. Шахта 57							
<i>9.1. Руда жатындары Зл.2-1 – 5-II</i>							
Златоуст мұльдасы	250	210	16	0,20	65	39	16
<i>9.2. Руда жатындары Кресто 3-1 – 6-II</i>							
Кресто күмбезі	250	220	16	0,20	64	36	14
<i>9.3. Руда жатындары Ан-2-1 – 6-II</i>							
Анненск мұльдасының батыс блогы	300	200	15	0,20	64	36	14
10. Анненск кеніші							
<i>10.1. Руда жатындары Ан-7-1 – 9-IV</i>							
Анненск мұльдасының батыс блогы	200	190	17	0,20	64	34	14
Орталық блок (Батыс және Шығыс флексуралары аралығында)	400	180	17	0,20	63	33	13
Анненск мұльдасының шығысы	300	190	17	0,20	64	34	14

10.2. Руда жатындары Ан-4-1 – 6-III							
Батыс блогы	300	200	18	0,20	63	36	14
Орталық блогы	400	190	18	0,20	63	34	14
Шығыс блогы	400	200	18	0,20	63	36	14
10.3. Руда жатындары Ан-1-1 – 3-III							
Батыс блогы	300	210	18	0,20	64	37	15
Орталық блогы	500	190	17	0,19	63	34	14
Шығыс блогы	400	200	18	0,20	64	36	14
Қызыл құмайтас пен сазтастың сипаттамасы							
Кенорын бойынша	< 100	30	3	0,23	40	10	3
	>100	60	7	0,24	53	15	6
Формация іші конгломератының сипаттамасы							
Кенорын бойынша	< 100	50	6	0,22	50	15	5
	>100	100	11	0,23	70	20	10

Бақылау сұрақтары:

1. Таужыныстар физикалық-механикалық қасиеттерін қандай геологиялық факторлар анықтайды?
2. Көмірлі формация таужыныстарының физикалық-механикалық көрсеткіштері қандай?
3. Мысты құмас формациясы таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері қалай өзгереді?

32. ТАУЖЫНЫСТАРДЫҢ ЖАРЫҚШАҚТЫЛЫҒЫ

Таужыныстар әдетте жарықшақтармен бұзылған. Жарықшақтар таужыныстар массивінің тұтастығын бүлдіреді және оның беріктігін төмендетеді. Жарықшақтарды зерделеу үшін практикалық мәнге ие, өйткені ол кенорындардан пайдалы қазбаларды өндіргенде оң да, теріс те рөл атқарады.

Бір жағынан, таужыныстардағы жарықшақтар өндіру жұмыстарын айтарлықтай жеңілдетеді, олардың массивтен оңай ажырауына әкеледі. Таужыныстарды химиялық бекіткенде жарықшақтар жабын таужыныстарының төменгі қабаттарына, олардың орнықтылығын арттыру мақсатында айдалатын реактивтер енетін каналдар міндетін атқарады.

Басқа жағынан, жарықшақтар ұстап тұратын кентіректердің көтеруші қабілетін және жабын таужыныстары орнықтылығын өте төмендетеді де олардың кен өндіру үңгімелерінің жұмыстық кеңістігіне құлауына әкеледі. Жарықшақтар бойынша кен үңгімелеріне метан бөлінуі, субілінім және басқалар орын алады. Кенорындарда ұтымды және қауіпсіз өндіру жұмыстарына жарықшақтардың қарқындылығы да, олардың бағдарлануы да ықпал етеді.

Жарықшақтылықты зерделеу сондай-ақ кенорындарды пайдаланудың инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалағанда, кеннің жарықшақтардың белгілі бір типтерінде орналасу заңдылықтарын анықтауда орасан зор мәнге ие.

32.1. Жарықшақ түрлері және олардың жіктелімі

Жарықшақтар – таужыныстар тұтастығын олардың блоктарын ығыстырмай бүлдіретін жарылымдар. Таужыныстар мен пайдалы қазба денелерінің монолиттілігін (тұтастығын) бүлдіретін жарықшақтар бірлестігі *жарықшақтылық* деп аталады. Бірдей немесе жақын бағдарланған жарықшақтар бір топқа бірігіп, *жарықшақтар жүйесі* деген атауға ие болады. Әдетте таужыныстарда жарықшақтардың бірнеше жүйесі дамиды.

Дербестік деп таужыныстардың жарықшақтармен бөлінген блоктары мен кесектерін атайды. Дербестіктің пішіні мен өлшемдері жарықшақтардың орналасуына байланысты. Таужыныстар массивінде әдетте тікбұрышты, параллелепипед, призма, тақта, куб және кесек дербестіктер дамиды.

Жарықшақтар жер қойнауында жүретін эндогендік пен экзогендік процестер әрекетінен және шөгінділердің өзінде диагенез бен литификация процесінде жарады.

Жарықшақтардың әртүрлі жіктелімдері бар, олар – геометриялық, генетикалық және арнайы жіктелімдер. Бұл жіктелімдер таужыныстар жарықшақтылығын әртүрлі жағынан сипаттайды, сондықтан олар бір-бірін жоққа шығармай, керісінше толықтырады. Таужыныстарда жарықшақтардың екі: 1) табиғи, яғни массивте кен жұмыстары басталғанға дейін болған; 2) техногендік, яғни кен үңгімелерін қазу нәтижесінде пайда болған тобы бөлінеді.

Табиғи жарықшақтар петрогенездік, литогенездік, тектоникалық және мору түрлеріне бөлінеді. Петрогенездік жарықшақтар біршама салқын сыйыстырушы таужыныстарға енген немесе жер бетінде төгілген магма балқымасы суығанда қа-

лыптасады. Бұл жарықшақтар кез келген интрузия массивтерінде және эффузиялық магма таужыныстары денелерінде кездеседі. Қарқынды жарықшақжаралу жылдам суынуға ұшырайтын массивтердің шеткі бөліктерінде орын алады.

Литогенездік жарықшақтар шөгіндінің диагенез сатысында, яғни ол шөгінді таужынысқа айналғанда нығыздалуынан көлемі кішіреюі нәтижесінде пайда болады. Литогенездік жарықшақтар жиілігі шөгінді таужыныс қабатының түйірөлшемдік құрамы мен қалыңдығына тура пропорциялы. Ең жиі жарықшақтар қабаттарының қалыңдығы шамалы саз таужыныстарда жаралады. Бұл жағдай саз таужыныстар постседиментациялық түрлену процесінде гравитациялық нығыздалуына байланысты бастапқы көлемінің 80% шамасына дейін кішіреюімен түсіндіріледі. Ірі сынықты және құм таужыныстар шамалы нығыздылады, олардың көлемінің кішіреюі бірнеше пайызбен ғана өлшенеді. Саз таужыныстардың нығыздалуы негізінен диагенез сатысындағы түрленуіне келеді, олардың кейінгі түрлену сатыларындағы нығыздалуы өте аз. Осыған байланысты литогенездік жарықшақтар шөгінділердің катагенез сатысында пластикалық күйден біршама морт күйге өткенде қалыптасады. Кенорынның жайпақ жайғасқан бөлікшелеріндегі қалыңдығы 0,1-0,2 м сазтас қабатшаларында жарықшақтар аралығындағы қашықтық 0,1-1 см-ден 5 см-ге дейін өзгерсе, ал қалыңдығы 3-5 м құмтас қабаттарындағы жарықшақтар аралығындағы қашықтық 2-3 м-ден 10 м-ге дейін артады.

Литогенездік жарықшақтар көмірлі қатқабаттарда жақсы зерделенген. Мәселен, көптеген алаптардың, солардың ішінде Қарағанды көмір алабының да көмір қабаттары мен көмірлі таужыныстарының жарықшақтарын зерделеген Г.А. Иванов (1939) литогенездік жарықшақтарды *эндогендік*, яғни шөгінді таужыныстарда олардың ішкі күштері есебінен қалыптасатындар деп атаған. Көмір кенорындарын барлау мен пайдалану практикасында *эндогендік жарықшақтар* термині осы кезге дейін қолданыста.

Литогенездік жарықшақтар қабаттар қабаттылығына қатысты перпендикуляр (қиюшы) және параллель (қабатаралық) деп бөлінеді. Жарықшақтар жиі каолин және кальцит қабыршағымен толған, кейде оларда пирит сеппелері болады.

Тектоникалық жарықшақтар таужыныстарға сығу және керу күштерінің ықпалынан жаралады. Осыған байланысты олар жарылу және жұлыну жарықшақтарына бөлінеді. Жарылу жарықшақтары әдетте тегіс, үйкеліс сазшасы болады. Жұлыну жарықшақтары көбінесе антиклин қатпарларының дөңесмаңы бөлікшелерінде орналасады, олардың жазықтықтары жұлынған, тікенекті және кейде үңірейіп тұрады. Тектоникалық жарықшақтар айырылым бұзылыстары, флексура және қатпарлық зоналарында қалыптасып, бұл жағдай олардың генетикалық бірлігін көрсетеді. Тектоникалық жарықшақтардың жиілігі кенорынның нақты бөлікшесіндегі таужыныстардың жайғасу жағдайларымен анықталады.

Мору (немесе *тотығу*) жарықшақтары жердің беткі бөліктерінде және кен үңгімелерінің қабырғаларында мору агенттерінің әрекетінен қалыптасады. Бұл жарықшақтар басқа жарылымды жарықшақтар бойынша жиі дамиды. Мору жарықшақтары массивтің шағын тереңдігін қамтып, таужыныстардың беріктігін көп төмендетеді және кен үңгімелерінің экологиялық күйін нашарлатады.

Техногендік жарықшақтар кен үңгімелерінің конструкциялық элементтерін (жабын, қабырға, табан, ұстап тұрушы кентіректер, кертпештер мен жақтаулар) жасайтын таужыныстарда пайда болып, олардың орнықтылығын өте төмендетеді.

Олар көбінесе өндіру кенбеттерінде, әртүрлі үңгімелер қиылысында дамиды да *кен қысымы жарықшақтары* деп аталады. Техногендік жарықшақтар (кен қысымы, жарылыс және басқа) *жұлыну жарықшақтары* болып табылады, олар әдетте ашық, үңірейген, олардың беттері жұлынған, бейтегіс және біршама жаңа болады.

Таужыныстардағы жарықшақтарды зерделеу әдетте олардың табиғи ашылымдарында және кен үңгімелерінің беттерінде, сондай-ақ бұрғылау ұңғымаларының керні бойынша табиғи-көзмөлшер әдісімен, кен компасы немесе арнайы бұрышөлшеуіштер көмегімен жүргізіледі. Әр байқау нүктесінде жарықшақтардың кездескен типі мен бағытының 20-25-тен кем емес санын өлшеу жүргізу керек.

Жарықшақтарды көзмөлшер әдісімен зерделеудің ең көп таралған техникалық жарақтарына кен компасы, бұрышөлшеуіштер, өлшеу таспалары мен сызғыштар жатады.

32.2. Жарықшақтылықты бағалау

Таужыныстардың жарықшақтылығы олардың бүлінбеген массивтер физикалық күйін және кен үңгімелерінде өзін ұстауын сипаттайды да қалыптасуының және аудан дамуының тектоникалық режимінің геологиялық ерекшеліктерімен байланысты болады. Жарықшақтардың бағдарлануы мен жиілігі таужыныстардың литологиялық типіне, қабаттардың қалыңдығына және кенорынның құрылымдық пішіндеріндегі тектоникалық кернеулікке байланысты. Жарықшақтардың бағдарлануын кенорынның инверсияға дейінгі құрылымдық планы анықтаса, ал олардың жиілігін таужыныстардың литологиялық типі мен қабаттарының қалыңдығы анықтайды.

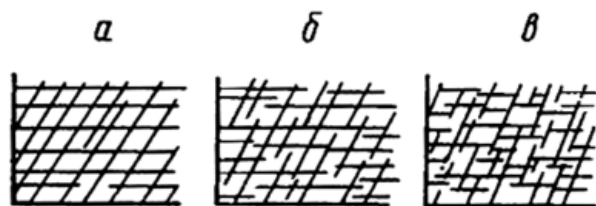
Литогенездік жарықшақтар бағдарлануы бойынша әдетте негізгі үш: 1) қабаттардың созылымы бойынша; 2) созылымына көлденең; 3) қабатталуы бойынша жүйе жасайды. Көбінесе қиғаш (диагональ) қиятын литогенездік жарықшақтар да дамиды. *Тектоникалық жарықшақтардың* бағдарлануы мен жиілігі таужыныстарға ықпал жасайтын тектоникалық күштердің бағытымен анықталады. Осы күштер кенорындардың инверсиясына және ішкі құрылымдық пішіндердің жаралуына әкеледі. Тектоникалық жарықшақтар әдетте литогенездік жарықшақтарға бейімделеді де таужыныстарды күрт және жайпақ бұрыштармен қияды, көбінесе қабаттылық бойынша да дамиды. Таужыныстар массивінің тектоникалық жарықшақтар қарқынды дамыған бөлікшелерінде беріктігі нашарлаған босансу зоналары жаралады.

Мору жарықшақтары таужыныстар ашылымдары бөлікшелерінде қалыптасып, жербеті маңында тереңдігі 10-20 м-ден (таужыныстар бұзылыссыз жайпақ жайғасқан жерлерде) 100 м-ге дейін және одан да асатын (таужыныстар еңістігі қия және тектоникалық бұзылыстарға ұшыраған бөлікшелерде) белдемдерде таралады.

Табиғатта өлшемдері микроскоптықтан (микрожарықшақтар) оңай байқалатындарға (макрожарықшақтар) дейінгі жарықшақтар кездеседі. Геологиялық барлауда және кен практикасында жарықшақтар өлшемдері бойынша ұсақ (ұзындығы 1 м-ге дейін), орташа (1-5 м) және ірі (5 м-ден асады) түрлерге бөлінеді.

Жарықшақтар өзара қиылысып, таужыныстарда құрылымдық ақаулардың жүйелік торабын жасайды. Таужыныстардың құрылымдық блоктарға жіктелуінің жетілу (дербестілік) дәрежесі бойынша тораптың үш: 1) үзіліссіз (қиып өтетін) – өзара қиылысатын және таужыныстарды жетік дербестіктерге жіктейтін жарықшақтардан

жаралған; 2) үзік-үзік (аралық) – мұнда жарықшақтардың елеулі бөлігі өзара қиылыспайды және блоктар арасында тұтас байланыстар сақталады; 3) дискретті – жарықшақтар сирек қиылысады және таужыныстар дербес құрылымдық блоктарға жіктелмеген типтерге бөлінеді (32.1-сурет).



32.1-сурет. Жарықшақтардың жүйелік тораптары:
a – үзіліссіз (қиюшы); *б* – үзік (аралық); *в* – дискретті

Ірі жарықшақтар әдетте қабаттарды қиып өтетін болады, олар таужыныстарды тік бағытта және қабатталуы бойынша қиып өтеді де дербестіктерге жіктейді. Үйкеліс күштерімен ұстасқан блоктар арасында байланыс бұрғылау-қопару жұмыстарын жүргізгенде, үңгімелер ашылымдарында кен қысымы ықпалынан оңай бүлінеді де таужыныстар орнықсыз күйге өтеді. Ұсақ жарықшақтардың үзік және дискретті тораптары жарықшақтар көзге жиі көрінгенімен, кен үңгімелерінде таужыныстар орнықтылығын шамалы ғана төмендетеді.

Таужыныстар жиілігін сандық бағалауды оларды табиғи немесе жасанды ашылымдардағы өлшеулер деректері бойынша мына формула көмегімен жүргізеді:

$$W = n / \sum \bar{a}_n, \quad (32.1)$$

мұнда W – жарықшақтылықтың сызықтық коэффициенті, m^{-1} ; n – жарықшақтар жүйесінің саны; $\sum \bar{a}_n$ – осы жүйелер жарықшақтарының аралығындағы орташа қашықтықтарының қосындысы, m .

Ашылымдар (кен үңгімелері) жоқ болған кезде, таужыныстар жарықшақтылығын немесе құрылымдық бүлінгендігін бұрғылау ұңғымалары кернін құжаттау деректері бойынша мына формуламен бағалауға болады:

$$K_{\kappa} = n / (l \cdot \Pi_{\kappa}), \quad (32.2)$$

мұнда K_{κ} – құрылымдық бүлінгендік коэффициенті (жарықшақтылық модулі), дана/кума m керн; n – қабаттың l интервалындағы жарықшақтар саны, m ; Π_{κ} – керннің шығымы.

Таужыныстар жарықшақтылығын сандық бағалау үшін жарықшақтық қуыстылық коэффициентін (K_{κ}) де пайдаланады, ол жарықшақтар ауданының бөлікше ауданына қатынасын көрсетеді. Таужыныстар жарықшақтылығының дәрежесі жарықшақты таужыныста бұрғыланған ұңғымаға тәжірибелік суайдау жолымен де бағалана алады. Мұнда меншікті сужұту (q) шамасы, яғни сыналатын интервалдың 1 метрінде су бағанасы 1 м арында жұтылған су ($л/мин$) бойынша анықталады. Осы аталған көрсеткіштерге байланысты таужыныстардың жарықшақтылығы бойынша типтері ажыратылады (32.1-кесте).

**Таужыныстар жарықшақтылығының сужүту
шамасы бойынша жіктелімі**

Таужыныстар	$K_{ж}, \%$	$q, \text{ л/мин}$
1. Күшті жарықшақты	10-20	>1
2. Жарықшақты	5-10	0,5-1
3. Шамалы жарықшақты	2-5	0,01-0,5
4. Іс жүзінде жарықшақсыз	< 2	< 0,01

Қазіргі кезде таужыныстар массивіндегі жарықшақтарды зерделеудің геофизикалық әдістері белсенді дамуда, олардың ішінде жеткілікті әзірленгенге акустикалық әдіс жатады. Акустикалық әдіс жасанды (қоздырылған) механикалық тербелістердің зерделенетін таужыныстар массивімен (немесе үлгісімен) өзара әрекеттесуіне негізделген. Осы әрекеттесу нәтижелері қабылдағышта тіркеледі де ақаулар ары қарай интерпретацияланады. Бұл мақсатта жарықшақтылық зонасының интеграл сипаттамасын беретін ультрадыбысты дефектоскопия әдісі қолданылады. Аспаптар ретінде УК-14П, «Гранит-15» және басқа типті ультрадыбысты дефектоскоптар пайдаланылады.

Жарықшақтар дамыған бөлікшелер салыстырмалы жарықшақтылық коэффициентін ($K_{ж}$) анықтау жолымен анықталады. $K_{ж} = Y_{ж} / Y_{м}$, мұнда $Y_{м}$ – ультрадыбыстың монолитте (эталон ортада) таралу жылдамдығы; $Y_{ж}$ – ультрадыбыстың жарықшақты ортада таралу жылдамдығы. Егер $K_{ж} < 1,0$ болса, ол өлшеулер жүргізген бөлікшеде жарықшақ бар екендігін куәландырады. $Y_{ж}$ мәні технологиялық сынықтар, оның ішінде жарықшақтар мен қуыстар жоқ екендігін көрсеткен бұйымда өзара перпендикуляр екі бағытта жүргізілген өлшеулер нәтижелерінің орташа мәні ретінде анықталады. Бұл формуладан $Y_{ж} = K_{ж} \cdot Y_{м}$ екені шығады. Егер брақтаушы коэффициент ретінде R көрсеткішін қабылдасақ ($K_{ж} = 0,9$), онда $Y_{ж} < R$ болғанда $Y_{м}$ көрсеткішін өлшеу торының қарама-қарсы нүктелерін қосатын осі жарықшақты кездестірді деп есептеуге болады.

Таужыныстар жарықшақтылығының сандық көрсеткіштері бірқатар практикалық мәселелерді шешуге пайдаланылады. Мәселен, жарықшақтардың бойлық жүйесінің бағдарлануы бойынша қабат денелердің гипсометриясын, ал жарықшақтар жиілігі бойынша көмір қабаттарының күлділігін анықтауға болады.

Ал таужыныстар жарықшақтылығын кен үңгімелеріндегі таужыныстардың орнықтылығын және пайдалы қазба кенорындарын пайдаланған кезде үңгімелердің орнықты конструкциялық элементтерін есептеуде пайдалану мысалдары төменде, тиісті тарауларда қарастырылған.

Бақылау сұрақтары:

1. Таужыныстар жарықшақтары және жарықшақтар жүйесі деген не?
2. Жарықшақтардың қандай түрлері бар?
3. Таужыныстар жарықшақтылығы қалай бағаланады?

33. КЕН ҮНГІМЕЛЕРІНДЕГІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР МЕН ҚҰБЫЛЫСТАР

Таужыныстар табиғи жайғасу жағдайларында тепе-теңдік күйде болады. Массивте кен үңгімелерін қазу бұл тепе-теңдіктің бұзылуына және кернеулікті үңгімелердің әртүрлі конструкциялық элементтері мен оларды қоршаған таужыныстарда қайта бөлінісуіне әкеледі.

Әдетте кенорындардан пайдалы қазбаларды жерасты тәсілімен өндіргенде, кен таралған мынадай геологиялық процестер мен құбылыстар пайда болады:

– мору, таужыныстардың босаңсуы және үңгімелер контуры бойынша жасанды қирауы;

– таужыныстардың тарамдалуы (парақталуы), үңгімелер жабыны мен жақтауларында салбырауы және құлауы;

– сығылып шығу – үңгімелер табанында таужыныстардың күмпиюі;

– таужыныстардың үңгімелер жақтауында сырғуы;

– таужыныстар мен көмірдің лықсуы;

– динамикалық құбылыстар: атылу, сілкіну, кен соққылары;

– газдинамикалық құбылыстар – көмір мен газдың атылуы (қопарылуы);

– үңгімелер бекітпелеріне, кентіректерге, қабырғаларына, бетіне, қорғаныш қабаттарына және басқа да конструкциялық элементтеріне кен қысымының әсері;

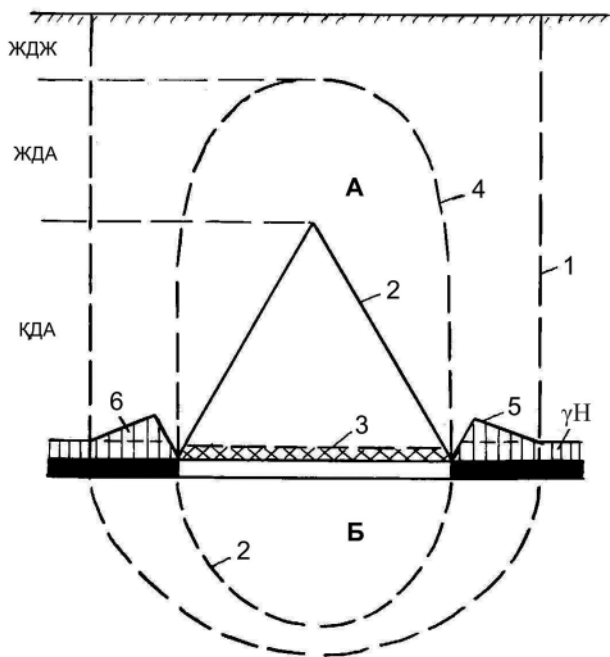
– таужыныстардың жылжуы және жер бетінде жылжу мұльдаларының, жарықтардың, жарықшақтардың, опырылымдардың жаралуы;

– жер бетінің отыруы, жер беті құрылыстарының деформациясы және қирауы;

– субілінім.

Кен үңгімелерімен кеуленген таужыныстар қатқабаты мен массивтерінде тепе-теңдік бұзылуының теориялық жақтары, кен қысымының қайта бөлінісуіне ықпал жасайтын себептер мен факторлар әдебиетте кең сипатталған. Кернеулердің қайта бөлінісу процесі әсіресе кен өндіру үңгімелері төңірегінде айқын білінеді және қарқынды жүреді. Өндіру үңгімелері ықпалындағы алқап ауқымында массивте мынадай айрықша зоналар: жеңілдену, ретсіз құлау, толық жылжу, тіректік қысым және шектік-кернеулік күй бөлінеді (Г.Л. Фисенко). Бұл зоналар оларға кен жұмыстары ықпалының дәрежесімен және сипатымен әрі кен қысымы дамуымен айрықшаланады (33.1-сурет).

Жеңілдену зонасы деп аталатын кен өндіру үңгімесінің ықпалындағы алқап ауқымында қабатталуға (өндіру жазықтығына) перпендикуляр әрекет ететін кернеулер бүлінбеген массивтегі тиісті кернеулерден төмен болады. Ол үңгіме үстінде және астында жеткілікті үлкен зонаны қамтиды. Оның өлшемдері мен орналасуы тазарту үңгімесінің енімен, өндіру тереңдігімен, өндірілетін қабаттың еңістік бұрышымен және қалыңдығымен, таужыныстар құрамымен, қабаттарының кезектесуімен және механикалық қасиеттерімен анықталады. Жеңілдену жабын таужыныстарының тарамдалуына, үсті кеуленген және әсіресе асты кеуленген қабаттар жапсарында сырғанауына, қабатталуға перпендикуляр жарықшақтардың пайда болуына және ашылуына (бұл жарықшақтар бүлінбеген массивте болған жарықшақтармен ылғи сәйкес келе бермейді) әкеледі.



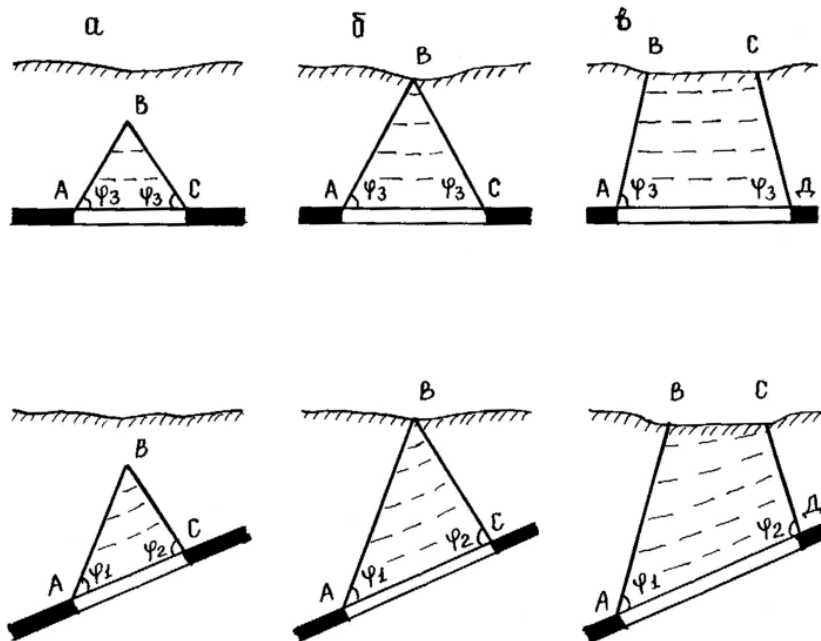
33.1-сурет. Кеуленген таужыныс қатқабатында кен қысымының қайта бөлінісу сұлбасы:

- 1 – үңгіме ықпалындағы алқап; 2 – толық жылжу зонасы;
 3 – ретсіз құлау зонасы; 4 – жеңілдену зонасы; 5 – тіректік қысым зонасы; 6 – кернеулер эиірі; ҚДА – қысым дөңесі ашық;
 ЖДА – жеңілдену дөңесі ашық; ЖДЖ – жеңілдену дөңесі жабық

Бұл процестер көбінесе жабын таужыныстарында қарқынды жүретіндігі сондай, үңгімелерге ең жақын қабаттарда олардың *ретсіз құлау зонасы* пайда болады. Бұл зонада таужыныстар блоктарға бөлінеді, күшті қопсиды да кеңістікті толтырып, жабын мен табан қабаттарының иілуіне тірек жасайды. Бұл зонаның (егер ол жаралса) биіктігі шамалы, әдетте өндірілетін қабаттың төрт-алты дүркін қалыңдығынан аспайды. Кейде таужыныстар құлауы тіпті орын алмайды. Ол, біріншіден, өте берік таужыныстарға тән болса; екіншіден, егер қазылған кеңістіктің ені жабын таужыныстарының құлап түсуіне жеткіліксіз болғанда, ал, үшіншіден, егер қабаттың қалыңдығы өте аз болғанда тазарту бетінің артында біршама қашықтықта қапталдас таужыныстардың баяу жақындасуына жағдай туындауынан болады.

Толық жылжу зонасы жабында орналасады және таужыныстар мұнда өндірілетін қабат табанында тірелетіндігімен сипатталады (33.2-сурет). Ол өндіру үңгімелерінің өлшемдері өте үлкен болғанда өте көрнекі бөлінеді. Мұндай жағдайда бұл зона тіпті жер бетіне дейін таралады да оның айрықша отыру түрінде білінеді, яғни жылжу мұльдасының «жайпақ түбі» деп аталатын бөлігі жаралады (33.2-суретте *BC сызығы*). Зонаның шекаралары үңгіме шеттері маңында өтетін жазықтықтармен оның табанына φ_3 бұрышымен жаралып, бұл бұрыштың мәні таужыныстардың

қасиеттеріне байланысты шамамен $55-65^\circ$ болады. Еңіс жайғасқанда осындай φ_1 (еңістігі жағынан) және φ_2 (өрлеу жағынан) бұрыштары енгізіледі. Толық жылжу зонасы ішінде қабаттар өздерінің табиғи жайғасу жазықтықтарына параллель орналасады, бірақ кеңею деформациясына ұшырайды. Бұл деформация біршама жылжу салдарынан жапсарларда жеңілдеуге және тығыздығының төмендеуіне әкеледі. Толық жылжу зонасы қамтыған жабын қабаттарының иілуі, оның шегінен тыс жерлерде зонадағы максимал мәндерінен қабаттың бүлінбеген бөліктерінде біршама шағын мәндерге дейін азаяды. Бұл процестер үңгімеден алыстаған сайын сөне береді.



33.2-сурет. Көлбеу және еңіс жайғасқан қабатта толық жылжу зонасының дамуы:
а – зона жаралуының басталуы; б – зонаның жер бетіне шығуы;
в – жылжу мұльдасының «жайпақ түбі» жаралуы

Тіректік қысым зонасы деп тазарту үңгімесі ықпалының ауқымындағы таужыныстар қатқабаты бөлігін атайды, мұнда оның жазықтығына перпендикуляр кернеу бүлінбеген массивтегіден көп болады. Бұл зона қабаттың шеткі бөліктеріне асты кеуленген, бірақ үңгіме табанында тіреу таппаған таужыныстардың салмағы түсуі салдарынан пайда болады. Бұл зонада өндірудің қазіргі тереңдігінде айтарлықтай сығылу пайда болып, ол үңгіме маңы шеткі бөліктерінде қайтымсыз деформацияға әкеледі.

Асты кеуленген деп тазарту үңгімесінен жоғары орналасқан таужыныстар массиві аталады. Ол мұнда салмақ күшінің бағыты әдетте ығысу бағыттарына сәйкес келетіндігімен сипатталады. Бұл жағдай қабатталған қатқабат жапсарларындағы ілінісу нашар болған кезде тікелей жабын қабаттары өздерінің салмағы әрекетінің ықпалында болатын тақта, аспа, балка жағдайында болады. Әдетте қабаттар жарықшақтармен

(табиғи және жеңілдегенде пайда болатын) блоктарға бөлінеді және үңгіменің ені артқан кезде бұл блоктар бұрылады да бірге қозғалып, бір-біріне қатысты кеуленген кеңістікке ығысады.

Жабын таужыныстарының қабаттары үңгіменің ені жеткілікті үлкен әрі өндірілетін қабаттың қалыңдығы едәуір болғанда, топсалы (шарнирлі) механизмге айналады да опырылып құлауға қабілетті болады. Осылайша келесі қабатта иілудің үлкеюіне жағдай туындап, бұл процесс жоғары қарай үстінде жатқан қатқабатқа таралуға мүмкіндік алады. Мұндай жағдай әр бір кейінгі қабаттың ашылу ені алдыңғыға қарағанда аз болады. Ақыр соңында ең белсенді жылжуға ұшыраған таужыныстар белгілі бір бетпен шектеліп қалады. Оның қимасы ABC контурына сәйкес келеді (33.2-суретте). Тиісті алқап толық жылжу зонасы болып шығады. Тазарту жұмыстары ары қарай дамығанда, мұндай процесс үңгіменің қозғалыстағы шетінде (беті маңында) қайта жанданады да толық жылжу зонасы ұлғаяды, ол айтарлықтай дәрежеде геометриялық ұқсастығын сақтайды. Бұл зона жер бетіне қашан шыққанға дейін, оны *толық кеуленбеген* деп атайды.

Үңгіме енінің белгілі бір шамасына толық жылжу зонасының жер бетіне шығуы сәйкес келеді. Өндіру жұмыстарының ары қарай дамуы барысында жылжу мұлдасының жайпақ түбі жаралады (33.2-суреттегі BC сызығы). Мұндай жағдайды *асты толық кеулеген* деп атайды. Жоғарыда сипатталған жылжу сұлбасының геометриялық ұқсастығын сипаттайтын φ_3 бұрышы *толық жылжу бұрышы* деп аталса, φ_3 бұрышымен өтетін тура сызықтармен шектелген үшбұрыштар мен трапециялар *толық жылжу үшбұрыштары* (ABC) және *трапециялары* (ABCD) деп аталады. Планды тікбұрышты үңгіме кеңістігінде пирамида немесе қиық пирамида, немесе толық жылжу қиық пирамидасы пайда болады, олар үңгіме бетіне белгілі бір бұрышпен өтетін жазықтықтармен шектеледі. Қабаттар еңіс жайғасқанда, созылымға көлденең қимада толық жылжудың және екі φ_1 мен φ_2 бұрышы енгізіледі.

Толық жылжу зонасындағы таужыныстар массиві өзінің салмағын толығымен үңгіменің табанына түсіреді. Егер табандағы кернеу тек осы салмақпен ғана жасалған болса, онда қабат көлбеу жайғасқан жағдайда бұл кернеу И.М. Петухов пен А.М. Линьков (1983) ұсынған мына формулалар бойынша анықтала алады:

асты толық кеуленбеген болса ($x_0 \leq Hctg \varphi_3$)

$$\sigma_{z1} = -\rho H \frac{x - x_0}{Hctg\varphi_3}; \quad (33.1)$$

толық кеуленгенде ($x_0 > Hctg \varphi_3$)

$$\sigma_{z1} = \begin{cases} -\rho H \frac{x_0 - x}{Hctg\varphi_3}, & x_0 - Hctg\varphi_3 \leq |x| \leq x_0; \\ -\rho H & |x| \leq x_0 - Hctg\varphi_3, \end{cases} \quad (33.2)$$

мұнда x_0 = үңгіме енінің жартысы.

Жүктем бүлінбеген массивте орын алғандағыдай, яғни $\rho H = \delta_z - \delta_{z1}$ деңгейіндегідей өндірілетін қабат шетінен L_3 қашықтықта қайта қалпына келеді. (33.2) формуладан шығатыны

$$L_3 = H \operatorname{ctg} \varphi_3. \quad (33.3)$$

Мұнда маңыздысы, кен-техникалық жағдайлар өзгеруінің жеткілікті кең диапазоннда φ_3 бұрышы іс жүзінде өзгеріссіз қалып, қандай да бір φ_{03} мәніне ие болады және ол тек қана асты кеуленген таужыныстар қасиеттеріне байланысты. Бұл факт жылжу процесі біртұтастығының салдары болып табылады және қабат жайғасуының тереңдігі, үңгіменің ені, өндірілетін қабаттың қалыңдығы айтарлықтай өзгерсе де, жалпы сол қалпында қалады. Мәселен, 600 м тереңдікке дейін φ_{03} бұрыштың мәні қабат қалыңдығы 0,7 м-ден 8 м-ге дейін, яғни он еседей өзгерсе де 64-69° болып қала береді. Мұндай әмбебаптық қысым бұрыштарының пайдалы қасиеттеріне жатады, бірақ оның әйтсе де өз шекаралары болады. Мұнда, асты кеуленген таужыныстар қатқабатының сипатталған жылжу процесі өндірілетін қабаттың қалыңдығы $m = 2h$, яғни қозғалысқа келетін қабаттардың әрқайсысында біртіндеп толық иілу дамуына жеткілікті болғанда іске асырылады. Егер $2h$ мәні аз болғанда, ештеңе болмайтыны түсінікті. h нөлге ұмтылған ауқымда толық жылжу зонасы тіпті жаралмайды және көлбеу үңгіме табанындағы қысым ρH шамасынан аспайды да. Жүктемнің қайта қалпына келуі кенбеті маңында орын алады, яғни $L_3 = 0$ және (33.3) формуласы бойынша, $\varphi_3 = 90^\circ$. Жабын мен табанның өзара әрекеттесуі жоқ болғанда, мысалы кейбір жағдайларда берік таужыныстарда өндіру үңгімелері кентіректер көмегімен тірелгенде, кеуленген кеңістік бетінде $\sigma_{z1} = 0$ болады.

Қабаттардың ығысуын және асты кеуленген таужыныстар қатқабаты қасиеттерінің қалыптасуын сүйемелдейтін маңызды жағдайға *тығыздықтың төмендеуі* жатады. Ол әсіресе ретсіз опырылу зонасында үлкен болады, бірақ өзара ығысқан қабаттар жапсарында және алыстау қабаттарда, сондай-ақ жарып өтетін жарықшақтар жапсарындағы да тығыздықтың төмендеуі айтарлықтай. Нәтижесінде жылжу мұлдасы түбіне сәйкес келетін, өндірілетін қабат қалыңдығынан аз болғанда, асты кеуленген таужыныстар көлемі артады. Қайта өндіру жүргізгенде таужыныстар тығыздығының төмендеуі бастапқы өндіру кезіндегімен салыстырғанда орын алмайды. Өйткені олардың қопсу мүмкіндігі айтарлықтай дәрежеде сарқылып қалады да отыру мұлдасы жұмыстың екінші кезеңінде алынған қабат қалыңдығына жақындайды. Кеулеу жұмыстарының кейінгі сатыларында да осы жағдай орын алады.

Соққықауіпті көмір қабаттарын астынан кеулеу практикасы мен натуралық сынақтар тәжірибесі көрсеткендей, өндірілетін қабат қалыңдығынан жиырма есе артатын қашықтықта кен соққылары қауіптілігін анықтайтын механикалық қасиеттері айтарлықтай өзгермейді. Осылайша, тіпті көмір сияқты беріктігі біршама төмен материалдар серпімді қасиеттерінің елеулі өзгеруі тек астынан кеулейтін үңгімеге тікелей жақын маңда ғана орын алады. Осы шағын алқаптан тыс ауқымда кеуленген қатқабат тығыздығының төмендеуі негізінен қабаттар мен үлкен блоктар ілінісуінің бүлінуіне және өзара жылжуларына байланысты, дегенмен олар жалпы алғанда

өздерінің серпімді қасиеттерін сақтайды. Ал руда кенорындарының берік таужыныстары өздерінің қасиеттерін тіпті жақсы сақтайды.

Үстінен кеуленген деп өндірілетін қабатты өндіруші үңгімелер табанынан төмен орналасқан таужыныстар массивін атайды. Оларда ауырлық күші кеуленген кеңістікке қарсы жаққа бағытталады да азаяды, бұл жағдай олардың үңгімеге қозғалу процесін асты кеуленген таужыныстармен салыстырғанда оңайлау етеді. Үсті кеуленген таужыныстардағы нормал кернеу абсолют шамасы бойынша үлкен, ал қабаттар жапсарларындағы тығыздықтың төмендеуі асты кеуленген таужыныстардағыға қарағанда аздау болады. Үстінен кеуленген таужыныстар өздерінің серпімді қасиеттерін сақтайды. Үсті кернеуленген таужыныстар жылжуының шамасы кеуленген кеңістіктің енімен және үңгіме ықпалындағы зонадағы тіректің қысыммен анықталады. Кеуленген кеңістікті кентіректер көмегімен ұстататын өндіру жүйелерінде үңгіменің ашық табанының ені азаяды да үсті кеуленген таужыныстардың жылжуы шамалы болуы мүмкін.

Кен қысымын, таужыныстардың асты кеуленген және үсті кеуленген қатқабаттары күйін сәтті ырықтандыру, пайдаланылатын кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларын жан-жақты ескеруге негізделеді.

33.2. Геологиялық құбылыстар білінімінің формалары мен масштабтары

Руда және көмір шахталарындағы қолайсыз геологиялық құбылыстар кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайларына байланысты. Мұнда геологиялық құбылыстардың формалары мен масштабтары қолданылатын өндіру жүйелерінің кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайлары әртүрлі бөлікшелерінде өтетін кен үңгімелерін жүргізу мен олардың конструкциялық элементтерін ресімдеу технологиясына байланысты болады.

Кеніштер кен үңгімелерінде жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, үңгімелер ашылымдары мен асты кеуленген қатқабаттар таужыныстары өзін-өзі ұстауының қалыптасуында олардың литологиялық типі, физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылығы, тарамдалғыштығы мен жайғасу жағдайлары айтарлықтай рөл атқарады.

Таужыныстар массивін астынан кеулеу, оның тепе-теңдік күйінің бұзылуына және кен үңгімелері төңірегіндегі табиғи кернеудің қайта бөлінуіне әкеледі де мұнда екі: тіректік қысым және тығыздық азаю зонашалары жаралады. Ақыр соңында, кен үңгімелері төңірегіндегі кернеудің қайта бөлінуі кен қысымы пайда болуын туындатады және оның әртүрлі формадағы геологиялық құбылыстар білініміне әкеледі, мысалы: деформациялар, таужыныстардың қирауы мен жылжуы. Нақты геологиялық және кен-техникалық жағдайларға байланысты, геологиялық құбылыстар әртүрлі масштабқа ие болады.

Мысалы, Жезқазған кеніштерінде жыл сайын ауданы 500 мың м² шамасында үңгімелер жабыны ашылымданады. Мұнда жаралған кеулемелер біртұтас болмайды, олар жекелеген руда жатындары мен горизонттары бойынша бөлінген, айтарлықтай

аумақта бір-бірін жауып жатады. Қатқабат кеуленген кеңістіктен басқа әртүрлі міндет атқаратын негізгі үңгімелермен босаңсыған. Оларға штректер, окпандар, руда түсіргіштер жатады, бұл үңгімелердің көлденең қимасы 6-дан 30 м²-ге дейін жетеді, ал ұзындығы 200 км-ден асады. Өндіру кенбеттерінен бір мезгілде бұрғылау-копару жұмыстарын қолданып, 1 мың тоннадан аса руда ажыратып алынады.

Панель-бағана жүйесінің қабылданған параметрлері негізінен кеуленген кеңістік пен оның үстіндегі барлық қатқабаттың бүлінбей ұзақ сақталуын қамтамасыз етеді. Мұнда босаңсыған таужыныстар қатқабатында қайтымсыз геологиялық процестер ұдайы жүретінін айту қажет. Осының нәтижесінде ұстап тұрған кентіректердің, жабын мен үстінде жатқан қатқабат таужыныстарының деформациясы артады. Кен үңгімелерінің көрсетілген конструкциялық элементтерінде деформацияның артуы міндетті түрде олардың қирауына әкеледі.

Тазарту үңгімелерінде жабын таужыныстары құлауының жиынтық ауданы жалпы ашылым ауданының 2-3% шамасын құрайды. Жекелеген опырылымдар ауданы 50-ден 400 м²-ге, кейде 10-20 мың м²-ге дейін жетеді, ал олардың биіктігі 1-2 м-ден 20 м-ге дейін болады. Өндіру үңгімесінің жабынында қалдырылған қалыңдығы 1,5 м-дей руда қабығы әрдайым көтергіш элемент болып қала бермейді, оның 34% шамасы құлайды. Талдау көрсеткендей, опырылымдардың ең көбі (60% шамасы) кенбеттен 5 м-ге дейінгі қашықтықта орын алады, ал олардың ауданы орташа алғанда 50-150 м² болады. Мәселен, жабын таужыныстары құлауының 87,7% шамасы кенбеттен 20 м-ге дейінгі қашықтықта орын алады, олардың 70% шамасының биіктігі (қалыңдығы) 0,2-1,5 м болады. Жабын таужыныстарының ажырауы өндіру жүйесі параметрлеріне байланысты болмайды. Ал ажыраудың 50% шамасы жекелеген камераларды кесу кезеңінде, олардың ені жобалық өлшемдерге әлі жете қоймаған кезде жүреді. Темір-бетон штанга бекітпесі бекітудің әрдайым тиімді құралы бола бермейді, өйткені опырылудың 90% шамасы бекітілген жабында да орын алады.

Жезқазған кенорыны шахталарында жыл сайын камерааралық кентіректердің 2-3% шамасы қирайды. Панель, тосқауыл және тұтас кентіректердің қирауы байқалмаған. Үстін жауып жатқан қатқабат таужыныстарының камерааралық кентіректер жаппай қирап, жер бетіне дейін опырылуы (тереңдігі 100-120 м) кенорында бірінші рет Кресто-батыс шахтасында 1957 жылы болған. 1990 жылға дейін камерааралық кентіректердің жаппай қирауынан қалыңдығы 40-200 м үстіңгі қатқабат таужыныстарының 7 рет жер бетіне дейін опырылуы және 17 жер бетіне шықпаған жабын таужыныстарының опырылуы тіркелген. 77 өндіру бөлікшесінде камерааралық кентіректер топтары қирауы нәтижесінде жабын таужыныстарының кенет опырылу қауіптілігі пайда болған. Шахта окпандарының қирау жағдайы қорғаныс кентіректерін жартылай алып қойғанның өзінде де орын алмаған. Әрекеттегі және пайдаланып болған карьерлер жақтауы оларды астынан кеулегенде де орнықтылығын сақтайды.

Камера кентіректері мен жабыны таужыныстарының қирауы кен жұмыстарын жүргізу қауіпсіздігін төмендетеді де үлкен шығын әкеледі. Кеуленген кеңістік үстіндегі жер бетінде құрылыстар салынып, жолдар мен инженерлік коммуникация-

лар орналасуына байланысты, бұл опырылымдар, әсіресе жер бетіне дейін жететін жаппай опырылымдар, өте қауіпті және олар аса көп шығынға батырады.

Жезқазған кенорнында 1953 жылдан бері жер беті жылжуына байқау жүргізу ұйымдастырылған. Бұл мақсатта жалпы ұзындығы 66 км-ге жуық 156 профиль желілері салынған. Жер беті жылжуына байқаулар нәтижесінде анықталғаны, кеуленген кеңістіктің ұзақ тұруы жағдайларында өндіру жұмыстары аяқталғаннан кейін 5-10 жылдай астам уақыт ағымында реперлердің төмендеуі 40-50 мм шамасынан аспайтындықтан, осы кеңістік үстінде жатқан қатқабат таужыныстарының опырылуын болжау мүмкін болмайды.

Сонымен, құрылыс жүргізілген аумақ астындағы кеуленген кеңістікте орасан зор қуыс жаралуы, олардың күйін сенімді бағалауды және жер бетіндегі нысандарды қорғауды қажет етеді. Жерасты қуыстары үстіндегі қатқабат таужыныстарының жылжу процесі, олардың күйінің белгілі бір уақыт ағымында айрықша өзгеріссіз дамиды да лезде дерлік іске асады. Мұндай жағдайларда қуыстар үстіндегі жер беті күйін аспаптар көмегімен бақылаудың тиімділігі шамалы. Жабын таужыныстарының өзін-өзі ұстауына және тазарту үңгімесі камерааралық кентіректерінің көтергіштік қабілетін бағалауға қатысты да осыны айтуға болады.

Кен үңгімелері жұмыс кеңістігіндегі қауіпсіздік пен кеуленген кеңістіктің күйі негізінен жабын таужыныстарының өзін-өзі ұстауына байланысты. Кен жатындары жабынының қабатталған қатқабаты жерасты үңгімелеріне қатысты стратиграфиялық орналасуы бойынша үш түрге жіктеледі: 1) тікелей жабын таужыныстары; 2) негізгі жабын; 3) үстіне жайғасқан қатқабат.

Тікелей жабын деп өндіру үңгімесі камераларының ашылымданған төбесін құрайтын таужыныстардың белгілі бір литологиялық типке жататын қабатын айтады, оның қалыңдығы әдетте 0,5-1 м-ден 3-5 м-ге дейін және кейде одан да асады. Тікелей жабын литологиялық құрамы бойынша таужыныстардың кез келген типінен тұруы мүмкін, ол аудан бойынша әртүрлі таралады.

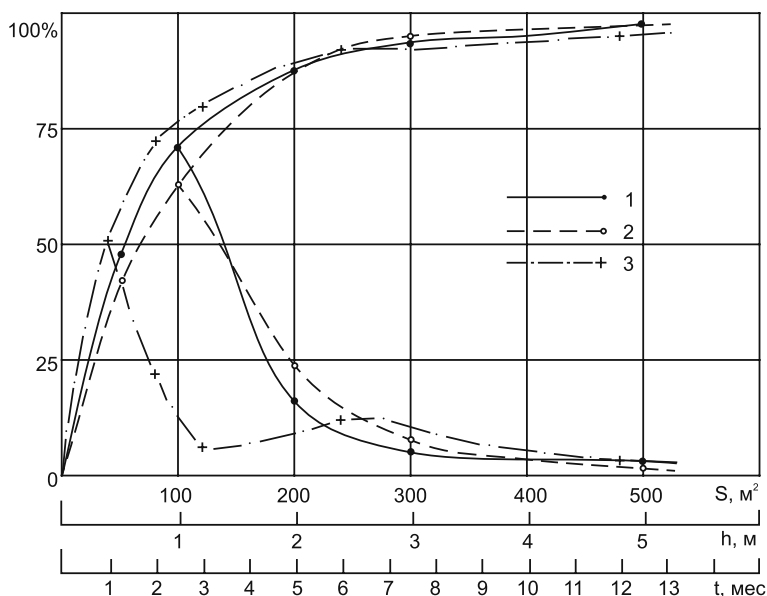
Негізгі жабынды кен денесінің тікелей жабыннан жоғары жайғасқан таужыныстар қабаттары құрайды. Негізгі жабынның қалыңдығы 3-5 м-ден 20-30 м-ге дейін өзгереді. Олар Жезқазған кенорнында литологиялық құрамы бойынша қызыл түсті және сұр түсті таужыныстарға бөлінеді. Қызыл түсті таужыныстар әдетте қабатталған қызыл сазтас пен құмайттастан тұрады, олардың құрамында қалыңдығы 0,2 м-ден 1-2 м-ге дейін жасыл алевролит пен құмтас қабатшалары болады. Сұр түсті таужыныстар ұсақ-орташа түйірлі құмтастан, конгломерат және алевролит линзалары мен қабатшаларынан тұрады.

Үстілік қатқабатқа негізгі жабыннан жоғары қарай жер бетіне дейін орналасқан таужыныстар жатады.

Жабын таужыныстары опырылуының саны кеуленген кеңістік жабыны ашылымының жиынтық алаңын анықтайтын өндіру жұмыстарының қарқынына байланысты. Мәселен, Жезқазған кеніштерінде тіркелген жабын таужыныстарының құлау жағдайлары кен қарқынды өндірілген жылдарға сәйкес келеді. Кен өндіру көлемі ұлғайған сайын, өндіру үңгімелері жабынында ашылымдар ауданы да арта береді, мұндай жағдайларда опырылымдар санының артуын да күту керек.

33.3-суретте көрсетілгендей, ең жиі орын алатыны – жабын таужыныстарының ауданы 10-200 м² (олар опырылымдардың жалпы санының 71,2-87,5% шамасын құрайды) және қалыңдығы 1-2 м-ге дейінгі (63,0-87,1%) опырылымдар. Мұндай опырылымдар жабын ашылымданғаннан кейін 1-2 ай ішінде болады (50,4-72,7%). Жабын таужыныстарының опырылымдары литологиялық типтері бойынша былайша бөлінеді: қызыл сазтас пен құмайттастың опырылуы – 72,8%, сұр және қошқыл ұсақ түйірлі құмтастың қызыл құмайттаспен қабаттасуы – 17,5%, сұр түсті ұсақ және орташа түйірлі құмтас – 9,7% шамасын құрайды.

Өндіру үңгімелерінде жабын таужыныстары опырылымдары әртүрлі формаларының барлығы масштабы және инженерлік-геологиялық жағдайлары бойынша тікелей жабын таужыныстарының құлап түсуі мен тарамдалуына (парақталуына), ал негізгі жабын мен жауып жатқан қатқабат таужыныстарының жылжу түрлеріне бөлінеді (33.1-кесте). Өндіру үңгімелері жабынындағы аталған геологиялық процесс түрлерінің барлығы қолданылатын өндіру жүйесіне және кенді бұрғылау-қопару арқылы өндіруге байланысты. Олардың барлығы негізінен геологиялық табиғатқа ие.



33.3-сурет. Жезқазған руда денелері жабыны таужыныстарының опырылу санының және кумуляттарының графигі:

1 – ауданы бойынша (s); 2 – қалыңдығы бойынша (h); 3 – уақыты бойынша (t);

Таужыныс кесектері мен блоктарының құлауы тікелей жабында шектеулі шағын ауданды қамтиды, олар кен үңгімелерінде ең көп таралған. Мұндай құлаулар әдетте тікелей жабынның төменгі қабаттарында жаралып, таужыныстардың белгілі бір типтерімен және өзіндік бітімдерімен байланысты болады. Қарқынды құлаулар жаралу кен үңгімелері жабынында қызыл сазтас, құмайттас пен жұқа қабаттылық бітімі айқын білінген құмтас жатқанда орын алады. Құлаулардың өлшемдері мен пішіндері таужыныстар жарықшақтылығына, әртүрлі жүйе жарықшақтары аралығындағы

кашықтықтарға байланысты. Құлаужаралу таужыныстар литологиялық сипаттамасы мен жарықшақтылығына қарай жабын ашылымдануының әртүрлі мерзімдерінде басталады да әдетте ары қарай біртіндеп үлкен аландар мен жоғарғы қабаттарды камтумен жалғасады. Көбінесе жабынды бекітуге темірбетон штанга бекітпелерін қолданудың өзі опырылу сияқты геологиялық құбылыстарға бейім таужыныстардың құлауын тоқтатуға немесе оған жол бермеуге қабілетсіз болады, олар уақыт өте келе жабын бөлікшелері штангалармен бірге құлап түседі. Мұндай құбылыстар қызыл сазтас пен құмайттастан тұратын жабын үшін жиі әрі тән. Бұл таужыныстар кеніштің ылғал ауасының белсенді физикалық-химиялық әрекеті ықпалынан ашылымдарда оңай морида және тығыздығынан ажырайды.

33.1-кесте

**Жезқазған кенорны өндіру үңгімелері жабынындағы
геологиялық құбылыстардың жіктелімі**

Геологиялық құбылыс	Масштабы		Инженерлік-геологиялық жағдайлары
	қалыңдығы, м	ауданы, м ²	
Құлап түсу	0,2-0,5 кейде 1,5-2	20 кейде 40-50	Жарықшақты қызыл сазтас пен құмайттас, қабатталған майда түйірлі құмтас, субілінім болуы мүмкін
Тарамдалу (парақталу)	0,2-0,5 кейде 2-3	20-50-ден 400-ге дейін, кейде одан да асады	Қабатталған құмтас пен майда түйірлі құмтас. Таужыныстар қабатаралық сырғанау айнасы жарықшақтармен және кальцит желішіктермен жұқа парақшаларға тарамдалады. Тарамдардың беті тегіс, жылтыр. Опырылымдардың жалпы масштабын ұлғайтатын қайталап тарамдалу орын алуы мүмкін
Жаппай (опырылу)	3-10-нан 100-200-ге дейін	300-500-ден 10 мыңға дейін, тіпті одан да асады	Негізгі жабын мен үстіңгі қабат қимасында уатылу зоналарымен және жиі жарықшылықпен бүлінген құмайттас пен сазтас басым. Жергілікті синклиндер мен флексуралар, субілінім болуы мүмкін. Опырылу камерааралық кентіректердің жаппай қирауымен сүйемелденеді, табиғи тепе-теңдік дөңесі (күмбезі) жаралуына дейін дамуы мүмкін. Қуыстар қабатталып орналасқанда және камерааралық кентіректер жаппай қирағанда жер бетіне дейін шығатын кенет опырылу орын алуы мүмкін

Тарамдалу тікелей жабынның қабатталған таужыныстарының қабатталу беттері, сырғанау айнасы бар қабатаралық және қабатіші жарықшақтары бойынша парақталуына байланысты. Тарамдалып опырылу ауданы әдетте айтарлықтай, ка-

мера төбесінің барлығын қамтуы мүмкін, ал оның биіктігі тарамдалған тақташалар қалыңдығымен анықталады. Тарамдалу тақташаларының қалыңдығы 0,1 м-ден аз болғанда, жабын таужыныстарының литологиялық типі мен физикалық-механикалық қасиеттеріне қарамайды, олар салбыраған тақта немесе сына тәрізді пішінде опырылуы мүмкін. Қабаттардың ажырауы жоғарыда сипатталған опырылым формалары сияқты, төменгі қабаттардан бұрғылау-қопару жұмыстарының сейсмикалық толқындары, кеніш белсенді ауасының физикалық-механикалық әрекетінен және қысымы күштерінен немесе гравитация күші ықпалынан басталады да жабынның жоғарғы қабаттарын қамтиды әрі ауданы бойынша ұлғаяды.

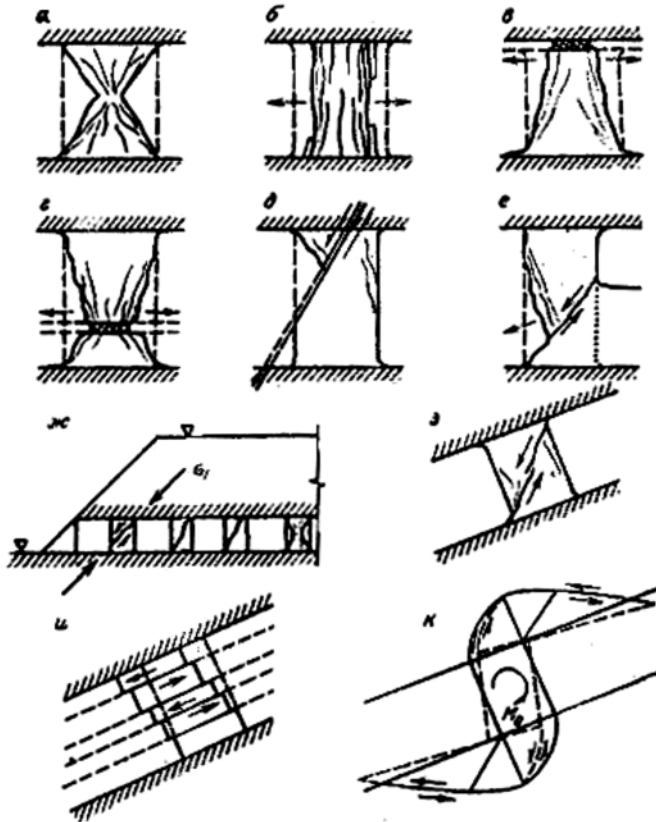
Кейде тарамдалу камерааралық кентіректерді орап өтіп, көрші камераларға тарайды. Оны болдырмау үшін жабынды жылдам қататын құрамдарды ұзын болат-полимер штангалармен бірлестіріп, дер кезінде бекіту қажет.

Жылжу панельдер (өндіру үңгімелері) жабыны ауданы мен таужыныстарын және үстіңгі қатқабаттарын қамтитын геологиялық құбылыс болып табылады. Ол жабын-кентірек жүйесінің бірлескен жұмысына байланысты. Күмбездену формасында жылжу әдетте беріктігі нашар қызыл сазтас пен құмайтың барлық қалыңдығы ауқымында таралады да камерааралық кентіректердің топтана немесе жаппай қирауымен сүйемелденеді. Күмбездің біршама қатаң орналасқандығы екінші реттік құрылымдық әркелкіліктерде немесе табиғи кернеулер шоғырланған бөлікшелерде байқалады. Тікелей жабында берік, бірақ қалыңдығы 3 м-ден аз сұр құмтас жайғасқанның өзінде, ол қажет орнықтылықты қамтамасыз ете алмай опырылады, ал оның артынша негізгі жабынның біршама нашар қызыл түсті таужыныстары опырылады. Күмбездену панельдердің айтарлықтай ауданын қамтиды және биіктігі 20-30 м-ге, яғни іс жүзінде берік сұр құмтастың келесі горизонттына дейін жетеді. Күмбездер қабырғасы әдетте сатыланған құрылысқа ие болады да тереңінде (төбесінде) тепе-теңдік дөңесі түрінде тұйықталады.

Литологиялық, құрылымдық-тектоникалық пен техногендік (кеуленген қуыстардың бір-бірін екі немесе одан көп дүркін қабаттала жауып орналасуы) факторлар қолайсыз бірлескен бөлікшелерде негізгі жабын мен үстіңгі қатқабат таужыныстарының ірі опырылымдары дамиды, олар камерааралық кентіректердің жаппай қирауымен сүйемелденеді де, тіпті жер бетіне шыққанға дейін жүреді. Үстіңгі қатқабаттың жылжу құбылысы екінші деңгейлі құрылымдық әркелкіліктер (флексура иілімдері және қабаттардың жергілікті синклин ойысулары) дамыған және қимада беріктігі төмен қызыл түсті таужыныстар болған бөлікшелерде орын алады. Әдетте мұндай бөлікшелер флексура зоналарында және таужыныстар еңістік бұрышы артқан, субілініммен күрделенген және қатқабат моруы терең дамыған зоналарда орналасады.

Панельдердің ашық кеңістігін ұстап тұру үшін қалдырылған дөңгелек бағана тәрізді камерааралық кентіректер әдетте әртүрлі геологиялық құбылыстарға ұшырайды. Кеуленген кеңістіктің орнықты күйін қамтамасыз ететін камерааралық тіректердің көтеру қабілеті де инженерлік-геологиялық жағдайлардың күрделілігімен анықталады. Кентіректер қирау формаларының әртүрлі болуы руда жатындарының жарықшақтармен бүлінгендік сипатына, сыйыстырушы таужыныстармен жапсарлау

жағдайына, кентіректе беріктігі нашар қабатшалар болуына, сондай-ақ олардың жүктемделгендік сипатына байланысты. Жезқазған кенорнының көлбеу және жайпақ жайғасқан жатындары камерааралық кентіректері қирауының әдеттегі формалары 33.4-суретте көрсетілген.



33.4-сурет. Жезқазған кенорнында көлбеу және еңіс жатындар камерааралық кентіректерінің (КАК) қирау пішіндері:

а – қапталдас таужыныстармен толық ілініскенде; б – сыйыстырушы таужыныстармен ілініссіз және нашар үйкелісті; в және г – жапсарда және руда денесінде тиісінше пластикалық қабатша болғанда; д – КАК тектоникалық жарылымдармен бүлінгенде; е – қалың жатынды табанкертпеш кенбетімен өндіргенде; ж – карьер жақтауын астынан кеулегенде, кентіректі 90°-қа жақын бұрышпен қиятын жарықшақтар болғанда; з – қию түрінде; и – руда денесінде пластикалық қабатшалар болғанда; к – беріктігі төмен сыйыстырушы таужыныстарда орналасқанда

Жезқазған кеніштерінде 1990 жылға дейін кеуленген кеңістікте орналасқан 42 мың камерааралық кентіректерінің 2600-ден астамы авариялық күйде болған, олардың 1000-нан астамы өзінің көтеруші қабілетін толық жоғалтып қираған. Қираған камерааралық кентіректер орналасқан бөлікшелерде ірі масштабты геологиялық

құбылыстар пайда болып, олар жерасты қуыстарының жабын таужыныстарын және үстіңгі қатқабатты қамтиды. Камерааралық кентіректердің көтергіштік қабілеті мен қирағандарын бекіту үшін оларды сақина арқандар тартумен, тесіп өтетін анкер және штангалармен, металл болт тартпалармен, торкрет-арматурамен беріктеу тәсілдері ұсынылған.

Осылайша, Жезқазған кенорны өндіру панельдерінің жұмыс кеңістігі мен жерасты қуыстарының кеуленген кеңістігінде формалары және масштабтары сан қилы геологиялық құбылыстар болады, олар геологиялық ортаның инженерлік-геологиялық жағдайларына байланысты. Негізгі геологиялық құбылыстарға жабын таужыныстарының опырылуы, үстіңгі қатқабаттың жылжуы және камерааралық кентіректердің қирауы жатады. Өндіру үңгімелерінің табаны орнықты, өйткені ол кеніш суы мен ауасының физикалық-химиялық ықпалына төтеп бере алатын біршама берік таужыныстардан тұрады және оның кеуленген кеңістікке жылжуына ұстап тұратын кентіректердің жеткілікті жиі торабы қарсы тұрады.

33.3. Кен үңгімелерінің орнықтылығын барлау деректері бойынша болжау

Кен үңгімелері ашылымданған беттерінің орнықтылығын инженерлік-геологиялық болжау маңызды мәселе болып табылады. Оның шешіміне кенөндіру мекемелерін жобалаудың сапасы, толықтығы және кенорындарды пайдаланудың ұтымды жобалануы байланысты. Кен үңгімелері конструкциялары элементтерінің (жабыны, ұстап тұратын кентіректері, қабырғалары және табаны) орнықтылығы деп оларды құрайтын таужыныстардың ашылымданған кезде тепе-теңдігін сақтау қабілетін айтады. Орнықты таужыныстар үңгімелердің қажет қызмет ету мерзімінде тұтастығын және жұмыс кеңістігінде қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Көмір және руда шахталары кен үңгімелерінің орнықтылығы негізінен жабын таужыныстарының өзін өзі ұстау қабілетіне байланысты анықталады.

Қазіргі кезде жабын таужыныстарының үңгімедегі орнықтылығы бойынша көптеген жіктелімдер ұсынылған. Олар сан қилы геологиялық және кен-техникалық факторларды сандық әрі сапалық тұрғыдан ескеруге негізделген. Белгілі жіктелімдерді талдау көрсеткендей, қазіргі кезде бұл мәселе әр кенорын ауқымында өз бетінше шешілуі қажет.

33.3.1. Қарағанды тас көмір өндіру үңгімелері жабынының орнықтылығын болжау

Қарағанды тас көмір алабы шахта алаңдарының инженерлік-геологиялық жағдайларын зерделеу және шахталарда жүргізілген зерттеу нәтижелерін талдау көмір қабаттары жабыны таужыныстарын механикаландырылған өндіру үңгімелеріндегі орнықтылық дәрежесі бойынша бес класқа жіктеуге мүмкіндік жасады (33.2-кесте).

**Қарағанды тас көмір алабы көмір кабаттарының
жабын таужыныстары орнықтылығының жіктелімі**

Жабын класы	Таужыныстардың литологиялық типі	Беріктігі, МПа		Тарамдалуы (парақталуы)		Жарықшақтылығы		Δd , мм/тәулік	Жабын ашылымы		Опырғыштығы және қайталана отыруы, цикл
		σ_c	σ_k	m, м	K_p , дана/м	n, дана	α , м		S, м ²	t	
1. Орныксыз	Көмірлі сазтас пен құмайттас, құрамында көмір материал 20-60% шамасына дейін	<15	<1,2	<0,1	>10	>6	<0,5	>20	<3	<0,5 сағ	Көмір алудың артынаша құлайды
2. Шамалы орнықты	Сазтас пен құмайттас, құрамында көмір материал 10-20%	15-25	1,2-2,0	0,1-0,25	4-10	4-8	0,3-1,0	10-20	3-10	2 сағатқа дейін	Бекітпені алғанда құлайды
3. Оргаша орнықты	Біркелкі сазтас, жұқа кабатты құмайттас пен құмтас	20-40	2-3	0,25-0,6	1,6-4	2-4	0,5-1,5	5-10	10-50	11 тәулікке дейін	5-10
4. Орнықты	Біркелкі құмайттас, кабатты ұсақ түйірлі құмтас	40-60	3-4	0,6-1,5	0,6-1,6	1-2	1-5	<5	50-300	10 тәулікке дейін	10-20
5. Опырғылуы қиын (аса орнықты)	Біркелкі ірі түйірлі құмайттас, ұсақ және орташа түйірлі құмтас	>60	>4	>1,5	<0,6	0-1	>3	<5	300-15000	10 тәуліктен 1 айға дейін	20-40 және одан да көп

Жабын таужыныстарын орнықтылығы бойынша тиісті кластарға бөлу үшін пайдаланылатын геологиялық және кен-техникалық белгілер мыналар: таужыныстардың литологиялық типтері, олардың бір ості сығу (σ_c) мен керуге (σ_p) беріктік шектері, тарамдалу қабатшаларының қалыңдығы (m), тарамдалу коэффициентінің мәндері (K_r), жарықшақтар жүйесінің саны (n) мен олардың аралығындағы қашықтық (α), барлау ұңғымалары диаметрінің бұрғылау процесінде артуы (Δd), жабын ашылымының шектік ауданы (S) мен тұтастығын сақтау уақыты (t), жабын таужынысының кенбеті маңы кеңістігінде опырылғыштығы мен лаваның кеуленген кеңістігінде қайталанып опырыла отыру мерзімділігі (циклдері).

Орнықсыз жабын таужыныстары (1-класс) ашылымдары өзінің тұтастығын өте қысқа уақыт ағымында (0,5 сағатқа дейін) сақтай алады. Мұндай қысқа мерзімде жабын таужыныстары ашылымын механикаландырылған бекітпе секцияларымен жауып үлгеру мүмкін бола бермейді, бұл жағдай таужыныстардың кенбеті маңы кеңістігіне жиі құлап түсуіне себеп болады. Жұқа тақталанған сазтас пен беріктігі нашар құмайттастың қалыңдығы 1 м-ге дейін азаюы, олардың беріктігіне қарамай орнықтылығын күрт төмендетеді, яғни *жалған жабын* қалыптасады да, ол өндірілген көмірдің артынша опырыла құлайды. Ұңғымаларды мұндай интервалдарда бұрғылағанда әдетте тұтас керн көтерілмейді, ұңғыма диаметрінің үлкеюі (кавернометрия бойынша) аршылғаннан кейін 3-5 тәулік өткенде номинал диаметрден 2 және одан да көп есе артады. Орнықсыз және жалған жабын таужыныстарының орнықтылығын сақтау үшін қабаттың жоғарғы жағында қалыңдығы 0,4-0,5 м қорғаныс көмір будасы қалдырылады. Көмір ысырабын болдырмау үшін қорғаныс будасын қалдырудың орнына химиялық әдісті қолдану ұсынылады, ол жабынның беріктігі нашар таужыныстарын бекіту үшін тиімдірек болып табылады.

Шамалы орнықты жабын (2-класс) ашылымында таужыныстар өзінің тұтастығын 2 сағатқа дейін сақтай алады. Лава жеткілікті жылдам жылжығанда, жабын таужыныстарын бекітпе секцияларымен ұстап үлгеруге болады. Бірақ тектоникалық жарықшақтар болғанда немесе олардың үстінде негізгі жабынның орнықты және опырылуы қиын таужыныстары жайғасқанда, тікелей жабын таужыныстарының қарқынды деформациясы байқалады, олардың күмбезденуінің биіктігі 1-1,5 м-ге және опырылу биіктігі 3-5 м-ге жетеді. Бұл жағдай лаваның жылжу жылдамдығының тежелуіне және жабын таужыныстары күйінің нашарлауына әкеледі. Тазарту үңгімелерінде ұстаушы-қорғаушы типті механикаландырылған бекітпелер қолдану ұсынылады.

Орташа орнықты таужыныстар (3-класс) жабын ашылымында өзінің тұтастығын тәулік бойы сақтай алады және жабынды толық опыру арқылы ырықтандырғанда, бекітпе секцияларының артында күрделілік туындамайды. Тазарту үңгімелерінде қорғаушы-ұстаушы типті механикаландырылған бекітпелер қолданылады.

Орнықты таужыныстар (4-класс) жабынды отырғызғанда қалыңдығы 0,6-1,5 м тақталарға тарамдалады да бекітпе секциялары артындағы лаваның кеуленген кеңістігінде ұзындығы 5-6 м-ге дейін салбырап тұрады (комбайн жұмысының 5-10 циклінде), ол бекітпеге және кенбетіне қысым жасайды. Бұл жағдай жа-

бын таужыныстарының төменгі қабаттарының деформациясына және кенбеті бойымен көмір қабатының айтарлықтай қирауына әкеледі. Орнықты жабынды тазарту үңгімелерінде жұмыстық қысымы жоғарылатылған ұстап тұрушы типті механикаландырылған бекітпе қолдану керек.

Опырылуы қиын, яғни *аса орнықты* (5-класс) жабын таужыныстары лаваның кеуленген кеңістігінде 5-10 м-ден асатын қашықтықта 10 тәуліктен 1 айға дейін және одан да ұзақ салбырап тұруға қабілетті, содан кейін ғана ірі блоктар түрінде құлайды да бекітпе мен кенбетке күшті қысым жасайды. Мұндай жағдайда механикаландырылған бекітпенің қорғаушы клапандары іске қосылуы мүмкін және кенбеті маңы кеңістігінде жабын таужыныстары төменгі қабаттарының жарылуы мен кесіліп түсуі орын алуы тән. Лава бойымен 3-5 м-ге дейін созылған көмір қабатының барлық алынатын қалыңдығында кенбет ішінен 1 м-ге дейін және одан да асатын көмір блоктарының қирауы және бөлініп кетуі жиі байқалады. Осының барлығы кенбет маңы кеңістігінде жұмыс жүргізу қауіпсіздігін төмендетеді, өндіру жұмысының жылжуы күрт қысқарады, лаваның опырылымдармен көміліп қалуы мүмкін. Қиын опырылатын жабынды ырықтандырудың тиімді тәсіліне өндіру жұмысының алдында жабында терең ұңғымалар бұрғылап, қопарғыш заттар аттыру немесе күшейтілген механикаландырылған бекітпелер қолдану жатады.

Жабынның әртүрлі класты бөлікшелерінің таралуын жабын таужыныстары орнықтылығының картасын жасау арқылы көрнекі көрсетуге мүмкіндік береді. Мұндай карталар кен жұмыстарын жоспарлау мәселелерін сәтті шешуге, технологиялық схемаларды, механикаландырылған бекітпе типін және өндіру үңгімесі жабынын ырықтандыру тәсілін таңдауға қажет практикалық материал болып табылады.

Бұрғылау барлау материалдары бойынша тұрғызылған кен үңгімелерінде таужыныстар орнықтылығын болжау карталары шахта алаңдарын барлау мен кен-пайдалану барлауда алынған жаңа деректер жинақталған сайын нақтылануы тиіс.

33.3.2. Жезқазған кенорны тазарту үңгімелері жабынының орнықтылығын болжау

Өндіру үңгімелері жабындарының орнықтылығы бойынша кластарын бөлу критерийіне ашылымданған төбенің тұтастығын сақтау уақыты қабылданған. Осы уақыт ішінде өндірудің камера-бағана жүйесінің белгілі бір технологиялық процесін қауіпсіз жағдайларда орындау мүмкін болуы тиіс, мысалы:

- жекелеген камера төбесін ресімдеу (1-2 ай);
- камераның кен қорын алу (1 айдан 1 жылға дейін);
- панель қорын толық өндіру (5 жылға дейін);
- панельдің ұзақ қызмет атқару мерзімі (5-20 жыл, одан да ұзақ).

Жіктелімде (33.4-кесте) жабын кластары орнықтылығы бойынша таужыныстардың литологиялық типі, олардың қалыңдығы (М), тақташаларға тарамдалғандығы (m),

бір ості сығу (σ_o) мен керуге (σ_k) беріктік шегі, кен-барлау үңгімелеріндегі өлшемдер бойынша жарықшақтылықтың сызықтық коэффициенті (W), барлау үңгімалары кернін құжаттау деректері бойынша құрылымдық-бұзылғандық коэффициенті (K_k) және күрделілік жағдайларының интеграл көрсеткіші (K_{ii}) арқылы жіктеледі. Жіктелімде және де опырылымдар типін болжау, төбе ашылымының тұтастығын сақтау уақыты (t) және тазарту үңгімесі жабынын ырықтандыру тәсілі келтіріледі. Таужыныстардың зерделенетін литологиялық типінің көрсеткіштері бір-бірімен қиылысқан немесе әртүрлі кластарға сәйкес келетін көрсеткіштермен сипатталған жағдайларда жабын класын барлық көрсеткіштер ішіндегі ең қолайсызы бойынша анықтау керек.

Орнықсыз жабын (1-класс) қызыл сазтастан және құмайттас пен жұқа қызғылт-сұр, қошқыл майда түйірлі құмтас қабатшаларынан тұрады. Қызыл түсті таужыныстар қалыңдығы әдетте 1-5 м және одан да асады. Қызғылт-сұр және қошқыл құмтастың қалыңдығы 1 м-ден аспайды, одан жоғары көпшілік жағдайда негізгі жабынның қызыл түсті құмайттасы жайғасады. Таужыныстар жұқа қабатты бітімімен және төмен беріктігімен сипатталады, қабатшаларының қалыңдығы 5 см-ден 0,2-0,3 м-ге дейін. Қабатаралық жарықшақтар таужыныс қабаттарының көбінесе әртүрлі литологиялық типтері аралығындағы жапсарларда орналасады да ақ кальцит желішіктері және тегіс жалтырланған жазықтықтар (сырғанау айнасы) бойынша оңай анықталады.

Жабын таужыныстарының опырылуы ашылымданғаннан кейін 1-2 ай ішінде орын алады, көбінесе олар ашылымданудың артынша опырылады. Опытрылымдар масштабы бірнешеден жүздеген шаршы метрге дейінгі кең ауқымда өзгереді, биіктігі 0,2-0,3 м-ден 2-3 м-ге дейін. Бұл опырылымдар құлап түсу және қабаттарға ажырау типіне жатады. Жабында ірі қабатаралық жарықшақтар болған кезде, қопару жұмыстарының сейсмикалық ықпалынан таужыныстардың ауданы 300-500 м²-ден асатын қабаттары ажырап түседі, ал олардың биіктігі тарамдалған таужыныстар қалыңдығымен анықталады да 0,5-3,0 м аралығында ауытқиды. Уатылу зоналары және флексура иілімдері бүлдірген бөлікшелерде негізгі жабын қызыл түсті таужыныстарының күмбезденуі дамиды, камерааралық кентіректер қирайды. Субілінім (ылғалдану, тамшылау, судың сорғалап шығуы) жабын таужыныстары орнықсыздығын арттырады. Қызыл сазтас пен құмайттас кеніштің ылғал ауасы ықпалынан оңай морида да кеуленген кеңістікте шағын блоктар мен кесектер түрінде сусиды. Орнықтылық коэффициенті $K_0 = 5 - 30\%$, оның мәні жабын ашылымының уақыты артқан сайын көбейе береді.

Орнықсыз жабын таужыныстарын бекіту үшін төбені жылдам қататын химиялық құраммен жабуды қолдану, оны жарықшақты жабынға болат-полимер анкер бекітпемен бірлестіре айдау ұсынылады. Тек анкер бекітпені ғана қолдану тиімсіз, өйткені таужыныстар ашылымында кесектердің құлауы ұдайы болып тұрады. Бұл жағдай анкерлердің жалаңаштануына әкеледі де ақыр соңында таужыныстар солармен бірге опырылып түседі. Кенорынның орнықсыз жабынды бөлікшелері мысалына жататындар: 57 шахта Анненск 2-II жатынының XIV панелі, 55 шахта ПС-5-1 жатынының 2-ші және 3-ші панельдері, 65 шахта ПОБ-8-1 жатынының 1-ші панелі және басқалар.

Жезқазған кенорны мысты құмтас жатындары жабыны таужыныстары орнықтылығының жіктелімі

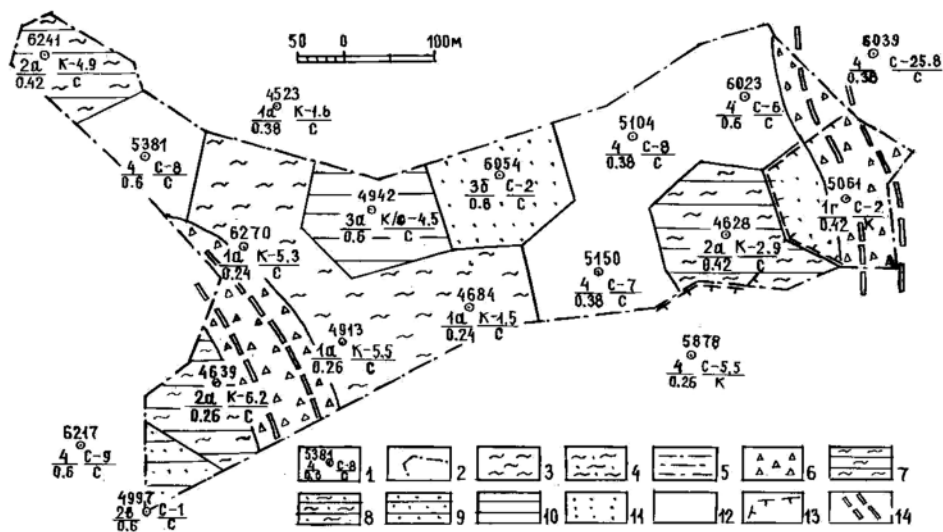
Жабын класы	Таужыныстардың литологиялық типі	M, м	m, м	Беріктігі, МПа		W, м ³	K _к , дана/м	K _н	Опырылу типі	t	Жабынды ырықтандыру тәсілі
				σ _с	σ _к						
1. Орныксыз	а) Қызыл сазтас пен құмайттас	Кез келген	0,05-0,2	30-60	2-7	>2	>2	>0,2	Құлау, тарамдалу, күмбездену	1 тәулік-1 ай	Жылдам қатайтын ерітіндімен көмкеру, болат-полимер штангалармен бекіту
	б) Сұрғылт-қызыл ұсақ түйірлі құмтас	<1,0	0,05-0,2	60-130	6-12						
	в) Сұр ұсақ түйірлі құмтас	<1,0	0,05-0,2	100-150	9-13						
	г) Барлық таужыныстар	Кез келген		Флексуралар, тектоникалық жарықшақтар мен уатылу белдемі							
2. Шамалы орнықты	а) Қызыл майда түйірлі құмтас	>2	0,2-0,5	80-100	7-10	1-2	3-7	0,2-0,32	Тарамдалу, құлап түсу, күмбездену	1 ай-1 жыл	Болат-полимер штангалармен бекіту, қызыл түсті таужыныстарды жылдам қатайтын құраммен жабу
	б) Қызыл түсті ұсақ түйірлі құмтас	1-2	0,2-0,4	100-150	9-13						
	в) Сұр ұсақ түйірлі құмтас	>1,0	0,1-0,4	100-170	10-15						
3. Орташа орнықты	а) Қызғылт-сұр, қонырқай ұсақ түйірлі құмтас, конгломерат	>3,0	0,5-1	120-160	10-15	0,6-1	1-3	0,32-0,44	Қабағтарға ажырау, опырылу	5 жылға дейін	Қажет болғанда штангалармен бекіту
	б) Сұр ұсақ және орташа түйірлі құмтас	1,0-3,0	0,3-0,7	140-180	12-16						
4. Орнықты	Сұр ұсақ-орташа түйірлі құмтас	>3,0	1,0-3,0	160-240	14-20	<0,6	<1	0,44-0,60	жок	>5 жыл	Бекіту қажет емес

Шамалы орнықты жабын (2-класс) қалыңдығы 2,0 м-ден асатын қызыл құмайттастан және қалыңдығы 1,0-2,0 м-дей сұр, қызғылт-сұр ұсақ түйірлі құмтастан тұрады. Қызыл құмайттастың бітімі қабатты, жасырын қабатты, қабаттарының қалыңдығы 0,2-0,5 м, ал сұр құмтас – қабатты, ол қызыл құмтастың жұқа қабатшалары болуына байланысты. Жарықшақтылық қиғаш бұрышпен қиятындардан және қабатаралық жарықшақтардан тұрады. Қия жарықшақтар аралығындағы қашықтық 0,5 м-ден 1,0-2,0 м-ге дейін. Әртүрлі литологиялық типтер жапсарында және нашар таужыныс қабатшаларында орналасқан қабатаралық жарықшақтар жабын таужыныстарын қалыңдығы 0,2-1,0 м болатын қабаттарға ажыратады. Таужыныстар опырылымы қабаттарға ажырау болып табылады, олардың ауданы оншақтыдан жүздеген шаршы метрге, биіктігі 0,3 м-ден 2,0-3,0 м-ге дейін. Уатылу зоналарымен, жергілікті флексуралармен және қабаттар иілімімен бүлінген бөлікшелерде негізгі жабынның қызыл құмайтасында биіктігі 5,0-10,0 метрге дейін және одан да асатын күзбездену болуы мүмкін (65 шахта ПОБ-6-II жатыны 58-бис панелі). Қия жаратын жиі жарықшақты бөлікшелерде сұр құмтас блоктары да құлап түседі (55 шахта ПС-3-II жатыны 38-панель). Қызыл құмайттастар моруға ұшырайды, ол таужыныс кесектері және блоктары түрінде опырылым жаралуға әкеледі. Орнықтылық коэффициентінің мәні 2-3-тен 20-30% шамасына дейінгі кең ауқымда өзгереді (5 шахта Златоуст 2-IV жатыны 12-12а панелі, 55 шахта ПС-5-II жатыны 1-панель, 65 шахта ПОБ-6-II жатыны 58-бис панелі және басқалар). Тектоникалық бұзылыстар дамыған бөлікшелерде үстіңгі қатқабат таужыныстары опырылып, камерааралық кентіректердің жаппай қирауы мүмкін (55 шахта ПС-6-I жатыны 31-панель, 45 шахта ПОБ-8-I жатыны VII панель, 57 шахта Златоуст 2-IV жатыны 12-панель, 44 шахта ПОБ-9-I-II-III жатындары 50-52 штректер және басқалар). Өндіру үңгімелерінде жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін жабынның орнықтылығы шамалы таужыныстарын болат-полимер штангалармен бекіту, сонымен қатар қызыл құмайтас ашылымдарын жылдам қататын құрамдармен көмкеру қажет.

Орташа орнықты жабынды (3-класс) қалыңдығы 1,5 м-ден асатын ұсақ-орташа түйірлі, жұқа қабатшаларға дербестелген сұр құмтас, кейде қызыл құмайтас, қалыңдығы 3,0 м-ден асатын майда-ұсақ түйірлі қызғылт түсті біркелкі және қабатшалау бітімді құмтас құрайды. Қабаттар қалыңдығы 0,5-1,0 м. Қия жаратын жарықшақтар аралығы 1-3 м, қабатаралық жарықшақтар нашар білінген, кей жерлерде олар таужынысты қалыңдығы 0,5-1,0 м тақталарға ажыратады. Жарықшақтылығы жиі, таужыныстардың құрылымдық-бітімдік ерекшеліктері жергілікті өзгеріске ұшыраған және беріктігі төмендеген бөлікшелерде таужыныс блоктарының ажырауы мүмкін, олардың ауданы әртүрлі және биіктігі 0,5 м-ден 3,0 м-ге дейін болады. Орнықтылық коэффициенті $K_0 = 1-3\%$ мәндерімен сипатталады. Орнықтылығы орташа жабынды тазарту үңгімелері камера қорын алып бітетін уақытқа дейін қанағаттанарлық күйде болады. Кен тасымалдауға пайдаланылатын камералардың, кенді қабаттарға бөліп қайтара өндірілетін панельдер жабынының орнықтылығын ұзақ уақытқа қамтамасыз ету үшін, оны болат-полимер штангалармен бекітіп тастау керек.

Орнықты жабын (4-класс) қалыңдығы 3,0 м-ден асатын сұр түсті рудалы және рудасыз ұсақ-орташа түйірлі құмтастан тұрады, ол қанағаттанарлық күйде ұзақ уақыт (20-25 жылға дейін) бола алады. Таужыныстар бітімі біркелкі, кейде қалың қабатты, қабаттар қалыңдығы 1,0 м-ден асады, беріктік мәндері жоғары – $\sigma_c = 150-250$ МПа. Жабын қабаттарының жарықшақтылығы әртүрлі. Қия жаратын жарықшақтар аралығындағы қашықтық әдетте 2,0-4,0 м-ден кем болмайды, тарамдалғандық нашар байқалады. Жатындардың орнықты жабынды бөлікшелері бекітуді қажет етпейді.

Кенорын руда жатындары кеуленген кеңістігінің күйі негізгі жабын мен үстіңгі қатқабат таужыныстары орнықтылығына да байланысты. Литологиялық (тікелей жабыны 1-ші және 2-ші класты, негізгі жабыны мен үстіңгі қатқабатында үлкен қалыңдықты қызыл түсті таужыныстар басым), құрылымдық (уатылу зоналары, флексура мен синклин иілімдері) және кен-техникалық (куыстардың екі-үш дүркін қабатталып орналасуы) факторлар қолайсыз бірлескен бөлікшелерде ірі опырылымдар дамиды. Олар камерааралық кентіректердің жаппай қирауымен сүйемелденіп, жер бетіне шыққанға дейін жүруі мүмкін. 1990-шы жылға дейін кенорынның өндіріліп біткен алаңдары ауқымында үстіңгі қатқабат таужыныстары жер бетіне шыққанша опырылған 7 оқиға тіркелген. Уақыт өте келе мұндай опырылымдар санының көбею ықтималдығы артатыны белгілі.



33.5-сурет. АС-6-І жатыны № 5 руда денесінің орнықтылық картасы:

- 1 – барлау ұңғымасы және оның нөмірі (цифрлар: 4 – жабынның орнықтылық класы;
- 0,6 – инженерлік-геологиялық жағдайлар комплексті коэффициентінің мәні;
- С-8 – жабын таужынысының құрамы және оның қалыңдығы, м; с – табан таужынысының құрамы; таужыныстар атауы: с – сұр құмтас; қ/с – қызғылт-сұр ұсақ түйірлі құмтас; қ – қызыл сазтас пен құмайттас);
- 2 – руда денесінің контуры; 3-12 – орнықтылығы бойынша жабын класы:
- 3 – класс 1а; 4 – класс 1б; 5 – класс 1в; 6 – класс 1г; 7 – класс 2а; 8 – класс 2б;
- 9 – класс 2в; 10 – класс 3а; 11 – класс 3б; 12 – класс 4; 13 – табандағы қызыл түсті таужыныстар дамуының контуры; 14 – флексура

Кенорынның жобаланатын руда жатындары жабынының класын танудың автоматтандырылған программасы әзірленген. Программаны орындау үшін бастапқы деректер кодталады және тиісінше басылады [1]. Бастапқы деректер геологиялық карталар мен қималардың, барлау ұңғымалары кернін геологиялық құжаттау және кен-барлау үңгімелерінің деректері бойынша анықталады.

Орнықтылық картасы кен жатындарының масштабы 1:2000 пландары негізінде жасалады. Жабын кластарының таралу шекаралары ұңғымалар деректерін жіктелімдік кестеге сәйкес интерполяциялау жолымен анықталады. Картада жатын табанындағы беріктігі төмен қызыл түсті таужыныстар шекарасы да көрсетіледі, өйткені олар үңгімелерді тіреп тұратын кентіректердің икемділігіне ықпал етеді (33.5-сурет).

Кен денелерінің жабынын ұстап тұратын кентіректердің көтергіштік қабілетін қамтамасыздау, астынан кеуленген қатқабаттағы ашық кеңістіктің орнықтылығын анықтайтын шарттардың біріне жатады. Карта көрнекілігін арттыру үшін жабын кластарын көрсететін штрих белгілерді және табандағы қызыл түсті таужыныстар контурын түсті белгілермен алмастыруға болады. Әр класты тікелей жабын таужыныстарының қалыңдығын изосызықтармен көрсетеді. Осылайша, орнықтылық карталары таужыныстардың көп параметрлі көлемдік моделі болып табылады. Карталар үңгімелердің орнықты элементтерін, тазарту үңгімелері жабынын бекімдеудің тәсілдері мен көлемін анықтауға қызмет етеді.

Жұмыс кеңістігінде қауіпсіздікті қамтамасыз ететін, тазарту үңгімесінің ашық төбесін ұстап тұратын камерааралық кентіректердің (КАК) оңтайлы диаметрі және кеннің жер қойнауындағы минимал ысырабы кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларының күрделілігін толық ескергенде ғана нәтижелі анықтала алады.

Бақылау сұрақтары:

1. Пайдалы қазбаларды жерасты тәсілімен және ашық тәсілмен өндіргенде қандай геологиялық қолайсыз процестер мен құбылыстар дамиды?
2. Асты кеуленген және үстінен кеуленген кеніне кеңістегіндегі кен қысымының білінімдері қандай?
3. Кеністің өндірілген кеңістіктеріндегі геология процестер мен құбылыстардың формалары мен білінім масштабтары қандай?
4. Қарағанды тас көмір өндіру үңгімесі жабынының орнықтылығы қалай болжанады?
5. Жезқазған кенішетрі үңгімелерінің орнықтылығы қалай болжанады?

34. ҚАРАҒАНДЫ ТАС КӨМІР АЛАБЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

34.1. Географиялық орналасуы және бедері

Қарағанды таскөмір алабы ендік бағытта созылып, 3600 км² ауданды алып жатыр. Көмірлі түзілімдер дамыған аудан 2000 км²-ге тең. Қабылданған геологиялық-өнеркәсіптік аудандау бойынша, алап батыстан шығысқа қарай Тентек, Шерубайнұра, Қарағанды және Жоғарғы Соқыр аудандарына бөлінеді (25.12-суретте).

Қарағанды алабының аумағы біршама шоқылды жазық болып табылады, батыс пен солтүстікке қарай шамалы еңіс. Жер бетінің абсолют биіктігі алаптың солтүстік-батысында 450 м-ден шығысында 600 м-ге дейін өзгереді. Жазық ауқымында салыстырмалы биіктіктері 30 м-ге дейін болатын жайпақ белдер бөлінеді. Көмірлі түзілімдер жер бетіне шығатын біршама шағын бөлікшелерде құмтас пен карбонат таужыныстардың аласа қырқалары байқалады. Бедердің жалпы біркелкі сипатын әдетте жаз айларында кеуіп кететін ұсақ өзендер аңғары біршама әркелкілендіреді.

Сипатталатын аумақ гидрогеологиялық жағынан толығымен Шерубайнұра өзені алабына кіреді, ол Қарағанды алабының батыс жағын ендікке жуық бағытта қиып өтеді. Алап ауданында ағатын Шерубайнұраның салалары – Соқыр және Тентек өзендері тұрақты ағысқа ие болмайды.

34.2. Кен үңгімелеріндегі геологиялық құбылыстар

Кен үңгімелерін қазғанда және көмір қабаттарын өндіргенде таужыныстар тепе-теңдік күйінің бұзылуынан және табиғи қайта бөлінісуі салдарынан, шахталарда кен қысымы мен әртүрлі геологиялық құбылыстар пайда болады. Бұл құбылыстар таужыныстардың әртүрлі массаларының деформациясында, қирауында, жылжуында және жылыстауында көрініс табады. Көмірсыйыстырушы таужыныстардың кен үңгімелерімен өзара әрекеттесуі салдарынан пайда болатын кен қысымы дамуына геологиялық және кен-техникалық факторлар шешуші ықпал етеді. Негізгі геологиялық факторларға кен алынатын алаңдардың геологиялық құрылысы, таужыныстардың литологиялық типі, олардың жайғасу жағдайлары, жарықшақтылығы мен айырылымдармен бұзылғандығы, физикалық-механикалық қасиеттері, газдылығы және басқалар жатып, осылар инженерлік-геологиялық жағдайлардың күрделілігін анықтайды. Кен-геологиялық факторлардан негізгі, даярлау және тазарту үңгімелерінің өлшемдері, пішіндері мен орналасуы, олардың салыну тереңдігі мен қазылу тәсілі, өндіру жүйелері мен механикаландырылған бекітпелердің қолданылатын типтері жатады.

Қарағанды көмір алабын жоспарлы игеру 1931 жылы оның көмірлі таужыныстары жер бетіне шығатын солтүстік жақтауында басталған. Игерудің бастапқы кезеңінде және 1960-шы жылдарға дейін ұсақ еңіс шахталар салынған, олар 30-50 м-ден 150-200 м тереңдікке дейін орналасқан. Бұл шахталарда тұтас өндіру жүйесі қолданылып, жабын таужыныстарын толық опырып отырғызумен бірлесе кен үңгімелерін жарты-

лай толтырып отырған. Ал 1960-шы жылдардан ұзын баған түрінде өндіру жүйесі және жабынды толық отырғызып ырықтандыру тәсілі қолданылады. Шахталарда барлық технологиялық операциялар 1975 жылға қарай толығымен дерлік комплексті механикаландырылған. Қазір көмір өндіру 300-500 м және одан да асатын тереңдікте жүргізіледі.

Кен үңгімелерінде және оларды қоршаған қатқабатта дамитын геологиялық процестер мен құбылыстар: тарамдалып ажырау, салбырап тұру және опырылу; құлау және күмбездену; итеріп шығару және кері тебу, жылжу мен газдинамикалық құбылыстар. Бұл процестер мен құбылыстардың барлығы негізінен геологиялық табиғатқа ие [1].

34.3. Алапты игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары

Қарағанды тас көмір алабы шахталарын салу мен пайдаланудың инженерлік-геологиялық жағдайлары біртұтас табиғи жүйе болып табылады. Бұл жүйе өзгергіштігімен сипатталады және оның құрамына мына элементтер кіреді: геологиялық-өнеркәсіптік аудандар мен бөлікшелер, көмірлі қатқабаттардың геологиялық құрылысы, таужыныстардың литологиялық және фациялық құрамы, олардың физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылығы, физикалық күйі, жайғасу жағдайлары, гидрогеологиялық жағдайлары мен көмір қабаттарының газдылығы.

Алап аудандарының геологиялық құрылысы, негізгі құрылымдық формалары, оларды құрайтын таужыныстардың литологиялық типтері және сулылығы туралы мәліметтер жоғарыда айтылған.

Шахталардағы қолайсыз геологиялық құбылыстар негізінен өндіру үңгімелері жабыны таужыныстарының өзін-өзі ұстауына байланысты. Алап көмір қабаттар жабыны таужыныстарының күйі олардың құрамымен, физикалық-механикалық қасиеттерімен, қабаттарға ажырауымен және жарықшақтылығымен анықталады. Көмір қабаттарының тікелей жабыны көбінесе сазтастан, кейде құмайттастан және жекелеген жағдайларда құмтастан тұрса, негізгі жабыны әдетте құмтастан тұрады. Көмір қабаттар табанында да сазтас басым болады.

Алапта орташа орнықты жабын басым (барлық шахтақабаттардың 50% шамасы), орнықтылығы төмендердің үлесіне 25%, орнықсыздардың – 20% тиеді, ал орнықты жабын тек 5% шамасында ғана. Жұқа тақталанған сазтас пен қалыңдығы 0,2-0,6 м-ден аспайтын көмірлі сазтас жайғасқан бөлікшелерде олар жалған жабын жасайды. Табан таужыныстары да көбінесе орташа орнықты болып келеді (45% шахтақабаттар), орнықтылығы төмен (20%) және орнықсыздар (20%) сиректеу, ал орнықтылар одан да сирек (15%) кездеседі.

Қарағанды көмірінің беріктігі проф. М. М. Протодьяконов шкаласы бойынша 0,5-1,4 шамасын құрайды. Көмірсыйыстырушы таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері туралы толығырақ ақпарат 31.3-тарауда берілген.

Қалыпты пайдалану жағдайын қамтамасыз ету үшін негізгі кен үңгімелерін әдетте берік құмтастарда орналастырады. Оған шахталардағы қолайлы гидрогеологиялық жағдайлар мен құмтастың іс жүзінде жібімейтіндігі де ықпал жасайды.

Алап таужыныстарында табиғи және үңгімелерді жүргізгенде кен қысымы ықпалынан пайда болатын техногендік жарықшақтар дамыған. Табиғи жарықшақтар өз кезегінде литогенездік (эндогендік) және тектоникалық (экзогендік) түрлерге бөлінеді. Литогенездік жарықшақтар қопсық шөгіндінің тығыз шөгінді таужынысқа өту процесінде көмірлі қатқабат дислокацияланған кезге дейін жаралған. Олар таужыныстарда әдетте төрт жүйе жасайды. Бұл жарықшақтар жүйесі қабаттар созылымына қатысты бойлық, көлденең және қиғаш (диагонал) бағдарланады. Литогенездік жарықшақтардың жиілігі таужыныс қабаттарының құрамына және қалыңдығына байланысты. Қабаттар қалыңдығы азайған және таужыныс саздылығы артқан сайын литогенездік жарықшақтар жиілігі артады. Литогенездік жарықшақтардың өзіне тән ерекшеліктеріне олардың тек қабат ауқымында ғана дамидыны жатады, олар көрші қабаттарға өтпейді және қабаттардың қабатталу бетіне перпендикуляр немесе перпендикулярға жуық орналасады.

Тектоникалық жарықшақтар тектоникалық процестерде жаралып, қатпарларда және жарылымдар зонасында қарқынды дамиды. Олар таужыныстарды әртүрлі бұрышпен қияды, ал олардың бағыты айырылым бұзылыстардың созылымына сәйкес келеді. Тектоникалық жарықшақтардың арақашықтығы бөлікшенің құрылысына байланысты және бірнеше сантиметрден бірнеше метрге дейін өзгереді. Бұл жарықшақтар кен жұмыстарын жүргізгенде үлкен күрделіліктерге әкеледі.

Таужыныстарда қабатаралық жарықшақтар да дамыған, олар әдетте таужыныстар мен көмір қабаттары жапсарларында орналасады. Бұл жарықшақтар литогенездік те, тектоникалық та болуы мүмкін және олар кен үңгімелерінде таужыныстардың паракталып ажырауына әкеледі. Сазтаста қабатаралық жарықшақтар аралығындағы қашықтық 2 см-ден 50 см-ге, ал құмтаста – 1 м-ден 5 м-ге дейін болады.

Алап шахталарын салу және пайдалану жағдайлары оның әр ауданы мен бөлікшелерінде олардың тектоникасымен және өнімді түзілімдердің жайғасу жағдайларымен, таужыныстардың құрамымен, қалыңдығымен, қасиеттерімен және суланғандығымен анықталады. Біршама қолайлы инженерлік-геологиялық жағдайларымен Қарағанды ауданы сипатталса, күрделі және өте күрделіге – Шерубайнұра және Тентек аудандары жатады.

Қарағанды ауданына біршама қарапайым құрылысқа Өнеркәсіптік бөлікшенің шахта алаңдары ие, мұнда таужыныстар жайпақ жайғасады. Көмір қабаттарының тікелей жабыны мен табаны таужыныстары құрамы бойынша беріктігі төмен және оңай жібитін, қалыңдығы өзгермелі сазтас пен көмірлі сазтастан тұрып, даярлау үңгімелерін тұтас бекіту қажеттігіне әкеледі. Негізгі кен үңгімелері әдетте көмір қабаттарын негізгі табанының берік құмтастарында орналасады. Кен үңгімелерін жүргізу және бекіту Саран бөлікшесінде күрделілеу, өйткені оған қарқынды тектоникалық бүлінгендік және таужыныстарда субілінім тән. Ұқсас жағдайлар Дубовка және Алабас бөлікшелерінде де сақталады.

Шерубайнұра ауданы ең күрделі инженерлік-геологиялық жағдайларымен айрықшаланады. Мұндай жағдай алаңдардың қатпарлы және айырылым бұзылыстарына, жатын мен табанда оңай моритын және жібитін нашар сазтас пен көмірлі сазтас жайғасуына, таужыныстар құрамының, қасиеттерінің және қабаттар қалыңдығының өзгергіштігіне байланысты. Осының бәрі кен үңгімелерін жүргізгенде, бекіткенде және пайдаланғанда айрықша шаралар қолдануды қажет етеді.

Тентек ауданында айрықша қиындықтар кен үңгімелерін және өндіру жұмыстарын долина дестесінің төменгі көмір қабаттары тобында жүргізгенде туындайды. Көмір қабаттарының жабыны мен табаны барлық жерде дерлік жұқа тақталы және қабыршақты сазтас пен көмірлі сазтастан тұрады, олардың қалыңдығы да өзгермелі. Жекелеген бөлікшелерге субілінім тән.

Тік (вертикал) шахта оқпандарын жүргізу жағдайларына қима таужыныстары құрамының, қасиеттерінің және күйінің өзгергіштігімен қатар, олардың жайғасу жағдайлары әсер етеді. Сондай-ақ юра түзілімдері сулы горизонттарынан су келу деңгейі жасайды, оның мәні 3-12-ден 100-250 м³/сағат шамасына дейін өзгереді. Бұл жағдайлар арнайы әдістерді, солардың ішінде юра сулы горизонттарын мұздатуды қолдануды қажет етеді.

Алап терригендік таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылығы мен тақташаларға ажырауы, олардың литологиялық және фациялық құрамына байланысты. Инженерлік-геологиялық жағдайлардың осы элементтерінің өзгергіштігі терригендік таужыныстар қалыптасуының геологиялық ерекшеліктерімен анықталатын құрамының әркелкілігіне байланысты. Сондықтан, алапты игерудің инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау және болжау, көмірлі қатқабат терригендік таужыныстары қалыптасуының геологиялық жағдайларын зерделеу проблемасын алға қояды.

Алаптың геотермиялық жағдайлары бұрғылау ұңғымаларында зерделенген. Термометрия деректері бойынша терең ұңғымалардағы таужыныстар температурасы 1200 м тереңдікте 26°С шамасын құрайды, яғни орташа геотермиялық градиенті 100 м-ге 1,6°С.

Алаптың аумағы бейсейсмикалық аудандарға жатады.

Қарағанды көмір алабы осындай көмір алаптары арасында ең газды саналады. Алап көмір қабаттары газының құрамында негізінен метан болады, сондай-ақ көмірқышқыл газы, азот, күкіртсутек, сутек және ауыр көмірсутектер бар. Қарағанды ауданындағы газдың мөлшері негізгі көмір қабаттарында 400 м шамасындағы тереңдікте 23-25 м³/т-ға жетіп, Шерубайнұра ауданында 25-27 м³/т-ға дейін артады. Бұл аудандарда газсыздану зонасының төменгі шекарасы тиісінше 120-175 және 130-160 тереңдіктерде өтеді. Қарағанды алабы шахталары жоғары метанмолдығымен айрықшалады, ол уақыт ағымында және кен үңгімелері тереңдеген сайын жүйелі түрде артады. Шахталардың барлығы дерлік қазіргі кезде метанмолдығы категориясы бойынша аса жоғары категориялыға жатады. Қарағанды алабы үңгімелері метанмолдығын болжау күрделі проблема болып табылады. Қазір бұл проблема ілеспе газды практикалық пайдалануға қатысты дербес қарастырылуда.

34.4. Қарағанды тас көмір алабын аудандау

Қарағанды таскөмір алабы негізгі өнімді дестелер таралған аумақ ауқымында жайғасуының геологиялық жағдайлары мен өнеркәсіптік мәндері бойынша 3 кен-өнеркәсіптік ауданға және 18 бөлікшеге бөлінеді (34.1-сурет).

Алап кен-өнеркәсіптік бөлікшелерінің шекарасы геологиялық белгілері бойынша жүргізіледі. Әр бөлікше белгілі бір десте ауқымында бөлінеді, ал көршілес

бөлікшелер аралығындағы шекара ірі (амплитудасы әдетте 100-200 м-ден асатын) айырылым бойынша жүргізіледі. Осы ірі айырылымдар көмірлі дестелерді тектоникалық блоктарға жіктейді. Тектоникалық блоктар құрылысын күрделендіретін айырылым бұзылыстар әдетте кен-өнеркәсіптік бөлікшелердегі шахта алаңдарының шекарасы қызметін атқарады. Алап бөлікшелерінің жайғасу тереңдігі 30-50 м-ден 500-600 м-ге дейін және одан да асады.



34.1-сурет. Қарағанды таскөмір алабының геологиялық-өнеркәсіптік сұлбасы.

Аудандар: I – Тентек; II – Шерубайнұра; III – Қарағанды.

Кен-өнеркәсіптік бөлікшелер (дөңгелекшелерде цифрмен көрсетілген):

- 1 – Манжсин; 2 – Тентек; 3 – Қарагөк; 4 – Сасықкөл; 5 – Тасзайым;*
- 6 – Қаражар-Шахан; 7 – Долинка; 8 – Қалтақ; 9 – Кішкенекөл;*
- 10 – Оңтүстік; 11 – Орталық; 12 – Солтүстік; 13 – Алабас; 14 – Саран;*
- 15 – Өнеркәсіптік; 16 – Майқұдық; 17 – Талдықұдық; 18 – Дубовка*

Осылайша, алап кен-өнеркәсіптік бөлікшелерін игерудің, инженерлік-геологиялық жағдайлары ең алдымен олардың тектоникалық құрылысына байланысты. Ол қарқындылығы әртүрлі айырылым және қатпар бұзылыстардың дамуына және таужыныстардың еңістік бұрышына байланысты. Көмірлі дестелер біршама қолайлы гидрогеологиялық жағдайларымен сипатталады, сулылық дәрежесі бойынша олар шамалы сулы және суланбағандарға жатады. Бөлікшелер аумағында оларды жауып жатқан төрттік, палеоген және юра сулы түзілімдері бар жерлер айтарлықтай сулылығымен (3-12-ден 100-250 м³/сағатқа дейін) сипатталған. Мұндай жерлерде көмірлі дестелерді вертикал шахта оқпандарымен аршу жағдайлары күрделенеді, үңгімелер жүргізгенде арнайы инженерлік шараларды қарастыру қажет болады. Алаптың кен-өнеркәсіптік бөлікшелерін игерудің М. В. Голицин мен В. М. Максимов деректерін (1973) пайдаланып құрастырылған инженерлік-геологиялық жағдайларының сипаттамасы *34.1-кестеде* келтірілген.

**Қарағанды таскөмір алабы кен-өнеркәсіптік бөлікшелері
инженерлік-геологиялық жағдайларының сипаттамасы**

Бөлікше (34.1-суретте)	Ауданы, км ²	Таужыныстар еңістігі, град.	Көмір қабаттары мен сыйыстырушы таужыныстардағы айырылым бұзылыстар			Жауып жатқан көмірлі дестелер						Көмір қабаттарының қалыңдығы, м	
			жалпы	1 км ² -ге	жалпы	ұзындығы, км	орташа ұзындығы, м	амплитудасы, м	еңістену, азимут	жасы	қалыңдығы, м		суланғандығы, м3/сағат
1. Қарағанды ауданы													
1.1. Қарағанды дестесі													
Өнеркәсіптік:													
шығысы	20	20-70	10	0,5	17	0,8	1,7	250	0, 0-6	Q	0-5	0-20	1-10
орталығы	25	5-15	6	0,2	5	0,2	0,8	50	0	J	0-160	0-80	1-11
батысы	25	5-20	14	0,6	30	1,2	2,1	100	0, 0-6	J	0-100	0-30	1-12
Саран	60	10-25	48	0,8	78	1,3	1,6	100	0, 0-0	J	0-150	0-90	1-8
Алабас	15	30-60	25	1,7	20	1,3	0,8	100	c	J	0-100	до 100	0,6-3,5
Талдықұдық	20	20-90	44	2,2	66	3,0	1,5	500	0-6	J	0-150	0-10	0,7-7,7
Майқұдық	20	20-70	13	0,7	32	1,6	1,2	200	0, 0-6	J	до 700	20-100	0,6-6,3
1.2. Дубовка дестесі													
Дубовка	31	0-30	15	0,5	15	0,5	1,0	100	0-ш	J	до 400	30-150	1,5-5,3

2. Шерубайнұра ауданы													
2.1. Қарағанды дестесі													
Солтүстік:													
солтүстігі	12	20-55	12	1,5	19	1,6	1,5	100	с-ш	Р	0-30	0-60	0,9-3,0
орталығы	9	30-40	2	0,2	2	0,2	1,0	50	с-ш	Р	0-30	0-60	0,9-3,0
оңтүстігі	11	20-30	12	1,1	14	1,2	1,2	150	с	Q	0-5	0-50	0,9-3,8
Орталық	43	10-25	54	1,2	123	2,9	2,3	300	о	Q	0-5	0-50	0,9-5,0
Оңтүстік	20	15-40	37	1,8	68	3,4	1,8	400	о	Q	0-5	0-50	0,6-5,8
Кішкене көл	12	20-90	24	2,0	60	5,0	2,5	600	о				(бейөнеркәсіптік)
2.2. Долинка дестесі													
Қаражар-Шахан	41	10-30	38	0,9	70	1,7	1,8	100	о, о-б	Q	0-5	0-60	0,7-4,5
Долинка	39	0-20	18	0,8	47	1,2	2,7	100	с-б, с, о	Q	0-5	0-60	1,3-5,9
Қалпақ	4	0-20	6	1,5	5	1,2	0,8	200	о				(бейөнеркәсіптік)
3. Тентек ауданы													
3.1. Қарағанды дестесі													
Манжии	20	20-40	13	0,6	32	1,6	2,4	300	с-ш	Q	2-5	до 40	0,7-3,9
Сасық көл	30	15-50	45	1,5	90	3,0	2,8	400	с-ш				(бейөнеркәсіптік)
3.2. Долинка дестесі													
Тентек:													
оңтүстігі	20	5-15	20	1,5	14	0,8	0,7	50	б	Q	0-5	до 50	0,6-4,0
шығысы	10-25	8	0,5	20	1,3	1,3	300	300	о	Q	0-5	до 50	0,6-5,8
Қарагөк	4	0-25	2	0,5	3	0,7	1,5	100	с-ш				(бейөнеркәсіптік)

Алаптың кен-өнеркәсіптік бөлікшелерін игеру инженерлік-геологиялық жағдайлары күрделілігінің көрсеткіші қызметін көмірлі дестелер геологиялық құрылысының ерекшеліктері атқарады. Барлық бөлікшелер аудан бірлігіне келетін айырылым бұзылыстар санымен бағаланатын геологиялық құрылысының күрделілігі бойынша қарапайым құрылысты (айырылым бұзылыстарының саны $<0,5$ дана/км²), күрделілігі орташа (0,5-1,5) және күрделі ($>1,5$ дана/км²) алаңдарға бөлінеді.

Құрылысы қарапайымға Өнеркәсіптік бөлікшесі, сондай-ақ Тентек бөлікшесінің оңтүстік-шығыс және солтүстік бөліктері жатады. Олар таужыныстар мен көмір қабаттарының жайпақ еңістігімен және айырылым бұзылыстардың шамалы дамуымен сипатталады. Осы қолайлы жағдайлар бұл бөлікшелер аумағында алаптың негізгі көмір шахталары орналасуын анықтаған. Дубовка бөлікшесі де қарапайым құрылысқа ие, бірақ мұнда көмір қабаттарының гипсометриясы айтарлықтай өзгеріштігімен айрықшаланады.

Орташа күрделілігімен Саран және Долинка бөлікшелері, сондай-ақ Тентектің шығыс бөлігі сипатталады. Олардың ауқымында көмір қабаттары мен сыйыстырушы таужыныстардың жайпақ еңістігі амплитудасы әртүрлі қаусырмалармен және лықсымалармен бүлінген, ал Саран бөлікшесінде және де қосымша ұсақ қатпарлық дамыған. Осыған байланысты бұл бөлікшелердегі шахта алаңдары ауқымында еңістік бұрышы 0-ден 250-40°-қа дейін өзгертін шағын аудандар байқалады. Бұл бөлікшелерге геологиялық құрылысының сипаты бойынша Қаражар-Шахан және Қалпақ бөлікшелері жақын.

Геологиялық құрылысы орташа күрделі бөлікшелердің келесі тобын Орталық, Солтүстік, Манжин бөлікшелері және Алабас бөлікшесінің оңтүстік-батыс бөлігі құрайды. Олар таужыныстар еңістігінің біршама күрттігімен де, айырылым бұзылыстардың айтарлықтай көп санымен де сипатталады. Дегенмен, жалпы алғанда бұл бөлікшелердің геологиялық құрылысы біршама қолайлы. Осы жағдай олардың ауқымында орналасқан шахталардың жеткілікті табысты өндірістік көрсеткіштерін анықтайды.

Майқұдық бөлікшесі мен Тентек бөлікшесінің батыс бөлігі қабаттардың күрт еңістігімен және ұсақ айырылым бұзылыстарының айтарлықтай санымен, бірақ біршама қолайлы құрылысымен айрықшаланады. Олар синклиндердің сыртқы қанатында және алаптың өздері аттас жарылымдары маңында орналасқан.

Күрделі құрылысқа Оңтүстік және Сасықкөл бөлікшелері ие, сондай-ақ оған Алабас бөлікшесінің оңтүстік-шығыс бөлігі кіреді. Күрделі құрылыс таужыныстардың күрт әрі өзгермелі еңістігімен және айырылым мен ұсақ қатпар бұзылыстардың қарқынды дамуымен білінеді.

Ең күрделісі – Талдықұдық, Тасзайым және Кішкенекөл бөлікшелерінің құрылысы, бұлар Қарағанды мен Шерубайнұра синклиндерінің оңтүстік қанатында орналасады. Олар таужыныстардың күрт, көбінесе аударыла жайғасуымен және айырылым бұзылыстардың молдығымен айрықшаланады. Өнімді түзілімдер ұсақ және бір-бірінен ажыраған блоктарға жіктелген. Бөлікшелерді игерудің күрделі инженерлік-геологиялық жағдайлары және шамалы өнімділігі, оларды қазіргі кезде бейөнеркәсіптік топқа жатқызуға мәжбүрлейді.

Жалпы алап бойынша, көмірдің баланстық қорының 25% шамасы құрылысы қарапайым бөлікшелерде, 40% – орташа күрделі және 35% – игерудің күрделі бөлікшелерінде орналасқан. Бұл бөлікшелердің геологиялық ортасында кен жұмыстарын жүргізу жағдайлары әрбір нақты жағдайда көмірсыйыстырушы таужыныстар литологиялық типтерінің, олардың қасиеттерінің, күйінің және кен үңгімелерінде өзін-өзі ұстауының өзгергіштігімен анықталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Қарағанды көмір шахталарында қандай геологиялық құбылыстар орын алады?
2. Қарағанды тас көмір алабын игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары қандай?
3. Қарағанды тас көмір алабын инженерлік-геологиялық жағдайлары бойынша қалай аудауға болады?

35. ЖЕЗҚАЗҒАН КЕНДІ АУДАНЫ МЫСТЫ ҚҰМТАС КЕНОРЫНДАРЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Жезқазған кенді ауданы ауқымында Жезқазған, Итауыз, Сарыоба мен Жаманайбат кенорындары және көптеген кенбілінімдер орналасқан. Ауданның барлық кенорындары бірдей мыс-полиметалл рудалылығымен, геологиялық құрылысымен және рудалы қатқабаттың литологиялық құрамымен сипатталады да кен-металлургия шикізат базасы қызметін атқарады.

35.1. Географиялық орналасуы және бедері

Жезқазған кенді ауданы Қарағанды облысы аумағында Қарағанды қаласынан батысқа қарай 550 км жерде, Орталық Қазақстанның батыс бөлігінде орналасқан. Кенді аудан аумағы жайпақ белдері бар жазық болып келеді. Абсолют биіктіктері 360-440 м, салыстырмалы биіктіктері 10-20 м шамасында. Аудан кенорындары аумағында тұрақты сутарап жоқ, тек шағын сайлар мен құрғақ өзендер аңғары байқалады.

35.2. Стратиграфиясы және литологиясы

Жезқазған кенді ауданы кенорындарының ауқымында карбон, пермь және кайнозой жаралымдары дамыған.

Карбон жүйесінің төменгі бөлімі карбонат қатқабатынан тұрып, киманың жоғарғы жағына қарай барлық жерде рудалы қатқабатты төсейтін терригендік жаралымдарға алмасады. Карбон жүйесінің ортаңғы және жоғарғы бөлімдері ала-құла түсті терригендік рудалы қатқабатты құрайды. Жезқазған кенорны ауқымындағы рудалы қатқабаттың қимасын академик Қ.И. Сатпаев (1935) зерттеген. Кенорындар геологиялық сұлбасы мен рудалы қатқабаттың стратиграфиялық бағанасы Жезқазған ГБЭ (1988) геологтары ұдайы жүргізген геологиялық зерделеу материалдары бойынша нақтыланып, *23.10-суретте* келтірілген. Осы стратиграфиялық бағана ауданның барлық кенорындары үшін типтік қима болып табылады.

Жезқазған рудалы қатқабаты екі дестеге бөлінеді: тасқұдық (төменгі рудалы) және жезқазған (жоғарғы рудалы).

Жезқазған кенді ауданы рудалы қатқабаты құрылысына қатысатын терригендік таужыныстар литологиялық құрамы бойынша біршама біркелкі болуымен сипатталады. Олар кезектесіп орналасқан құмтастан, құмайттастан, сазтастан, конгломерат пен әктас қабатшаларынан тұрады. Таужыныстар кезектесуінде біркелкілік пен монотондылық байқалады.

Рудалы қатқабат таужыныстарының петрографиялық құрамын және кен үңгімелерінде өзін-өзі ұстауын түбегейлі зерттеу көрсеткендей, олар құрамы бойынша әркелкі және қасиеттері бойынша өзгермелі болады. Мәселен, сырттай қарағанда монотонды кезектесетін сұр түсті және қызыл түсті қабаттарды петрографиялық құрамы, құрылымдық-бітімдік ерекшеліктері бойынша және кен үңгімелерінің

конструкциялық элементтерінде (жабынында, қабырғаларында, кентіректерінде және табанында) өзін-өзі ұстауы бойынша 20 типке дейін ажыратуға болады, олар негізгі 5 топқа бірігеді: құмас, құмайтгас, сазтас, конгломерат, гравелит.

Жезқазған кенді ауданы рудалы қатқабаты циклді құрылысқа ие. Қатқабаттың ең көп таралған литологиялық өкілдеріне құмтас пен құмайтгас жатады, сондықтан олар барлау және өндіру кен үңгімелерін геологиялық құжаттағанда толығырақ сипатталады. Терригендік таужыныстардың қалған өкілдерінің (конгломерат, гравелит, сазтас және әктас) қатқабат құрылысындағы үлесі шамалы, бірақта олар да аудан кенорындарының қимасы мен алаңында барлық жерінде таралған. Қатқабаттың әр циклі ірі сынықты таужыныстардан, құмтастан басталады да ұсақ сынықтымен және дисперсиялық таужыныстармен аяқталады. Кенорынның өнімді қатқабат ауқымындағы сынықты таужыныстардың түсі сұр, ал сазтас пен құмайтгас қызыл түсті болуымен сипатталады, бұл жағдай циклдерге түс контрастылығын береді.

Сипатталған терригендік таужыныстардың барлығы фациялық құрамы бойынша континенттік және континенттен теңіз түзілімдеріне өтпелі топтарға жатады. Аудан рудалы қатқабатының өзіндік ерекшелігіне қызыл және сұр түсті таужыныстардың кезектесіп қабаттасуына байланысты түсінің контрастылығы жатады.

35.3. Жерасты суы

Жезқазған ауданы кенорындарының аумағында мезозой-кайнозойдың сулы таужыныстары іс жүзінде жоқ. Терригендік рудалы қатқабаттағы жарықшақ суы құмтас горизонттарында орналасқан. Кенорынның гидрогеологиялық жағдайларын бұрғылау ұңғымалары мен шахталарда зерделеу көрсеткендей, жарықшақ суы 50-60 м тереңдікке дейін таралған. Тектоникалық жарықшақтылық дамыған бөлікшелердегі жерасты суы 150-200 м-ден асатын тереңдікке дейін анықталған. Қарастырылып отырған сулы комплекс ауқымындағы ұңғымалар шығымы әдетте шамалы. Кенорынның жоғарғы горизонттарында және тектоникалық жарықшақтылық зоналарында кен үңгімелеріне су келу статикалық қор есебінен жасалады да, ол біршама қысқа мерзімді пайдаланудан кейін (бір жылдың ішінде) сарқылады. Қарастырылған комплекс суы қоректенетін алқапқа рудалы қатқабат сыйыстырушы таужыныстарының жер бетіне шыққан алаңдары жатады.

Қатқабат сулы горизонттары сүзілу коэффициентінің мәні 0,001-0,43 м/тәулік аралығында өзгереді, оның қабылданған мәні 0,05 м/тәулік. Шахталар суының 150-200 м тереңдікке дейінгі минералдылығы 2 г/л-ге дейін, ал құрамы сульфат-натрийлі. Тереңдеген сайын минералдылық айтарлықтай артады (7-10 г/л-ге дейін), ал құрамы сульфаттыдан хлоридтіге дейін өзгереді.

Көптеген шахтаның кен үңгімелері іс жүзінде құрғақ, бірақ кенорынның жеке-леген бөлікшелерінде (тектоникалық бұзылыстар мен жарықшақтылық зоналары) судың жалпы келуі 180-200 м³/сағат шамасына дейін жетеді. М. В. Сыроватко (1960) жіктелімі бойынша кенорынның шахта алаңдары шамалы суланғандарға және суланбағандарға жатады.

35.4. Кен үңгімелеріндегі геологиялық құбылыстар

Жезқазған мыс-полиметалл кенорны жоспарлы түрде 1929 жылдан бері тереңдігі 30-50 м-ден 150-200 м-ге дейін және одан да асатын шахталарда, карьерлерде өндіріліп келеді. Ескі шахталарда руданы тұтас алып, ретсіз кентіректер қалдырылған, олардың диаметрі 8-15 м аралығында өзгерген. Соғыстан кейінгі кезде өндірудің негізгі жүйесіне камера-бағана түрі жатқан, ретті дөңгелек кентіректер қалдырылып, далалық және скреперлік руда жеткізу қолданылған. ГИ-ПРОцветмет жобасы бойынша, 1960-1975 жылдары 55-ші, 57-ші және 65-ші алып шахталар салынып, пайдалануға берілген, руда тазарту алаңдарында даярланып, өзі жүретін жарактар қолданылған. Осы кезден бері тосқауыл кентіректі панель-бағана (камера-бағана) өндіру жүйесінің әртүрлі варианттары қолданылады. Панель-бағана жүйесінің параметрлері мынадай: ені 150 м, ұзындығы 200-400 м, ені 15-30 м тосқауыл кентіректер үстіңгі қатқабат таужыныстарының барлығын ұстап тұруға есептеледі, ал камерааралық кентіректер 20x20 м бойынша орналасады. Руда жатынының қалыңдығы 7 м-ге дейін болғанда тұтас кен алу қолданылады, ал оның қалыңдығы 7 м-ден асса (18 м-ге дейін) – қабаттарға бөліп алынады, табан кертпеші қалдырылып, үстіңгі қабат астыңғыға қарағанда 20-40 м алға жылжып отырады. Қазіргі кезде тазарту жұмыстары 200-400 м тереңдікте, ал кен-құрылыс жұмыстары 400-500 м-ге дейінгі тереңдікте жүргізіледі.

Өндірудің қолданылатын панель-бағана жүйесі варианттарында кен жұмыстары өндірісі кенсыйыстырушы таужыныстар табиғи кернеуінің өзіндік қайта бөлінуіне әкеледі, яғни таужыныстар қысымы ұстап тұруға қалдырылған кентіректерге шоғырланады және үңгімелер жабынында жеңілдену зонасы қалыптасады. Осындай жағдайларда пайда болатын кен қысымы геологиялық құбылыстардың мынадай формаларында білінеді: ұстап тұратын кентіректердің, камералар төбесінің деформациясы және қирауы; тазарту панельдерінің ықпалындағы зонада үстіңгі қатқабат таужыныстарының жылжуы. Шахталар кен үңгімелеріндегі натуралық байқаулар көрсеткендей, кен қысымының дамуы геологиялық (кенорынның геологиялық құрылысы, таужыныстардың литологиялық типтері, олардың физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылығы, жайғасу жағдайлары және басқалар) және кен-техникалық факторлардың (қимада панельдердің бір-бірінің үстіне қабаттасып орналасуы, қабатаралық таужыныстардың қалыңдығы, панельдерді ұстап тұрған кентіректердің бірості орналасуы, камерааралық кентіректердің диаметрі мен биіктігі және басқалар) бірлескен әрекетіне байланысты.

«Жабын-кентірек-табан» жүйесінің орнықтылығы негізінен жабын таужыныстарының өзін-өзі ұстауына және өндіру үңгімелерін ұстап тұратын камерааралық кентіректердің көтеру қабілетіне байланысты. Жүйенің табаны әдетте орнықты, оны таужыныстардың жеткілікті беріктігі мен кентіректер аралығындағы ашық табанының шамалы ені қамтамасыз етеді. Шахталар кен үңгімелерінде мынадай геологиялық құбылыстар пайда болады және дамиды: жабын таужыныстарының құлап түсуі, қабатшаларға ажырауы және күмбезденуі, ұстап тұрған кентіректердің қирауы және үстіңгі қатқабат таужыныстарының жылжуы. Аталған геологиялық құбылыстардың барлығы геологиялық табиғатқа ие.

Кенорын кен үңгімелеріндегі геологиялық құбылыстардың біршама толық сипаттамасы 33-ші тарауда берілген. Төменде кен үңгімелері күйінің жалпы көрінісі мен оларда кен қысымы білінімінің масштабтары келтіріледі. Олар геологиялық құбылыстарды бағалау мен болжау геологиялық ортаны ұтымды игеру және қорғау үшін көкейтесті проблема екенін көрсетеді.

Жезқазған кенорнын пайдаланғаннан бері жинақталған жерасты қуыстарының көлемі 2000 жылға дейін 200 млн м³-ден асқан және жыл сайын 5-7 млн м³-ге артып отырады, олардың 1 млн м³-ге жуығы ғана ашық кен жұмыстарымен, гидравликалық қатайтын және құрғақ толтырмалармен сөндіріледі. Кеуленген кеңістікте тазарту үңгімелері жабынын ұстап тұру үшін 45 мыңдай камерааралық кентіректер қалдырылған және олардың саны жыл сайын 1 мыңдай мөлшерде көбейеді. Әртүрлі руда жатындарында ашылымданған жалпы ауданы 22 млн м²-ден асатын кеуленген кеңістік 450-ден асатын панель және барьер кентіректермен жекелеген бөлікшелерге бөлінген. Негізгі кен үңгімелерінің жалпы ұзындығы 1250 км-ден асады, олардың 550 км-дейі әрекетте. Кеніштерде 40-қа жуық шахта оқпандары пайдаланылады. Келтірілген мәліметтер Жезқазған кенорнының кеуленген кеңістігін әлем практикасында теңдесі жоқ бірегей кен-техникалық құрылыс деп бағалау керек екенін куәландырады.

Кен қысымы білінімінің масштабтары *33.1-кестеде* келтірілген деректермен сипатталады. Камерааралық кентіректер жаппай қираған кезде, үстіңгі қатқабат таужыныстарының биіктігі 40-200 м болатын жер бетіне шыққан немесе шықпаған опырылымдары тіркелген. Камерааралық кентіректер тобы қирауынан 80-нен астам бөлікшелерде жабынның кенет опырылу қаупі пайда болған. Бірақ шахта оқпандарының бүлінуі, тіпті оларды қорғап тұрған кентіректерді жартылай өндіргеннің өзінде байқалмаған.

Ашылымданған бос кеңістіктің ұзақ тұруы салдарынан нашарлаған бөлікшелер пайда болған. Олардың ауқымында мынадай қауіпті геологиялық құбылыстар дамиды: камерааралық кентіректердің жаппай қирауы, жабын таужыныстарының ажырауы және жер бетіне шыққанға дейін опырылуы. Руда өндіру көлемі барған сайын арту жағдайында және өндіру жұмыстарына жаңа кен денелерін тартқан сайын инженерлік-геологиялық жағдайларды бағалауды мұқият жүргізу қажеттігі тек кеуленген бөлікшелер күйін болжау мақсатында ғана емес, сондай-ақ үстінде әртүрлі құрылыстар салынған асты кеуленген аумағының орнықтылығын қамтамасыз ету бойынша инженерлік шаралар қолдану үшін де қажет.

400 метрден асатын тереңдікте орналасқан кен үңгімелерінде таужыныстардың атылуы және кен соққылары түріндегі құбылыстар байқалады.

35.5. Кенорынды игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары

Аудан кенорындары инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалауда олардың геологиялық құрылысы және таужыныстардың тиісті термодинамикалық жағдайлар ықпалынан қалыптасқан табиғи кернелген-деформацияланған күйімен байланысты геологиялық-құрылымдық позициясы айтарлықтай рөл атқарады. Рудалы ауданның

негізгі құрылымдық-тектоникалық формаларына меридианға жуық Шығыс Ұлытау, ендікке жуық Теректі тереңдік жарылымдары және Жезқазған синклин, Кенгір мен Жанай антиклин қатпарлары жатады, олар бірінші реттік құрылымдар болып саналады. Жезқазған синклинінде Жезқазған кенорны мен Жыланды кенорындар тобы орналасып, оның ауқымында екінші және одан да жоғары реттік құрылымдар дамиды. Мұндай құрылымдарға субмеридиан созылымды флексуралармен шектелген антиклин мен синклин құрылымдары, жарықшақтылық пен уатылу зоналары жатады.

Жарықшақтар кенорынның ажырамас құрылымдық-тектоникалық элементі болып табылады. Бұрын жүргізілген зерттеулерді талдау негізінде және кен үңгімелерінде рудалы қатқабат таужыныстарындағы өлшемдері статистикалық өңдеу нәтижесінде жарықшақтардың жеті жүйесі бөлінген (35.1-кесте).

Ең көп таралғандарға және барлық жерде дамығандарға I және II жүйелер жарықшақтары жатады, қалған жүйелер жарықшақтары әдетте кенорынның белгілі бір құрылымдарында орналасады.

35.1-кесте

**Жезқазған кенорны рудалы қатқабат таужыныстары
жарықшақтылығының сипаттамасы**

Жүйелер	Жайғасу элементтері, град			Жарықшақтардың арақашықтығы, м
	созылу азимуты	еңістік азимуты	еңістік бұрышы	
I	350–30	80–120 260–300	70–90	1-3, жиіленген зоналарда және флексураларда 0,1 м-ге дейін
II	Қабаттық және қабат іші (таужыныстар жайғасуына сәйкес)			1-2, жиілегенде 0,05-ге дейін
III	80–115	350–25 170–210	40–90	10-15, кейбір зоналарда 1,0-ге дейін
IV	40–70	310–340 130–160	80–90	2–3, жарықшақты зоналарда азаяды
V	310–340	40–70 220–250	40–70	> 2–5
VI	30–60	120–150	40–70	флексура зоналарында <0,2, антиклиналиндерде 10-20 м-ге дейін
VII	Флексура зоналарында орналасқан және құрылымдардың орналасуына байланысты		20–40	флексура зоналарында 0,8-1

Руда жатындарында I және II жүйелер жарықшақтарына орналасқан уатылу зоналары кездеседі, олар IV жүйе бойынша да дамыған. Уатылу зоналарының қалыңдығы олардың ұзындығына байланысты 0,1-0,2 м-ден 1-2 м-ге дейін жетеді, кейде одан да

асады, ал ұзындығы әдетте 100-200 м-ден 1-1,5 км-ге дейін. Олар морт құмтастарда дамып, пластикалық қызыл құмайттас пен сазтаста сөніп қалады.

Таужыныстардың еңістік бұрышы Жезқазған кенорнының әрекеттегі және кені алынған шахта және карьер алаңдары орналасқан орталық бөлігі ауқымында көлбеуге жуықтан (еңістік бұрышы 5° -қа дейін) жайпаққа ($5-25^\circ$) дейін. Кенорынның оңтүстік және оңтүстік-батыс бөлікшелерінде таужыныстар еңіс жайғасады ($25-45^\circ$), флексура зоналарында – қия еңіс ($45-70^\circ$), ал батыс шекарасы бойында – тікке жуық ($70-90^\circ$).

Жезқазған кенді ауданы кенорындары қалыптасуының геологиялық ерекшеліктеріне байланысты, айрықша инженерлік-геологиялық жағдайларымен сипатталады. Кенорындардың негізгі табиғи көрсеткіштеріне жататындар:

- жазық, жазық-шоқылы бедері;

- мору белдемінің болуы, мұнда таужыныстар бүлінген, рудалар шаймаланған және тотыққан; оның тереңдігі антиклин құрылымдары (Кресто, Покро, Петро, Ақши) ашылымдарында 15 м-ден аспайды, қалыңдығы шамалы кайнозой жаралымдары тысымен көмкерілген ойпаңдау бөлікшелер ауқымында (Златоуст және Анненск синклиндері) – 30 м, таужыныстардың еңістік бұрышы $20-30^\circ$ болатын оңтүстік-шығыс шекарасы бойында – 50-60 м, тектоникалық бұзылыстар мен флексура зоналарында – 70-100 м және одан да асады;

- рудалы қатқабат литологиялық құрамының құрылымы, бітімі, физикалық-механикалық қасиеттері мен қалыңдығы бойынша әртүрлі құмтас, құмайттас, сазтас пен конгломерат қабаттарының кезектесіп орналасуына байланысты әркелкілігі;

- субмеридиан Шығыс Ұлытау мен ендікке жуық Теректі тереңдік жарылымдары біріккен зонада орналасуы; осы жарылымдар флексура және тектоникалық жарықшақтылық зоналарымен бөлінген геодинамикалық дербестелген әртүрлі реттік геологиялық-құрылымдық формалар, таужыныстардың еңістік бұрышы әртүрлі бөлікшелер жаралуына әкелген;

- кенденудің көп ярустылығы, жекелеген бөлікшелерде руда жатындары кимада бір-бірін көп дүркін жауып жатады, олардың аралығындағы, яғни қабатаралық таужыныстар қалыңдығы 3-5 м-ден 30-50 м-ге дейін; кен денелерінің қабат сияқты сипаты, олар сыйыстырушы таужыныстармен үйлесімді жайғасады және олардың қалыңдығы аса өзгермелі – 1,0 м-ден 40,0 м-ге дейін; кендену тереңдігі 900 м-ге дейін жетеді;

- артық табиғи кернеу, мұнда тектоникалық вертикал кернеу гравитациялықтан 1,2-1,65 есе, ендік көлбеуден 2,8-3,2 есе және меридиан көлбеуден 5-8 есе артық, сондықтан ол 300-400 м тереңдіктің өзінде жерасты кен үңгімелерінде геологиялық құбылыстардың динамикалық формалары білініміне әкеледі;

- орасан зор кеуленген кеңістік қуысының болуы, ол айрықша инженерлік кентехникалық ахуал жасайды;

- аудан бейсейсмикалық сипатты; сырғымалар мен сел тасқындар болу мүмкіндігі жоқ.

Аталған көрсеткіштер кенорындардың өнеркәсіптік игерілуін анықтайды.

Ұсақ және орташа түйірлі сұр құмтас рудалы және кен жұмыстарының тікелей нысаны болып табылады. Өндіру үңгімелерінде жабынды ұстап тұратын кентіректер рудалы сұр құмтастан ресімделеді, осы құмтас көбінесе өндіру камераларының

жабыны мен табаны қызметін де атқарады. Әдетте рудалы сұр құмтастың табаны мен жабынында қызыл құмайтас пен сазтас жайғасады. Өндіру панельдері конструкциялық элементтерін есептегенде, біростік сығуға беріктігі шегінің мәні құмтас үшін $\sigma_c = 200$ МПа, ал қызыл құмайтас пен сазтас үшін $\sigma_c = 60$ МПа деп қабылданады.

Қолданылатын өндіру жүйелері үңгімелерінің конструкциялық элементтерінде кен қысымы бөлінісуінің заңдылықтары оның білінімінің сипаты мен қарқындылығын анықтайды. Бұл жағдай кен үңгімелері орнықтылығын анықтағанда инженерлік-геологиялық факторлар комплексін ескеру қажеттігін куәландырады. Факторлардың сандық сипатталуы бұрғылау барлау және кен-барлау жұмыстары материалдары бойынша жүргізілуі мүмкін. Кеуленген кеңістіктің орнықсыз және қауіпті бөлікшелерін анықтау үшін руда алынған бөліктерді инженерлік-геологиялық аудандау керек.

Одан басқа, ұстап тұрған кентіректерде және тазарту үңгімелері жабынындағы руда қабығында, қабатаралық және оқшауланған будаларда руданың мол қоры қалған. Бұл жағдай осы мол қорды алу үшін кенорынды қайтара өндіру проблемасын алға қояды.

Жезқазған кенді ауданы кенорындарын ВСЕГИНГЕО (1986) инженерлік-геологиялық жіктелімі бойынша күрделілігі орташа типке жатқызуға болады. Жезқазған кенорнын пайдалану тәжірибесі бойынша, аудан кенорындарында өндірісті күрделендіретін геологиялық құбылыстар пайда болуы мүмкін. Олардың алдын алу үшін кен үңгімелерінде таужыныстардың орнықтылығын арттыруға бағытталған шаралар қажет.

35.6. Жезқазған кенорнын аудандау

Жезқазған кенорны аумағы геологиялық жағдайлары мен өнеркәсіптік мәні бойынша алты кен-өнеркәсіптік (батыстан шығысқа қарай): Ақши-Спасск, Покро-Солтүстік, Покро-Оңтүстік-Батыс, Златоуст, Кресто және Анненск бөлікшелеріне бөлінген (35.1-суретте). Бөлікшелер шекарасы флексура зоналары немесе руда жатындарының табиғи контурлары бойынша өтеді.

Кен-өнеркәсіптік бөлікшелерді игерудің экономикалық жағдайлары геологиялық факторлар комплексімен анықталады. Бұл факторлар бұрғылау барлау материалдары бойынша және кенорын руда жатындарын пайдаланудың тәжірибесін пайдаланып, сандық көрсеткіштермен сипатталған. Негізгі геологиялық факторларға руда жатындары жабыны таужыныстарының өзіне тән физикалық-механикалық қасиеттерімен сипатталатын литологиялық типтері, олардың қалыңдығы, тереңдігі мен жайғасуының құрылымдық-тектоникалық жағдайлары (еңістік бұрышы, флексура және уатылу зоналары, ұсақ қатпарлық пен жарықшақтылық) және табиғи кернелген $P\sigma$ күйі жатады. Бұл факторлар кен үңгімелерінде жағымсыз экологиялық құбылыстар пайда болуы мен дамуын анықтайды. Руда денелері мен оларды сыйыстырушы таужыныстардың жарықшақтылығы ВСЕГИНГЕО (1986) әдістемесі бойынша жарықшақтылық ($M_{ж}$) пен кесектілік ($M_{к}$) модульдері арқылы бағаланады.

Жезқазған кенорнының аумағы игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары күрделілігі бойынша қарапайым, орташа күрделі, күрделі және өте күрделі бөлікшелерге жіктеледі (35.2-кесте).

35.2-кесте

Жезқазған кенорнын игерудің инженерлік-геологиялық жағдайларының күрделілігі бойынша жіктелімі

Бөлікшелер	Инженерлік-геологиялық жағдайларының сипаттамасы							Кен үңгімелеріндегі ықтимал экологиялық құбылыстар
	жабын таужыныстары	қалыңдығы, м	еңістік бұрышы, град.	тереңдігі, м	$M_{ж}^?$ дана/м	$M_{к}^?$ дана/м	$P\sigma$	
Қарапайым	Сұр ұсақ және орташа түйірлі құмтас	2-3	5-15	<400	<1	<3	<0,25	Бүлінусіз деформация
	Қызыл майда түйірлі құмтас пен құмайттас	>5						
Орташа күрделі	Сұр, ұсақ және орташа түйірлі құмтас	<1-2	10-25	<400	1-3	3-5	0,25-0,50	Опырылу, кентіректердің қирауы
	Қызыл майда түйірлі құмтас пен құмайттас	5						
Күрделі	Қызыл құмайттас пен сазтас	≥ 3	15-25	<400	3-10	5-10	0,25-0,50	Опырылу, күмбездену, кентіректердің қирауы
	Сұр ұсақ және орташа түйірлі құмтас	<3-5	5-15	350-450	<3	<5	0,5-0,7	Опырылу, күмбездену, кентіректердің жаппай қирауы
	Майда түйірлі құмтас, сазтас және сазтас	кез келген	15-15	кез келген	>10	>10	<0,25	Опырылу, күмбездену, кентіректердің қирауы
Өте күрделі	Сұр ұсақ және орташа түйірлі құмтас	>3	5-15	>400	<1	<3	>0,7	Динамикалық құбылыстар
	Қызыл құмайттас пен сазтас уатылу зоналы	>3-5	20-35	кез келген	>10	>10	<0,25	Күмбездену, жылжу, кентіректердің жаппай қирауы
	Кез келген таужыныстар флексура зоналарында	кез келген	>30-45	кез келген	>10	>10	<0,25	Опырылу, күмбездену және жылжу

Қарапайым экологиялық жағдайлармен Кресто, Покро-Солтүстік, Покро-Оңтүстік-батыс (шығыс бөлігі) бөлікшелерінің көп бөлігі (60% шамасына дейін) және Златоуст бөлікшесінің елеулі бөлігі (30%) сипатталып, олар кенорынның Орталық руда алаңын жасайды. Антиклин (Кресто, Покро, Ақши) және синклин центриклиндері (Златоуст, Анненск) құрылымдарда руда денелері 200-300 м тереңдікке дейін орналасқан. Рудалы горизонттардың жер бетіне шыққан бөлікшелерінде өнеркәсіптік жатындар ашық тәсілмен шағын (тереңдігі 20-30 м-ге дейін) және ірі (200 м және одан да терең) карьерлермен өндіріледі. 30-50 м-ден асатын тереңдіктерде өндіру жерасты тәсілімен жүргізіледі. Кенорынның жоғарғы горизонттары 100-200 м-ге дейін барлық кен-өнеркәсіптік бөлікшелерде әдетте біршама қарапайым инженерлік-геологиялық жағдайларымен сипатталады. Ақши-Спасск бөлікшесінің 300-350 м тереңдікте орналасқан және жайпақ жайғасқан айтарлықтай аумағы да (30% шамасында) қарапайым жағдайларға ие.

Орташа күрделі инженерлік-геологиялық жағдайларға Златоуст бөлікшесі аумағының көп бөлігі (>50%), Покро-Солтүстік, Покро-Батыс, Ақши-Спасск және Анненск бөлікшелерінің жақын орналасқан флексура зоналары аралығындағы біршама жайпақ алаңдары мен Кресто бөлікшесінің флексура маңы ауданы ие. Күрделілігі орташа бөлікшелерде руда денелерінің жайғасу тереңдігі 100-150 м-ден 300-400 м-ге дейін өзгереді, таужыныстардың еністік бұрышы әдетте 15-25°-тан аспайды.

Күрделі инженерлік-геологиялық жағдайларымен сипатталатын алаңдар барлық ірі флексуралар маңы зоналарында орналасқан. Мұнда қарқынды жарықшақтылық, қуатты уатылу зонасы және таужыныстардың ұсақ синклин қатпарлары түріндегі жергілікті иілімдері дамыған. Мұндай алаңдар барлық кен-өнеркәсіптік бөлікшелер аумағында бөлінеді, әсіресе Анненск бөлікшесінде таралған (аумақтың 50% шамасы). Таужыныстардың еністік бұрышы 15-25°. Руда жатындарының еністік бұрышы артқан сайын олардың жарықшақтылық қарқындылығы мен ұсақ құрылымдық блоктарға жіктелгендігі де артады. Бұл жағдай жабын таужыныстары мен ұстап тұратын кентіректерде теріс геологиялық құбылыстар пайда болуына және асты кеуленген қатқабат таужыныстарының жылжуына әкеледі. Ақши-Спасск бөлікшесі орталық бөлігіндегі жекелеген алаңдар жайпақ жайғасқан және негізінен құмтастан тұрады, бірақ 400-450 м тереңдіктерде игерудің күрделі жағдайларымен сипатталады, өйткені мұнда динамикалық құбылыстар пайда болу қаупі бар.

Өте күрделі инженерлік-геологиялық жағдайлар флексура зоналарына және таужыныстар еністік бұрышы қия аудандарға тән. Оларда жайғасу тереңдігі айрықша рөл атқармайды. Флексуралардың тектоникалық жарықшақтар жарып өткен зоналарында субілінім байқалады. Мұндай жағдайлармен Анненск бөлікшесінің 30% аумағы сипатталады. Ақши-Спасск бөлікшесінде игерудің өте күрделі жағдайлары 400-450 м-ден асатын тереңдікте бөлінеді. Мұнда рудалы таужыныстар жайпақ жайғасқанымен, бірақ кернеулік күйінің деңгейі жоғары ($P\sigma > 0,70$) және таужыныстар кен соққыларына бейім.

Жезқазған кенорнында игеру жағдайларының күрделілігі әртүрлі алаңдар былайша бөлінеді: қарапайым аудандар аумақтың 40%, орташа күрделілер – 20%, күрделілер – 20% және өте күрделілер – 20% шамасын қамтиды. Кенорынның қарапайым және күрделілігі орташа жағдайлардағы бөлікшелері игеріліп біткен және

игерілуі жалғасуда, яғни кен үңгімелерімен босансыған, сондықтан мұнда әртүрлі техногендік экологиялық-геологиялық құбылыстар пайда болады және дамиды. Кен-құрылыс жұмыстары қазіргі кезде Ақши-Спасск және Анненск бөлікшелерінің күрделі жағдайлардағы алаңдарында жүруде.

Кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларының кеңістікте өзгергіштігін бейнелеудің тиімді тәсіліне, олардың картасын жасау жатады. Қазіргі кезде әртүрлі құрамды және типті мұндай карталарды зерделеу мен тұрғызудың көптеген әдістері мен тәсілдері ұсынылған.

Инженерлік-геологиялық карталарда геологиялық ортаның жекелеген элементтерінің (таужыныстардың жайғасу жағдайлары мен литологиялық типтері, олардың қалыңдығы, физикалық-механикалық қасиеттері және басқалар) немесе олардың бірлестігінің кеңістікте өзгергіштігі көрсетіледі. Мұндай карталар кенорын инженерлік-геологиялық жағдайлары туралы көрнекі ақпарат береді де солардың негізінде геологиялық ортаны ұтымды пайдалану мен қорғау мәселелері шешіледі. Инженерлік-геологиялық карталар жасаудың бастапқы материалдарына барлау жұмыстарының деректері, таужыныстарды лабораториялық зерттеу нәтижелері және кенорынды пайдаланудың қолда бар тәжірибесі қызмет атқарады.

Жезқазған кенорнының инженерлік-геологиялық картасы руда жатындардың масштабы 1:10 000 біріктірілген планында тұрғызылған [1]. Картада кені алынып біткен бөлікшелердің де сипаттамасы берілген, өйткені олардың ауқымында теріс техногендік геологиялық құбылыстар пайда болады әрі дамиды. Кен жұмыстарымен бүлінген бөлікшелердің және кені алынған алаңдар ауқымындағы инженерлік-геологиялық жағдайларының (ИГЖ) күрделілігі бойынша бөлікшелердің әртүрлі типтерінің толық сипаттамасы кенорынның асты кеуленген қатқабатын аудандауға және қайтара өндіруге байланысты төменде беріледі.

35.7. Кенді алаңдарды қайтара өндіру үшін аудандау

Жезқазған кенорнының Орталық кенді алаңы (оның ауқымында 8 әрекеттегі және көптеген жабылған шахталар орналасқан) жерасты тәсілі жүйелерімен өндіру кеңістігін табиғи ұстап тұру арқылы өндіріледі. Мұнда жер қойнауында ұстап тұратын кентіректерде, руда жатындарының жабынында, табанында және жиектерінде руданың айтарлықтай қоры қалдырылған, ол орташа алғанда алынған қордың 22% шамасын құрайды, ал жекелеген бөлікшелерінде 30-35% және одан да асады. Осылайша, Жезқазған кенорны қойнауында қазіргі кезде және бір «техногендік» кенорын жаралған, оны қайтара өндіру көкейтесті мәселе болып табылады.

Ашық тәсілмен қайтара өндірудің инженерлік-геологиялық күрделілігі және кен үңгімелерінің орнықтылығы бойынша төрт: қарапайым, орташа күрделі, күрделі және өте күрделі бөлікшелер типі бөлінеді (35.3-кесте). Олардың таралуы инженерлік-геологиялық аудандау картасында көрсетілген. Бөлікшелерді игеру жағдайларының күрделілігі бойынша асты кеуленген қатқабаттың кені алынған кеңістік қуыстарымен нашарлаған күйін, олардың қимада және алаңда бір-бірін жабуын (ярустала орналасуын), опырылған және нашарлаған өндіру бірліктерінің болуын ескеріп бөледі.

**Жезқазған кенорны бөлікшелерінің қайтара ашық тәсілмен
өндіру инженерлік-геологиялық жағдайларының күрделілігі бойынша жіктелімі**

Бөлікшелер	Инженерлік-геологиялық сипаттамасы				
	жарықшақтылық		таужыныстардың еңістік бұрышы, град	қиғадағы таужыныстардың басым литологиялық типтері	жерасты қуыстарының болуы
	W, м ⁻¹	K _ж			
1. Қарапайым	<0,1	>0,5	10-15°, ал егер қатқабатқа еңіс болса кез келген	Сұр құмтас, құрамында құмайтас, конгломерат қабатшалары бар	жоқ
2. Орташа күрделі	<0,1	>0,5	-"	Қызыл құмайтас, сазтас қабатшаларымен	жоқ
	0,1-0,3	0,4-0,5	-"	Сұр құмтас, конгломерат пен құмайтас қабатшалары бар Сұр құмтас пен қызыл құмайтас қабаттары, басқа типті таужыныс қабатшалары бар	
3. Күрделі	0,3-1,0	0,2-0,4	15-20°, егер қатқабат жағына еңістенсе, онда кез келген	Сұр құмтас, конгломерат пен құмайтас қабатшалары бар Қызыл құмайтас пен сазтас	Бір ярусты қуыстар Жоқ немесе жекелген үңгімелер
4. Өте күрделі	>1,0	<0,2	Флексура зоналары	Кез келген	Бар-жоғының мәні жоқ
			15-20°, егер қатқабат жағына еңістенсе, онда кез келген	Қабаттасқан сұр құмтас пен қызыл құмайтас, басқа таужыныс қабатшалары бар	

Қарапайым жағдайдағы бөлікшелер шектеулі таралған. Олар кен үңгімелерімен бүлінбеген шектеулі бөлікшелерде орналасып, шамалы тектоникалық жарықшақтылыққа ($W < 0,1$) және жайпақ жатысқа ие, яғни таужыныс қабаттарының еңістік бұрышы көлбеу және жайпақ болады. Қарапайым бөлікшелердің үлесі руда алаңы ауданының 5-10% шамасынан аспайды.

Күрделілігі орташа инженерлік-геологиялық жағдайлардағы бөлікшелер жерасты кен үңгімелерімен бүлінбегендігімен, жоғары жарықшақтылығымен ($W = 0,1 - 0,3$), қиғада қызыл құмайтас пен саз қабаттарының дамуымен, таужыныстар еңістік бұрышының жайпақтығымен сипатталады. Мұндай бөлікшелер руда алаңы ауқымының 20-25% шамасын құрайды.

Инженерлік-геологиялық жағдайлары *күрделі бөлікшелерге* жататындар: кені алынған кеңістік қуыстары бар аумақтар; қатқабаттың кен үңгімелерімен бүлінбеген бөліктері, жарықшақтылығы қарқынды қорғаныс кентіректері ($W = 0,3 - 1$) немесе уатылу зоналарымен қирағандар. Күрделі бөлікшелер руда алаңы аумағының 30-35% шамасын қамтиды.

Өте күрделі инженерлік-геологиялық жағдайлардағы бөлікшелер флексуралар ықпалындағы зоналарда және кеуленген кеңістік қуыстары ярусталып бір-бірін екі-үш дүркін жапқан алаңдарда, олардың орнықсыз күйіне байланысты және нашарланғандығына байланысты бақылауға алынған бөліктерінде орналасады. Орталық рудалы алаң ауқымында өте күрделі жағдайлардағы бөлікшелер оның 25-30% аумағын алып жатыр.

Жезқазған кенорны қойнауында қалған жеткілікті мол руда қорын ашық тәсілмен үлкен карьермен тұтастай қайтара өндіру ұтымды саналады. Үлкен карьер жақтауларын ресімдеу оның тереңдігі мен инженерлік-геологиялық жағдайларының күрделілігін ескеріп жүргізілуі тиіс. Мәселен, Покро-Солтүстік бөлікшесінде орналасқан және Златоуст-Беловск карьеріне оның батыс жағынан бірігетін солтүстік-батыс жақтауы біршама қолайлы жағдайларда ресімделеді. Мұнда қима таужыныстары жайпақ жайғасқан және олардың жарықшақтылығы да айтарлықтай қарқынды дамымаған, тек Петро негізгі флексурасы ықпалындағы зона ғана күрделілеу, мұнда ПС-3-II және ПС-5-I-II руда жатындарының жерасты қуыстары орналасқан. Батыс жақтауы субмеридиан бағытта созылады, ол Петро екінші және Петро негізгі флексура зоналарында орналасуына байланысты, ал оңтүстік жиегінде кеуленген кеңістік екі дүркін ярустала орналасатындықтан әрі опырылған қуыстарда болуынан, өте күрделі жағдайлардағы бөлікшелер арқылы өтеді.

Карьердің оңтүстік-батыс жақтауын 2-ші Покро-Оңтүстік-батыс және Кресто флексурасының зоналары, кеуленген кеңістік қуыстарының болуы күрделендіреді, ал олардың аралығындағы бүлінбеген қатқабатта жағдайлар біршама қолайлы.

Оңтүстік жақтауы тік амплитудасы 100 м-ден асатын және ені 0,5 км-ге дейінгі Кресто флексурасында орналасқан, оның шығыс қанатында кеуленген кеңістіктер 2-3 ярусты орналасқандықтан және опырылған қуыстар болуынан (штр. 50-52, гор. 270 м), өте күрделі жағдайларымен сипатталады.

Оңтүстік-шығыс жақтауы оның таужыныс қабаттарының еңістік бұрышы 25-35°-қа жететін бөлікшеде орналасқанына қарамай, біршама қолайлы жағдайларымен сипатталады. Мұнда кеуленген кеңістік қуыстарының болуына, қимада қызыл түсті таужыныстардың басымдығына, олардың жоғары жарықшақтылығына және мору белдемінің 50-80 м-ге жететін біршама үлкен тереңдігіне назар аудару қажет.

Шығыс жақтауын оның флексура зоналары мен кеуленген кеңістіктің беріктігі нашарлаған бөлікшелері күрделендіреді. Инженерлік-геологиялық жағдайларының айрықша күрделілігімен Златоуст бөлікшесіндегі Раймунд флексурасында орналасқан интервалы күрделендіреді. Мұнда қолайлы жағдайды таужыныстардың карьер жағына қарай еңістігі де туындатады.

Кенорынды шағын карьерлермен қайта өндіргенде тереңдігі 30 м-ден (антиклин құрылымдары ауқымында, бедердің жоғары орналасқан геоморфологиялық элементтерінде) 100 м-ге дейін (таужыныстар еңіс және қия жайғасқан бөлікшелерінде, флек-

сура зоналарында) жететін мору белдемін, шектеулі бөлікшелердегі жағдайлардың күрделілігін ескеру керек және оларды геологиялық құрылысын талдау деректерін пайдаланып әрі жіктелім (35.3-кестедегі) көмегімен бағалайды.

Жерасты тәсілімен қайтара өндіру. Кені алынған өндіріс бірліктерін қайтара жерасты тәсілімен өндіруді жобалау және оларда жерасты кен жұмыстарының инженерлік-геологиялық жағдайлары бойынша күрделілігін бағалау үшін мұнда да бөлікшелердің төрт: қарапайым, орташа күрделі, күрделі және өте күрделі типі бөлінеді (35.4-кесте). Олардың орналасуы инженерлік-геологиялық аудандау картасында көрсетіледі.

Күрделі және өте күрделі инженерлік-геологиялық жағдайлар қуыстар бір-бірін 2-3 дүркін жауып жатқан бөлікшелерге тән. Мұндай жағдайлар Спасск мұльдасының оңтүстік бөлігінде, Покро мен Кресто күмбездерінде, Анненск мұльдасында қалыптасқан. Олар екінші реттік құрылымдық әркелкіліктер: тектоникалық нашарланған зоналар; солтүстік-батыс, меридиан және ендікке жуық созылымды жергілікті флексура иілімдері, сондай-ақ таужыныстар еңістігінің үлкендеу бұрыштары дамуына байланысты. Осы құрылымдық нашарлаулармен кеуленген кеңістіктегі ең ірі геологиялық құбылыстар, солардың ішінде жер бетіне шығатын опырылымдар байланысты.

Инженерлік-геологиялық жағдайлары *қарапайым* және *күрделілігі орташа* бөлікшелер аумақтың 50% шамасын алып жатыр, олардың ішінде бөлікшелердің екінші типі басым. Олар кенорынның солтүстік және орталық бөліктерінде – Спасск мұльдасы, Покро күмбезі және аз шамада Кресто күмбезі ауқымында таралған. Бұл бөлікшелер аралығында инженерлік-геологиялық жағдайлары күрделі, жиі жарықшақты флексура маңы зоналарында орналасқан, ал Кресто бөлікшесінде – ұзын уатылу зоналары бар алаңдар бөлінеді. Мұндай күрделенген бөлікшелерде кеуленген кеңістік өзінің орнықтылығын жоғалтады, камерааралық кентіректердің жаппай қирауы, жабын таужыныстарының күмбезденуі және үстіңгі қатқабат таужыныстарының жылжуы орын алады.

35.4-кесте

Жезқазған бөлікшелерін қайтара жерасты тәсілімен өндірудің инженерлік-геологиялық жағдайлары бойынша жіктелімі

Бөлікшелер	Инженерлік-геологиялық сипаттамасы	Геологиялық құбылыстар формасы мен масштабы
1. Қарапайым	Таужыныстардың жайпақ жайғасуы ($\alpha < 15^\circ$). Үңгімелер жабыны мен табанында сұр ұсақ және орташа түйірлі құмтас. Жарықшақтар торабы дискретті. Қия тектоникалық жарықшақтар аралығындағы қашықтық > 10 м, $W < 0,1$, $K_{\text{ж}} > 0,5$. Құрылымдық блоктар өлшемі > 2 м	Кеуленген кеңістік күйі 5 жылға дейін жақсы жағдайда болады

2. Орташа күрделі	Таужыныстар жайғасуы жайпақ ($\alpha < 15^\circ$). Тікелей жабын сұр құмайттастан, ұсақ түйірлі құмтастан тұрады, олардың қалыңдығы 1-2 м. Қия жарықшақтар аралығының қашықтығы 3-10 м. жарықшақтар торабы үзік-үзік, $W = 0,1 - 0,3$; $K_{ж} = 0,4 - 0,5$. Құрылымдық блоктар өлшемі 1-2 м	Жекелеген кентіректердің қирауы. Жабында опырылым, қабаттардың ажырауы. Тектоникалық жарықшақтар зонасында күмбездену болуы мүмкін
3. Күрделі	Қабаттар жатыны жайпақ ($\alpha = 25^\circ$), флексура маңы зонасының ені 100 м-дей, жайпақ ұсақ қатпарлық жиі жарықшақтылықтың жергілікті зонасы. Жабында қызыл құмайтас. Қия жарықшақтар ара қашықтығы 1-3 м, $W = 0,3 - 1$, $K_{ж} = 0,2 - 0,4$. Құрылымдық блоктар өлшемі 0,5 – 1 м	Кентіректердің топтанып қирауы, жабында опырылым, ірі ажыраулар және күмбездену. Үстіңгі қатқабаттың жылжуы мүмкін
4. Өте күрделі	Қабаттар еңіс ($\alpha = 25 - 45^\circ$) жайғасқан жергілікті флексуралар мен синклин қатпарлар иілімі бөлікшелері, жарып өтетін уатылу және жиі жарықшақтылық зоналары. Тектоникалық жарықшақтар арақашықтығы 1 м-ге дейін, $W > 1$, $K_{ж} < 0,2$. Құрылымдық блоктар өлшемі $< 0,5$ м	Кентіректердің жаппай қирауы, жабын таужыныстарының барлық типтерінің опырылуы, үстіңгі қатқабаттың жылжуы

Кенорын рудалы алаңдарын қайтара өндіруді геологиялық жағдайлары қарапайым бөлікшелерден бастау және негатив техногендік экологиялық-геологиялық құбылыстардың салдарын оза жойып отыру ұтымды.

Бақылау сұрақтары:

1. Жезқазғанда кен өндіру ұтымдылығын қандай геологиялық факторлар анықтайды?
2. Кен өндірістің жерасты кеніштерде қандай геологиялық құбылыстар дамиды?
3. Жезқазған кенорнын игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары қандай?
4. Жезқазған кенорнын геологиялық жағдайлары және өнеркәсіптік мәні бойынша қалай аудандалады?
5. Кенді алаңдарды ашық және жерасты тәсілдерімен қайта игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары қандай?

36. ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ОРТАНЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Геологиялық ортаны ұтымды пайдалану және техногендік әрекеттің, атап айтқанда – барлау жүргізгенде, минерал шикізатты өндіргенде және өндегенде олардың негатив салдарынан қорғау күрделі әрі көп салалы проблема болып табылады. Геологиялық орта табиғаттың және адам тіршілігі ортасының бөлігі ретінде литосфераны (топырақ және жер қойнауы), биосфераны және гидросфераны қамтиды. Адамның геологиялық ортаға техногендік әрекетінің қазіргі масштабтары орасан, олар жергілікті, өңірлік және жаһандық мәнге ие.

А.Е. Ферсман (1933) *техногенез* түсінігін енгізе отырып, былай жазған: «Адамның шаруашылық және өнеркәсіптік әрекеті өзінің масштабы мен мәні бойынша табиғи процестермен салыстыруға болатындай». Адамның қазіргі техногендік әрекеті көпшілігінде біздің планетаға әрекетінің масштабтары бойынша белгілі табиғи геологиялық процестерден әлдеқашан асып кетті. Мәселен, жыл сайын табиғи айналымға 28,5 млрд т қатты зат түседі, соның ішінде: өзеннің қатты заттары – 15,5; жел әкелген зат – 4,5; жанартаулар өнімі – 3,0; ғарыш тозаңы – 3,0 және жерасты суының ион заттары – 2,5 млрд т. Ал техногендік процестерде, планета қойнауынан пайдалы қазбалар өндіргенде 100-120 млрд тоннадай кен массасы шығарылады, соның ішінде Қазақстанда – 0,6 млрд тоннадан асады. Топырақ, өсімдік жамылғысы және су массалары затының таралуына және құрамының өзгеруіне ауылшаруашылық пен орман шаруашылық әрекеті, инженерлік-құрылыс жұмыстары да үлкен ықпал етеді. Мысалы, 1 км құбыр жүргізу 4 га өсімдік пен топырақ жамылғысын, ал 1 км тас жол 2 га-дан аса жерді бүлдіреді.

Адамның табиғатқа ықпалы көбінесе айрықша санасыз болады және ауыр экологиялық салдарға әкеледі. Осының салдарынан пайда болған экология проблемаларын шешу ең алдымен қоғамның арту үстіндегі қажеттіліктерін қанағаттандыруға байланысты, адамның табиғатпен өзара ұтымды әрекеттесуін қарастырады. Ол қоғамның өзіне тиімді, сонымен қатар табиғатты түрлендіруге және жақсартуға бағытталуы керек. Адамзат қоғамының тіршілігі мен дамуы, жалпы өмір, қоршаған ортамен тепе-теңдікте болғанда ғана мүмкін. Табиғаттың кез келген бүлінуі тірі организмнің орнықсыз күйіне, ал содан кейін оның қаза болуына әкеледі. Табиғаттағы тепе-теңдіктің техногендік әрекет нәтижесінде бұзылуы лездік (апатты) және баяу (эволюциялық) түрлерге бөлінеді. Лездік бұзылу адам кінәсінен болады, ол әдетте шектеулі, оңай байқалады және жойылады. Эволюциялық бұзылу тікелей байқалмайды және уақыт өте келе жинақ негатив әсері өңірлік және жаһандық сипатқа ие болады, сондықтан ол адамзат үшін қауіптірек.

Геологиялық ортаны ұтымды пайдалану – ол, В.Д. Ломтадзе (1986) бойынша, барлық шаралар мен жұмыстарды белгілі реттілікпен өндіріс жерлерінде де, уақыт ағымында да орындау және қолайсыз құбылыстарды адамға қажет бағытта ырықтандыру. Мұны іске асыру ең алдымен «геологиялық орта-техногенез» күрделі жүйесінің өзара әрекеттесуінің инженерлік-геологиялық жағдайларын зерделеу

кажет. Геологиялық ортаның техногендік өзгерістерін сипаттағанда, оларды Жердің жекелеген қабықтарында бір-бірінен бөлек немесе оқшаулап қарастыруға болмайды. Техногендік геологиялық процестер, экзогендіктерге ұқсас, литосфераның сыртқы геосфералармен өзара әрекеттесу нәтижесі болып табылады. Геологиялық ортаның барлық құрамдас элементтерінің (олар біздің планетада біртұтас болады) техногендік элементтерінің негізгі ерекшеліктері мен заңдылықтарын қысқаша қарастырамыз.

Литосфера. Кен өндіру және басқа мақсатқа литосфераның жалпы көлемінің 1% шамасынан астамы шаруашылық өндірісте пайдаланылады, одан жылына 250-дей пайдалы қазба түрінің 50 млрд т-дан асатын массасы өндіріледі.

Қазақстанда көптеген ірі және бірегей кенорындар барланып, солардың базасында аумақтық-өнеркәсіптік комплекстер жасалынған және әлеуметтік-экономикалық инфрақұрылымы дамыған қалалар салынған. Жерасты кен үңгімелерінің тереңдігі 500-700 м-ге жетіп, одан да асады, карьерлер тереңдігі 300 м-дей, олар әлі жобалық тереңдікке жете қойған жоқ. Кенді ашық тәсілмен өндіргенде, кен жұмыстарының ықпалы айтарлықтай аяңдарға таралады. Жерасты кен үңгімелерінің жалпы ұзындығы жүздеген км, ал кеуленген кеңістіктің көлемі 12 км³-ден асады. Үлкен кеңістікті таужыныстар үйінділері, гидроүйінділер, тастанды және шлам сақтағыштар, минерал шикізат өндіру және өңдеу мекемелерінің басқа да көптеген нысандары алып жатыр. Олар құнарлы және жайылым жерлердің істен шығуына, қоршаған ортаның бүлінуіне және ластануына әкеледі.

Кен үңгімелерін жүргізгенде және жер қойнауынан пайдалы қазбалар өндірген жерлерде, литосфера бөлікшесінің тұтастығы бүлінеді. Мұндай жерлерде конструкциясы мен көлемі әртүрлі ашық және толтырылған қуыстар пайда болады. Кен үңгімелерінің ықпалындағы зонада техногендік өзгерістер екі зонашада жүреді, олар әртүрлі геологиялық құбылыстардың формасымен және даму масштабымен ажыратылады. Бірінші зонашада деформациялар мен бүлінулер тікелей кен үңгімелерінің қабырғаларында, жабынында, табанында және ұстап тұратын кентіректерде жүреді де әдетте 10-20 м тереңдікті қамтиды. Ал екінші зонаша кең үңгімелерінен алысқа таралады, кейде жер бетінің бүлінуіне және карьерлер жақтауы мен асты кеуленген қатқабатта орасан зор таужыныс массаларының жылжуына әкеледі. Осыған байланысты екінші зонашадағы геологиялық құбылыстар өте қауіпті.

Масштабы бойынша елеулі және салдары бойынша қауіпті геологиялық құбылыстар көмір және руда шахталарының асты кеуленген қатқабаттарында дамиды. Өйткені олардың ауқымындағы жер бетінде өнеркәсіптік және азаматтық құрылыстар, инженерлік коммуникациялар торабы, электрберу желілерінің бағандары және әртүрлі жолдар орналасқан. Олар жер бетінде жылжу мұлдалары, айырылымдар мен опырылымдар жаралуынан қирауға ұшырайды.

Айтарлықтай өзгерістер мұнай, газ, жерасты суы және бейметалл пайдалы қазбалар кенорындарын пайдаланғанда орын алады. Мұнайды, газды және жерасты суын айдап шығару жер қойнауында қысымның қайта бөлінісуін туындатады да жер бетінің төмен батуына әкеледі және кейде техногендік жерсілкіну орын алады.

Техногенездің білініміне геологиялық ортаның өзіндік ландшафт, техногендік бедердің оң және теріс пішіндерін қалыптастырып өзгеруі жатады. Жер бетінің төмендеп отыруы нәтижесінде асты кеуленген аумақтарда үлкен аландардың су астында қалуы және батпақтануы орын алады. Шахталар, карьерлер, байыту фабрикалары, металлургия заводтары, ЖЭО (жылу-энергетика орталықтары) және қазандықтар аумағында құрғақ үйінділер (террикондар), гидроүйінділер, тастандықоймалар және әртүрлі қалдықтар тастайтын жерлер жасалынады. Олар шайылып (эрозия) және суырылып (дефляция), су және ауа ортасын ластайды, ал олардың астында қалған жарамды жерлер кейде кен телімі алаңынан 10 еседей асатын аудандарды істен шығарады.

Техногендік құбылыстарды, кен қысымын және жербеті бүлінуін ырықтандыру бойынша шаралар геологиялық ортаның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау деректеріне, олардың пайда болу және даму заңдылықтарына негізделеді. Жалпы алғанда аумақтың техногендік түрленуі қалыпты деп есептеледі, егер алаңның жалпы (өзгеруі міндетті және алдын ала белгісіз) өзгеруі кенорынды толық пайдаланып біткен кезде кен-өндіру мекемесі жер телімінен аспаған болса, яғни

$$K_{zo} = S_{\phi} / S_{ж} \leq 1, \quad (36.1)$$

мұнда S_{ϕ} – геологиялық ортаның факт бойынша өзгеруінің жалпы ауданы; $S_{ж}$ – кен өндіру мекемесінің жобалық жер телімінің ауданы. Жер телімін қолдану коэффициентінің мәні $K_{zo} \geq 1$ болса, геологиялық ортаны пайдалану тиімсіз жүргізілген саналады.

Геологиялық ортаны ұтымды пайдалану минерал шикізат қорын және жер қойнауының кеуленген кеңістігін игерудің комплексті технологияларын қолдануды қажет етеді. Кенорындардан пайдалы қазбаларды өндірген кезде барланған қордың 25-тен 50-60% шамасына дейінгі мөлшері жер қойнауында қалады. Өндірілген кенді байытқан кезде руда шикізаттың 30%, көмірдің 20%, ал тазартқанда мұнайдың 10% шамасы ысырап болады. Ақырғы өнім бастапқы руданың барланған қорының 30%, көмірдің – 35%, мұнайдың – 40% шамасын ғана құрайды. Бұдан көретініміз, кенорынды өндіргенде және минерал шикізатты өңдегенде ысырапты қысқарту және пайдалы компоненттерді айырып алуды арттыру есебінен жер қойнауы ресурстарын экономдаудың орасан зор резерві бар екендігі. Минерал шикізатты тиімді пайдалану сондай-ақ негізгі пайдалы қазбалардан ілеспе құнды компоненттерді айырып алу технологиясын жетілдіруге, көмір өндіргенде бөлініп шығатын метанды кәдеге жаратуға, аршылым және сыйыстырушы таужыныстарды, байыту фабрикаларының шламын және металлургия заводтарының қожын құрылыс материалдары мен кентехникалық шикізат ретінде қолдануға да негізделеді.

Бейнелеп айтқанда, қазіргі кен-өндіру өнеркәсібі іс жүзінде «қалдықтар өндіретін өнеркәсіп» саналады. Өйткені өндірілген пайдалы қазбаны өңдегеннен кейінгі ақырғы өнім әдетте оның небәрі 3-8% шамасын құрайды, ал қалған 92-97% – өнеркәсіптік қалдықтар. Сонымен, кенорындардан пайдалы қазбаларды өндіргенде

және минерал шикізатты өндегенде жаралатын орасан өндіріс қалдықтарын (үйінді таужыныстар, шлам, қож, күл, тозаң және газ) туынды ресурстар ретінде немесе *техногендік кенорындар* деп қарастыру керек, ал оларды пайдаланудың ұтымдылығы даусыз.

Жер қойнауында кеуленген кеңістіктердің орасан зор қуыстарын мүмкіндігінше жерасты қоймалары ретінде, жылыжай шаруашылықтарын орналастыруға, АЭС және басқа нысандар ретінде, ал өндіріліп біткен карьерлер мен көмір қималарын жасанды суқоймалар ретінде ары қарай балық жіберіп және олардың төңірегінде рекреация (демалыс) зоналарын жасап немесе сужинауыш электростанция құрылысына пайдалану керек.

Қоршаған ортаның техногендік қалдықтармен ластануымен күресудің нәтижелі шараларына аумақтарды тегістеу (су басқан және батпақталған алаңдарды толтыру, террикондарды жаймалау), қопсық массаларды өсімдік егумен және ағаш отырғызумен бекіту жатады. Техногенез бүлдірген аумақтарды рекультивациялау оң экологиялық нәтижелерді қамтамасыз етеді.

Атмосфера. Кен өндіруші кәсіпорындарда, әсіресе кенді ашық тәсілмен өндіргенде қалың тозаң тәрізді шығарындылар қалыптасады, ауадағы тозаңның концентрациясы 6 мг/м^3 -ге дейін жетіп, ол ондаған километрге жайылады. Кен-өнеркәсіп мекемелері аудандарындағы агрохимиялық аномалиялар үлкен алаңдарды қамтып, зиянды және улы элементтер мен олардың қосылыстарының мөлшері нормадан жүздеген және мыңдаған есе асып түседі.

Қазба отынды жағу нәтижесінде атмосфераға жыл сайын 30 млн т-дан аса тозаң зат шығарылады, оларға өнеркәсіп мекемелерінің 15 млн т қалдықтары қосылады. Химиялық элементтер мен олардың қосылыстары атмосфераға газ және қатты тозаң тәрізді бөлшектер түрінде түсіп, ауа ағындарымен жүздеген және мыңдаған километрге таралады. Бұл газдардың көпшілігі атмосферада ғасырлар бойы сақталады.

Атмосфераның техногендік ластануына байланысты жаһандық аномалияларға қышқылды жаңбырлар мен радиобелсенді және улы элементтермен залалдану жатады. Қышқылды жаңбырлардың пайда болуы атмосфераға электрстанциялар мен өнеркәсіп мекемелерінің жыл сайын 200 млн т-дан аса тозаң, 150 млн т шамасында SO_2 , 90 млн т көмірсутек пен 40-50 млн т-ға дейін NO және NO_2 шығаруына байланысты. Олардың ең көп мөлшері ЖЭО газ шығарындыларына (50%) келсе, ал қалғандары түсті (15%) және қара (9%) металлургияға, жылу өндіруге (9%), машина жасауға (6%) тиесілі.

Қоршаған ортаны ластауда және адам организміне зиянды ықпал жасауда айрықша орынды ауыр металдар алады. Өртүрлі өнеркәсіп мекемелерінің әрекеті және де отын жағу нәтижесінде 250 мың т-дан астам Pb, жүздеген мың т Zn, Cu, Hg, Cd, F және басқа жоғары улы компоненттер атмосфераға, ал содан кейін гидросфера мен биосфераға түседі. Айырып алынатын металдардың жалпы санынан Se – 90%, As – 60%, Hg – 55%, Ti, As, Sb, Ag, Mo және Pb – 30% шамасынан астамы ауаға тарап кетеді.

Биосфера және гидросфера. Соңғы жылдары биосфераға жыл сайын 250 млн т-дан астам CO және CO_2 , 50 млн т-дай NO және NO_2 , 50 млн т-дай әртүрлі көмірсутек және 250 млн т-дан аса ұсақ дисперсиялы аэрозоль шығарылады. Қазіргі металлургия заводы әр миллион тонна болатқа шаққанда қоршаған ортаға 100 мың т тозаң, 30 мың т CO_2 , 30 мың т SO_2 , 3 мың т NO_2 , 1 мың т H_2S , 50 мың т HCN , 40 т HCl , 30 мың т шлам және 800 мың т қож шығарады.

Атмосфераға стационар көздер шығаратын металдар мен ауыр компоненттер олардың маңына түсіп, үлкен алаңдар мен сушараларды ластайды. Қышқылдай жаңбырлар жаууы нәтижесінде топырақтан Al бөлініп шығады да оның айтарлықтай мөлшері ауыз су сушараларына енеді. Al ең көп зиянды Ca және Mg тапшы болғанда тигізеді. Мұндай жағдайда ол белоктармен қосылысқа түсіп, клеткаларға енеді, биологиялық процестерді бүлдіреді. Зиянды өнеркәсіптік қалдықтар биологиялық әлемді бүлдіреді де флораның нашарлауына және кейде жойылуына әкеледі. Бұл өз кезегінде фаунаның ауруға шалдығуына және өліміне соқтырады. Ластанған сумен және атмосфералық жауын-шашынмен суландырылатын жайылымдарда ауылшаруашылық егіндерінің өнімділігі төмендеп, олардың улануы орын алады. ЖЭО және өнеркәсіп мекемелері шығарған қатты тозаң тәрізді затпен ластанған жайылымдарда ет-сүт малдарының өнімділігі күрт төмендейді. Өйткені олардың тістері өсімдіктерге қонған абразив карбид қосылыстардан қажалып кетеді де мал шөп жеу қабілетін жоғалтады.

Орташа қуатты (өнімділігі 10 млн т/жыл) карьер тозаң шығару нәтижесінде төңірегіндегі ауылшаруашылық жерлердің өнімділігін 40 км радиуста 20-30% шамасында төмендетеді. Ал топыраққа немесе суға түскен металдар бактериялар ықпалынан ыдырамайды және оларды химиялық әдістермен де залалсыздандыру мүмкін болмайды. Олар биосфера мен гидросферада ұзақ уақыт бойы айналымда жүреді, организмге қажет жерлерде жинақталуы мүмкін. Қоршаған ортаны металдармен ластануын азайтатын екі принциптік тәсіл бар: 1) концентрацияны қауіпсіз деңгейге дейін төмендету; 2) олардың экожүйеге түсуіне жол бермеу.

Техногенездің гидросфераға ықпалының негатив салдарына жербеті және жерасты суы режимінің өзгеруі жатады, ол сутұтыну мен суқамсыздау жағдайларында көрініс табады. Өнеркәсіптік өндіріс нәтижесінде гидросфераға 450 км^3 -ден астам әртүрлі ластаушы заттар тасталынады, олардың мөлшерін қауіпсіз күйге дейін сұйылту үшін 6000 км^3 -ден аса тұщы су (жылдық өзен ағысының 15% шамасына жуық) шығындау қажет болады. Техногенездің гидросфераға ықпалына химиялық пен биологиялық ластану салдарынан басқа жербеті және жерасты суының жылынуы жатады. Энергия сыйымды мекемелер мен трассалар қоршаған ортаға көп мөлшерде жылу бөліп шығарады, ол тұтынылған энергияның жалпы мөлшерінің 50-70% шамасын құрайды да биосфераның күйіне негатив ықпал жасайды.

Игерілген кенорындарды қоршаған ортада техногендік геологиялық құбылыстар пайда болуы мен дамуының заңдылықтары олардың инженерлік-геологиялық жағдайларының және қолданылатын өндіру жүйелерінің ерекшеліктеріне байланысты. Көмір және руда кенорындар геологиялық ортаны ұтымды пайдалану және

кен өндіру мекемелерінің негатив әрекетінен қорғау бойынша шаралар 36.1-кестеде келтірілген.

36.1-кесте

Қоршаған ортаны ұтымды пайдалану және қорғау бойынша негізгі шаралар (В.Д. Ломтадзе бойынша)

Ықпал түрі	Негізгі шаралар	Іске асыру жолдары
<p>Аумақтарды бөтенсіту. Карьерлер салғанда аумақтардың бүлінуі. Үйінділер тұрғызу және жаңа бедер жасау. Үйінділердің шайылуы және желмен суырылуы. Аумақтарды астынан кеулегенде жер бетінде мульдалар, айырылымдар, жарықшақтар, опырылымдар жаралу. Аумақтарды астынан кеулегенде құрылыстардың, ғимараттардың және инженерлік коммуникация торабының деформациясы. Аумақтардың батпақтануы және субасу. Сушаралардың, жер бетінің және жерасты суының ластануы. Жерасты кен үңгімелерінің олардың төңірегінде геологиялық құбылыстар пайда болуы мен дамуы нәтижесінде орнықтылығы мен қауіпсіздігінің бұзылуы. Бекітпеге, кентіректерге және жерасты үңгімелерінің басқа элементтеріне кен қысымы және оның контур бойынша дамуы.</p>	<p>Кен мекемелері мен үйінділер орналастыруға жер телімдері алаңдарын қысқарту. Бедер өзгеруін, аумақтардың бүлінуін минимумға жеткізу. Кен үңгімелерімен бүлінген аумақтарды қалпына келтіру және жақсарту. Аумақтар, құрылыстар мен кен үңгімелерін кен жұмыстарын жүргізгенде қираудан қорғау және шектеу. Жерасты суы қорының сарқылу процесін, сондай-ақ олардың аумақтардың батпақтануы мен субасуы, топырақтың және жербеті суының тұздануы түрінде білінетін зиянды ықпалын, аумақтардың, құрылыстардың, кен үңгімелерінің орнықтылығын бұзатын және кен жұмыстарын жүргізу жағдайларын күрделендіретін қауіпті геологиялық құбылыстардың алдын алу және шектеу.</p>	<p>Норматив ережелерді нақтылау және кен құрылыстары мен үйінділерін орналастыру проектілерін қатаң негіздеу. Карьерлердегі қуыс кеңістіктерді үйінділер орналастыруға максимал пайдалану. Жерлерді рекультивациялау және оларды ортаны пайдаланудың құрамдас бөлігі ретінде жақсарту. Кен үңгімелерінің асты кеуленген аумақтарға әсер ететін зоналарын азайту бойынша шаралар комплексін орындау; дәстүрлі де, жаңа да шараларды қолдану. Қолайсыз геологиялық құбылыстардың алдын алу; олардың теріс ықпалын шектеу; инженерлік-геологиялық зерттеулер материалын толық пайдалану базасында қорғау. Геологиялық ортаны ұтымты пайдалану және қорғау бойынша шараларды орындау реттілігіне бақылау жүргізу.</p>

36.1-кестеде келтірілген шаралар комплексін мақсатты түрде орындау геологиялық ортаға негатив техногендік ықпалды айтарлықтай дәрежеде азайтуға және табиғи жағдайларды жақсартуға мүмкіндік береді. Геологиялық құбылыстарды, кен

қысымын жер бетінің бүлінуін ырықтандыру бойынша шаралар геологиялық ортаның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау деректеріне, олардың пайда болуы мен дамуын анықтайтын заңдылықтарға негізделеді. Жалпы алғанда кенөндіруші мекемелер аумағының техногендік түрлену дәрежесі қалыпты деп бағаланады, егер геологиялық ортаның жалпы (міндетті және күтілмеген) өзгерістерінің ауданы кенорынды толық игеріп біткен кезде оның жер телімі ауданынан аспаса.

Бақылау сұрақтары:

1. Геологиялық ортаны ұтымды пайдаланудың мәнісі неде?
2. Техногенез деген қандай түсінік?
3. Кен өндіру жұмыстары литосфераның, атмосфераның, биосфера мен гидросфераның ластануына қандай ықпал жасайды?
4. Қоршаған ортаны ұтымды пайдалану және қорғау үшін қандай шаралар қажет?

ҚОРЫТЫНДЫ

Минерал-шикізат біздің республика экономикасының негізін құрайды. Кенорындар геологиялық процестер нәтижесінде қалыптасады. Пайдалы қазба минерал шикізат ретінде минералдардан және олардың агрегаттарынан – таужыныстардан тұрады. Таужыныстар әртүрлі геологиялық процестер нәтижесі ретінде, бір жағынан, пайдалы қазбаларды сыйыстырушы орта болса, ал, екінші жағынан өздері пайдалы қазба болып табылады.

Минерал-шикізат базасын зерделеу мен бағалауға жүргізілетін геологиялық барлау жұмыстары жүйелік тәсілді қажет етеді. Геологиялық барлау жұмыстарының кез келген сатысының жобаларында (іздеу-бағалаудан барлауға дейін) міндетті түрде техникалық қауіпсіздік мәселелері, сондай-ақ қоршаған ортаны сақтау бойынша шаралар қарастырылады. Жер қойнауын сақтау ережелері кенорынды өнеркәсіптік пайдалану процесінде өндіру жобасының ережелерін мүлтіксіз орындауды талап етеді. Кенорын қойнауын қорғаудың басты мәселелерінің біріне жататыны – пайдалы қазба қорын максимал пайдаланып, қоршаған ортаға ешқандай зиянды салдары тимейтін шарттарды сақтау.

Қоршаған орта көп компонентті жүйе ретінде өзінің құрылысы бойынша өте күрделі. Бұл бағыттағы зерттеулерді ғылымдардың үлкен тобы жүргізеді, солардың ішінде жетекші рөлді *экологиялық геология* атқарады. Ол адам-техника-табиғат жүйесіндегі өзара әрекеттесу жағдайларын зерделейді. Бұл әсіресе адамзат әрекетінің кенорындарды іздеу, барлау және пайдалану саласында маңызды.

Бұрғылау ұңғымаларымен барлау процесінің өзінде атмосфера мен литосфераның ластануы мүмкін. Бұрғылау ауданында ауа алабын лаптаушы негізгі көзге дизель қозғалтқышының пайдаланылған газы, газдардың атмосфераға бөлінуі жатады.

Топырақ қабаты мен өсімдікке бұрғылау мұнаралары мен жарактарды жаңа нүктеге тасымалдағанда үлкен зиян келтіріледі. Өзендердің, көлдердің теңіздер мен мұхиттардың өндірістік қалдықтармен ластану проблемасы өзіне қоғам мен мамандардың үлкен назарын аударады. Кенорындарды ұзақ жерасты өндіру үлкен депрессиялар жаралуына әкеледі, өз кезегінде ол грунттың және жер бетінің отыруымен сүйемелденеді.

Аталған фактілердің барлығы қоршаған ортаны қорғау бойынша нәтижелі шаралар қажеттігін, әртүрлі норматив құжаттар талаптарын орындауды куәландырады. Бірақ бұл проблеманы шешуде негізгі факторға кен өндіру өнеркәсібі мамандарының жоғары біліктілігі, яғни жұмыс ауданының геологиясы мен гидрогеологиясын, кен алаңдарының геологиялық құрылымын, ұңғыма бұрғылау техникасы мен технологиясын, өндіріс қалдықтарын кәдеге жаратуды терең білу қажет.

ГЛОССАРИЙ

1-бөлім

Абляция [лат. ablatio – кеміту] – мұздық массасының еру, булану және механикалық мүжілу нәтижесінде кемуі.

Аккреция (ұлғаю) – континент шалғайларына тектоникалық блоктардың (террейндердің) және арал доға құрылыстарының келіп бірігуі.

Аккумуляция [лат. accumulatio – жинаймын] – өзен аңғарларында жиналатын шөгінді материал. Жаксы жұмырлану тән, құрамы малтас, гравий, құм, құмайт.

Астеносфера [гр. жұмсарған] немесе толқын тұтқыш қабат – Жер мантиясының жоғарғы бөлігіндегі қаттылығы мен беріктігі төмен және тұтқыр қабат. Мұхиттар астында 50 км, ал континенттерде 100 км шамасындағы тереңдікте орналасады. Төменгі шекарасы 250-300 км тереңдікке дейін таралады. Осы қабатта жерсілкіну ошақтары туындап, литосфера массалары жылыстайды да тектоникалық процестерге себепші болады.

Афтершок – жерсілкірудің бастапқы күшті дүмпуінен кейінгі ұсақ дүмпулер.

Бентос – сушаралардың (мұхит пен теңіздердің) түбін мекендейтін организмдер. Олар бекітіліп немесе жылжып тіршілік етеді.

Биономикалық (биологиялық) белдем – теңіз бен мұхит түбі ауқымындағы зоналар, тереңдігіне байланысты бентос организмдер мекендеп, шөгінді түзілу жағдайлары әр түрлілігімен сипатталады.

Денудация – экзогендік процестерде таужыныстардың қирау және мору өнімдерінің бедердің төмен бөлікшелеріне тасымалдануы.

Дивергенция (тект.) – континенттер бөлінген кезде рифт белдемдерінде литосфера тақталарының ашылуы мен ажырауы. Тақталардың ажырау қозғалысы мұхит орталық жоталардың остік бөліктерінде жалғасады.

Жалпы (әлемдік) эрозия базисі – Әлем мұхитының деңгейіне сәйкес келеді.

Жер қыртысы континенттік типті – континенттер астында орналасып, жоғарыдан төмен қарай үш (шөгінді, гранитті және базальтты) қабаттан тұратын жер қыртысы, қалыңдығы 70 км-ге дейін жетеді.

Жер қыртысы мұхиттық типті – мұхиттар астындағы жер қыртысы, құрамында гранитті қабат болмайды, қалыңдығы 5-10 км-ден аспайды.

Кларк [Кларк, америкалық геохимик] – жер қыртысында немесе басқа ортада химиялық элементтердің мөлшерін көрсететін шама. Салмақ мөлшерімен, атомдар санымен, пайызбен т.б. бірліктермен өлшенеді.

Коллизия – арал доғалары мен микроконтиненттердің континенттермен, континенттің континентпен өзара соқтығысуы. Нәтижесінде шалғай теңіздер мен мұхит жұрнақтары жабылады, литосфера пластиналары мен іргетас тақталары бірігеді, биік тау жүйелері жаралады.

Конвергенция (тект.) – литосфера тақталарының көлбеу бағытта ығып, жақындасуы, ол көне мұхиттық және континенттік литосфераның жұтылуына (субдукция, коллизия және аккреция процестерінде), магматизм мен метаморфизм білініміне

әкеледі деп жорамалданады; жас континенттік қыртыстың жаңа жаралымына, сондай-ақ көлбеу тектоникалық сығылудан деформациялар бен орогенез дамуына ықпал етеді.

Литосфера – Жердің жоғарғы тас қабығы, жер қыртысы мен астеносфераның жабынына дейінгі жоғарғы мантиядан тұрады.

Литосфера тақталары – блоктаға бөлінген Жердің тас қабығы. Блоктар шекарасында жерсілкіну ошақтары орналасады. Осы шекаралар арқылы тақталар бір-біріне қатысты қозғалады (конвергенттік, дивергенттік және басқа шекаралар).

Мантия шапшымасы – мантияның тереңдерінен Жер бетіне қарай қозғалатын ыстық заттың бағана сияқты ағынының жоғары өрлейтін тармағы.

Меланж – серпентинит матрикстен және офиолит бірлестігі таужыныстары сынықтарынан тұратын таужыныс.

Нектон [гр. - жүзіуші] – суда белсенді жүзетін теңіз организмдері. Оларға балық, кит, дельфин, медуза және т.б жатады.

Офиолит – мұхиттық қыртысқа тән ультраанегізді және негізді интрузиялық, эффузиялық, сондай-ақ теңіз шөгінді таужыныстарының бірлестігі.

Планктон – әр түрлі тереңдікте тіршілік ететін микроскоптық ұсақ организмдер. Қалқып немесе жүзгін күйде су қатқабатында тіршілік етеді. Толқындар мен ағыстар бойынша енжар жылыстайды.

Платформа – Жер қыртысының енжар тектоникалық режимімен сипатталатын бөліктері. Ол байтақ аумақтарды қамтиды, жазық бедерлі болады. Платформалар құрлықта да, мұхиттарда да белгілі. Платформаның құрылысы екі құрылымдық этаптан тұрады: асыңғысы – платформасының іргетасы деп аталса, ал оны жауып жатқан қалыңдығы шамалы көлбеу таужыныстар қатқабаты – платформа тысы аталады. Платформаның іргетасы жер бетіне шыққан бөлікшелері – қалқан, ал тыспен көмкерілген бөлікшелері – тақта деп аталады.

Радиологиялық әдістер – таужыныстардың құрамында кездесетін радиобелсенді элементтердің (уран, торий, рубидий, калий, көміртек) ыдырауын зерттеуге негізделген. Әр радиобелсенді элементтің жартылай ыдырау мерзімі тұрақты шама болады. Негізгі әдістерге жататындар: уран-торий-қорғасын, рубидий-стронций, көміртек.

Салыстырмалы жас – стратиграфиялық пен биостратиграфиялық әдістермен анықталатын геологиялық жаралымдардың жаралу реттілігі, яғни жасы.

Спрединг – литосфераның керілу және литосфера тақталарының ажырау процесі, ол мұхит түбінің мұхит орталық жоталарында жаңа магма материалының түсуі нәтижесінде мұхит ауданының кеңеюіне әкеледі. Спредингтік шалғай теңіздерге Жапон, Шығыс және Оңтүстік Қытай, Маржанды, Тасман және басқалар жатады

Субдукция – орогендерде болатын, литосфералық тақталар мен пластиналардың бір-бірінің астына кіруінен олардың қалыңдығының арту және алаңының (жер қыртысының жұтылу белдемдерінде) кішірею процесі.

Тектоника [гр. – құрылыс өнері] – жер қыртысының құрылысы мен дамуы туралы ғылым; жер қыртысының белгілі бір бөлікшелерінің тектоникалық құрылысы.

Толқын беттік (L-толқын) – серпімді толқындар, екі орта аралығында (мысалы жер-су) пайда болады. Көлденең және бойлық толқындармен салыстырғанда шамалы жылдамдығымен сипатталады. Тереңге қарай және эпицентрден алыстаған сайын сөне бастайды, бірақ эпицентрінде айтарлықтай қирауларға әкелуі мүмкін.

Толқын көлденең (S-толқын) – орта формасы өзгерісінің реакциясы нәтижесінде туындайды. Толқындар сұйық және газ тәрізді ортада таралмайды. Таужыныстардың бөлшектері толқындардың қозғалысы бағытына перпендикуляр бағытта тербеледі. Көлденең тербелістердің таралу жылдамдығы 3-4 км/с.

Толқын бойлық (P-толқын) – орта көлемі өзгерісінің реакциясы. Кума толқындар қатты, сұйық және газ тәрізді денелерде таралады. Олар зат бөлшектерінің толқындар таралуы бағытындағы тербелмелі қозғалысы болып табылады (мысалы, сығылу-созылу). Толқындардың таралу жылдамдығы 5-6 км/с.

Шлир – магманың сұйық күйінде оқшаулана кристалданатын таңдақатары. Құрамы бойынша күңгірт түсті силикаттар мен кен минералдарынан тұрады.

Эпейрогендік қозғалыстар – өте баяу, ұзақ уақыт бойы орын ала отырып, ірі аймақтардың жоғары көтерілуіне немесе төмен батуына әкеледі, бірақ олардың құрылымын айтарлықтай өзгертпейді.

Эрратикалық шойтастар – мұздақтар әкеліп, еріген жерінде қалған тастар.

2-бөлім

Апофиза – кен жатындарының қапталдары мен шеттеріндегі жапсарлас таужыныстар ішіне тіл пішінді кірікпелері.

Геологиялық қор – барланған кенорындағы пайдалы қазбаның табиғи жайғасу жағдайларында есептелген жер қойнауындағы масса (т, кг, г/т) немесе көлем (m^3 , л) бірліктерімен өлшенетін мөлшері.

Грейзен – көбінесе гранитоид құрамды магмалық таужыныстардың жоғары температуралы гидротермалық өзгерістері нәтижесінде пайда болатын таужыныс. Құрамына кварц, мусковит, литийлі слюда, турмалин, топаз, флюорит пен әр түрлі кен минералдары кіреді.

Зальбанд – кен денесі мен жапсарлас таужыныстар арасындағы бет. Кейбір кенорындарда кен минералдары желі пішінді денелер зальбандына шоғырланады.

Карбонатит – сілтілі және ультранегізді құрамды интрузиямен байланысты магмалық карбонат таужыныстар, олармен көбінесе сирек және сирекжер металдар байланысты.

Ликвация – сұйық күйдегі магманың өзара араласпайтын құрамы әр түрлі екі балқымаға жіктелуі, бір балқыма силикат құрамды болса, екіншісі – руда (көбінесе сульфид) құрамды болады. Осы руда құрамды балқымадан кенорындар қалыптасады.

Метасоматоз – таужыныстарға белсенді химиялық заттар әрекет етуінен пайда болатын әр түрлі құрамды жаралымдар. Мәселен, ыстық интрузия мен салқын жапсарлас таужыныстарға белсенді химиялық заттар екі жақтама әсер етуінен, оларда

өзге құрамды метасоматоздық таужыныстар қалыптасып, олармен әр түрлі пайдалы қазбалар байланысты болады.

Өнеркәсіптік қор – барланған кенорындағы геологиялық қордың кәзіргі техникалық мүмкіндік пен технологиялық жетістіктерге байланысты өндіріле алатын бөлігі. Геологиялық қор мен өнеркәсіптік қордың айырмасы табиғи ысырап саналады.

Пегматит – интрузиялар құрамында кездесетін ірі кристалды жаралымдар, олар көбінесе гранит интрузиясымен байланысты. Денелерінің пішіні линза, ұя, кейде шток тәрізді, құрамында сирек металдар, асыл тастар, слюда мен далашпаттың зор кристалдары кездеседі.

Сегрегация – магмалық кенорындарда сұйық магма құрамынан руда минералдардың кристалданып бөлінуі.

Сингенезисті (сингенетикалық) – таужыныс құрушы минералдармен немесе сыйыстырушы таужыныстармен бірге, бір уақытта пайда болатын пайдалы қазбалар.

Скарн – ыстық магма интрузиясы мен салқындау карбонат және силикат құрамды сыйыстырушы таужыныстар жапсарында негізінен жоғары температура (>400–500°C) жағдайында жаралатын метаморфтық таужыныс. Оның құрамына анартас, пироксен, амфибол, кальцит және әр түрлі кен минералдары кіреді.

Экзоскарн – белсенді интрузияларға жапсарлас таужыныстар жиегінде метасоматоздық әрекет нәтижесінде жаралатын скарн.

Эндоскарн – Жер қыртысына енген интрузиялардың ішкі жиегінде, жапсарлас таужыныстармен метасоматоздық әрекеттесуінен жаралатын скарн.

Эпигенезисті (эпигенетикалық) – сыйыстырушы таужыныстардан кейін жаралған пайдалы қазбалар.

3-бөлім. Кенорындардың инженерлік геологиясы

Геологиялық орта – кенорындар орналасқан және кен өндіруге байланысты адамдар әрекет ететін жер қыртысының бөлігі.

Инженерлік-геологиялық жағдайлар – геологиялық ортаның ұтымды игерілуін анықтайтын біртұтас табиғи жүйе. Ол кенорын ауданының физикалық-географиялық ерекшеліктерін, кенорын геологиялық құрылысын, таужыныстарының құрамын, қасиеттерін, күйін және жайғасуын, газдылық пен гидрогеологиялық ерекшеліктерін қамтиды.

Кен үңгімелері орнықтылығын болжау – кен денелері мен таужыныстар ашылымдарын белгілі бір технологиялық процесті қауіпсіз жағдайда орындау мүмкіндігін геологиялық және кен-техникалық деректер негізінде анықтау.

Қысқаша қазақша-орысша сөздік

Баланстық қор – балансовые запасы
Баланстан сырт қор – забалансовые запасы
Бөлікше – участок
Бітім – текстура
Геологиялық орта – геологическая среда
Жанғыш тақтатас – горючий сланец
Жатын – залежь
Желі, тастамыр – жила
Желішік – прожилок
Жіктелім – классификация
Кедер – плотик
Кен-геологиялық – горно-геологический
Кен қысымын ырықтандыру – управление горным давлением
Кенорын – месторождение
Кен-рудалық – горно-рудное
Кен ісі – горное дело
Қабат – пласт, слой
Қойнауқаттар – внутренние геосфера
Құрылым – структура
Минерал шикізат – минеральное сырьё
Мору – выветривание
Мору белдемі – зона выветривания
Прекембрий – докембрий
Сыйыстырушы таужыныстар – вмещающие породы
Сынама – проба
Сынам (алтын сынамы) – проба (проба золота)
Сынамалау – опробование
Сушара – водоем
Тасберіш – конкреция
Тасшемен – секреция
Таужыныстардың орнықтылығы – устойчивость горных пород
Тұмса су – ювенильная вода
Шашылым – россыпь
Шымтезек – торф
Шымтезектік – торфяник

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

I бөлім. Динамикалық геология

1. *Байбатшиа Ә.Б.* Палеонтология және тарихи геология. Алматы, 2011. – 496 б.
2. *Байбатшиа Ә.Б.* Жалпы геология (Жер динамикасы). Алматы: ҚазҰТУ, 2005. – 365 б.
3. *Бажанов В.С., Кожамкулова Б.С.* Атлас руководящих форм млекопитающих антропогена Казахстана. Алма-Ата, 1962.
4. *Бәкіров С.Б.* Геология негіздері. Алматы: Санат, 1995.
5. *Горбачев А.М.* Общая геология. М.: Высшая школа, 1973.
6. *Ершов В.В., Новиков А.А., Попова Г.Б.* Основы геологии. М.: Недра, 1986.
7. *Иностранцев А.А.* Геология, т. 1, изд. 5-е. СПб, 1914.
8. *Караманов У.К., Деговец А.С.* Внимание: сель. Алма-Ата: Кайнар, 1992.
9. *Короновский Н.В.* Общая геология. – М., 2006.
10. Курс общей геологии. Авт.: Серпухов В.И. и др. – М.: Недра, 1976.
11. *Мильничук В.С., Арабаджи М.С.* Общая геология. – М.: Недра, 1989.
12. Общая геология./Под. ред. проф. А.К. Соколовского. – М., КДУ, 2006. 448 с.
13. *Сейітов Н.* Геология негіздері. – Алматы, 2000.
14. *Судо М.М.* Современная геология. – М.: Знание, 1981.
15. *Тұяқбаев Н., Арыстанов К., Әбішев Б.* Жалпы геология курсы. – Алматы: Білім, 1993.
16. *Хаин В.Е.* Основные проблемы современной геологии. – М., 2003.
17. *Frederick K. Lutgens, Edward J. Tarbuck.* Essentials of Geology. Eleventh edition. USA, New Jersey, 2012. – 554 p.

II бөлім. Пайдалы қазба кенорындарының геологисы және барлау

1. *Авдонин В.В.* и др. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов. – М., Академический проект, 2007. – 540 с.
2. *Авдонин В.В., Старостин В.И.* Геология полезных ископаемых. – М., Академия, 2010
3. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых/Составители: Х.А. Беспяев, Л.А. Мирошниченко.– Алматы, 2004.
4. *Байбатшиа А.Б.* Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. – Алматы, КазНТУ, 2008. – 322 с.
5. *Байбатшиа А.Б.* Модели месторождений цветных металлов. – Алматы: Асыл кітап, 2012. – 448 с.
6. *Байбатшиа А.Б.* Модели месторождений благородных металлов. – Алматы: Асыл кітап, 2014. – 452 с.
7. *Бок И.И.* Основы рудной геологии, кн. 1 и 2. – Алматы, 1970 и 1974.
8. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ. Т. III. – Алматы, 2002.
9. *Ермолов В.А.* и др. Месторождения полезных ископаемых: Учебник для вузов. – М.: МГГУ, 2001.
10. *Ершов В.В.* и др. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов.– М.: Недра, 1989.

11. *Каждан А.Б.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные основы поисков и разведки полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984.
12. *Каждан А.Б.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ. М.: Недра, 1985.
13. *Каждан А.Б., Кобахидзе Л.П.* Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985.
14. *Крейтер В.М.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1969.
15. Курс месторождений твердых полезных ископаемых/Под ред. П.М. Татарина и А.Е. Карякина. – Л., 1975.
16. Курс рудных месторождений/Под ред. В. И. Смирнова. – М.: Недра, 1986.
17. Месторождения металлических полезных ископаемых/ В.В.Авдонин, В.Е.Бойцов, В.М.Григорьев и др. М.: ЗЛЮ “Геоинформмарк”, 2005. – 269 с.
18. Основы металлогенического анализа при геологическом картировании. Металлогения геодинамических обстановок. – М.: Роскомнедра, Гекарт, 1995. стр.82-88.
19. Полезные ископаемые Казахстана. – Кокшетау, 2003.
20. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых/А.Е. Карякин, П.А. Строна, Б.Н. Шаронов и др. – М.: Недра, 1985.
21. Рудные месторождения СССР. Т 1–3./Под ред. В.И.Смирнова. – М.: Недра, 1980.
22. Свойства, потребление и производство основных видов минерального сырья. – Кокшетау, 2003.
23. *Смирнов В.И.* Геология полезных ископаемых. – М., Недра, 1986.
24. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. – М.: МГУ, 2004.
25. Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М.: 2005. – 46 с.

III бөлім. Кенорындардың инженерлік геологиясы

1. *Байбатша А.Б.* Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. – Алматы: Ғылым, 2003. – 320 с.
2. *Гальперин А.М., Зайцев В.С., Норватов Ю.А.* Гидрогеология и инженерная геология: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1989.– 383 с.
3. *Ершов В.В.* Горнопромышленная геология. – М.: 1988
4. *Иванов И.П.* Инженерная геология месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1990. – 304 с.
5. *Ломтадзе В.Д.* Инженерная геология месторождений полезных ископаемых. – Л.: Недра, 1986. – 272 с.
6. *Панюков П.Н.* Инженерная геология. – М.: Недра, 1978. – 296 с., 1969. – 344 с.
7. *Ржевский В.В., Новик Г.Я.* Основы физики горных пород: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. – 359 с.
8. *Чернышов С.Н.* Трещины горных пород. – М.: Наука, 1983. – 240 с.

Ең көп таралған таужынықжасаушы және рудажасаушы минералдар сипаттамасы

1	Атауы формуласы	Кристалдарының агрегаттарының келбеті	Түсі (реңі)	Сызық түсі	Жылтырлығы	Қаттылығы	Жіктілігі, омырылымы	Тығыздығы, г/см ³	Басқа қасиеттері	Жаралуы	Практикалық мәні
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I класс – Сомтума элементтер (қарапайым заттар)											
Мыс Cu	Дендрит, қалақша	Мыс қызыл	Металлаш жылтыр қызыл	Металлаш	Металлаш	2,5-3	Жоқ	8,5-8,9	Электр өткізгіш	а) гидротермалық; б) экзогендік	Электротехника, машинажасау, құралдар және ыдыс
Атын Au	Микроскоптық ұқсас түйірлер, дендрит, қалақша	Алтын сары	Металлаш сары	Металлаш	Металлаш	2,5-3	Жоқ	15,6-19,3	Электр өткізгіш	а) гидротермалық; б) шашылымдар	Валюта, әшекей, медицина, құралдар және ыдыс
Күкірт S	Пирамида, ромбтетраэдр, көбінесе тұтас және жер тәрізді	Сарыдан қошқылаға дейін	Шамалы сары	Алмасша, майша		1-2	Жетілмеген	2,05-2,08	Оңай тұтанып, өзіне тән иіс шығарады	а) вулкандық; б) шөгінді	Күкірт қышқылы, резина, сірішке және бояу
Алмас C	Октаэдр, куб, тетраэдр	Түссіз мөлдір (сарғыш-көгілдірден қараға дейін)	-	Алмаша		10	Орташа	3,47-3,56	Шамалы электр-өткізгіш	а) магмалық; б) шашылымдар	Түрлі, зергерлік бұйымдар
Графит С	Кейде алты бұрышты тақташа және қалақша; көбінесе майда қабыршақ	Сұрдан қараға дейін	Қара жылтыр	Метал терізді, күңгірт		1	Жетік	2,09-2,23	Қазаға жазалы, сипаттама майлы	а) магмалық; б) метаморфтық	Қарындаш, электрод, жағар материал, АЭС-та

III класс – Сульфидтер және олардың баламалары

Атауы формуласы	Кристалдарының, агрегаттарының келбеті	Түсі (реңі)	Сызық түсі	Жытыр- лығы	Қатты- лығы	Жіктілігі, омырылымы	Тығыздығы, г/см ³	Басқа касиеттері	Жаралуы	Практика- лық мәні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Галенит PbS	Куб, кейде октаэдр; түйірлі масса	Қорғасын сұр	Сұрғылт- қара	Металша	2-2,5	Аса жетік	7,4-7,6	-	Гидротермалық	Қорғасын рудасы
Сфалерит ZnS	Тетраэдр, түйірлі масса	Қоңыр (сарыдан қараға дейін)	Ақ сарғыш реңді	Алмасша	3-4	Аса жетік	3,9-4	-	Гидротермалық	Мырыш рудасы
Киноварь HgS	Тақаша, ромбоздр, түйір сеппелер	Қызыл	Қызыл	Шала металша	2-2,5	Жетік	8,09	Кейде сұр құлпы- рымды, шала мөлдір	Гидротермалық	Сынап көзі
Пирротин FeS	Кристалдары сирек, әдетте тұтас масса	Күңгірт қола-сары	Сұрғылт- қара	Металша	4	Жетілмеген	4,58-4,7	Магнитті, қошқыл құлпырымды	а) магмалық; б) скарндық; в) гидротермалық	Күкірт қышқылы өндірісі
Пентландит (Fe,Ni)S	Ірі түйірлі	Ашық қола-сары	Жасылтым- қара	Металша	3-4	Жетік	4,5-5	-	Магмалық	Никель және кобальт көзі
Халько- пирит CuFeS ₂	Тұтас масса және сеппелер	Жез-сары	Қара жасылтым реңді	Металша	3-4	Жетілмеген	4,1-4,3	Күңгірт-сары немесе түрлі құлпырымды	а) гидротермалық; б) магмалық	Мыс рудасы
Борнит Cu ₃ FeS ₄	Тұтас масса және сеппелер	Жана омыры- лында күңгірт мыс-қызыл	Сұрғылт- қара	Шала металша	3	Жетілмеген	4,9-5	Ала-құла түсті көкшіл- күлгін құлпырымды	а) гидротермалық; б) экзогендік	Мыс рудасы
Халькозин Cu ₂ S	Тұтас масса және сеппелер	Қорғасын- сұр	Күңгірт-сұр	Металша	2-3	Жетілмеген	5,5-5,8	Шамалы майырлығш	а) гидротермалық; б) экзогендік	Мыс рудасы

Пирит FeS_2	Куб; түйірлі масса және септелер	Ашық жез-сары	Жасылтым-қара	Металша	6-6,5	Жетілмеген	4,9-5,2	Жақтары айғызды	а) магмалық; б) метаморфтық; в) гидротермалық; г) шөгінді	Күкірт қышқылы, кобальт көзі
Арсено-пирит $FeAsS$	Призма, сырықша, иінше; тұтас түйірлі масса	Қалайы ақ (болап-сұрға дейін)	Сұрғылт-қара	Металша	5,5-6	Жетілмеген	5,9-6,2	Соққанда сарымсақ иісі шығады, сары құлпырымды	Гидротермалық	Күшәла көзі
Молибденит MoS_2	Жапырақша және қабыршақты	Қорғасын-сұр	Сұр және жасылтым реңді	Металша	1	Аса жетік	4,7-5	Қағазға жазады, майлы сезіледі	а) магмалық; б) гидротермалық	Молибден көзі
Антимонит Sb_2S_3	Радиал сәулелі, иіне тәрізді, тұтас түйірлі масса	Қорғасын-сұр	Қорғасын-сұр	Металша	2-2,5	Жетік	4,6	Көлденен айғызды, көкшіл құлпырымды	Гидротермалық	Сүрме көзі

III класс – Оксидтер және гидроксидтер

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Уранинит UO_2	Куб, көбінесе колломорфты бүйрек тәрізді (шайыр, настуран), күйе сияқты (уран кіреуікесі)	Қара, кейде шамалы күлгін реңді	Қошқыл-қара	Шала металша, балауызша және күңгірт	5-6, өзгергендері 3	Жетілмеген, омырталымды бейтегіс	10,3-10,6	Күшті радиобелсенді	а) гидротермалық; б) экзотендік; в) шөгінді	Уран көзі
Касситерит SnO_2	Тұтас түйірлі масса	Күңгірт-қошқыл (түссізден қараға дейін)	Жоқ, кейде қоңырқай	Алмасша, майлы	6-7	Жетілмеген	6,8-7	-	а) пегматиттік; б) гидротермалық; в) шашылымдарда	Қалайы көзі

Кварц SiO_2 жасырын кристалды түрлесі - <i>халцедон</i> , шыны сияқты аморф түрлесі - <i>опал</i>	Призма, дипирамида; друза, түйірі тұтас масса, кремнийлі жеода	Әр түрлі (ақтан қараға дейін); мөлдір түрлестері: түссіз (<i>тау хрустали</i>), күлпіл (<i>аметист</i>), буалдыр (<i>рохтопаз</i>), қара (<i>морион</i>)	Жоқ	Шыныша, <i>халцедон</i> – балауызша	7	Жоқ	2,5-2,8	Майша жылтыр, әр түрлі баянған – <i>ақық</i> және <i>оникс</i>	а) магмалық; б) метаморфтық; в) гидротермалық; г) шөгінді	Зергерлік, шыны- керамика, түрпі, т.б.
Корунд (мөлдір түрлестері – асыл тас) Al_2O_3	Сырықша, пирамида, тақташа; тұтас түйірлі масса	Көкшіл- сарғыш-сұр; мөлдір қызыл - <i>рубин</i> , көк - <i>сапфир</i> , т.б.	Жоқ	Шыныша	9	Жоқ	3,95-4,1		а) магмалық; б) метаморфтық; в) шашылымдарда	Зергерлік, түрпі
Гематит Fe_2O_3	Қалақша, тақташа, тұтас масса, қабыршақ, сауыс	Күреңнен қараға дейін	Шие- қызыл	Шала металша	5,5-6	Жоқ	5-5,2	Жер сияқты түрлесі ашық- қызыл	а) гидротермалық; б) метаморфтық; в) мору қыртысында	Темір көзі, бояу және зергерлік
Магнетит Fe_3O_4	Октаэдр, кейде ромбодо- декаэдр; тұтас масса, сеппе	Қара	Қара	Шала металша	5,5-6	Жоқ	4,9-5,2	Күшті магнитті	а) магмалық; б) метаморфтық; в) гидротермалық	Шойын мен болаттың ең маңызды шикізаты
Ильменит FeTiO_3	Қалың тақташа, ромбоздр, кейде қалақша; сеппе және тұтас масса	Қара немесе сұр	Қара, кейде қошқыл	Щала металша	5-6	Жоқ	4,72	Шамалы магнитті	а) магмалық; б) шашылымдарда	Титан, темір және ванадий көзі
Хромит FeCr_2O_4	Октаэдр, тұтас масса, сеппе	Қара	Қошқыл	Шала металша	5,5-7,5	Жоқ	4-4,8	Магнитті	а) магмалық; б) шашылымдарда	Хром көзі, оттегімді кірпіш

Пирролозит MnO_2	Тұтас жасырын кристалды, күйе сияқты масса	Қара	Қара	Шала металша	5-6 (кристалда), 2 (копсык)	Жетік	4,7-5	Қолға жұғады	а) шөгінді; б) гидротермалық	Марганц көзі, құрғақ батарея және химиялық препарат
Пиломелан $mMn_2O_3 \cdot nH_2O$	Сауыс пішіндер, майда кристал және күйе тәрізді	Қара, қошқыл-қара	Қара	Шала металша, копсықтары - күңгірт	4-6 (тығыздары)	-	4,4-4,7	Жұққыш, қолды былғайды	Шөгінді	Марганец көзі, темір рудасына шикта
Лимонит (гидрогётит) $HFeO_2 \cdot aq$ и гётит $HFeO_2$ (қошқыл темірмас)	Сауыс пішіндер, жер сияқты және ұнтақ масса, оолит, нокаг) жеода	Қошқылдан караға дейін	Қошқыл	Шала металша, копсықтары күңгірт	от 1 до 5,5	Жетік (гётит)	3,3-4 (лимонит), 4-4,4 (гётит)	Сары-қошқыл жасақпа, колломорф	а) шөгінді; б) мору қыртысында (темір телпек)	Темір рудасы, цементке бояу қоспа
Гидраргиллит (гибсит) $Al(OH)_3$	Жасырын кристалды масса, оолит и конкреция	Ақтан қызғылтқа дейін	Ақтан қызғылтқа дейін	Шыныша, інжуше	2,5-3,5	Аса жетік	2,43	Бокситтің құрамына кіреді	а) шөгінді; б) мору қыртысында (темір телпек)	Алюминий көзі
Диаспор $HAIO_2$	Парақша және майда қабыршақ	Ақ (сұрғылт, қызғылт, жасылтым)	Ақтан қызғылтқа дейін	Шыныша, інжуше	6-7	Орташа	3,3-3,5	Бокситтің құрамына кіреді	а) гидротермалық; б) метаморфтық; в) экзотендік	Түрпі, алюминий көзі

IV класс – Карбонаттар

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кальцит $CaCO_3$	Ромбоздр, тұтас тақаша, тұтас түйірлі масса және сауыс пішіндер	Ақ (әр түрлі реңді), мөлдір (исламд шпаты)	Ақ	Шыныша, інжуше	3	Жетік	2,6-2,8	НС1 қышқылда тез қайнайды	а) гидротермалық; б) шөгінді; в) метаморфтық	Таужыныс жасушы (әктас, мәрмәр)

Магнезит $MgCO_3$	Ромбозір, әдетте тұтас түйірлі масса	Ақ сарғыш немесе сұр реңді	Ақ	Шыныша	4-4,5	Жетік	2,9-3,1	Салқын НСІ тамшысында кайнамайды	а) гидротермалық, б) шөгінді, в) мору қыртысында (аморфты)	Оттөзімді кірпіш, құрылыс материалы
Доломит $CaMg(CO_3)_2$	Ромбозір, әдетте тұтас түйірлі масса	Ақ сарғыш немесе сұр реңді	Ақ	Шыныша	3,5-4	Жетік	1,8-2,9	НСІ тамшысында ұнтақта кайнайды	а) гидротермалық, б) шөгінді	Оттөзімді кірпіш, құрылыс материалы
Сидерит $FeCO_3$	Ромбозір, әдетте тұтас түйірлі масса	Сұр қошқыл реңді	Ақ	Шыныша	3,5-4,5	Жетік	3,9	Салқын НСІ нашар әрекеттеседі	а) гидротермалық, б) шөгінді	Темір рудасы
Малахит $Cu_2(CO_3)(OH)_2$	Радиал-талшық; сауыс және концентрлі-зоналы	Жасыл	Солғын-жасыл	Шыныша, алмасша	3,5-4	Жетік, орташа	3,9-4	-	Мыс сульфид кенорындарының мору қыртысында	Зергерлік, бояу
Азурит $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	Радиал-талшық; сауыс және концентрлі-зоналы	Қанық көк	Көкшіл	Шыныша, алмасша	3,5-4	Жетік, орташа	3,5-4	-	Мыс сульфид кенорындарының мору қыртысында	Зергерлік, бояу

V класс – Сульфаттар

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Барит $BaSO_4$	Тақташа, призма, сырықша; түйірлі және жер тәрізді масса	Сұр, ақ әр түрлі реңді	Ақ	Шыныша, алмасша	3-3,5	Жетік, орташа	4,3-4,5	-	а) гидротермалық, б) шөгінді	Ауыр ергінді, химиялық препарат, радиобелсенді сәуле жұтқышы
Ангидрит $CaSO_4$	Тақташа, призма, сырықша; түйірлі және жер тәрізді масса	Сұр, ақ әр түрлі реңді	Ақ	Шыныша алмасшаға дейін	3-3,5	Жетік, орташа	2,8-3	-	а) гидротермалық, б) шөгінді	Құрылыс материалы, әшекей тас

Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Тақташа, призма, сырықша; жер тәрізді масса	Сұр, ақ әр түрлі реңді, кейде мөлдір	Ақ	Шыныша, інжуше	2	Аса жетік	2,3	-	а) гидротермалық, б) шөгінді	Құрылыс материалы, әшекей тас
---	---	--------------------------------------	----	----------------	---	-----------	-----	---	------------------------------	-------------------------------

VI класс – Галлоидтар

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Галит (тас тұз) NaCl	Куб, тығыз кристалл масса	Ақ, мөлдір (бояушы пигменттері болса ала-құла)	Ақ	Шыныша, майша	2	Аса жетік	2, 1-2, 2	Тұз дәмді	Шөгінді	Тамақ өнеркәсібі, химия
Сильвин KCl	Куб, тығыз кристалл масса	Ақ, мөлдір (бояушы пигменттері болса ала-құла)	Ақ	Шыныша, майша	1, 5-2	Аса жетік	1, 97-1, 99	Күйдіретін тұз дәмді	Шөгінді	Тыңайтқыш, химиялық препарат
Флюорит CaF_2	Куб, октаэдр; сепселер және түйірлі масса	Ала-құла: күлгін, жасыл, қара, мөлдір	Ақ	Шыныша, майша	1, 5-2	Жетік	3-3, 2		а) магмалық, б) гидротермалық, в) шөгінді	Химиялық препарат, оптика

VII класс – Вольфраматтар

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Шеелит CaWO_4	Тақташа, октаэдр; кейде тұтас масса	Сары-сұр әр түрлі реңді	Ақ	Майша, алмасша	4, 5	Жетік	5, 8-6, 2	-	а) скарндық, б) гидротермалық	Вольфрам және молибден көзі
Вольфрамит $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$	Қалың тақташа, призма, тұтас түйірлі масса	Қошқыл-қара	Қошқыл	Шала металша, алмасша	4, 5-5, 5	Жетік	6, 7-7, 5	-	а) пегматиттік; б) гидротермалық; в) шашылымдарда	Вольфрам көзі

VIII класс – Фосфаттар

Атауы формуласы	Кристалдарының, агрегаттарының келбеті	Түсі (рені)	Сызық түсі	Жылытыр- лығы	Қатты- лығы	Жіктілігі, омыры- лымы	Тығыз- дығы, г/см ³	Басқа касиет- тері	Жаралуы	Практикалық мәні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Апатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot (\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$	Алты қырлы призма, түйірлі қант тәрізді масса	Солғын- жасыл, мөңдір	Ақ	Шыныша, майша	5	Жетіл- меген	3,18-3,21	-	а) магмалық, б) метаморфтық	Тыңайтқыш, химия шикізаты

IX класс – Силикаттар

Атауы формуласы	Кристалда- рының, агрегатта- рының келбеті	Түсі (рені)	Сызық түсі	Жылытыр- лығы	Қатты- лығы	Жіктілігі, омырылымы	Тығыз- дығы, г/см ³	Басқа касиеттері	Жаралуы	Практикалық мәні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Оливин (Mg, Fe) ₂ SiO_4	Түйірлі масса	Жасылтам- сары	Ақ	Шыныша, майша	6,5-7	Жетілмеген	3,3-3,5	Омырылымы бейтөсіс	Магмалық	Таужыныс жасаушы, оттозымді кіріпші
Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$	Призма, тақаша	Түссіз әр түрлі реңді	-	Шыныша	8	Жетік	3,52- 3,57	-	а) пегматиттік, б) гидротермалық	Асыл тас, зергерлік
Анартас $\text{A}_3\text{B}_2[\text{SiO}_4]_3$, A=Mg, Fe, Mn, Ca B=Al, Fe, Cr	Ромбодо- декаэдр, тұтас түйірлі масса	Күрең- қызыл; <i>пирот;</i> <i>альмандин;</i> <i>андрадит;</i> жасыл; <i>уваровит</i>	-	Шыныша, алмасша, майша	6,5-7,5	Жетілмеген	3,5-4,2	Омырылымы бейтөсіс	а) скандық, б) метаморфтық	Түрлі, шала асыл тас
Эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot$ $[\text{SiO}_4](\text{OH})$	Призма, сырықша; радиал-сәулелі және түйірлі масса	Жасыл әр түрлі реңді	-	Шыныша	6,5	Жетік	3,35- 3,45	Жасыл түсті болуы тән	а) скандық, б) гидротермалық	Таужыныс жасаушы

Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$: <i>изумруд</i> ; <i>аквамарин</i> ; <i>гелиодор</i>	Призма сырықша; тұтас масса	Мөлдір- жасыл әр түрлі реңді	-	Шыныша	8	Жетілмеген	2,63- 2,91	Ашық-жасыл (<i>изумруд</i>); көгілдір (<i>аквамарин</i>) сары (<i>гелиодор</i>)	а) пегматиттік б) грейзендік	Бериллий көзі, асыл тас
Пироксен: <i>авегит</i> $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})$ $[(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6]_n$; <i>эгирин</i> $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]_n$; <i>стодумен</i> $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Сырықша, тақташа, тұтас түйірлі масса	Күнгірт- жасылдан қараға дейін	Ашық- жаыл	Шыныша	5-6 6,5-7	Орташа, жетік	3,2-3,6 3,43-3,6 3,13-3,2	а) магмалық; б) сканддық	а) магмалық; б) сканддық	Таужыныс жасаушы Литий көзі
Амфиболдар: <i>мүйіз адамшысы</i> - $\text{Ca}_3\text{Na}(\text{Mg},\text{Fe})_4(\text{Al},\text{F})$ е) $[\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{11,2} \cdot [\text{OH}]_2$	Призма, сырықша	Жасылдан қараға дейін, кейде қошқылдау	Жасыл- тым реңді	Шыныша	5,5-6	Жетік	3,1-3,3	Кристалдары мүйіз кейіпті	а) магмалық; б) метаморфтық; в) сканддық	Таужыныс жасаушы
Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_3$	Парақша, қабыршақ және тығыз масса	Солғын- жасыл реңді	Ақ	Шыныша, інжуше	1	Аса жетік	2,7-2,8	Сипағанда майлы сезіледі	а) сканддық; б) гидротермалық	Оттөзімді, божу және қарындаш, пудра
Слодалар: <i>флогопит</i> $\text{KMg}_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$; <i>биотит</i> $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}] \cdot$ $(\text{OH},\text{F})_2$ <i>мусковит</i> $\text{KA}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$; <i>вермикулит</i> $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Ca})_3(\text{Si},\text{Al})$ $4\text{O}_{10} \cdot (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Парақша, тақташа, қабыршақ	Сарғыш- қошқыл Қара Ақ мөлдір	Ақ Қош- қыл Ақ	Шыныша, інжуше Майша	2-3 1-1,5	Аса жетік	2,7-2,85 3,02- 3,12 2,76-3,1 2,4-2,7	Ірі кристалдары оңай ажырайды Қыздырғанда көлем күрт ұлғаяды	а) пегматиттік; б) метаморфтық; в) сканддық	Таужыныс жасаушы; жылы-дыбыс оқшаулаушы материал, тыңайтқыш
Хлориттер: <i>пеннин</i> $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{Al}$ $[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	Парақша, тақташа, қабыршақ	Жасыл әр түрлі реңді	Жасыл- тым	Шыныша, інжуше	2-2,5	Аса жетік	2,6-2,85	-	Метаморфтық	Таужыныс жасаушы, ұнтақ-бояу

Серпентин $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	Тығыз масса кейде асбест тамырлары болады	Сарыдан жасыптым-қараға дейін		2,5-3	Жетік	2,5-2,7	Таңдақ түрлесі <i>жылаптас</i>	Гидротермалық	Асбест көзі
Каолинит $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$	Қабыршақ, тығыз немесе қопсық масса	Ақ әр түрлі реңді	-	1	Аса жетік	2,58-2,6	Сипағанда майлы, жердің иісі білінеді	Экзогендік	Керамика және құрылыс материалы
Дала шпаттар: <i>ортоклаз</i> $K[AlSi_3O_8]$, плаггиоклаздар: <i>альбит</i> $Na[AlSi_3O_8]$, <i>лабрадор</i> $(Ca,Na)[Al_2Si_2O_6]$,	Призма, тақташа	Қызғылттан қызылға дейін Ақ Сұр	-	6	Жетік	2,54-2,6 2,61 2,70	Түссіз түрлесі- <i>адуляр</i> Жарқыл-дайды	Магмалық	Таужыныс жасаушы, құрылыс материалы, әсемтас
Нефелин $Na[AlSiO_4]$	Призма, тақташа	Сұр әр түрлі реңді	-	5-6	Жоқ	2,6	Омыралы-мында майша	Магмалық	Алюминий көзі

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз	3
I бөлім. Динамикалық геология	5
Кіріспе	6
1. Жалпы мағлұмат	7
1.1. Геологияның тақырыбы мен нысандары	7
1.2. Геологияның зерттеу әдістері	9
1.3. Геологияның мәні	11
2. Жер туралы мағлұмат	13
2.1. Жердің әлем кеңістігіндегі орны	13
2.2. Жердің құрылысы, қасиеттері және құрамы	18
3. Жер қыртысы, оның құрылысы және құрамы	25
4. Таужыныстардың жасы (геологиялық жылсану)	34
5. Геологиялық (геодинамикалық) процестер	41
5.1. Магматизм	41
6. Экзогендік агенттердің геологиялық әрекеті	51
6.1. Мору	51
6.2. Желдің геологиялық әрекеті (эолдық процестер)	57
6.3. Жер беті суының геологиялық әрекеті	60
6.4. Өзендердің геологиялық жұмысы	64
6.5. Көл мен батпақтың әрекеті	70
6.6. Жерасты суының геологиялық әрекеті	73
6.7. Мұздықтардың геологиялық әрекеті	78
6.8. Теңіздің геологиялық әрекеті	81
6.9. Шөгінді таужыныстардың қалыптасуы және жіктелімі	89
7. Метаморфизм. Ксеногендік процестер	94
8. Тектоника	99
8.1. Тектоникалық қозғалыстардың жіктелімі	99
8.2. Жер қыртысының тектоникалық қозғалыстары	102
8.3. Пликатив дислокациялар (қатпарлы бұзылыстар)	103
8.4. Дизъюнктив дислокациялар (айырылымды бұзылыстар)	105
8.5. Қабаттардың жайғасу элементтері	107
9. Жер қыртысының қалыптасуы және дамуы	109
9.1. Континенттер жер қыртысының геологиясы	109
9.2. Жер қыртысының негізгі құрылымдық элементтері	109
9.3. «Континент-мұхит» өтпелі зоналарының геологиясы	113
9.4. Мұхиттар геологиясы	114
10. Негізгі геотектоникалық гипотезалар	116
10.1. Жер қыртысы қалыптасуының қысқаша тарихы	120
11. Жер қыртысының құрылысын модельдеу	124
11.1. Геологиялық ақпарат алу және графикалық модельдеу	124
11.2. Геологиялық ортаның техногендік өзгерістері	127

II бөлім. Пайдалы қазба кенорындарының геологиясы және барлау	131
Кіріспе	132
2.1-тарау. Жалпы мағлұмат.....	137
12. Кенорындар туралы жалпы мәліметтер.....	137
12.1. Негізгі түсініктер және анықтамалар.....	137
12.2. Кенорындарды игерудің геологиялық жағдайлары	140
12.3. Кенорындарды игерудің гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлары	156
2.2-тарау. Пайдалы қазба кенорындарының генетикалық типтері.....	163
13. Кенорындардың генетикалық жіктелімі	163
13.1. Кенорындардың жер қыртысының негізгі құрылымдық элементтерімен байланысы	165
13.2. Кенорындардың жаралуын және орналасуын анықтайтын факторлар	168
13.3. Кен заттарының көзі және олардың түзілу тәсілдері	171
14. Магмалық кенорындар	173
14.1. Жаралу жағдайлары.....	173
14.2. Кенорындарының типтері.....	174
15. Пегматит кенорындары	181
15.1. Жаралу жағдайлары.....	181
15.2. Кенорындарының типтері	182
16. Гидротермалық кенорындар	186
16.1. Жаралу жағдайлары.....	186
16.2. Кенорындарының типтері.....	187
17. Жапсарлық-метасоматоздық кенорындар.....	194
17.1. Жаралу жағдайлары.....	194
17.2. Кенорындарының типтері.....	195
18. Метаморфогендік кенорындар.....	201
18.1. Жаралу жағдайлары.....	201
18.2. Кенорындарының типтері.....	202
19. Вулканогендік-шөгінді кенорындар.....	206
19.1. Жаралу жағдайлары.....	206
19.2. Кенорындарының типтері.....	206
20. Гидротермалық-шөгінді (стратиформдық) кенорындар	210
20.1. Жаралу жағдайлары.....	210
20.2. Кенорындарының типтері.....	210
21. Мору кенорындары	214
21.1. Жаралу жағдайлары.....	214
21.2. Кенорындарының типтері.....	216
21.3. Пайдалы қазбалардың мору кезіндегі өзгерістері	218
22. Шөгінді кенорындар	223
22.1. Жаралу жағдайлары.....	223
22.2. Кенорындарының типтері.....	224

2.3-тарау. Пайдалы қазба кенорындарының өнеркәсіптік типтері.....	237
23. Металл пайдалы қазбалар.....	237
23.1 Темір.....	238
23.2. Марганец.....	249
23.3 Хром.....	252
23.4. Титан.....	255
23.5. Никель (тініке) және кобальт.....	256
23.6. Вольфрам және молибден.....	260
23.7. Алюминий.....	264
23.8. Мыс.....	269
23.9. Қалайы.....	277
23.10. Қорғасын және мырыш.....	280
23.11. Сүрме және сынап.....	287
23.12. Алтын мен күміс.....	290
23.13. Платина тобының металдары.....	294
23.14. Уран.....	296
23.15. Литий.....	299
23.16. Бериллий.....	301
23.17. Тантал мен ниобий.....	302
23.18. Сирекжер элементтер.....	304
24. Бейметалл пайдалы қазбалар.....	309
24.1. Бейметалл пайдалы қазбалардың жіктелімі.....	309
24.2. Құнды, әшекей және техникалық тастар.....	309
24.3. Графит.....	316
24.4. Слюда.....	318
24.5. Асбест.....	321
24.6. Тальк.....	323
24.7. Флюорит.....	325
24.8. Цеолит.....	326
24.9. Магнетит және брусит.....	328
24.10. Минерал тұздар және бор.....	329
24.11. Фосфат шикізаты.....	332
24.12. Күкірт шикізаты.....	335
24.13. Диатомит, трепел, опока.....	336
24.14. Табиғи тас құрылыс материалдары.....	337
24.15. Карбонат таужыныстар.....	340
24.16. Құм және құм-гравий материал.....	343
24.17. Саз және каолин.....	344
24.18. Техногендік кенорындар.....	345
25. Жанғыш қазбалар.....	350
25.1. Жалпы мағлұмат.....	350
25.2. Шымтезек.....	351
25.3. Көмір және жанғыш тақтатас.....	352
25.4. Жанғыш қазбалар сапасының, құрамының және қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері.....	352

25.5. Көмірдің жіктелімі және негізгі пайдалану бағыттары	363
25.6. Көмір қабаттарының морфологиясы.....	367
25.7. Көмірлі қатқабат	373
25.8. Көмір кенорындарының жалпы сипаттамасы.....	375
25.9. Көмір ресурстарының стратиграфиялық және географиялық таралуы ..	377
2.4-тарау. Пайдалы қазба кенорындарын барлау және геологиялық-өнеркәсіптік бағалау	391
26. Жер қойнауын геологиялық зерттеу жүйесі	391
26.1. Жалпы мағлұмат	391
26.2. Қатты пайдалы қазба кенорындары қорының және болжамдық ресурстарының жіктелімі.....	391
26.3. Геологиялық түсіру және іздеу	396
26.4. Пайдалы қазба кенорындарын барлау	398
27. Кенорындарды геологиялық-өнеркәсіптік бағалау.....	421
27.1. Бағалаудың мәселелері	421
27.2. Кондициялар туралы түсінік.....	422
27.3. Кенорындардың өнеркәсіптік игеруге даярланғандығы	424
27.4. Қорды есептеу	425
27.5. Пайдалы қазба кенорындарын компьютерлік модельдеу	428
III бөлім. Кенорындардың инженерлік геологиясы.....	431
Кіріспе.....	432
28. Пәннің мазмұны	434
28.1. Жалпы түсініктер	434
28.2. Инженерлік-геологиялық зерттеу сатылары	436
29. Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайлары	439
29.1. Физикалық-географиялық жағдайлардың кенорындарды игеруге ықпалы	439
29.2. Кенорындар геологиялық құрылысының оларды игеруді анықтайтын негізгі элементтері	442
30. Кенорындардың жерасты суы.....	460
30.1. Инженерлік-геологиялық жағдайларды бағалауда кенорындар сулылығының рөлі.....	460
30.2. Жерасты суының типтері және олардың кенорындар ауқымында таралуы	460
30.3. Кенорындардың сулану дәрежесі	464
30.4. Кенорындарды игеруде олардың сулану дәрежесінің өзгеруі	467
30.5. Кенорындар жерасты суының химиялық құрамының ерекшеліктері	469
30.6. Кенорындарды, шахта және карьер алаңдарын субасудан қорғау	471
31. Таужыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері.....	474
31.1. Таужыныстар құрамы мен қасиеттері қалыптасуының геологиялық негіздері.....	474
31.2. Таужыныстардың постседиментациялық түрленуі	475

31.3. Таужыныстар физикалық-механикалық қасиеттерін бағалаудың геологиялық әдістері	476
32. Таужыныстардың жарықшақтылығы	481
32.1. Жарықшақ түрлері және олардың жіктелімі	481
32.2. Жарықшақтылықты бағалау	483
33. Кен үңгімелеріндегі геологиялық процестер мен құбылыстар	486
33.2. Геологиялық құбылыстар білінімінің формалары мен масштабтары	491
33.3. Кен үңгімелерінің орнықтылығын барлау деректері бойынша болжау	498
33.3.2. Жезқазған кенорны тазарту үңгімелері жабынының орнықтылығын болжау	501
34. Қарағанды тас көмір алабы геологиялық құрылысының ерекшеліктері	507
34.1. Географиялық орналасуы және бедері	507
34.2. Кен үңгімелеріндегі геологиялық құбылыстар	507
34.3. Алапты игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары	508
34.4. Қарағанды тас көмір алабын аудандау	510
35. Жезқазған кенді ауданы мысты құмтас кенорындары геологиялық құрылысының ерекшеліктері	516
35.1. Географиялық орналасуы және бедері	516
35.2. Стратиграфиясы және литологиясы	516
35.3. Жерасты суы	517
35.4. Кен үңгімелеріндегі геологиялық құбылыстар	518
35.5. Кенорынды игерудің инженерлік-геологиялық жағдайлары	519
35.6. Жезқазған кенорнын аудандау	522
35.7. Кенді алаңдарды қайтара өндіру үшін аудандау	525
36. Геологиялық органы ұтымды пайдалану және қорғау мәселелері	530
Қорытынды	537
Глоссарий	538
Әдебиеттер тізімі	543
Тіркеме 1. Ең көп таралған таужыныс жасаушы және руда жасаушы минералдар сипаттамасы	545

Байбатша Әділхан Бекділдаұлы

**ГЕОЛОГИЯ НЕГІЗДЕРІ
(ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ПӘНДЕР)**

Оқулық

Басуға 20.11.15 қол қойылды. Пішіні 70x100^{1/16}.
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Баспа табағы 35.
Таралымы: Мемлекеттік тапсырыс бойынша – 500 дана.
Тапсырыс № 1110.

Тапсырыс берушінің дайын файлдарынан басылып шықты.



ЖШС РПБК «Дәуір», 050009,
Алматы қаласы, Гагарин д-лы, 93а.
E-mail: priemn1@dauir.kz, zakaz@dauir.kz