Ә. Б. Байбатша

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯСЫ

Алматы 2008

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті

Ә.Б.Байбатша

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯСЫ

Қазақстан Республикасы Білім және
ғылым министрлігі оқулық ретінде ұсынған

Алматы 2008

ЖОК 622.2
ББК 33.11
Б 17

Б 17 **Байбатша Ә. Б**.
Пайдалы қазба кенорындарының геологиясы: Оқулық. – Алматы: ҚазҰТУ, 2008. – 368 б. Сурет – 85. Кесте – 14. Әдебиеттер тізімі – 17 атау.

ISBN 978-601-228-013-5

Оқулықта пайдалы қазбалар, олардың түрі, морфологиясы мен заттық құрамы, кенорындары туралы мәліметтер берілген. Металл, бейметалл және жанғыш пайдалы казбалардың әр түрі бойынша басты қасиеттері, өнеркәсіптік минералдары, колдану салалары, қоры мен бағасы келтірілген. Кенорындардың геологиясы мен генетикалық типтері сипатталған. Қазақстанның пайдалы қазбалары туралы мағлұмат беріліп, басты кенорындарының мысалы қарастырылған.

Оқулық «Пайдалы қазба кенорындарының геологиясы және барлау» мен «Кен ісі» бағыттары мамандықтарында оқитын студенттерге арналған.

ББК 33,11

Пікір жазғандар:
Х.А. Беспаев – Қ.И.Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институтының лаб. меңгерушісі, геол.-минер. ғыл. д-ы;
А.А. Жүнісов – Каспий қоғамдық университетінің кафедра меңгерушісі, проф.;
А.Т. Бекботаев – ҚазҰТУ профессоры, геол.-минер. ғыл. канд.

Жауапты редактор – *Кулкашев Н.Т.*, геол.-минер. ғыл. канд., ҚазҰТУ доценті.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2008 жылғы басылым жоспары бойынша шығарылған.

$$\text{Б}\,\frac{2502010100}{00(05)-08}$$

ISBN 978-601-228-013-5

© Байбатша Ә.Б.,
© ҚазҰТУ, 2008

Академик Қ.И. Сәтбаевтың 110-жылдығына
және Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық
техникалық университетінің
75-жылдығына арналады

Алғы сӨз

Қазақстан экономикасының және әлеуметтік дамуының қазіргі кезеңі геология саласына еліміздің минералдық-шикізат базасын нығайту мен ұлғайту туралы мәселе қояды. Осы айтылғандарға байланысты кен-өндіріс өнеркәсібінде, Жер қойнауын, табиғатты қорғау мен 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 әлемде уран мен хром рудаларының қоры және мыс, қорғасын, мырыш, марганец, вольфрам бойынша әлемде жетекші орындардың бірін алса, көмірсутектердің қоры бойынша әлем елдері арасында бірінші ондыққа кіреді. Бізде барланған қоры шамамен 60 млрд т тас және қоңыр көмірдің 300-ден астам кенорындары 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. Астұздың, калий мен магний тұздарының, натрий сульфатының, бораттардың едәуір ресурстары бар. Қаптама және әшекей тастардың, құрылыс материалдарының, минералды және термалық судың қоры орасан.

Қазақстанда пайдалы қазбалардың (құрылыс материалдарын санамағанда) 2270-тен аса кенорындары ашылған және барланған, олардың ішіндегі бірегейлері мен ірілері: Қашаған, Теңіз, Өзен, Қарашығанақ (*мұнай, газ, конденсат*); Қарағанды, Екібастұз, Майкөбен, Торғай алаптары (*көмір*); Соколов, Сарыбай, Қашар, Аят, Лисаковск (*темір*); Батыс Қаражал, Үшқатын III, Қтай (Ақтай), Жезді *(марганец*); Кемпірсай кенорындар тобы (*хромит*); Баласауысқандық, Қорамсақ, Жабағылы (*ванадий*); Обухов, Шоқаш, Қараөткел (*титан*); Жезқазған, Қоңырат, Ақтоғай, Айдарлы, Октябрьдің 60 жылдығы атындағы (Көктау), Ор маңы *(мыс*); кендіалтайлық – Риддер-Сокол, Николаев, Зырян, Тишин, Новолениногорск және т.б.; атасулық – Жайрем, Үшқатын және т.б. және қаратаулық – Ащысай, Шалқия полиметалл кенорындары (*қорғасын, мырыш, барит*); Новоборан,

Ангренсор, Бөгеткөл, Шырпақайың *(никель, кобальт*); Краснооктябрь, Белинское, Шығыс Аят, Көктал, Науырзым (*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 *(волластонит*); Алексеев, Елтай, Союзное (*каолин*); Дарбаза, Алабота (*бентонит*); Суханов, Берлин *(оттөзімді саз*); Шанқанай, Тайжүзген тобы *(цеолит*); Құмдыкөл (*техникалық алмас);* Семізбұғы (*түрпі-корунд);* Ақтас, Кент, Надырбай, Қызыл-Белдеу (*оптикалық материалдар*); Сарыкөлболды, Итмұрынды, Ақмамедбұлақ, Пстан, Қаратау және т.б. (*асыл* және *әшекей тастар*); Күбірексай, Черногорск, Жайсан, Белокаменое және т.б. (*минералдық бояулар*); Индер, Сатымола, Жылан (*борат, магний* және *калий тұздары*); Сарыағаш, Қапал-Арасан, Белогорск, Ералы, Алматы-Арасан, Жеменей, Қосалы және т.б. *(минералды сулар).*

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

Геология кен өндіру өнеркәсібі орналасқан табиғи ортаны жан-жақты зерттейді. Жер қойнауы минералдық ресурстарын игеруді пайдалы қазба кенорындарының табиғи жағдайларын білмей және ескермей жүргізу мүмкін емес.

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

Кіріспе

Пайдалы қазба кенорындары туралы ілім геологиялық цикл ғылымдарына кіретін қолданбалы пән болып табылады. Ол кенорындарды геологиялық құбылыс ретінде зерттейді. Еліміздің экономикалық дамуына минералдық 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 минералдық 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 геодинамика, 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 ілім мен физикалық химия тығыз байланысты, оның заңдары

көбінесе минералжаралу процестерінің табиғатын таңдаған кезде пайдаланылады. 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 алуы керек.

Тарихи мағлұмат. Пайдалы қазба кенорындарының геологиясы туралы ілімнің қалыптасуы мен дамуы кен кәсібінің пайда болуымен және кен ісінің ары қарай жетілуімен тығыз байланысты.

Адамзат көне замандардан бері тұрмыс мақсатында түрлі минералдар мен таужыныстарды пайдаланып келеді. Алғаш адамдар әр түрлі 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. Кіші Қаратау жотасының солтүстігіндегі қырқалы жазықтан табылған Бөріқазған, Тәңірқазған, Аққөл, Кемер, Кәкіш, Қазанғап және басқа ежелгі адам тұрақтарынан табылған шақпақтастан өңделіп жасалған құралдар осыдан 1 млн жылдай бұрын жасалған. Бұл тас құралдар Қазақ даласын мекендеген ең алғашқы адамдардың мәдени ескерткіштері. Осы мәдени ескерткіштер негізінде Қазақ даласы планетамыздағы алғашқы адам пайда болған аймақтардың бірі саналады. 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 әр түрлі құралдар жасау қолға алынған. Алғашқы кеншілер осыдан 2 – 3 мың жыл бұрын Жезқазғаннан басқа Шатыркүл, 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.

Ортағасырлық заманның басында кенорындар туралы алғашқы мәліметтер Ибн Сина (Авицена), Әл-Бируни және басқа ғалымдардың еңбегінде жинақталып, жазыла бастаған. 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.

Москвада 1584 жылы *Тас өндіру ісі туралы* арнайы патша жарлығы шығады. Бұл жарлық салына бастаған жаңа қаланы табиғи құрылыс материалымен қамтамасыз етуді көздегендіктен, металл және бейметалл шикізаттардың көптеген ірі кенорындарын ашуға жағдай жасаған. Петр I патшалық еткен жылдары (XVII ғ. соңы–1727 ж.) кен ісі қарыштай дамып, кенорындарды іздеу мен барлау жұмыстарын арнайы жүргізу мақсатында "кен қазу істері туралы жарлық" шыққан. Бұл жарлық негізінде 1717 ж. *Берг Коллегия* дүниеге келген. Осының негізінде осы жылдары Россия темір, мыс, қорғасын, тастұз өндіру бойынша әлемде бірінші орынға шығып, айналасына үстемдік ете бастаған. Ал 1724 ж. Россия Ғылым Академиясы ұйымдастырылды.

Пайдалы қазба кенорындары туралы ғылымның негізін жасауда М.В.Ломоносов (1711–1765) айрықша роль атқарды. Россияда одан кейін И.И. Лепехин, М.Е. Головин, Н.Я. Озерцовский, Н.П. Рычков, П.С. Палас, Г.К. Разумовский, 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 ж. Кен училищесі (кейін Кен институты, 1991 ж. 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 ж. "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.

Орал, Алтай, Сібірмен қатар Қазақстан мен Кавказды зерттеу де қолға алынып, бұл аймақтарға арнайы мамандар жіберілді. 1892 ж. құрылған *Геологиялық комитет (Геолком)* әр түрлі аудандарда кең ауқымды жүйелі геологиялық зерттеу жұмыстары мен жаңа кенорындар іздеуді ұйымдастырады. Геолком алғашқы жылдары Россияның еуропалық бөлігінің 10-версталық (шақырымдық) геологиялық картасын жасады. 1890-шы жылдары Донецк алабында, Кривой Рог темірлі ауданында, Оралдың темір-алтын кенді аудандарында геологиялық түсіру жұмыстарын жүргізді. Сібір темір жол трассасы бойында және Сібірдің бірқатар алтынды аудандарында геологиялық зерттеулер басталды. Жезқазған мыс кенорны, Қарағанды мен Екібастұз тас көмір алаптары, Спасск, Өспен мен Кенді Алтай түсті металдар кенорындары тіркеліп, өндіріс жұмыстары қолға алынды. Геолком 1901 ж. Кавказдың мұнайлы аудандарын зерттеуге кірісті.

Геолком XIX ғ. соңы –XX ғ. басында құрамының аздығына қарамай әр түрлі аудандардың геологиясы мен минералдық ресурстарын зерттеу бойынша үлкен жұмыс атқарды. Әсіресе пайдалы қазбалар кенорындары туралы ғылымның дамуына "орыс геологиясының атасы" аталған А.П.Карпинский, Е.С.Федоров, К.И.Богданович, В.А.Обручев, Н.К.Высоцкий, И.В.Мушкетов, Ф.Н.Чернышев, Л.И. Лутугин, П.И.Степанов айрықша роль атқарды. Олардың еңбегі қазір де мәнін жойған жоқ. Батыс ғалымдары арасында Ф.Пошепной, П.Ниггли, В.Линдгрен, В.Эммонс, Х.Фогт және т.б. көп еңбек жасады.

Кеңестік кезеңде еліміз теңдесі жоқ экономикалық биіктерге көтеріліп, геология мен пайдалы қазба кенорындары туралы ілімнің қарқынды дамуын қамтамасыз етті. 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 гология,

пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлау туралы қазіргі ғылымның негізін қалады.

Шет елдерде пайдалы қазбалар туралы ғылымның дамуына Р.Бейтс, А.Бэтман, Я.Кутина, Ч.Парк, П.Рамдор, Р.Рутье, Г.Шнейдерхен және т.б. белсенді еңбек етті.

Қазақстан геологиясы қазіргі кезде 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. Әр түрлі 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. Қазір елімізде белгілі 2270-тен аса пайдалы қазба кенорындары мен кен білінімдері көрсетілген масштабы 1:1 000 000 "Қазақстан пайдалы қазбаларының" картасы мен оның түсіндірме жазбасы жасалынды (2002–2003 жж.).

Пайдалы қазбалар туралы ілімнің мәні. 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 роль атқарады. Аталған факторлармен қатар, пайдалы қазбалар мен оларды сыйыстырушы таужыныстардың қасиеті және құрылысы, олардың тектоникалық бұзылғандығы мен жарықшақтылығы өндіріс жүйесін, минералдық 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 минералдық 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, минералдық шикізат өндірудің жаңа технологиялық тәсілдерін іздестіру мен енгізу үшін төтенше маңызды. Мысалы: жер астында балқыту (күкірт), жерастылық шаймалау (мыс, уран, минералдық тұздар), қатты жанғыш

қазбаларды жер астында газға айналдыру (көмір, жанғыш тақтатастар) және т.б.

Пайдалы қазбаларды зерттеу әдістері. 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 ара қатынасын білу үшін жүргізіледі. Далалық зерттеулер кезінде геофизикалық деректерді кең пайдалану арқылы түбегейлі геологиялық карталау орындалады.

Геологиялық барлау жұмыстарының негізінде кенорындарға өнеркәсіптік баға беріледі, олардың гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлары анықталады.

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.

Жер қойнауындағы минералдық шикізаттың мөлшері мен сапасын бағалауда математикалық әдістер, олардың ішінде ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика, қазіргі компьютерлік технологиялар маңызды роль атқарады.

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 ғылымы мен өндіріс үшін, инженерлер даярлау үшін маңызы қандай?
5. Пайдалы қазбаларды зерттеудің қандай негізгі әдістері бар?

1-бөлім. ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТ

1. КЕНОРЫНДАРЫ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

1.1. Негізгі түсініктер мен анықтамалар

Пайдалы қазба – экономиканың әр түрлі 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.

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. Олар мынадай топтарға бөлінеді:

- қара металдар – темір, марганец, хром, титан;
- легирлеуші металдар – никель (тініке), кобальт, вольфрам, молибден;
- түсті металдар – алюминий, мыс, қорғасын, мырыш, сүрме, сынап;
- асыл металдар – алтын, күміс, платина, палладий;
- радиобелсенді элементтер – уран, радий, торий;
- сирек және шашыранды элементтер – висмут, цирконий, ниобий, тантал, галлий, германий, кадмий, индий, рений, осмий;
- сирекжер элементтер – лантан, церий, иттрий.

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 және тас көмір, антрацит, жанғыш тақтатас, 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, шипалық 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 пайдаланылады.

Қатты пайдалы қазбалардың ең маңызды түрі руда деп те аталады. *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 минералдық шикізат. Компоненттерінің санына қарай монометалды және полиметалды рудалар болады.

"*Пайдалы қазба*" және "*руда*" деген түсініктердің мағынасы белгілі дәрежеде шартты. Олар экономиканың тарихи кезеңдердегі түрлі минералдық 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 ғ-да пайдалы қазбаларға калий тұздары, уран рудалары, нефелин, перлит, волластонит және т.б. көптеген минералдық 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. Минералдық шикізаттың көптеген жаңа түрлері соңғы техника салаларында қаттылығы, беріктігі, басқа да арнайы қасиеттерінің жоғары көрсеткіштеріне сай келетін, жаңа конструкциялық материалдардың 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, минералдық тыңайтқыштарды кең қолдану – химиялық өнеркәсіптің дамуына әкелді. Пайдалы қазбаларды өндірудің орасан масштабы, оларды өндіру мен өңдегенде 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 кенорны – олардың геологиялық денелер түрінде табиғи шоғырланған жер қыртысының бөлікшесі. Кенорындағы минералдық 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.

Кен орындарға 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.

Пайдалы қазбалар кен білімі – жер қыртысындағы өндіруге жеткіліксіз немесе әлі толық зерттеліп болмаған минералдық шикізат жиынтығы.

Пайдалы қазба (кен) денесі немесе *жатыны* деп барлық жағынан шектелген минералдық заттар жиынтығын айтады. Әр кенорын ауқымында бір немесе бірнеше кен денелері болуы мүмкін.

1. 2. Пайдалы қазба денелерінің морфологиялық сипаттамасы

Пайдалы қазба жасайтын минералдар агрегаты жер қыртысында пішіндері мен кеңістіктегі жағдайы әр қилы 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. Атап айтқанда – өндіру тәсілдерін, аршу мен даярлау сұлбаларын, өндіру жүйелерінің параметрлерін таңдау мен өндірістік процестерді ұйымдастыруды негіздеуде қажет. Сондықтан морфологиялық жағдайларды бағалау кенорындарды барлау процесінде де (морфологиялық параметрлер пайдалы қазбалардың мөлшерін анықтайтынына байланысты), оларды игеру кезінде де зерттеудің ең маңызды мәселелерінің бірі саналады.

"Пайдалы қазба денелерінің морфологиясы" деген түсінікке мыналар кіреді:

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 ара қатынасы;

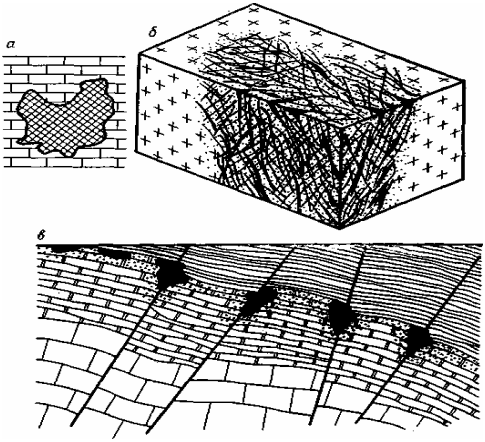
8) сыйыстырушы таужыныстардың құрылымдық элементтері мен жатыс жағдайлары бойынша ара қатынасы;

9) жатысы мен таралуының тереңдігі;

10) кенденуден кейінгі (пострудалық) тектоникалық процестер әсерінен 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: изометрлі, жалпақ (тақта пішінді) және ұзыншақ (құбыр тәрізді).

Изометрлі денелердің үш өлшемі де шамамен бірдей болады. Оларға шток, штокверк, буцена (кен қапшықтар), ұя және бүйрек пен сеппелер сияқты ұсақ бөлінімдер жатады (1.1–сурет).

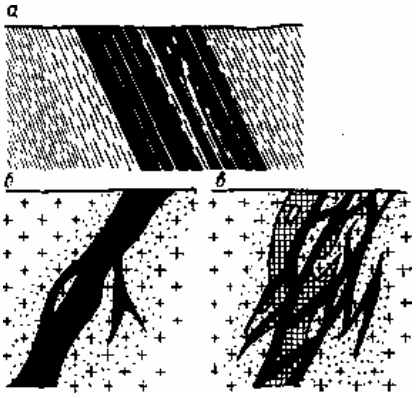


1.1- сурет. Изометрлі пайдалы қазба денелерінің пішіні:
а – шток (план),
б – штокверк, в – ұялар (қима)

Шток деп ірі (10 м-ден асатын) изометрлі жатынды айтады, ол тұтас минералдық шикізаттан тұрады. Оның мысалы ретінде тастұз денелерін, гидротермалық, метасоматоздық жатындарды, магмалық таужыныс массивтерін айтуға болады. Егер жатындардың өлшемі 10 м-ден кіші болса, оларды *бүңеналар* 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 – әр түрлі бағдарланған және минералдық зат сеппеліктеріне қаныққан желішіктермен кесіліп, түйірелген 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.

Жалпақ (тақта тәрізді) денелер екі үлкен және бір кіші (қалыңдығы) өлшемімен сипатталады. Олар табиғатта ең көп таралған морфологиялық типті құрайды. Оларға қабаттар мен желілер жатады (1.2-сурет).



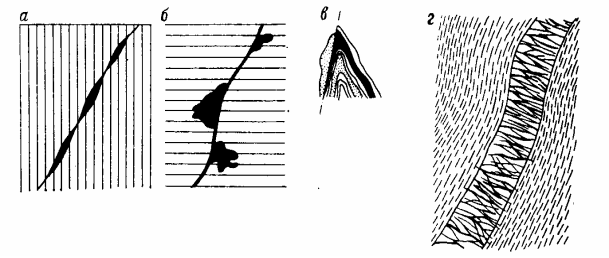
1.2-сурет. Тақта тәрізді (жалпақ) пайдалы қазба денелерінің пішіні: *а – күрделі қабат, б – қарапайым желі, в – күрделі желі*

Қабат – көбінесе шөгінді текті, қапталдас тау жыныстардан 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 тау жыныс қабатшалары кірмейді. Күрделі қабат пайдалы қазба мен сыйыстырушы тау жыныс қабатшаларының кезектесіп қабатталуынан тұрады.

Қабаттардың ұзындығы бойынша қалыңдығы жұқарған және делдиген бөлікшелері, қарапайым және күрделі сыналануы кездеседі. Көмір, марганец, темір және т.б. руда кен орындарының денелері қабатқа мысал бола алады. Пайдалы қазбалардың пішіні қабаттарға жақын келетін денелерін *қабат тәрізді жатын* деп атайды.

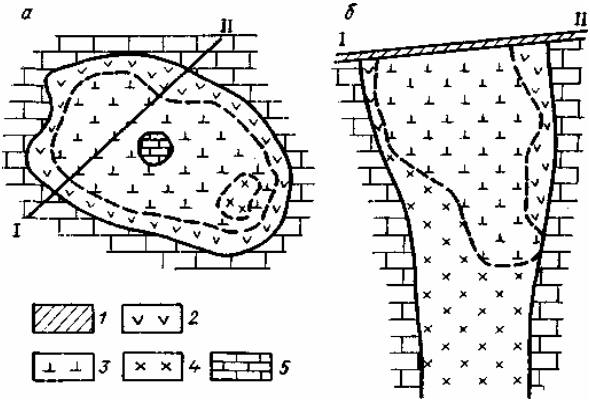
Желілер – тау жыныстардағы пайдалы қазбаның минералдық затына толған жарықшақтар. Оларды сонымен қатар қабат тәрізді денелер санайды. Өйткені созылымы мен төмен қарай таралуы ондаған және жүздеген метр болса, ал үшінші өлшемі – қалыңдығы көбінесе бірнеше см мен бірнеше метр аралығында ғана болады. Желі минералдық затының сыйыстырушы тау жыныстармен жанасқан беттерін *зальбанд* деп атайды.

Морфологиясының детальдары бойынша желілер арасында моншақ тәрізді, камераланған, ер тәрізді, сатыланған, парақталған және басқа түрлері бөлінеді. Желілердің жиынтығы кейде желілі алаңдар жасайды (1.3-сурет).



1.3-сурет. Пайдалы қазба денелерінің желі пішіндері:
а – моншақ тәрізді; б – камералық; в – ер тәрізді; г – сатыланған

Баған (құбыр) тәрізді ұзыншақ кен денелері осі бойынша созылған пайдалы қазбалардан тұрады. Мұндай денелердің көлденең қимасы изометрлі, эллипс және линза тәрізді болуы мүмкін (1.4-сурет).



1.4 - сурет. Құбыр тәрізді дене: *а*–геологиялық план; *б*–кимберлит түтікшесінің қимасы (*А.П. Бобриевич* бойынша*);*
1 – тасындылар; 2 – 4–кимберлит: 2 – өзгерген сары, 3 – өзгерген жасыл, 4–шамалы өзгерген; 5 – сыйыстырушы 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.

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 пайдасы қазбаның тұтас массасы таужыныстарға сеппеліктерінің біртіндеп азаю белдемдері арқылы ауысса, онда 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. Сыналану негізгі үш түрге 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.

Кен денесінің жатыс 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.

Сыйыстырушы таужыныстармен жасы бойынша ара қатынасына қарай кен денелері (кенорындар) екі топқа бөлінеді: синегенезисті және эпигенезисті (1.1-кесте).

.

1.1-кесте

Пайдалы қазбалар денелері пішінінің жіктемесі.

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

Синегенезисті денелер өздерін қоршаған таужыныстармен бір уақытта және бір процесте қалыптасады. Мұның мысалы ретінде барлық шөгінді кенорындарды айтуға болады.

Эпигенезисті денелер деп, өздерін сыйыстырушы таужыныстардан кейін жаралғандарды айтады. Бұл топқа әр түрлі желілер мен жарылыс құбырлары жатады.

Сыйыстырушы таужыныстардың жатыс жағдайлары мен құрылымдар элементтерінің ара қатынасы 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 әр түрлі құрамды немесе генезисті таужыныстардың жапсарлық беттерімен үйлесімді (стратификатталған 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 (әр түрлі ретті тектоникалық жарықшақтармен, жарықшақтардың бір-бірімен қиылысуымен, қатпарлардың құлыптық бөліктерімен және т.б.) үйлесімді.

Жатыс 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.

1. 3. Пайдалы қазбалардың сапалық сипаттамасы

Минералдық шикізаттың сапасы оның пайдалану сапасына (қолдалынуына) сай келетінін, сақталғыштығы мен технологиялылығын анықтайды. Пайдалы қазбалардың қолданылуына байланысты қасиеттері (сипаттамасы): заттық (минералдық және химиялық) құрамы, бітімдік-құрылымдық сипаттамасы, негізгі пайдалы компоненттердің мөлшері, ілеспе пайдалы компоненттердің мөлшері, зиянды компоненттердің мөлшері, кенорын немесе кен денесі ауқымында пайдалы және зиянды компоненттердің таралуы.

Кен-рудалық шикізаттың сапасы пайдалы минералдар мөлшерімен және олардың өнеркәсіптік пайдалану мүмкіндігі мен жағдайларын білдіретін айрықша қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіштер жиынтығымен анықталады. Әр түрлі минералдық

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.

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.

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 компонентердің 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 ара қатынасымен анықталады. Металл кендерде руда минералдар құнды металдардан тұрады, ал бейметалл кендерде – құнды минералдар құрамында металлоид элементтер болады немесе олардың өзі айрықша қасиеттеріне байланысты практикалық қызығушылыққа ие болады.

Әр түрлі кенорындарда руда минералдар мен 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%-ке дейін жетеді; бай темір рудалары толығымен дерлік руда минералдардан тұрады.

Минералдардың басты бөлігінің құрамы бойынша рудалар мынадай типтерге 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 – минералдық 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.

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 макротиптер (немесе литотиптер), микролитотиптер мен микрокомпоненттер бөлінеді.

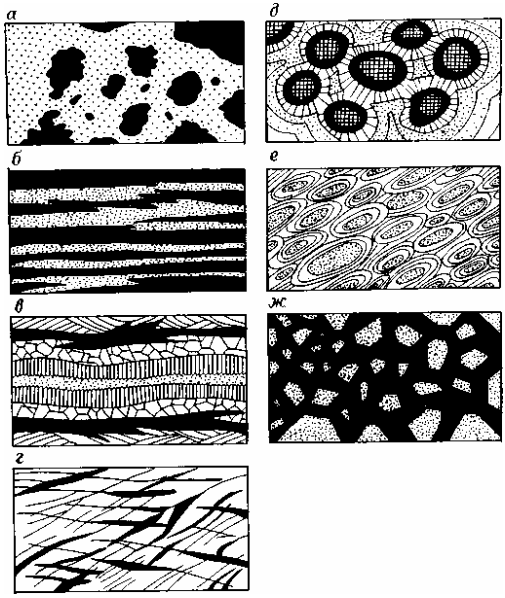
Қатты жанғыш қазбалар құрамында көп немесе аз мөлшерде міндетті түрде болатын бейорганикалық компоненттерге минералдық қоспалар (саз минералдары, карбонаттар, темір сульфидтері, кварц және т.б.) жатады. Қатты жанғыш қазбаларда минералдық қоспалармен қатар 15-тен 60 %-ке дейінгі мөлшерде ылғал болады.

Органикалық компоненттер құрамына көміртек, оттек, сутек, азот, күкірт пен фосфор кіреді. Минералдық 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* минералдық шикізаттың технологиялық мақсат үшін сапасын бағалаудың маңызды көрсеткіші болып табылады. Минералдық агрегаттың ара қатынасы, 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 минералдық агрегаттың кеңістікте өзара орналасу ерекшеліктерімен анықталады. Білінімінің масштабы бойынша мега-, макро- және микробітімдер бөлінеді. Мегабітім ауданы бойынша ірі минералдық 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 (1.5-сурет).



1.5-сурет. Пайдалы қазба бітімінің типтері (*В.И. 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.

Жолақты бітім мен олардың түрлестері – (таспалы, қабаттылы, линза тәрізді, тарақшаланған және т.б.) – әр түрлі минералдық құрамды немесе әр түрлі 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 (флуктуациялық) – магматогендік типтілерге.

Желішікті бітім магмалық және гидротермалық кенорындарға тән. Оны торланған, қиылысқан немесе параллельге жуық орналасқан желішіктер жүйесі жасайды.

Сфероидты бітім минералдық агрегаттардың концентрлі орналасуымен ерекшеленеді. Әр түрлі типті кенорындар үшін оның жекелеген түрлері тән: нодульдік – магмалықтарға; қоқардалық пен секрециялық – мору кенорындарына; оолиттік, ноқаттық, конгломераттық – шөгінді кенорындарға; сақиналық, друзалық және сәулелік – метаморфогендіктерге.

Бүйрек тәрізді бітім минералдық массалардың коллоидтық ерітінділерден бөлінуі кезінде пайда болады. Олар көбінесе мору және гидротермалық руда кенорындарында байқалады.

Уатылу бітімі алғашқы генерация минералдық массаларының уатылу нәтижесінде қалыптасып, кейінгі генерация минералдарының сыныктарымен 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.

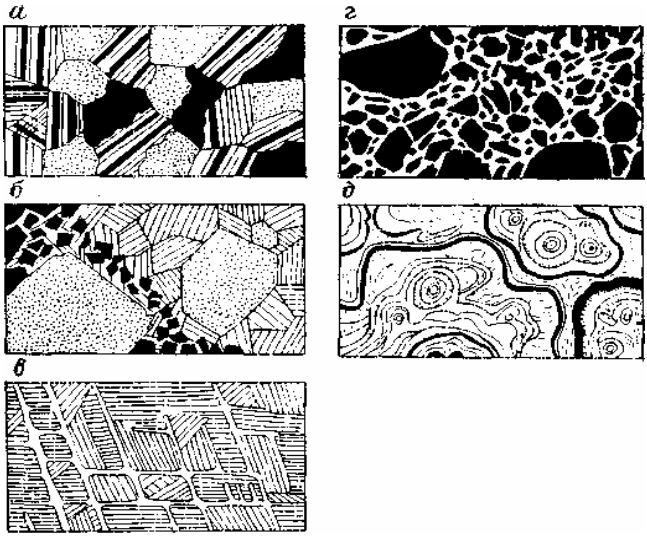
Қаңқалық (ұяшықты, жәшікті) бітім руда кенорындарының тотығу белдемінде пайда болады. Ол ұяшықтары қопсық минерал массаларына толған майда минералдық қабырғалар жүйесінен тұрады.

Қопсық (сыныкты, жер тәрізді, ұнтақ, күйе сияқты) бітім мору және шөгінді кенорындарда байқалады. Ол өлшемдері әр түрлі сыныктар мен түйірлерден тұратын, нашар тығыздалған шөгінділерге тән.

Пайдалы қазбаның құрылымы кеңістікте оқшауланған минералдық агрегаттарды құрайтын жекелеген минералдық түйірлердің немесе олардың сыныктарының пішіні, өлшемдері мен өзара орналасу тәсілі бойынша анықталады. Макрокұрылым

көзмөлшер бойынша анықтала алса, майда түйірлі немесе көрінбейтін агрегаттардың микроқұрылымы микроскоп астында анықталады. Құрылымның морфологиялық бірлігі ретінде минералдық агрегаттарды құрайтын жеке түйірлері қарастырылады.

Пайдалы қазбаның құрылымдары морфологиялық белгілері бойынша мынадай типтерге бөлінеді: біркелкі түйірлі, әркелкі түйірлі, пластиналық, талшықты, белдемділікті, кристаллографиялық бағдарланған, тығыз кіріккен, алмасқан, уатылған, колломорфтық, сферолиттік, сынықты (1.6-сурет).



1.6-сурет. Пайдалы қазба құрылымының типтері (*В.И. Смирнов* бойынша*): а–біркелкі түйірлі, б–әркелкі түйірлі, в–кристаллографиялық бағдарланған, г–уатылған, д–колломорфтық*

Біркелкі түйірлі құрылым шамамен өлшемдері бірдей минерал түйірлерінен тұратын минералдық агрегаттарға тән. Ол көбінесе эндогендік кенорындарда байқалады. Магматогендік кенорындардың рудаларында біркелкі түйірлі құрылымды (гипидиоморфты түйірлі, аллотриоморфты түйірлі, сидеронитті және т.б.) түзілімдер, ал метаморфогендіктерде – қайта кристалдану құрылымдары кездеседі.

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.

Пластиналық және талшықты құрылымдар эндогендік кенорындарда байқалып, оларды құрайтын пайдалы қазба минералдық бөлінімдерінің тиісінше пластиналық және жіп тәрізді пішінімен сипатталады.

Белдемділік құрылым гидротермалық ерітінділерден ретімен түзілетін минералдық жолақтардың заңдылық бойынша алма-кезек алмасуымен білінеді.

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 минералдық агрегаттың сәулелі немесе концентрлі-дөңгелек құрылысымен ерекшеленеді. Ол мору және гидротермалық кенорындардың рудаларында байқалады.

Сынықты құрылым шөгінді кенорындарға тән. Ол түйірлері бөлек немесе цементтелген минералдық массаны 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. Шашылымдық 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.)

Негізгі компоненттің мөлшері бойынша құнарлы, қатардағы және кедей (жұтаң) рудалар бөлінеді, бірақ әр түрлі пайдалы қазбалар үшін руда сорттарының шекарасы да әр түрлі болады. Мысалы, темір үшін құнарлы кен деп құрамындағы темірдің мөлшері 60 %, мыс үшін – мыстың мөлшері 3 %, қалайы үшін – қалайының мөлшері 1%, алтын үшін – ол 10г/т (0,00001%) болғанда айтады.

Зиянды қоспалар көптеген минералдық 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 төмендететі, 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 минералдық шикізатты комплексті пайдалану деңгейімен анықталады. Ілеспе пайдалы қазбалар (компоненттер) санына МҚК (Мемлекеттік қор комиссиясы) жіктемесіне сәйкес мыналар жатады:

1) негізгі кен денелерін құрайтындардан басқа аршылым таужыныстарымен 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 минералдық және басқа қоспалардың құрамында болып, концентраттары металлургиялық немесе гидрометаллургиялық өңдеу сатысында айырып алынатындар (алтын мен күміс – мыс пен қорғасын концентраттарын өңдеген 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 ету үшін өте маңызды мәнге ие.

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, алабы, ауданы (түйіні), алаңы, кенорны, кен білінімі және денесі; олардың мысалдары қандай?
4. “Өнеркәсіптік кондициялар” деген түсініктің анықтамасы қандай?
5. “Пайдалы қазба кенорындары” неге геологиялық-экономикалық түсінік болып саналады?
6. Пайдалы қазба денелерінің негізгі морфологиялық типтерінің сипаттамасы қандай?
7. Изометрлі, жалпақ және құбыр тәрізді кен денелерінің пішінін, өлшемдері мен жатыс 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. Пайдалы қазбаның қандай қасиеттері оның қолданылуына, сақталғыштығына, технологиялылығына байланысын анықтайды?
11. Металл мен бейметалл кендердің, қазба көмірдің, құрылыс таужыныстарының заттық құрамын қандай сипаттамалары анықтайды?
12. Пайдалы қазбалардың типі мен сорты деген не?
13. Пайдалы қазбалардың бітімі мен құрылымы деген не?
14. Пайдалы қазба бітімінің, құрылымының негізгі түрлерінің сипаттамасы қандай?
15. Металл рудалары, кен-руда шикізаты, құрылыс материалдары қандай көрсеткіштермен сипатталады?

2-бөлім. ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ЖАРАЛУЫ МЕН ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТИПТЕРІ

Пайдалы қазба кенорындары жаралуының геологиялық жағдайларын зерттеу олардың генетикалық жүйеленуіне, белгілі бір геологиялық құрылымдар және таужыныстар комплексімен байланысына, пайдалы минералдық массалар түзілуінің көздері мен жолдарына, рудажаралу процестерінің физикалық-химиялық параметрлеріне қатысты мәселелерді қамтиды.

2. КЕНОРЫНДАРДЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ЖІКТЕМЕСІ

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. Захарев (1953 ж), С.С. Смирнов (1955 ж), С. А. Вахромеев (1975 ж), В.И. Смирнов (1976, 1985 жж) ұсынған жіктемелер. Олардың көпшілігі тиісті оқулықтар мен оқу құралдарында қарастырылған.

Ұсынылған жіктемеде мынадай бір-біріне бағынышты таксондар қарастырылады: пайдалы қазба кенорындарының сериялары, топтары, кластары мен класшалары (2.1-кесте).

Жіктемедегі 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 седиментогендік руданың жаралуы да байланысты. Топтардың арасында дәстүрлі магматогендік, метаморфогендік және седиментогендік кенорындармен қатар, эндогендік серияда қосымша магматогендік-метаморфогендік, ал эндогендік-экзогендік серияда – магматогендік-седиментогендік топтар бөлінген.

2.1-кесте

Пайдалы қазба кенорындарының генетикалық жіктемесі

Серия	Топ	Класс	Класша
Эндогендік	Магматогендік	Магмалық	Бастапқымагмалық
			Соңғымагмалық
			Ликвациялық
		Пегматиттік	Қарапайым пегматиттік
			Туынды пегматиттік
			Метасоматоздық алмасқан пегматиттік
		Гидротермалық	Плутоногендік (тереңдік)
			Вулканогендік (жербеті маңы)
			Альбититтік
			Грейзендік
	Магматогендік-метаморфогендік	Жапсарлық-метасоматоздық	Скарндық (әкті-магнийлі-скарндық)
	Метаморфогендік	Метаморфталған	Аймақтық метаморфталған
		Метаморфтық	Жапсарлық метаморфталған
			Аймақтық метаморфтық
			Жапсарлық метаморфтық
Эндогендік-экзогендік	Магматогендік-седиментогендік	Вулканогендік-шөгінді	
		Гидротермалық-шөгінді	
Экзогендік	Седиментогендік	Морулық	Қалдық
			Сіңбелік
		Шөгінді	Механикалық
			Химиялық
			Биохимиялық

Аталған процестердің әрқайсысының уақыт пен кеңістіктегі даму сипаты, формасы мен білінім жағдайлары, минералдық массалар бөлінуінің және жиналуының физикалық-химиялық механизмі бойынша жіктемедегі 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 минералдық массалардың бөлінуі, кенорындардың қалыптасу уақытына және механизміне байланысты. Метаморфогендік кенорындар метаморфизмнің негізгі типтеріне сай жіктеледі. Седименттіктер үшін жіктеме седиментогенездің негізгі кезеңдеріне – заттың мору белдемінде 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.

2.1. 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 жер қыртысының әр бөлікшесіне немесе құрылымдық элементіне тән кенорындардың типі мен оның қалыптасу жағдайлары байланысты. Осыған байланысты: 1) геосинклин алқаптарының; 2) платформа алқаптарының; 3) теңіз бен мұхиттар түбінің кенорындары бөлінеді.

Қатпарлы-геосинклин алқаптарының кенорындары. Қазір көнерген геосинклин терминімен тектоникалық тұрғыдан алғанда, жер қыртысының ең белсенді бөлікшелерін сипаттаған. Осы мобильді алқаптар дамуының барлық кезеңінде, олар біртіндеп орнықты қатпарлы құрылыстарға ауысқанда көптеген пайдалы қазбаның эндогендік және экзогендік кенорындары жаралады. Бірақ кенорындардың қалыптасуы геосинклин эволюциясының әр түрлі сатыларында әр қилы болады. Олардың геологиялық тарихында негізгі екі саты бөлінеді: бастапқы (ортогеосинклиндік) және соңғы (орогендік).

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 сыныкты 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 ассоцияланады. 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 дамитын шөгінді жиналу процестерімен құрылыс материалдары, каустобиолит пен минералдық 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 пайда болған. Трапп магматизмімен сульфид мыс-никель рудаларының, исланд шпатының кен орындары қалыптасуы байланысты. Трапптар 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 әр түрлі организмдердің тіршілігімен байланысты процестер едәуір роль атқарады.

Теңіздер мен мұхиттар түбінің кенорындары. Әлем мұхиты біздің планетамыздың 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 км^2 ауданды алып жатыр. Бірқатар елдерде осы өте құнарлы кеннің өнеркәсіптік өндірісін жолға қоюға әрекет жасалуда.

Кен білінімдердің біршама жақында анықталған жаңа типі – мұхиттардың терең бөліктеріндегі металды ыстық тұздықтар мен ірі жарылымдар белдемінде орналасқан полиметалл рудаларының желілері. Олардың орналасуында рифт құрылымдардың маңызы үлкен.

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.

2. 2. Кенорынның жаралуы мен орналасуын анықтайтын геологиялық және физикалық-химиялық 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 әр түрлі генетикалық топтары қалыптасуы үшін магмалық, стратиграфиялық, литологиялық және тектоникалық факторлар жетекші орын алады.

Магмалық факторлар. Әр түрлі эндогендік пайдалы қазба кенорындары құрамы бойынша белгілі бір магмалық таужыныс комплекстерімен байланысты. Ультранегізді (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 қышқыл 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 ассоцияланады, 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 ролін 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 пайда болып, 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 минералдық тұздар кенорындары пайда болған. Сондықтан олар шөгінділердің регрессиялық сериясының жоғарғы жағында кездеседі.

Көптеген кенорындар үшін әр түрлі геологиялық құрылымдар ауқымында жақсы сақталатын жасы белгілі бір түзілімдермен байланыста болуы тән. Мұндай байланыс көмірлі алаптар, минералдық тұздар, фосфорит пен темір рудаларының кенорындары ауқымында байқалады.

Тектоникалық факторлар. Пайдалы қазба кенорындарының, рудалы алаңдар мен белдеулердің орналасуы әдетте ірі тектоникалық элементтерде бақыланады. Мұндай элементтерге терең жарылымдар, қатпарлы белдемдер, тау бөктері ойыстары, тауіші қазаншұңқырлары, платформалық антеклизалар мен синеклизалар 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 минералдық тұздар кенорындары орналасады. Аймақтық бастырмалар, лықсымалар,

ығыспалар мен мыжылу 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 кен орындары (мыс, тұз, көмір және т.б.) көбінесе платформалар мен қатпарлы алқаптардың шекарасына орналасатын таубөктері ойыстарында бөлінеді.

Жаралу тереңдігі. Пайдалы қазба кенорындары әр түрлі тереңдіктерде қалыптасады. Кенорындардың жаралу тереңдігі деп рудажаралу уақытына сәйкес келетін кездегі жер бетінен пайдалы қазбалар массасы орналасқан жерге дейінгі ара қашықтықты 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.

Әр түрлі тереңдік жағдайларында пайда болған кенорындар әркелкі 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 – кен орындардың перспективасы шектеулі; ортаңғы – бастапқы мен толық эрозияланудың аралығында болады. Геологиялық барлау жұмыстары кезінде эрозиялық кесілімнің тереңдігін әдетте әр түрлі 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. Әр түрлі кен орындар қалыптасуының температуралық интервалы жеткілікті кең – экзогендік кенорындар үшін 0–50°С, ал эндогендіктерде – 800–900°С, ал геосинклиндерде тіпті 1200–1300°С-қа дейін. Рудалық процестің температурасын көбінесе жанама әдістермен анықтайды. Бұл әдістер арасында аталатындар: термометриялық (минералдағы газ-сұйық кірінділер бойынша), минералогиялық (минералдық термометрлер көмегімен, ол әр түрлі 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 жасалынуда.

Рудажасаушы жүйелердің температура мен қысымнан басқа маңызды физикалық-химиялық параметрлеріне ортаның қышқылдық-сілтілік көрсеткіші (*pH*), тотығу-тотықсыздану потенциалы (E_h),

көмірқышқыл мен күкірт режимі, иондардың химиялық белсенділігі жатады.

2. 3. Кен заттарының көзі мен түзілу жолдары

Әдетте кенорындардың пайдалы минералдар массасын қалыптастыратын зат көздері біршама әр түрлі 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) әр түрлі жануар мен өсімдік организмдері тіршілігінің өнімдері; 5) ғарыштан келетін зат.

Заттық ерітінділер мен қапталдас таужыныстардың 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 әр түрлі екендігін көрсетеді.

Бақылау сұрақтары

1. Пайдалы қазба кенорындарының жіктемесі қандай принциптерге негізделген және ол қандай бірліктерден (таксондардан) тұрады?
2. Геосинклин мен 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? Әр түрлі 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?

3. МАГМАЛЫҚ КЕНОРЫНДАР

3. 1. Жаралу жағдайлары

Магмалық кенорындар ультранегізді, негізді немесе сілтілі құрамды рудалы магманың дифференциялану және кристалдану процесінде, жоғары температура (700–1500°С) мен жоғары қысым жағдайында және үлкен тереңдікте (>3–5 км) қалыптасады. Магмалық кенорындардың рудажасаушы элементтерінің негізгі көзі Жердің жоғарғы мантиясының заты болып табылады.

Интрузиялық массивтердің қалыптасуы барысында екі типті заттың дифференциялануы 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 әр түрлі болғандықтан екі жағдайда да оның гравитациялық дифференциялануы орын алады.

Рудалы магма балқымасы дифференциялануының негізгі бағыттарына сәйкес дербес (өзіндік) магмалық кен орындардың үш класы бөлінеді: ликвациялық, бастапқымагмалық 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.

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 оқшауланууы нәтижесінде қалыптасады. Алғашқы кристалдану хромит, платина тобындағы металдар, алмас пен сирекжерге (монцанит) тән. Олар 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 айрықшаланады.

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 әр түрлі қуыстар мен бос аралықтарды толтырады. Осыған байланысты руда минералдар силикат түйірлерді цементтеуден қалыптасқан *сидероните́ттік 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.

3. 2. Кенорындардың типтері

Бастапқымагмалық кенорындар

Магма кристалдануының алғашқы кезеңінде сыйыстырушы магмалық таужыныстармен бір мезгілде дерлік жаралатын алғашқы магмалық кенорындарға мынадай айрықшалықтар 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 шлир тәрізді жиылым белдемдері, сондай-ақ габброидтардағы титанмагнетит рудасы мен сілтілі таужыныстардағы графит кен орындары (Шығыс Саяндағы *Ботогол*, Канада, Испания, Австралия кенорындары).

Өнеркәсіптік мәнді алғашқы магмалық кенорындарға кимберлиттердегі алмас кен орындары жатады. Олар ежелгі платформалардың белсенділенген белдемдерінде орналасады – Сібірде (Саха Республикасы), Африкада (ОАР, Танзания, Конго), Индияда (Голконда), Австралияда (Жаңа Оңтүстік Уэльс штаты), Солтүстік Американда (Канада, АҚШ).

Жер шарында барлығы 1600 кимберлит түтікшелері анықталған, бірақ олардың аз бөлігі ғана алмасты. Алмасты кимберлиттер күрт еніс цилиндр немесе сопақ қуыстарды толтырып, құбыр тәрізді денелер жасайды. Түтікшелердің өлшемдері көлденең қимасында бірнеше м-ден жүздеген м-ге дейін өзгереді; тереңге қарай олар 1 км-ге дейін байқалады. Кимберлиттегі алмастың мөлшері әр 1 $м^3$ таужынысқа 0,5 карат (1карат=0,2 г) мөлшерінен аспайды. Кимберлит түтікшелері арасында массасы ондаған миллион карат болатын өте ірі алмастар да кездеседі.

Соңғымагмалық кенорындар

Барлық соңғымагмалық кенорындарға тән жалпы сипаттар:

1) қиюшы желі, линза және құбыр пішінді руда денелері негізінен эпигенезистілігімен сипатталады;

2) сидероониттік 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, Алапаев, Саран*), Закавказьеде (*Шоржы*), Швецияда, Норвегияда;

2) габбро-перидотит-дунит құрамды массивтердегі титанмагнетит кенорындары – Оралда (*Куса, Качканар, Гусевогорск*), Карелияда (*Пудожгорск*), Таулы Алтайда (*Харлов*), Забайкальеде (*Чиней*), Норвегияда (*Телнесс*), Швецияда (*Таберг*), АҚШ-та, Канадада;

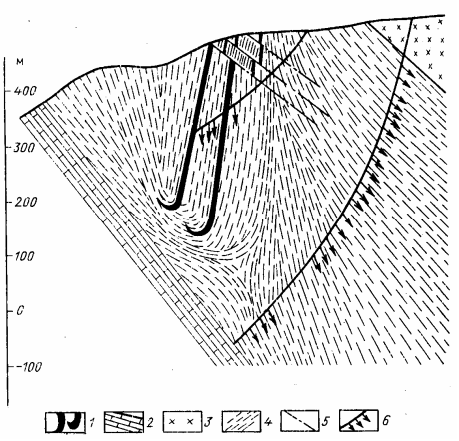
3) дунит, перидотит пен пироксениттегі платина кенорындары – Оралда (*Нижне-Тагил*), ОАР (*Бушьвельд*);

4) сілтілі таужыныстар массивтерімен байланысты апатит-нефелин кенорындары – Кола түбегінде (*Хибин*), Шығыс Сібірде (*Горячегорск, 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 ультранегізді 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.

Титанмагнетит кенорындары габбро-пироксенит-дунит массивтерімен генетикалық байланысты. Руда денелерінің орналасуы протомагмалық тектоника элементтерінде және кейінгі айырылымдық бұзылыстарда бақыланады. Олар желі, линза, ұя, шлир пішінді, ал рудалардың бітімі шомбал, жолақты, таңдақ, секпіл болады, сидероониттік құрылым тән. Негізгі руда минералдар – титанмагнетит пен ильменит болса, ал бейруда минералдар – пироксен, амфибол, негізді плагиоклаз, хлорит, биотит пен анартастардан тұрады (3.1-сурет).



3.1-сурет. Кендену орналасуын тектоникалық бақылау (Куса титанмагнетит кенорны, *Д.С. Штейнберг* бойынша): *1–тұтас титанмагнетит; 2–жатқан қаптал карбонат тауженыстары; 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, пироксеннен 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 ультранегізді-шөгінді таужыныстың күрделі интрузивтерімен кеңістікте және генетикалық байланыста болуы, пайдалы минералдық массалардың аталған интрузиялардың аяққы даму сатысында бөлінуі – кенорындарды сипатталып отырған класқа жатқызуға мүмкіндік береді.

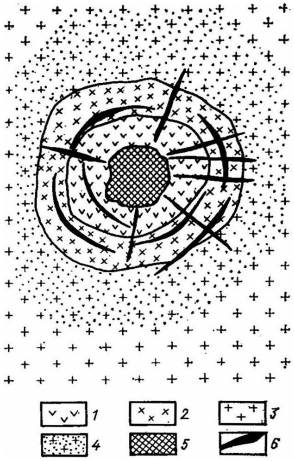
Карбонатиттік кенорындар біршама сирек және олардың құрамында соңғы кездері ғана қызығушылық туындаған өте айрықша пайдалы компоненттер комплексі бар. Қазіргі кезде карбонатиттік ультранегізді-сілтілі таужыныстардың 200-дей массиві анықталған. Мұндай массивтер Карелияда, Кола түбегінде, Шығыс Сібірде, 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, конустық дайкалар, радиал дайкалар жасайды. Кен денелердің өлшемі әр түрлі: штоктардың көлденең қимасы жүздеген м-ден 10 км-ге дейін; дайкалардың созылымы бойынша ұзындығы жүздеген м-ден 1–2 км-ге дейін (3.2-сурет).

Карбонатиттердің 80 – 90 % бөлігі карбонат минералдардан тұрады. Олардың құрамына сонымен қатар апатит, флогопит, титанмагнетит және сирек минералдар – бадделит (ZrO_2), пирохлор (сирек және сирекжер элементтердің күрделі оксиді), перовскит (сирекжер титанаты), монацит (сирекжер фосфаты) және сирекжер карбонаттары (паризит, бастнезит) кіреді.



3.2-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, сирекжерлердің негізгі ресурстары, титан, темір рудасы, флюорит, флогопит, апатит және т.б. едәуір қоры байланысты.

Карбонатиттермен апатит-магнетит, флогопит, сирек металдар мен сирекжер элементтердің кенорындары байланысты (АҚШ, Канада, Бразилия, Африка).

Ликвациялық кенорындар

Ликвациялықтарға негізді және ультранегізді магмалық таужыныстардағы пентландит-халькопирит-пирротин (сулфид мыс-никель) кенорындары ғана жатады. 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, қышқылдау таужыныстарды жоғарыдан төмен қарай негізділеу таужыныстар алмастырады.

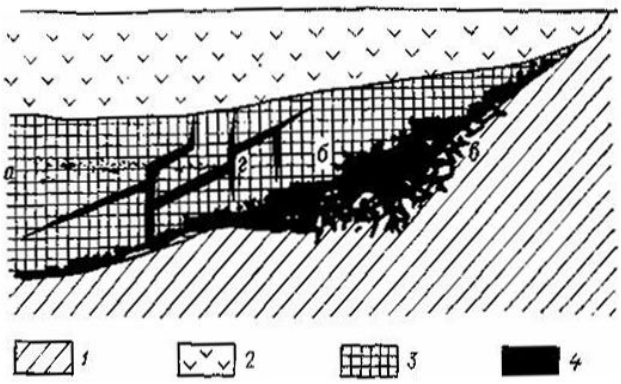
Кенорындар негізінен интрузиялардың төменгі дифференциаттарында орналасқан. Морфологиясы мен жатыс жағдайлары бойынша сульфид рудаларының төрт типі бөлінеді:

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 (3.3-сурет).



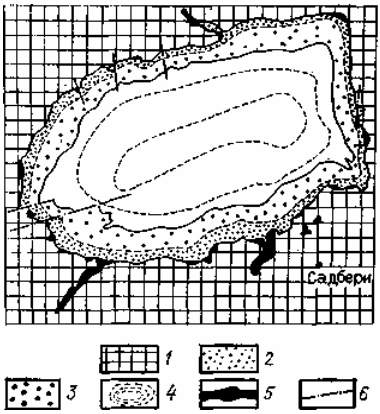
3.3-сурет. Сульфид мыс-никель кенорындары руда денелерінің орналасу сұлбасы (*Г.Б. Роговер* бойынша):
1–шөгінді тау жыныстар; 2–эффузиялық тау жыныстар; 3–интрузиялық жаралымдар; Руда: а–секпілді; б–түптік жатындар; в–жапсар маңы брекчиялық; г–желілер

Әр түрлі типті рудалардың кеңістікте орналасуын магмалық тау жыныстардың құрамы, сыйыстырушы қатқабаттардың физикалық-механикалық қасиеттері, тектоникалық жарықшақтар дамуы анықтайды.

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 әр түрлі – олар алтын, күміс пен платина тобының металдары, мыс (борнит, халькозин), никель мен кобальт (миллерит, никелин) және т.б. минералдары. Рудаларда олардан басқа әр түрлі 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 (Норильск-I, Талнах, Октябрь) мен Кола түбегінің (Печенга тобы) кенорындары; Канадада – Садбери (Садбери лополиті шетел кенорындары арасындағы ең ірісі – 3.4-сурет) мен Томпсон аудандары; Оңтүстік Африкада – Бушвельд пен Инсизва; Австралияда – Калгурли ауданы. Бұл типті шағын кенорындар АҚШ, Финляндия, Швеция мен Норвегияда белгілі.



3.4-сурет. Канададағы Садбери лополиті геологиялық құрылысының сұлбасы (*П. Колеман* бойынша):
1–астыңғы таужыныстар; 2–габбро; 3–норит; 4–жатын таужыныстары; 5–сульфид кен орындары; 6–айырылымды тектоникалық бұзылыстар

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 дифференциялану типтері қандай?
2. Бастапқы, соңғымагмалық және ликвациялық кенорындар қалай жаралады?
3. Бастапқымагмалық кенорындар қалыптасуының геологиялық жағдайы қандай, оларға қандай пайдалы қазбалар тән?
4. Соңғымагмалық кенорындар жатыс жағдайларының, құрылысы мен құрамының өзіндік ерекшеліктері қандай, олардың қандай типтері өнеркәсіптік мәнге ие болады?
5. Ликвациялық сульфид мыс-никель кенорындарының сипаттамасы қандай?

4. ПЕГМАТИТТІК КЕНОРЫНДАР

4. 1. Жаралу жағдайлары

Пегматиттер деп тереңдік массивтер қатаюының аяққы сатысында қалыптасатын, минералдық құрамы, морфологиясы, құрылымы мен генезисі бойынша өзіндік сипатқа ие соңғы магмалық және метасоматоздық 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 минералдық 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 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 жағдайларының кең диапазоны осының куәсі.

Қазіргі гипотезалар бір-бірінен мынадай пункттер – 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.) қанықкан қалдық магманың қатаю өнімі болып табылады. Алдымен кәдімгі магмалық минералдар кристалданады, олар кейін пневматолиздік-гидротермалық ерітінділер жасайтын ұшпа минералдаушылардың ықпалына ұшырайды. Алғашқы минералдар басқаларға алмасып, жаңалары пайда болады.

Минералжаралу процесі 700–800-ден 400–500°С-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. Будан желі пегматиттері құрамы басқа таужыныстар арасында жаралады. Осындай жағдайларда бір жағынан, қапталдас таужыныстар затын ассимиляциялаған және екінші жағынан, біршама кремнеземін қапталдас таужыныстарға беруіне байланысты кремнийсізденген будан пегматиттер пайда болған.

Пегматиттердің минералдық құрамында силикаттар мен оксидтер басым кездеседі. Таза желі гранит пегматиттері далашпаттардан, кварц пен слюдалардан тұрады. Будан 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 роль атқарады деген пікірді ұстанады. Қайта кристалдану мен метасоматоз ірі және зор түйірлі минералдық агрегаттар қалыптасуына әкеледі. Келесі кезеңде олардың метасоматоздық түрленуі орын алуы мүмкін. Бұл көзқарас А.Н. Заварицкий, В.Д. Никитин және т.б. еңбектерінде даму 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 әр түрлі сатыларында қалыптасады.

Ең ықтималы, пегматитжаралу процесі түрлі геологиялық жағдайда әр қилы 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 әр түрлі: 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.

4. 2. Кенорындарының типтері

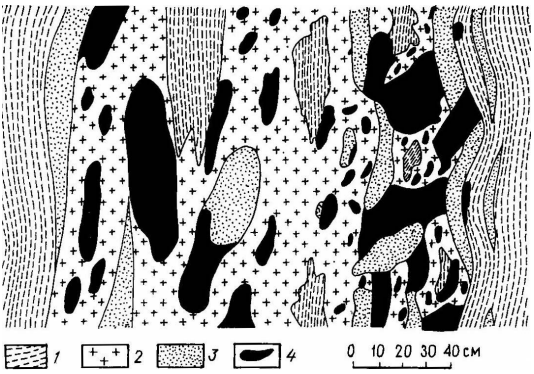
Пегматиттік кенорындар генетикалық жіктеме бойынша қарапайым, қайта кристалданған және метасоматоздық кристалданған түрлерге бөлінеді.

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. Олар комплексті керамикалық шикізат ретінде пайдаланылады. Керамикалық пегматит кенорындары Карелияда (*Хетоламбино, Чкалов, Лупикко*), Кола түбегінде, Украинада (*Бельчаков, Глубочанск*), Шығыс Сібірде (*Мама-Чуя*), Швецияда, Финляндияда, Норвегияда, Индияда, АҚШ-та, Канада, Бразилияда белгілі.

Қайта кристалданған пегматиттер. Олар үшін әр түрлі 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 (4.1-сурет).



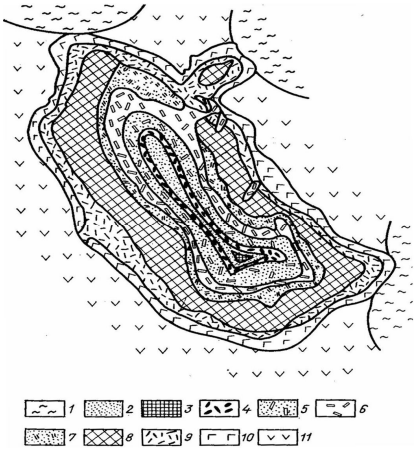
4.1-сурет. Қайта кристалданған пегматит желілерінің құрылысы (*В.И. Смирнов* бойынша): *1–гнейс; 2–ұсақ және орташа кристалды пегматит; 3–кварц; 4–мусковит*

Қайта кристалданған пегматиттермен мусковиттің бірегей өнеркәсіптік көзі болып табылатын мусковит-кварц-далашпат кенорындары байланысты. Бұл типті кенорындар Шығыс Сібірдегі Мама-Чуя ауданында, Карелияда (*Чупино-Лоух тобы*), Кола түбегінде (*Енск* мен *Стрельнинск*) 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 $м^3$-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 – Россия, ОАР, Канада, АҚШ кенорындары (4.2-суретте белдемді пегматит денелердің бірінің қимасы берілген);



4.2-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 (Россия, Конго, Замбия, Австралия, АҚШ, Бразилия);

3) асыл тасты – тау хрусталі, аметист, топаз, аквамарин, турмалин (Россия, 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. Пегматиттік кенорындар деген не, әр түрлі генетикалық гипотезалар бойынша гранит пегматиттер қалай жаралады?
2. Пегматиттік пайдалы қазбалар және олардың қалыптасуының геологиялық жағдайлары қандай?
3. Қайта кристалданған пегматиттерге қандай пайдалы қазбалар байланысты?
4. Метасоматоздық алмасқан пегматиттердің қандай типтері өнеркәсіптік мәнге ие?

5. ГИДРОТЕРМАЛЫҚ КЕНОРЫНДАР

5. 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 минералдық заттар көпшілік жағдайда сулық ерітінділерде тасымалданады. Олар физикалық-химиялық құрамы бойынша 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.

Метаморфтық су таужыныстар метаморфизмі кезінде жоғары температура мен қысым ықпалынан бөлінеді.

Бастапқы теңізде жаралып, ежелгі шөгінділердің кеуек кеңістігінде көмілген су таужыныстар массасының 10–30 % мөлшеріне дейін жетеді. Бұл су әр түрлі геологиялық процестер ықпалынан босап шығып, суөтімді құрылымдар бойында гидротермалық ағындар жасауы мүмкін. Атмосфералық немесе метеорлық су қолайлы гидрогеологиялық жағдайларда жер қыртысының терең бөліктеріне енуге қабілетті. Қызу мен минералдық заттарды сіңіру нәтижесінде ол гидротермалық ерітінділер қасиеттерін қабылдайды.

Минералдық 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 кен орындарына тән. Егер минералдық 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.

Минералдық заттар гидротермалық ерітінділерде минералдардың шынайы немесе коллоид ерітінділері, қарапайым иондық

элементтердің көбінесе 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 минералдық 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 минералдық массалардың таужыныстар қуысында түзілуі салдарынан немесе олардың алмасуына байланысты қалыптасады. Кен денелеріне тән пішіндер: желі, шток, ұя, штокверк, линза, қабат тәрізді жатындар мен күрделі құрама денелер. Денелердің өлшемі әр түрлі – 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.

5. 2. Кенорындардың типтері

Гидротермалық кенорындар жаралу жағдайлары бойынша плутоногендік (тереңдік) пен вулканогендік (жербеттік) түрлерге бөлінеді. Плутоногендік және вулканогендік кенорындар 400-ден 50°С-қа дейінгі температура аралығында қалыптасып, көбінесе жоғары температуралық (400–300°С), орташа температуралық (300–200°С) және төмен температуралық (200–50°С) болып бөлінеді.

Плутоногендік кенорындар

Бұл кенорындар қышқыл, біршама қышқыл 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, әр түрлілігімен сипатталады. Изометрлі, жалпақ және құбыр пішінді үйлесімді және үйлесімсіз типті жатындар белгілі. Денелердің өлшемі кең ауқымда өзгереді, ұзындығы бірнеше м-ден

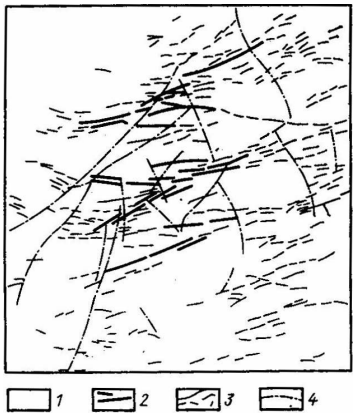
ондаған км-ге дейін. Ең көп таралғаны – қалыңдығы аз, саны көп руда денелерінен тұратын кенорындар.

Рудажаралу сыйыстырушы таужыныстардың қарқынды өзгеруімен ұштасады. Оларда серициттену, хлориттену, кварцталу, доломиттену, лиственитгену, серпентиндену, флюориттену, пириттену, гематиттену кең таралған. Рудалардың бітімі – секпілді, желішікті, шомбал, ал құрылымы – түйірлі, порфир тәрізді, эмульсиялық, пластиналық, торлы.

Плутоногендіктерге мынадай кенорын типтері жатады: алтын-кварцты, вольфрамит-молибденит-кварцты, касситерит-кварцты, никель-кобальт-арсенитті, молиденит-халькопиритті (мысты порфирлік), галенит-сфалеритті, алтын-сульфидті, касситерит-силикат-сульфидті, талькті, магнезитті, хризотил-асбестті, флюоритті және киноварь-антимонит-кварцты. Осы типтердің негізгілерін қысқаша сипаттайық.

Алтын-кварцты кенорындар. Олар көбінесе дайкалар сериясына жалғасқан гранитоид массивтерімен байланысты. Руда денелері айырылымды және қатпарлы тектоникалық бұзылыс-тармен қадағаланады (5.1-сурет). Олардың пішіні негізінен штокверк, қарапайым және күрделі желілер, сонымен қатар қатпарлар топсаларында орналасқан ер тәрізді денелер. Рудада алтынды кварц басым таралған, сульфидтердің мөлшері 0,5–2 % шамасынан аспайды. Бұл типке Орал (*Кочкар* – 5.1-сурет), Өзбекстан (*Мұрынтау*), Сібір (*Коммунар, "Советский" кеніші*), Швеция (*Болиден*), Индия (*Колар*), Мали, Конго, Австралия (*Бендиго*), Канада мен Бразилиядағы кенорындар жатады.

Вольфрам-молибденит-кварцты кенорындар күрт еңіс жатысты желілерден, құбыр тәрізді денелер мен секпілді руданың штокверк белдемдерінен тұрады. Олар гранитоид күмбездерінде және олардың сыртқы жапсар белдемдерінде орналасады. Бұл типті кенорындар Қазақстанда (Шалқия, Жоғарғы Қайрақты) және Россиядағы 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.

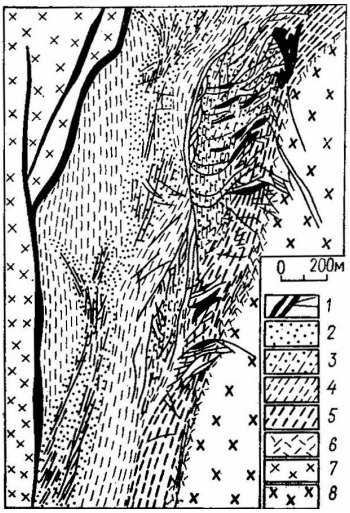


5.1-сурет. Кочкар кенорнындағы алтын-кварц желілерінің орналасу сұлбасы (*Ф.И. Вольфсон бойынша*): *1–плагиогранит; 2–өнеркәсіптік желілер мен рудалы белдемдер; 3–бейөнеркәсіптік желілер; 4–айырылымды бұзылыстар*

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, Россия) мен *Кобальт* (Канада) кенорындары жатады.

Молибденит-халькопирит (мыс-порфир) 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 (*Қалмаққыр*), Арменияда (*Каджаран, Агарак*) дамыған. Ірі кенорындар АҚШ (*Бингем, Кляймакс*), Чили (*Чукикамата*) мен Болгарияда (*Медет*) таралған (5.2-сурет).



5.2-сурет. Чукикамата мыс-порфир кенорны геологиялық құрылысының сұлбасы (*В. Лопес пен В. Пери бойынша*): *1–руда желілері мен желішіктері; 2–6–өзгерген палеоген монцонит порфирі: 2–кварцталған, 3–серицитталған, 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 дайкалар 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 Забайкальеде (*Хапчеранга*), Саха Республикасында (*Эге-Хая, Депутатское*), Приморьеде (*Хрустальное*), Чукоткада (*Валькумей*), Ұлы Британияда (*Крофти*), Канадада (*Маунт-Плезант*), Австралияда бар.

Галенит-сфалерит (полиметалл) кенорындары қышқыл және негізді эффузивтерде, олардың туфында, метаморфтық тақтатаста, қышқыл және қышқылдау 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 кенорындардың белгілі жерлері: 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 кенорындардың дамыған жерлері: Қазақстан (*Степняк*), Орал (*Березовское*), Забайкалье (*Дарасун*), Батыс Сібір (*Берикөл, Саралинск*), 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 кенорындардың таралған жерлері: 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 жанартау текті (вулканогендік) кенорындар негізінен қатпарлы зоналардың жербеті андезит-дацит вулканизмімен, сонымен қатар белсенділенген платформалардың сілтілі және трапп магматизмімен байланысты. Ең көп таралғаны – вулкан таскөмейлері мен олардың шеттерінде орналасқан кенорындар.

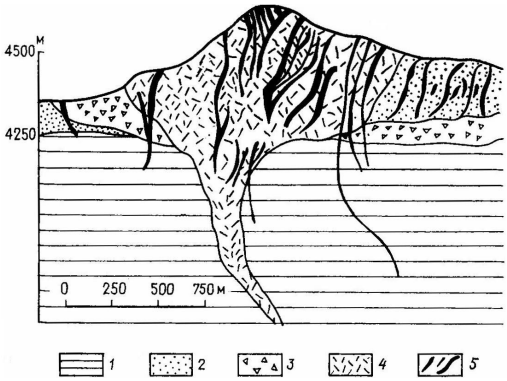
Кенорындарға конустық, сақиналық, құбырлық, радиал-жарықшақтық құрылымдар тән. Сонымен қатар жарылымдар мен эффузиялық таужыныстардың жербеттік қабаттастықтарын бақылайтын кенорындар да белгілі. Руда денелері желі, құбыр және штокверк болып келеді, олар 300–500 м тереңдікке дейін жылдам сыналанып кетеді. 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 – метаколлоидтықтар. Таужыныстардың гидротермалық өзгерістері байқалады. Бұл өзгерістер кварцталу, пропилиттену, 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-тақтатас 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*.

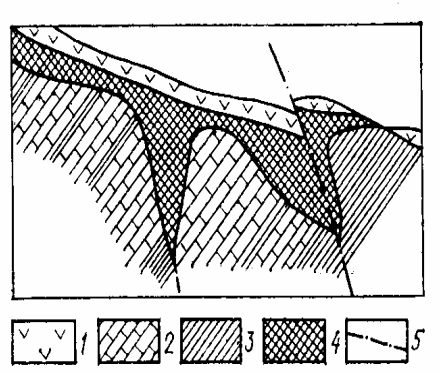
Касситерит-сульфид кенорындары орташа құрамды дайкалармен, субвулкандық интрузиялармен ассоциацияланып, жарылымдар мен олардың жарықшақтық белдемдерінде орналасады. Сыйыстырушы таужыныстар: құмтас, сазды тақтатас, эффузивтер, эрупциялық брекчиялар. Руда денелері желі, ұя, рудаланған брекчия, штокверк, бұрыс жатындар пішінді болады. Руда касситерит, галенит, сфалерит, пирит, халькопирит пен арсенопирит құрамды. Кенорындардың бұл типі Приморьеде (*Джалинда, Хинган*), Жапонияда (*Акенобе*), Боливияда (*Ллалгуа, Потаси*), Мексикада (*Дуранго, Эль-Сантин*) белгілі (5.3-сурет).



5.3-сурет. Боливиядағы Потаси 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 жағдайлары бойынша қышқыл 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 (*Ланск*), Закарпатьеде (*Боркут*), Италияда

(*Монте-Амиата*), Алжирде (*Ислаим*), Жапонияда (*Итомука*), АҚШ-та (*Мак-Дермит-Опалит*), Жаңа Зеландияда (*Пуи-Пуи*) белгілі (5.4-сурет).



5.4-сурет. Монте-Амиата кенорнының сұлба геологиялық қимасы (*В.И. Смирнов бойынша*): *1–төрттік трахиты, 2–3–бор тау жыныстары: 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 тау жыныстар 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 тау жыныстардың тектоникалық жарылымдармен қиылысқан белдемдерінде орналасып, әр түрлі пішіндер (линза, шток, қабат және құбыр пішінді жатындар) жасайды. Рудалы саналатындар – күкірт қышқыл ерітінділер әсерінен туынды кварциттерге айналған вулканогендік тау жыныстар. 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. Плутоногендік гидротермалық кенорындардың пайдалы қазбалары мен геологиялық жағдайларының сипаттамасы қандай?
4. Вулканогендік гидротермалық кенорындардың пайдалы қазбалары мен геологиялық жағдайларының сипаттамасы қандай?

6. ЖАПСАРЛЫҚ-МЕТАСОМАТОЗДЫҚ КЕНОРЫНДАР

6. 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 (жанғыш 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 қышқыл 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°С, оңтайлы тереңдігі 1– 4 км, қысымы 10–130 МПа деп бағаланады.

Скарндық кенорындардың қалыптасуы кальцийлік және магнийлік метасоматоз процесімен байланысты. Бұл процестер қышқыл 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°С-қа дейін өзгереді. Процесс бірнеше сатыда дамиды, олардың ағымында ерітінділердің агрегаттық күйі өзгереді, олар пневматолиздіктен 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.

6. 2. Кенорындардың типтері

Альбититтік кенорындар

Өнеркәсіптік нысан ретінде бұл кенорындар зерттеушілердің назарын XX ғ. 70-ші ж. ғана аударып, оларды жүйелі зерттеу жұмыстары соңғы кезде жанданды.

Альбитит – метасоматоздық жолмен жаралған лейкократтық таужыныс. Құрамында ұсақ түйірлі негізді альбит массасының аясында кварц, микроклин, слюда, сілтілі амфибол немесе пироксеннің порфир бөлінімдері байқалады.

Альбититтік кенорындар шамалы және орташа тереңдіктердің қышқыл және сілтілі құрамды, жасы әр түрлі интрузиялық комплекстерімен байланысты. Олар интрузив массивтерінің апикал бөліктерінде, апофизаларында, күмбез тәрізді дөңестерінде орналасып, айырылымды тектоникалық бұзылыстар белдемдерімен бақыланады.

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 Россия, 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 минералдары жиі кездеседі. Грейзендердің негізгі массасы гранит массивтерінің апикал дөңестерінде және олардың жабынындағы алюмосиликат таужыныстарда – құмтас, тақтатас, 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 мынадай негізгі типтерге бөлінеді: вольфрамит-топаз-кварцты, касситерит-топаз-кварцты және комплексті вольфрамит-молибденит-топаз-кварцты.

Вольфрамит-топаз-кварц кенорындары лейкократтық және пегматоидтық 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 кенорындардың дамыған жерлері Қазақстанда (*Ақшатау, Қараоба*), Забайкальеде (*Спокойнинск*), 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 таужыныстар да орналасады. Басты руда минералдар – касситерит пен вольфрамит. Сыйыстырушы таужыныстар грейзенденуге, калишпатталуға және албиттенуге ұшыраған. Сипатталған типті кенорындардың белгілі жерлері: Қазақстан (*Ақтас*), Чукотка (*Экуг*), Забайкалье (*Этыка*),

Приморье (*Чапаев*), Германия (*Альтенберг*), ҚХР (*Лиму*), Мьянме (*Маучи*), АҚШ (*Лост-Ривер*).

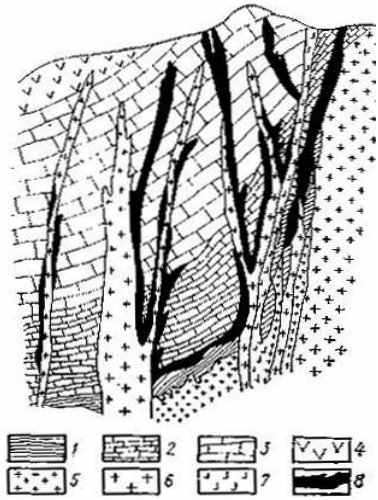
Вольфрамит-молибденит-топаз-кварц кенорындары көбінесе аляскит граниттің күмбезінде және оларды жапқан мүйізтастарда орналасады. Грейзендерді жарылымдар, сақиналық және сызықтық жарықшақтар, кливаж шекаралары бақылайды. Басты руда минералдар – молибденит пен вольфрамит. Бұл типке жататын кенорындар Орталық Қазақстанда (*Шығыс Қоңырат, Жанет*), Забайкальеде (*Булуктай, Первомайск*), 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 минералдық 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 (әктас, доломит пен мергель) қолайлы факторлар болып табылады.

Скарнжаралу метасоматоздық процесс ретінде жұқарған және делдиген көптеген бөлікшелерден тұратын, ирелең шекалары бар руда денелерінің пайда болуына әкеледі. Морфологиясы бойынша скарн жатындары мынадай типтерге бөлінеді: қабатты және қабат тәрізді, линза тәрізді, шток, құбыр, желі мен желі тәрізді, ұя, күрделі тарамдалған денелер (6.1-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.



6.1-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.

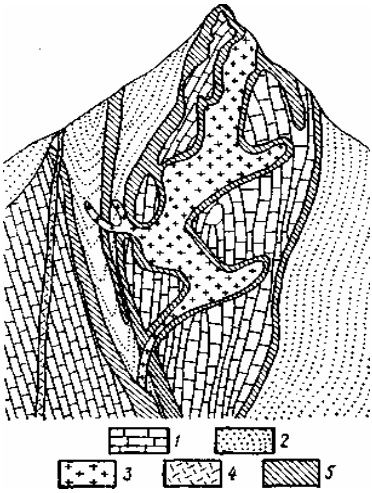
Әкті скарндар хром, сүрме мен сынаптан басқа барлық металдардың, сонымен қатар көптеген бейметалл пайдалы қазбаның өнеркәсіптік кенорындарын сыйыстырады. Олардың жетекші роль атқаратын кенорындарының типтері төменде қарастырылады.

Магнетит және кобальт-магнетит кенорындары шағын тереңдіктердегі қышқылдау 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, бейрудалылары – пироксен мен анартас. 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 эктас, мәрмәр, тақтатастар жапсарындағы құрылымдарда орналасқан. Рудалы скарндардың басты минералдары – молибденит, шеелит, молибдошеелит, темір мен мыс сульфиді, пироксендер мен анартастар. Бұл типке Солтүстік Кавказда (*Тырныауыз* – 6.2-сурет), Орта Азияда (*Лянгар, Чорух-Дайрон*), Мароккода (*Азгур*), АҚШ-та (*Бишоп*), ҚХР-да орналасқан кенорындар жатады.

Халькопиритті кенорындар гранитоидтар мен эктастар арасындағы эффузивтердің жапсар маңы белдемінде орналасады. Рудалар қабат, құбыр және желі тәрізді денелер жасайды, олардың бітімі секпілді және шомбал. Басты минералдарға халькопирит, пирит, пирротин, магнетит, сфалерит жатады. Бұл типті кенорындар Қазақстанда (*Шатырққұл, Жайсан, Саяқ*), АҚШ (*Клифтон, Мэрисвейл*), Мексикада, Канадада, Швецияда бар.



6.2-сурет. Тырныауыз кенорынының геологиялық қимасы (*В.И. Смирнов* бойынша): *1–мәрмәрленген эктас; 2–биотитті мүйізтас; 3–лейкократтық гранитоид; 4–липарит; 5–скарн*

Галенит-сфалеритті скарндық кенорындар гранит-порфир, гранодиорит-порфир мен кварцты порфирлердің эктастар 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 (*Дальнегорск*), 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 кен орындары ие.

Людвигит-магнетит кенорындары гранодиорит, гранит, кварцты порфир мен сиениттің доломитит және әкті доломитит, кейде магнезит 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 кен орындар Сібірде (*Прибайкалье, Алдан*), сондай-ақ Канадада, Шри-Ланкада, Индияда, Мадагаскарда дамыған.

Хризотил-асбест кенорындары доломититтер арасындағы гранитоид интрузияларының жапсарлық ореолдарында қалыптасады. Кенорындарда көбінесе серпентиниттенген жолақтарда орналасқан қалыңдығы әр түрлі 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*), 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, грейзендік және скарндық кенорындар қалай қалыптасады?
4. Альбититтік кенорындардың пайдалы қазбалары және олардың геологиялық құрылысының ерекшеліктері қандай?
5. Әр түрлі өнеркәсіптік типті грейзендік кенорындар жаралуының геологиялық жағдайлары қандай?
6. Скарндық кенорындардың геологиялық жағдайлары мен пайдалы қазбалары қандай?
7. Әкті және магнезийлі скарндардың айырмашылығы неде?

7. МЕТАМОРФТАЛҒАН ЖӘНЕ МЕТАМОРФТЫҚ КЕНОРЫНДАР

7. 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 құрылым-бітіміне, минералдық және химиялық құрамына әсер етеді.

Метаморфизм процестері кезінде ең көп өзгеретіні – 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 минералдық 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 граниттенеді; 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. Минералдық массалар құрылымы бойынша метаморфтық комплекстерге тән сипатты қабылдайды. Гранобласт, порфиробласт, мүйізтастық пластиналық, парақтал-ған және бума тәрізді құрылымдар пайда болады. Бітімі катаклаз бен тақтатастылық дамуымен айрықшаланады, 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 қабат 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 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 минералдық шикізаттың өнеркәсіптік қолдануы өзгермейді.

Метаморфтық кенорындар таужыныстардың және көбінесе бұрын өнеркәсіптік маңызы болмаған кенорындардың метаморфизм процесіне ұшырауынан пайда болады. Сонымен, бұл жағдайда пайдалы қазбалардың өзі метаморфизм процесінің нәтижесі болып табылады.

Екі класс кенорындары да метаморфизмнің негізгі түрлеріне сай аймақтық-метаморфтық (метаморфталған) және жапсарлық-метаморфталған (метаморфтық) класшаларға бөлінеді.

7. 2. Кенорындардың типтері

Метаморфталған кенорындар

Олар бастапқы шөгінді қошқыл теміртас немесе марганец кенорындарының, қара және түсті металдардың постмагмалық кенорындарының, көмір мен кейбір бейметалл пайдалы қазба жатындарының метаморфизмі кезінде жаралады. Метаморфизм процесінде гидроксидтің оксидке ауысуы кезінде рудадағы құнды компоненттер мөлшері көбінесе артады, ал зиянды элементтер – фосфор, күкірт, күшәла және т.б. азаяды. 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.

Аймақтық-метаморфталған кенорындар арасында ең маңыздыларға мына типтер жатады: гематит-магнетит (темірлі кварциттер) пен браунит-гаусманит (марганец рудасы).

Темірлі кварцит (*таконит* пен *итабирит*) *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 тақтатас қабатшаларына алмасуымен анықталады. Қиманың өнімді темір рудалы бөлігі магнетит-мартитті мүйізтастан, жеспилиттен, хлоритті, биотитті және амфиболды тақтатастардан тұрады. Темір руда свитасының қалыңдығы Кривой Рог алабында 1300 м шамасында; оның құрамында жеті темірлі және жеті тақтатасты горизонттар бөлінеді. Жұтаң темірлі кварциттер құрамында қабат, линза мен таспа тәрізді және бағана

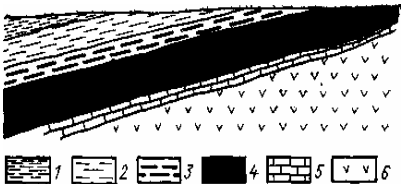
тәрізді қоңды руда жатындары орналасады; олар бастапқы руда затының эпигенетикалық қайта түзілуі кезінде қалыптасады.

Сипатталған кенорындар КМА (*Коробковск, Михайлов, Лебединск, Яковлев, Стойленск*), Кривой Рог (*Скелеватск, Ингулет, Первомайск*), Кола түбегі мен Карелияда (*Костомукша, Оленогорск, Кировогорск*), Кіші Хинганда, Қазақстанда (*Қарсақпай 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 орналасады. 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.

Аймақтық-метаморфталғандарға сондай-ақ *ураны бар алтынды конгломерат кенорындары* да жатады. Олар Финляндия, ОАР (*Витватерсранд*), Австралия, Канада (*Блайнд-Ривер*) мен Бразилияда маңызды роль 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 мен басқа метаморфтық таужыныстар арасында орналасады. Графит қабаттары көбінесе көмірдің пирометаморфизміне әкелген магмалық жаралымдармен жапсарласады. Олардың өзіне тән бітімі – шомбал жасырын кристалды және тақтатастылық (7.1-сурет).



7.1-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–карбонатты таужыныс; 6–диабаз траппы

Бұл типті кенорындар Шығыс Сібірде (*Курей* және басқа), Оңтүстік Оралда (*Боев, Полтавск, Брединск*), сонымен қатар Корея түбегінің оңтүстігінде және Мексикада таралған.

Метаморфтық кенорындар

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 аймақтық метаморфизм жағдайларында жаралған бейметалл пайдалы қазба кенорындары жатады. Метаморфтық кенорындардың басты типтеріне дистен-силиманит, 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*), Забайкальеде (*Кяхтинск, Китой*), Индия мен АҚШ-та (*Калифорния, Вирджиния*) дамыған.

Графит кенорындары құрамында шашыранды күйде көмірлі зат пен битум бар таужыныстардың терең метаморфизмі кезінде пайда болады. 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, Завальевск*), 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 аймақтық метаморфизммен байланысты. Бірақ кейбір жағдайларда мәрмәр мен кварцит кенорындары терможапсарлық метаморфизм жағдайларында дамуы мүмкін.

Мәрмәр кенорындары Оралда (*Уфалей, Коелгинск, Баландинск*), Қазақстанда (*Саяқ, Жәйрем* және т.б.), Алтайда (*Ороктой*), Салайыр бұйратында (*Пуштулим*), Саянда (*Кибик-Кородон*), Орта Азияда (*Газган*), Кавказда бар.

Кварцит кенорындары сирек кездеседі. Олардың ішінде ең белгілілері – Карелиядағы *Шокшинск*; жекелеген кенорындар Донбаста, Кузбаста және Оралда кездеседі.

Жабындық тақтатас кенорындары Карелияда, Украинада, Оралда (*Атлян*), Батыс пен Шығыс Сібірде, Орта Азияда, Забайкалье мен Кавказда (*Лар, Красная Поляна*) белгілі.

Альпілік желілер де метаморфтық жаралымдар типіне жатады. Олар жарықшақтарды метаморфизм кезінде пайда болған минералдық 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 ассоциациялар кейде өнеркәсіптік кенорындар жасайды.

Жапсарлық-метаморфтықтар арасынан 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 таужыныстар 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 ерекшелері қандай?
3. Метаморфтық кенорындар геологиялық құрылысының ерекшеліктері қандай, олармен қандай пайдалы қазбалар байланысты?

8. ВУЛКАНОГЕНДІК-ШӨГІНДІ КЕНОРЫНДАР

8. 1. Жаралу жағдайлары

Қабылданған жіктеме бойынша вулканогендік-шөгінді кен орындар эндогендік пен экзогендік жаралымдар аралығындағы өтпелі класс ретінде қарастырылып, эндогендік-экзогендік сериянның магматогендік-седиментогендік тобына жатқызылады. Руда затының көзі бойынша бұл кенорындар нағыз эндогендік, дәлірек айтқанда магматогендік болғанымен, олар вулканизм процестерімен тікелей генетикалық байланыста екені байқалады. Минералдық заттың жиналу тәсілі бойынша су алаптары жағдайында седиментациялануы, оларды кәдімгі шөгінді жаралымдарға жақындатады.

Кенорындар әр түрлі геологиялық замандарда теңіз алаптарының түбінде қалыптасқан. Олардың ең маңыздылары су астында төгілген базальтпен байланысты. Сондықтан вулканогендік-шөгінді кенорындардың өзіндік ерекшеліктеріне олардың құрамында әр түрлі мөлшерде вулканогендік материал болатын қатқабаттарда орналасуы жатады. Минералдық заттар седиментация алабына жер қойнауынан сулы ерітінділер мен тұздықтарға қаныққан газ эманациялар түрінде түседі.

Ең көне вулканогендік-шөгінді кенорындар кейін метаморфтық түрленуге ұшыраған.

Руда жатындарының морфологиясы көбінесе сыйыстырушы таужыныстармен үйлесімді, бітімдік-құрылымдық ерекшеліктері қалыпты шөгінді кенорындардың осындай көрсеткіштеріне жақын. Дегенмен, бұл топқа жататын көптеген кен орындар сияқты, вулканогендік-шөгінді кенорындардың да генезисі әлі күнге дейін толық анықталмай күрделі әрі даулы күйде қалуда.

8. 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

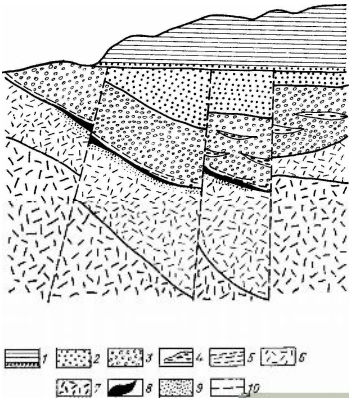
жатындарын сыйыстырушы таужыныстар хлориттену өзгерісіне ұшырайды. Өзгеріс негізінен жатынның жатқан қапталында жүреді.

Колчедан кенорындарының өзіндік ерекшеліктеріне олардың вулканогендік-шөгінді таужыныс белдеулеріне, тектоникалық бұзылыстар мен жарықшақтармен қираған брахиантиклин 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 кенорындары арасында 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 (8.1-сурет).



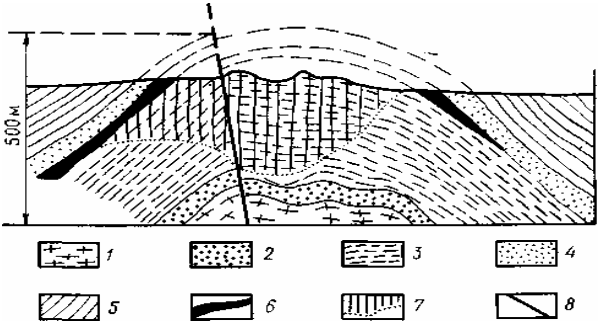
8.1-сурет. Уруп кенорнының геологиялық қимасы (*Н.С. Скрипченко бойынша*): *1–құмтас пен тақтатас; 2–қышқыл туф; 3–орташа туф; 4–филлит; 5–кремнийлі тақтатас; 6–кварцты альбитофир; 7–диабаз бен диабаз порфириті; 8–шомбал колчедан руда жатыны; 9–секпілді руда минералдануы; 10–рудадан кейінгі тектоникалық бұзылыстар*

Бітімдік-құрылымдық ерекшеліктері бойынша шомбал, қабатталған және желішікті-секпілді рудалар 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 қышқыл 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 (8.2-сурет). Олардың өлшемі: созылымы бойынша 1–2 км (көбінесе жүздеген метр), еңістігі бағытында 500–600 м, қалыңдығы жүздеген м-ден 15–20 м-ге (кейде 50 м-ге) дейін.



8.2-сурет. Рио-Тинто колчедан-полиметалл кенорнының геологиялық қимасы (*В.И. Смирнов* бойынша):
1– негізді құрамды лава; 2–конгломератты өтпелі қабат; 3–4–қышқыл құрамды тау жыныстар; 5–граувакка-тақтатас тау жыныстар; 6–шомбал колчедан руда; 7–рудалы штокверк; 8–рудадан кейінгі лықсыма

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 (*Зырьяновск, Риддер-Сокол, Тишинск, Белоусов, Жайрем, Текелі*), Прибайкальеде (*Холодинск*), Забайкальеде (*Озерное*), Кавказда (*Филизчай, Маднеули*), ал шетелде – Германия (*Раммельсберг*), Испания (*Рио-Тинто*), Норвегия, Швеция (*Фалун*), Мьянме, Жапония, Австралия, АҚШ пен Куба (*Санта-Люсия*) аумағында дамыған.

Магнетит-гематит кенорындары әдетте қабат және линза түрінде туф, туффит, карбонат және кремнийлі-карбонат тау жыныстар арасында орналасады. Олар көбінесе сыйыстырушы тау жыныстармен 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 тау жыныстарда, 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 (*Мазульск, Дурнов*), Хабаровск өлкесінде белгілі.

Бақылау сұрақтары

1. Вулканогендік-шөгінді кенорындар қалай қалыптасады?
2. Олардың жағдайларына, морфологиясы мен пайдалы қазба денелерінің құрамына қандай ерекшеліктер тән?
3. Колчедан кенорындары жаралуының геологиялық жағдайлары мен заттық құрамы қандай?
4. Қорғасын-мырыш және темір руда вулканогендік-шөгінді кенорындардың сипаттамасы қандай?

9. ГИДРОТЕРМАЛЫҚ-ШӨГІНДІ (СТРАТИФОРМДЫҚ) КЕНОРЫНДАР

9. 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 сингенезистік, бірақ кейінгі кездері ол біршама өзгерістерге ұшыраған деп санайды. Сонымен қатар, кенорындардың қалыптасуы гидротермалық эпигенезистік, олар эрозиямен ашылмаған тереңдегі интрузиялық таужыныстар массивімен байланысты деген пікір айтылады (академик Сәтбаев Қ.И.).

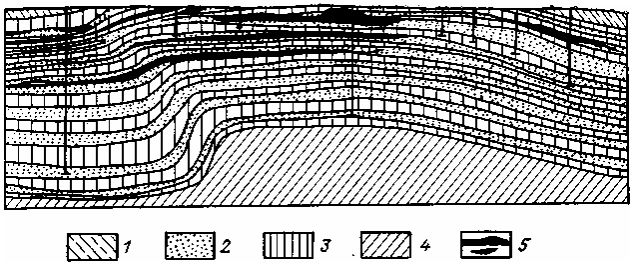
Бұл кенорындардың жаралуы полигендік; олар ұзақ уақыт ағымында қалыптасқан деген гипотеза да кең таралған. Гипотезаның туындауына кенорындардың шөгінді қатқабаттар дамыған аудандарда орналасып, бұл жерде гидротермалық минералды ерітінділердің көзі болатын интрузиялық массивтердің болмауы ықпал еткен. Бұл гипотезаның негізінде көптеген стратиформдық кенорындардың ұзақ дамығандығы туралы деректер, олардың сингенезистік шөгінді де, эпигенездік жаралымдар сипатты да болуы жатады. Кенорындардың қалыптасуы сингенезистік вулканогендік-шөгінді руда жиналудан басталып, диагенез сатысына өтеді деп жорамалданады. Осыдан кейін, яғни жатындар өздері қалыптасқаннан кейінгі жас жаралымдармен жабылған соң, рудажаралу жер асты ыстық минералды судың әрекетіне байланысты жалғасқан. Осы су ықпалынан минералдық массалар қайта топталып, эпигенездік рудалану жүрген.

9. 2. Кенорындарының типтері

Стратиформдық кенорындар класында мынадай типтер бөлінеді: құмтас мен тақтатас қабаттарындағы борнит-халькопирит (мыс рудасы); карбонат таужыныстардағы галенит-сфалерит (қорғасын-мырыш); киноварь-антимонит (сүме-сынап) кенорындары.

Мысты құмтас пен тақтатастардың борнит-халькозин-халькоприт 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 (9.1-сурет). Олардың қалыңдығы ондаған м-ден ондаған см-ге дейін өзгереді. Қалыңдығы бойынша ұстамды жатындар созылымы бойынша көптеген км-ге, ал еңістік бағытында бірнеше км-ге жетеді. Оларға жатындардың көп қабаттылығы, яғни кенді қабаттардың біртіндеп кенсіз таужыныстарға ауысып отыруы тән. Кейде қиюшы руда желілері мен уатылу белдемдері кездеседі.



9.1-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 минералдық 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.

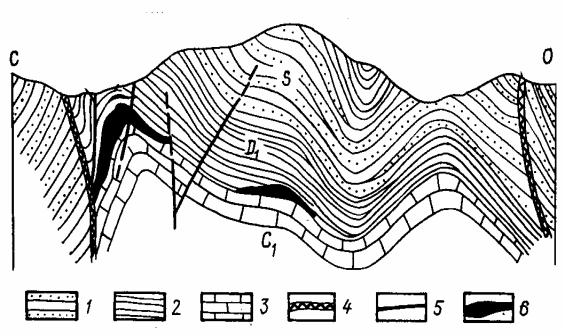
Галенит-сфалерит кенорындары карбонат таужыныстар – доломит, әктас қатқабаттарында орналасады. Рудалы карбонат формациялар ондаған-жүздеген км-ге таралады. Кенорындар айқын стратиграфиялық және литологиялық бақылануымен, рудалануды туындататын магмалық комплекстердің болмауымен үйлесімді қабат және линза тәрізді жатындардың көп ярустық (жіққабаттық), 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, Шалқия*), Орта Азияда (*Үшқұлаш, Сумсар, Жерғалан*) дамыған. Олар сондай-ақ Польша (*Олькум, Болеслев*), Болгария, Франция, Италия, Испания, Иран (*Ангуран*), Марокко, Алжир, Тунис, АҚШ пен (*Миссисипи-Миссури*) Канадада (*Пайн-Пойнт*) таралған.

Киноварь-антимонит кенорындары геосинклиндердің тұрақталған алқаптарында немесе плотформалардың белсенді-ленген белдемдерінде орналасады. Олардың магмалық таужыныстармен тікелей байланысы анықталмаған. Осы себепті мұндай кенорындар беймагмалық деп аталады. Олар күмбез тәрізді және сандықша қатпарлармен, сондай-ақ айырылымдық бұзылыстармен күрделенген терригендік және карбонат комплекстер арасында жатады. Руда қабат тәрізді жатындар мен линзалардан, көбінесе кенді желілер мен штокверктермен тоғысқан денелерден тұрады (9.2-сурет).



9.2-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*), Испания (*Альмаден*), ҚХР (*Синьхуаньшань, Ваньшань*), Перу.

Бақылау сұрақтары

1. Вулканогендік-шөгінді кенорындар қалай қалыптасады? Олардың жағдайларына, морфологиясы мен пайдалы қазба денелерінің құрамына қандай ерекшеліктер тән?
2. Колчедан кенорындары жаралуының геологиялық жағдайлары мен заттық құрамы қандай?
3. Қорғасын-мырыш және темір руда вулканогендік-шөгінді кенорындардың сипаттамасы қандай?
4. Қандай кенорындар гидротермалық-шөгінді (стратиформдық) типке жатады?
5. Борнит-халькопирит стратиформдық кенорындардың геологиялық құрылысы мен заттық құрамының сипаттамасы қандай?
6. Галенит-сфалерит стратиформдық кенорындардың геологиялық құрылысы мен заттық құрамының сипаттамасы қандай?

10. МОРУ КЕНОРЫНДАРЫ

10. 1. Жаралу жағдайлары

Мору кенорындары минералдар мен таужыныстарға атмосфераның жер беті мен жер асты 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 минералдық массаның қуатты көзі.

Мору кенорындарының қалыптасуы жер қыртысының жер беті 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, оттек, көмір қышқылы, организмдер мен температураның ауытқуы жатады.

Түпкілікті таужыныстардың мору қыртысында ыдырауында маңызды ролді тотығу, гидраттану, гидролиз реакциялары атқарады. Мору қыртысындағы геохимиялық түрленулер сатылана жүретіндігімен сипатталады. Бастапқы сатыда мору 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 әр түрлі және олардың құрамы мен кристалдық құрылымына байланысты.

Ыдырау кезінде 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.

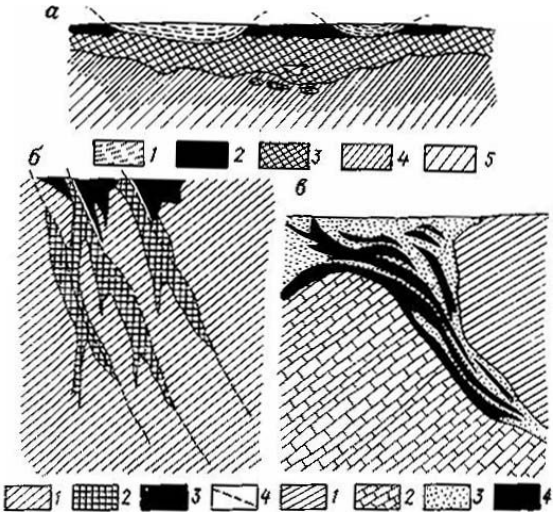
Нәтижесінде құрамы әр түрлі (немесе әр түрлі мору профилі) және өздеріне тән пайдалы қазба кенорындары бар мору қыртысы пайда болады. Мору қыртысының профилі таужыныс жасаушы силикаттардың ыдырау дәрежесі бойынша анықталып, бұл көрсеткіш оның минералдық массасындағы кремний мен алюминийдің ара қатынасы бойынша бейнеленеді.

Мору қыртысының профилі үш түрге бөлінеді: қанықкан сиалиттік, қанықпаған сиалиттік және алиттік. *Қанықкан сиалиттік (гидрослюдалы)* 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 айтарлық роль атқармайды. *Қанықпаған сиалиттік (саздy)* профиль кремнийтотықтың шығарылуымен айрықшаланады. Оның типоморфтық минералдары каолинит, галлуазит, нонтронит, кварц болғандықтан, мору қыртысының бұл типімен саз бен каолиннің кенорындары ассоциацияланады. *Алиттік (латериттік)* профильдің типоморфтық 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 (гидрослюда, гидрохлорит), кейін кристалданған аморфтық минералдар, сонымен қатар морудың аяққы 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 алаңдық, сызықтық және жапсар маңы мору қыртысының кенорындары бөлінеді (10.1-сурет).



10.1-сурет. Мору қыртысы кенорнының типтері. *а–алаңдық: 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.*

Алаңдық мору қыртысының кенорындары түбірлік таужыныстарды желек түрінде жауып жатады. Олардың астыңғы шекарасы күрделі. Бейтегіс, көлденең қимасының өлшемдері ондаған м-ден мыңдаған м-ге 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 минералдық зат жеткізетін таужыныстардың жапсары бойында орналасады.

10. 2. Кенорындарының типтері

Мору кенорындарында пайдалы қазба затының жиналу тәсіліне байланысты қалдық және инфильтрациялық типтері бөлінеді.

Қалдық кенорындар

Мору кен орындарының 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 минералдық қалдықтың құрамына алюмототық, темір мен марганец оксидтері, кейде кремнийтотық кіреді.

Қалдық кенорындардың өнеркәсіптік мәні негізінен осы типті кен орындардан өндірілетін каолин үшін айрықша үлкен; темір мен марганец рудаларының, боксит, тальк пен фосфориттің қалдық кенорындары шамалы роль 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 (*Глуховецк*), Оралда, Алтайда, Батыс Сібірде таралған, ірі кенорындар Германияда, Чехияда, Ұлыбританияда, Францияда, АҚШ-та белгілі.

Гарниерит-контронит кенорындары силикат никель (кобальт қоспасы бар) рудасынан тұрып, дунит пен перидотиттен жаралған серпентиниттің 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* көреткішінің 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 белдемге (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 кен орындар Оңтүстік Оралда (*Кемпірсай, Сахаринск, Верхнеуфалей, Халилов*), сондай-ақ Албания, Индонезия, Австралия, Куба, Бразилия мен Жаңа Каледония аралында белгілі.

Боксит кенорындары әр түрлі 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 жиналуы; 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 (*Висловск*), 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 (*Елизаветске, Стрижевск, Аккерман* және т.б.), Солтүстік Кавказ (*Малкин*), Индонезия, Гвинея, Куба, Филиппины, Гвинея мен Суринам.

Пиролюзит-псиломелан (марганец рудалы) *кенорындары* құрамында марганец бар метаморфталған таужыныстар морыған кезде жаралады. Олар дамыған жерлер: Орал (*Полуночное*), Батыс Сібір

(*Мазульск*), 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. Минералдық 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. Сулық ерітінділер белсенді әрі оңай еритін таужыныстыкездестіргенде, 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 кенорындары пайда болады.

Сидерит-лимонит темір кенорындары көбінесе мору қыртысында сүзілу тәсілімен жасалады. Темір әр түрлі мөлшерде барлық таужыныстарда бар. Бұл 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 морыған кремнийлі таужыныстар мен әктастарда орналасады. Мұндай кенорындар Оралда (*Алапаевск* мен *Синаро-Каменская тобы*) орналасқан; осындай кенорындар Ұлыбританияда, Германияда (*Зальцгиттер, Пейне-Илседе*) кездеседі. Бірақ бұл кенорындардың өнеркәсіптік мәні шектеулі.

Инфильтрациялық уран кенорындары терең айналымды жер асты суының әрекеті нәтижесінде пайда болады. Құрамында уранның жоғары концентрациясы бар таужыныс осы элементтің көзі болып табылады. Уран акцессор минералдар құрамына кіреді. Олардың мору процесі кезінде ыдырауы нәтижесінде уран ерітіндіге өтіп, уранил қосылыстары түрінде грунт суымен тасымалданады.

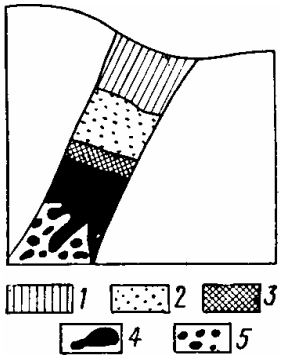
Уранның ерітінділерден настуран және уран кіреукесі түрінде бөлінуі әр түрлі тотықсыздандырғыштар – көмірлі зат, битум, күкіртсутек және т.б. әсер етуіне байланысты. Бұл кенорындардың өнеркәсіптік мәні жоғары. Олар Қазақстанда, Францияда, Ұлыбританияда, Италияда, Венгрияда, Румынияда, Германияда, Австрияда, Индияда, АҚШ пен Канадада белгілі.

Пайдалы қазба кенорындарының 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, минералдық тұздар мен күкірт жатындары морыған 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, оттек, көмірқышқылы, органикалық заттар жатады. Сіңген жер беті суының айналымы үш белдемге бөлінеді (10.2-сурет). Жоғарғы белдем ауалану немесе сіңу белдемі еріген оттек пен көмірқышқылына қанықкан судың жылдам және еркін, негізінен тік бағыттағы айналымымен сипатталады. Грунт суы деңгейінің астында ағу немесе белсенді су алмасу белдемі орналасады; бұл белдемде құрамында еріген оттектің біршама мөлшері бар су бүйіріне қарай баяу жылжиды. Ең төменгі тоқырау су белдемінде еркін оттек болмайды.



10.2-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 – жер беті 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 м-ден ондаған м-ге дейін болады, кейде жүздеген м-ге жетеді. Бұл белдемнің дамуында ең қолайлы факторларға жылы ылғал климат, орташа тілімденген бедер, руданың полиминералдық құрамы, пириттің болуы, болбыр бітім, әр түйірлі құрылым, таужыныстардың біркелуі су өтімділігі мен химиялық белсенділігі, құрамы мен қасиеті бойынша әр түрлі таужыныстар жапсарындағы руда денелерінің еніс жатуы, белсенді тектоникалық бұзылыс жатады.

Қайта баю немесе керіштену белдемінің пайда болуы, тотығу белдемінен шаймаланған металдардың бір бөлігінің қайта түзілуіне байланысты. Бұл белдемнің жоғарғы горизонттары туынды сульфидтермен ерекше байиды. Ал тереңдеген 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 әр түрлі 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. Әр түрлі 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 керіштену белдемінде түзілмей, кенорыннан тыс алқапқа шашырап кетеді. Мырыш тек қана карбонат (смитсонит) немесе силикат (каламин) дамыған жағдайда шоғырланады.

Сонымен, полиметалл руда денелері морыған кезде тотығу белдемінде мырышқа жұтаңданып, 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 формаларына өтеді. Осындай түрде олар тотығу белдемдерінде жиналады немесе кенорындардан тыс алқаптарға шығарылады да сыйыстырушы таужыныс құрамына шашылып кетеді.

Тотығу белдемінің қарқынды дамуы көптеген сульфид кен орындарында байқалады. Олардың мысалы ретінде *Жезқазған, Қоңырат, Қалмаққыр, Тұрлан, Блява, Дегтярь* және т.б. кен орындарды 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, минералдық 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.

Минералдық тұздар қарқынды шаймалануға ұшырауы салдарынан, тұз карсты дамиды.

Мору қыртысында барлық көмір түрлестері 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. Киноварь-антимонит стратиформдық кенорындарының геологиялық құрылысы мен заттық құрамының ерекшеліктері бойынша гидротермалықтардан қалай ажыратуға болады?
4. Алаңдық, сызықтық және жапсармаңы мору қыртысының кенорындары үшін қандай құрылымдық-морфологиялық ерекшеліктер тән?
5. Қалдық мору кенорындарының жатыс жағдайларына, морфологиясы мен заттық құрамына қандай ерекшеліктер тән?
6. Инфильтрациялық (сіңбелік) мору кенорындары қалай жаралады, олармен қандай кендер байланысты?
7. Кенорындар морыған кезде олардың заттық құрамы мен құрылысы қалай өзгереді?
8. Әр түрлі металдардың тотығу белдеміндегі әрекетінің негізгі заңдылықтары қандай?.

11. ШӨГІНДІ КЕНОРЫНДАР

11. 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 аяққы сушарада шөгіндіжиналу кезеңдерін қамтиды. Заттың мобилизациясы механикалық және химиялық дифференциялану процесінде жүзеге асады. Оның сужиналу алаңынан тасымалдану формалары әр түрлі болуы мүмкін – шынайы немесе коллоид ерітінділер, механикалық жүзгін түрінде және су түбінде сүйрелену арқылы. Тасымалдану кезінде еритін қосылыстар сушараға толық шайылып жетсе, ал су сыныкты өнімдерді жартылай шаяды.

Сушараларда шөгіндіжиналу заттың механикалық, химиялық және биохимиялық дифференциялану процестері салдарынан жүреді. Механикалық дифференциялану кезінде сыныкты материал минералдық 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. Сыныктардың өлшемі бірдей болған жағдайда, олар тығыздығы бойынша жіктеледі – тығыздығы азайған сайын минералдар жағадан алыстай береді.

Шөгінділердің химиялық дифференциялануы шынайы немесе коллоид ерітінді, сонымен қатар өте ұсақ механикалық жүзгіндер түрінде тасымалданатын заттардың біртіндеп түзілу процесі болып табылады. Химиялық дифференциялануды 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 дифференциялану өнімдері түзіледі. Кальциттің түзіле бастауы шамамен механикалық дифференциялану процесінің аяқталуына сәйкес келеді. Доломит түзіле бастаған кезден бастап химиялық дифференциялану өнімдеріне сыныкты материалдың араласуы

тоқтайды, ал заттардың тұнуына ерітінділердегі тұздар концентрациясының артуы қажет болады.

Химиялық дифференциацияланудың негізгі себебі саналатындар: алап суындағы сутек иондарының (*pH*) әр түрлі концентрациясы мен судағы еріген оттек мөлшерімен анықталатын әр түрлі тотығу-тотықсыздану потенциалы (*Eh*). Мәселен, өзен суынан бастап теңіз жағалауына қарай, одан ары теңіз түбіне қарай *pH* мөлшерінің азаюы түзілімдерде біртіндеп металл гидроксидтерінің тұнуында, ал содан кейін оксидтер шөгуінде байқалады.

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, алюмототық 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 м-ден жүздеген м-ге дейінгі шөгінділер қатқабаты астында өтеді. Диагенездің бірінші кезеңінде тотықтану минералжаралуы жүріп, ұйық суындағы оттек есебінен темір мен марганец гидроксидтерінің тасбериштері пайда болады. Екінші кезеңде шөгінді ортасы тотықтыдан тотықсызға ауысады. Шөгіндіні сіңірген су сульфатсызданып, II-темір, марганец оксидтерге, кремнийтотыққа, органикалық затқа, фосфорға, шағын элементтерге баийды. Осындай жолмен сидерит пен темірлі хлориттердің диагенетикалық 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, тасбериштер 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).

11. 2. Кенорындарының типтері

Шөгіндіжаралу процесінде заттың белгілі бір дифференциялану түрінің басымдығына байланысты шөгінді кен орындар механикалық (сынықты), химиялық және биохимиялық түрлерге бөлінеді.

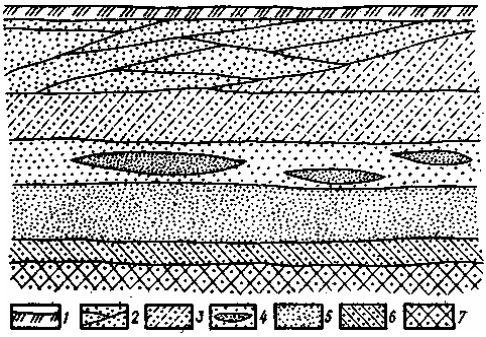
Механикалық шөгінді кенорындар – таужыныстар мен рудалардың негізінен физикалық қирауы кезінде қалыптасқан сынықты материалдың жиынтығы. Механикалық қирау төзімсіз минералдардың химиялық өзгерістерге түсуіне жалғасуы мүмкін. Материалдың жиналуы әр түрлі экзогендік агенттердің – жер беті суы, жел, теңіз, мұхит пен көлдер суы мен мұздықтардың геологиялық әрекетіне байланысты жүреді. Егер кәдімгі таужынысжасаушы минералдардан (кварц, далашпат, слюда, т.б.) тұратын, өлшемдері әр түрлі таужыныс сынықтары жиналатын болса, мұндай жағдайда құрылыс материалдары ретінде пайдаланылатын сынықты таужыныстардың кенорындары пайда болады. Ал ысырылу мен қайта түзілуге ұшыраған таужыныстар құрамында жер беті жағдайында төзімді және тығыздығы мен физикалық беріктігі жоғары болатын руда минерал түйірлері болса, мұндай жағдайда шашылым кен орындары қалыптасады.

Механикалық шөгінді кенорындар пайдалы қазбалары денелерінің пішіні қабат, желек сияқты, линза тәрізді, ұялы болып,

олар негізінен шөгіндіжиналу ортасының ерекшеліктеріне байланысты болады. Олардың арасында гравий, құм, саз кен орындары бөлінеді. Олар жасына қарай қазіргі заманғы және көне болады. Мұндай кен орындар біршама кең таралған. Олар Орта Азияда, Қазақстанда, Кавказда, Ақ теңіз, Балтық, Азов және Каспий теңіздерінің жағалауларында, ірі өзендер (Волга, Орал, Ертіс, Сырдария, Іле, Шу және т.б.) аңғарында белгілі.

Құм кенорнының жаралуы әр түрлі 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 әр түрлі құм түрлестерінің кезектесіп орналасуы байқалады. Олардың арасында жоғары сортты құм, линза және қалыңдығы шамалы қабаттар түрінде жатады. Құм жасы мен жаралуы әр түрлі кенорындардан өндіріледі: төрттік пен палеоген-неоген (Украина), юра (*Люберцы* – 11.1-сурет), бор (*Скопинское*, Рязань облысында), карбон (Подмосковье), девон (Ленинград обл.). Құм кенорындары Қазақстанның барлық аймақтары мен аудандарында бар.

Саз кенорындары қалыптасу жағдайлары бойынша делювийлік, аллювийлік, көл, теңіз, мұздықтық және эолдық түрлерге бөлінеді. Олардың басты минералдары: каолинит, монтмориллонит, пирофиллит, гидрослюда, сондай-ақ бастапқы таужыныстардың жұрнақ минералдары (кварц, далашпат). Құм фракциясының мөлшері 50–60 % шамасындағы таужыныстар – саздақ, ал 80 %-тен асса – құмдақ деп аталады.



11.1-сурет. Люберцы шынылық құм кенорнының қимасы: *1–топырақ; 2–7–құм түрлері: 2–қиғаш қабаттылықты көне аллювий, 3–ақ, шамалы боялған, 4–таза ақ линзалар бар ақшыл, 5–жоғары сортты ақ, 6–темірленген, 7–глауконитті*

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 әр түрлі 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 барлық аудандарда белгілі. Олар құрылыс материалы ретінде және басқа салаларда кең қолданылады. Мәселен, Алатаудың солтүстік бөктеріндегі лёсс саздарынан ежелден кірпіш жасайды.

Шашылым кенорындары 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.

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 әр түрлі дәрежедегі химиялық төзімділігі бойынша дифференциациялануына байланысты.

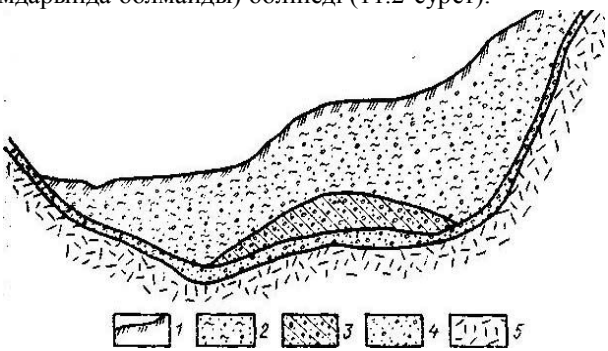
Элювийлік шашылымдар түбірлік таужыныстар жатқан жерде пайда болып, олардың контуры шамамен бір-біріне сай келеді. Егер шашылымдар түбірлік таужыныстар арасындағы пайдалы қазба затының шашындысы ғана болса, олар байымауы да мүмкін, ал егер кенсіз таужыныстар беткейлік ағын сумен шайылып кететін болса, онда шашылымдар пайдалы қазбаға байиды. Шашылымдардың бұл түрі мору кен орындары қатарына жатады. Бірақ сипаттауға ыңғайлы болу үшін олар көбінесе механикалық шөгінді кенорындармен бірге қарастырылады.

Делювийлік 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 м-ге жетеді. Олардағы құнды минералдардың таралуы әркелкі 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 әр түрлі бөліктеріндегі ағыс жылдамдығының ара қатынасына 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) бөлінеді (11.2-сурет).



11.2-сурет. Аллювийлік шашылымның құрылысы (*В.Н. Котляр* бойынша):
1–тасынды (топырақ қабаты); 2–құмайт; 3–құм (қабат); 4–кенсіз аллювий; 5–түбірлік таужыныс кедері (плотик)

Кедер (плотик) 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.

Алювийлік шашылымдар түбірлік көздерге тікелей жақын орналасады. Олар гидрологиялық режимге, түбірлік көздің қоңдылығына, оның эрозиялық кесілімінің тереңдігіне және өзен ағымындағы құнды минерал түйірлерінің сипатына 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 әр түрлі 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 бірқатар 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 роль атқарады.

Шашылым кенорындары мынадай типтерге бөлінеді:

- ***алтынды*** (аллювийлік) – Россия (Шығыс Сібірде – *Алдан, Колыма, Бодайбо* өзендерінің аңғары), Австралия (*Калгурли*), АҚШ (*Аляска, Калифорния*), Бразилия;
- ***платиналы*** (элювийлік және аллювийлік) – Россия (*Орал*), Конго, Зимбабве, Эфиопия, АҚШ (*Аляска*), Колумбия;
- ***алмасты*** (шашылымдардың барлық генетикалық типтері) – Россия (*Саха, Орал*), Индия, ОАР, Намибия, Ангола, Танзания, Конго, Австралия, Венесуэла, Гайана;
- ***касситерит-вольфрамды*** (делювийлік және аллювийлік) – Солтүстік-Шығыс Россия (*Иультин, Пыркакай*), Саха (*Якутия, Омчи-Кандин, Депутатское*), Забайкалье (*Шерловогорск*), Қазақстан (*Қараоба, Бұғыты*); ҚХР (*Нюшипо*), Индонезия (*Банка*), Бирма (*Бвабин, Хейда*), Конго, Австралия, АҚШ (*Атолия, Калифорния*), Бразилия;
- ***моноцитті*** *және* ***цирконды*** (литоралдық) – Индия, Шри-Ланка, Австралия, Бразилия;
- ***колумбит-танталитті*** – Россия, Конго, Нигерия, Бразилия;
- ***магнетит-ильменитті*** (литоралдық) – Россия (Батыс 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 минералдық 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 әр түрлі 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.

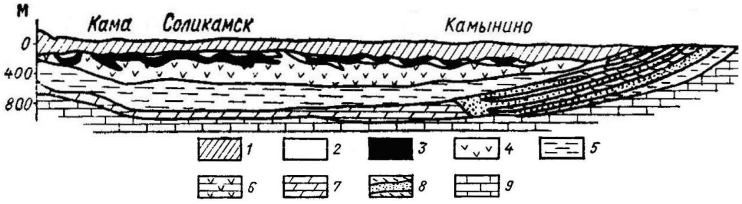
Сильвин-галит кенорындары натрий, калий, магний, кальций хлоридтері мен сульфаттарынан тұрады. Оларда бромид, иодид пен бораттардың қоспалары болады. Кенорындардың көпшілігінде басты минерал галит болып табылады, сонымен қатар сильвин, гипс пен ангидрит те ұдайы кездеседі. Минералдық тұздардың кенорындары 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 (*Жақсықылыш*) теңіздерінің жағалауларында белгілі. Континенттердегі тұзды көлдер аридтік алқаптың ағынсыз қазаншұңқырларында, оларға келіп құйылатын жер беті және жер асты суының булануынан жаралады. Мұндай көлдер Қазақстанда, Батыс Сібірде, Маңғолияда, Иранда, Шығыс Африкада, Австралияда кездеседі.

Минералдық тұздардың қазба жатындары өткен геологиялық замандарда, аридтік климат жағдайларында теңіз суының оқшауланған лагуналарда булануы нәтижесінде қалыптасады. Қалыңдығы жүздеген метр болатын галоген шөгінділердің жиналуын және тұздардың ірі кенорындарының пайда болуын айрықша геологиялық және құрылымдық-тектоникалық жағдай анықтаған. Тұз кенорындарының жаралуына ең қолайлы жағдайлар шеткі ойыстар мен платформа синеклизаларында қалыптасады. Белгілі кенорындар тобының

барлығы жер қыртысының дәл осындай құрылымдық элементтерінде орналасқан. Мұндай бөлікшелер – Предуралье, Предкарпатье, Закарпатье, Донецк, Предпиреней, Предатлас шеткі ойыстары, сонымен қатар Каспий, Днепр-Донецк, Москва, Ангара-Лена, Вилюй, Польша-Германия, Солтүстік Германия мен Ішкі Америка синеклизалары.

Калий тұздарының ірі кенорындары белгілі жерлер: Оралдағы Верхнекамск (11.3-сурет), Беларусьтегі *Старобинск*, Батыс Украинадағы *Калуш* пен *Стедник*, Батыс Қазақстан, сонымен қатар Германиядағы *Стратсфурт*. Тастұз кенорындарының арасында ең белгілілері: *Славяно-Артемовск* (Донбасс) пен *Илецк* (Оренбург облысы); алыс шетелде мұндай кен орындар Германия мен Канадада бар.



11.3–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 окисидтері мен гидроксидтері (лимонит, гидрогётит, гётит, гематит), карбонат (сидерит) пен силикаттар – темірлі хлориттер (хлорит-шамозит, тюрингит) кіреді. Сонымен қатар, руда құрамында 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-пиролюзит 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

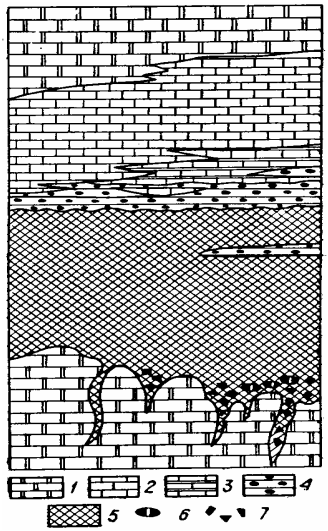
жетеді. Руданың минералдық құрамында негізгі ролді оксид пен гидроксидтер (пиролюзит, псиломелан, манганит), карбонаттар (родохрозит, манганокальцит) атқарады. Руда құрамына белгілі бір мөлшерде лимонит, саз минералдары, опал, пирит, марказит, барит кіреді. Руданың бітімі тасберішті, кеуек, күйе тәрізді.

Құрылымдық-геологиялық жағдайы бойынша марганецтің шөгінді кенорындары платформа (Украинадағы *Никополь*, Грузиядағы *Чиатура*), субплатформа (Кузнецк Алатауындағы *Усинск*) және геосинклин (*Кіші Хинган, Оңтүстік Орал*) теңіз жағалауларында жаралады. Платформа кенорындары аталғандар ішінде масштабы 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.

Шөгінді боксит кенорындары платформалық және геосинклиндік түрлерге бөлінеді. Жатындарға қабат, линза, ұя және таспа тәрізді пішіндер тән. Олардың қалыңдығы бірнеше м-ден ондаған м-ге 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: Орал (ООБА және СОБА – 11.4-сурет), Ленинград облысы (Тихвин тобы), Тиман (Оңтүстік Тиман тобы), Торғай ойысы (Амангелді тобы), ал шет елдерде – Венгрия, Франция, Ямайка аралы.



11.4-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*

Биохимиялық шөгінді кенорындардың жаралуы кейбір жануар және өсімдік организмдердің тіршілік әрекеті кезінде үлкен мөлшерде әр түрлі 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.

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 организдері 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, яғни *апвеллинг* 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.

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 синеклизалар ауқымында орналасады. Олардың өлшемдері шағын. Руда бітімі жалбырлы немесе секпілді (шашыраңқы фосфорит) болып келеді. Құрамы бойынша сазды және шашыранды фосфоритті құм-сазды кендер бөлінеді.

Геосинклиндік және платформалық кенорындар белгілі жерлер: *Қаратау* (Қазақстан), *Егорьевск* (Подмосковье), *Цигровск* (Курск облысы), *Кингисепп* (Ленинград облысы), *Маарду* (Эстония). Ірі кенорындар Алжир, Тунис, Марокко, Египет, АҚШ, Перу мен Венесуэлада анықталған.

Күкірт кенорындары биохимиялық жолмен оттексіз 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 эпигенезисті кен орындары биохимиялық жолмен құрамында органикалық зат бар сульфатты жер асты суына қаныққан, құрамы бойынша әр түрлі жарықшақты және кеуек таужыныстарда пайда болады. Гипс-ангидритті таужыныстарда пайда болған сульфатты су бактериялар әрекетінен күкіртсутекке байыйды. Көмірсутектің сомтума күкіртке дейін тотығуы көмірсутекті су жер бетіне шыққан кезде немесе жер беттік оттекті судың жарықшақты белдемдерде жылыстауынан орын алады. Эпигенездік кенорындар руда денелерінің пішіні – линза, ұя, шток тәрізді немесе бұрыс пішінді жатындар. Мұндай кенорындардың мысалы – *Шорсу* мен *Гаурдак* (Түркіменстан).

Сомтума күкірттің кенорындары белгілі жерлер: Поволжье (*Водинск, Алексеевск, Сюкеевск*) Предкарпатье (*Раздольск, Язовск, Сороксk*), Орта Азия (*Қарақұм*), 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 айрықшы орын алады.

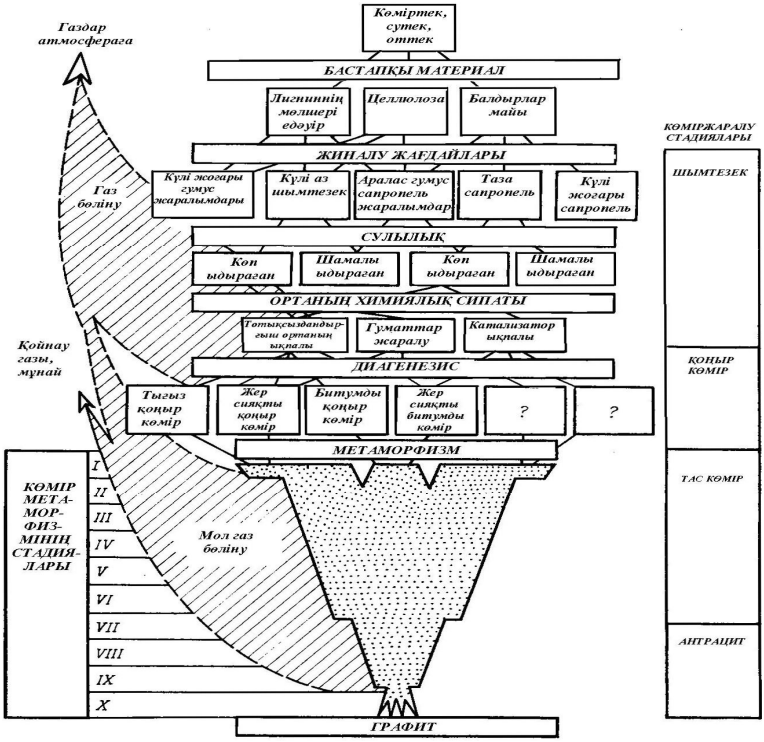
Көміржаралу процесі біршама күрделі. Ол негізгі екі сатыға бөлінеді. Бірінші сатысында солған өсімдік қалдықтары шымтезекке айналса, екінші сатысында – шымтезек қоңыр көмірге өтеді. Содан кейін қоңыр көмір тас көмірге, ал ол антрацитке айналды (11.5-сурет).

Қазба көмір химиялық құрамы, физикалық және технологиялық қасиеттері бойынша әр түрлі болуымен сипатталады. Ол әр түрлі көмір қалыптасуының геологиялық тарихындағы негізгі генетикалық факторларға байланысты. Генетикалық факторлар бастапқы және кейінгі түрлерге бөлінеді. Бастапқы факторлар көміржаралудың шымтезек сатысында негізгі роль атқарып, шымтезек қоңыр көмірге айналғаннан кейін әрекет етеді.

Бастапқы факторларға өсімдік материалының бастапқы құрамы, оның гидрохимиялық және климаттық жағдайлары әр түрлі нақты физикалық-географиялық ортада жиналуы мен өзгеріске ұшырау жағдайлары жатады. Бастапқы материалдың, гидрохимиялық және климаттық жағдайлардың ерекшеліктері сондай-ақ шымтезек туындайтын қабаттағы микроорганизмдер әрекетінің қарқындылығы мен сипатын да анықтайды.

Шымтезектің бетін шөгінді жапқан соң, ылғалдылығы азаяды да оның ішіндегі микробиологиялық әрекет тоқтайды. Өсімдік қалдықтарын гумификациялануға 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 әр түрлі болады.



11.5-сурет. Көміржаралу сұлбасы (*И.И. Аммосов* бойынша)

Жанғыш қатты қазбалар генетикалық жіктемесінің 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 жасаған жіктемені Ю.А. Жемчужников дамытып, бастапқы материал мен оның өзгеріске түсу жағдайларын түбегейлі нақтылау нәтижесінде, каустобиолиттер (гумолиттер) арасында екі класс бөлінеді – гуминттер мен липтобиолиттер, ал сапропелит – анатомиялық құрылысы байқалатын балдырлардың сақталған қалдықтары, яғни дербес сапропелиттер мен сапроколиттерге жіктеледі.

Г.А. Иванов ұсынған жіктемеде 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 дифференциялану типтері қандай?
2. Шөгінді кенорындар құрамына қандай минералдар кіреді?
3. Механикалық шөгінді кенорындар жаралуының геологиялық жағдайлары мен затттық 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 және олар қалай жіктеледі?

3-бөлім. ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ТИПТЕРІ

12. МЕТАЛЛ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР

Қазіргі кезде кенорындардан өнеркәсіпте пайдаланылатын 70-тен аса металл айырып алынады. Металдардың өнеркәсіптік жіктемесі әр түрлі және көп. Бірақ олар түрлі принциптерге (кейде бір жіктеменің 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) қара 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, иттрий, празеодим, неодим және т.б.

Экономикада металл рудаларын өндіру мен өңдеу бойынша жетекші орын алатын салалар – қара және түсті металлургия. Қара металлургия кәдімгі қара металдар – темір, марганец, хром рудасын өндіріп, өңдеумен қатар оларды металлургиялық өңдеуге қажет қосымша шикізат – магнезит, оттөзімді 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.

Жіктемедегі барлық металдың қасиеттері олардың атомдық құрылысына тікелей байланысты және олар Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесінде белгілі бір орын алады. Сондықтан жекелеген

химиялық ерекшеліктері олардың түрлі геологиялық процестердегі сипатын анықтап, өңдеген кезде рудадан айырып алудың технологиялық сұлбасын негіздеуде және түрлі қорытпалар мен қосылыстар алуда белгілі роль 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 жіктемесі 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 ара қатынасымен, 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 минералдық шикізаттың құндығы көп артады. Руданың заттық құрамының көрсеткіштері оларды технологиялық өңдеудің жалпы сипаты мен нақты сұлбасын, айналып келгенде кенорын мен руданың құндылығын айырып алынатын металдар бағасының әр түрлі 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.

12. 1. Темір

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Темір рудасы – шойын (құрамындағы көміртек мөлшері 2,5–4 %), құрышты шойын (1,5–2,5 % С), болат (0,2–1,5 % С) және темір (0,04–0,2 % С) 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 шыңдалмайды. 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: магнетит Fe_3O_4 (темірдің мөлшері 72,4%), мартит пен гематит Fe_2O_3 (70%), ильменит $FeTiO_3$ (36,8% және TiO_2 31,6%), қошқыл теміртас $Fe_2O_3nH_2O$ (48–63%), сидерит (48,3%), темірлі хлориттер (27–38%) – шамозит пен тюрингит, яғни темірдің сулы алюмосиликаттары.

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 14–25%-ке дейін төмен бола алады.

Рудадағы зиянды қосылыстарға күкірт, фосфорит, 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.

Қоңды 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 қоңды 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. Алыс шетелдерде темір рудасының негізгі қоры шоғырланған жерлер КХР, Бразилия, Канада, Индия, АҚШ пен Австралия. ТМД аумағында темір рудасының жалпы және барланған әлемдік қорының 1/3 бөлігі шоғырланған. Олардың 80%-тен астамы Украинада, Россияның 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 (68 %) метаморфогендік темірлі кварциттер мен олармен бірге жатқан қоңды тотыққан темір кендердің үлесіне тиеді, ал магнетит рудасының үлесі 19%, титан-магнетит – 9%, қошқыл теміртас пен сидерит – 4%.

1т тауарлық темір рудасының әлемдік бағасы (2000 ж.) $16–20 шамасында өзгереді (сатып алушыға жеткізуді қоса есептегенде), ал 1 т шекемтастың бағасы $30-ға жетеді.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Темір руда кенорындары барлық генетикалық топтарда кездеседі. Бірақ олардың ішінде руданың қоры мен өндіру көлемі бойынша жетекші ролді 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, Гусевогорск, Первоуральск*), Карелия (*Пудожгорск*), Забайкалье (*Чинет*); шетелде – АҚШ (*Тегавус*), Канада, Швеция (*Таберг*), Норвегия (*Телнесс*).

Качканар кенорны Солтүстік Оралдың шығыс беткейінде, Нижний Тагил қаласынан солтүстікке қарай орналасқан. Рудалы Качканар габбро-пироксенит массиві 110 км^2 ауданды алып жатыр. Руда денелері титанмагнетит секпілдігінен тұрады. Руданың негізгі минералы титанмагнетит, ол қатты ерітіндінің ыдырауы құрылымды. Құрамындағы ильменittің 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 %); TiO_2 0,8–2; V_2O_5 0,05–0,31; платина – 1 г/т-ға дейін; фосфор мен күкірт жоқтың қасы. Темір

рудасының жалпы қоры 2,6 млрд т. Руда жеңіл байытылады. Руданы металлургиялық өңдеу барысында қосымша титан мен ванадий алынады.

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 – *Коршунов, Рудногорск, Нерюндинск, 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 жатады. Темірдің мөлшері 20–70% (көбінесе 40–50%) аралығында өзгереді, күкірттің мөлшері 3%-ке дейін. Руда құрамында құнды қоспа ретінде кобальт кездеседі. Руданы құрайтын минералдарға магнетит, гематит, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит кіреді. Бейруда минералдар арасында басты ролді

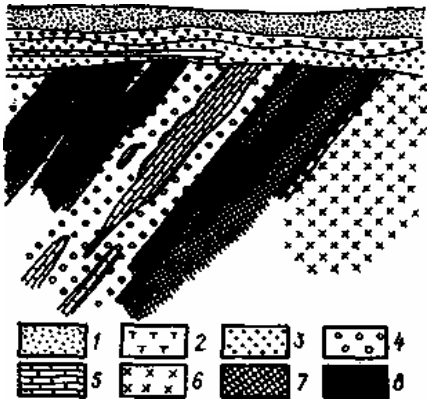
кальцит, кварц, анартас, эпидот, хлорит, серпентин атқарады. Кенорындардың қоры көбінесе 100 млн т-дан аспайды, кейде 1 млрд т-ға дейін жетеді.

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*), Морокко (*Риф*), Жапония, ҚХР.

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 (12.1-сурет).

Сыйыстырушы таужыныстар қарқынды мүйізтастанған және скарндалған. Скарндар арасында скаполитті, анартасты, анартас-пироксенді, актинолитті және т.б. түрлері бөлінеді.

Руда негізінен екі типтен тұрады: шомбал магнетит және рудалы скарн. Магнетит рудасы кенорынның барлық баланстық қорының 40 %-ін 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%.

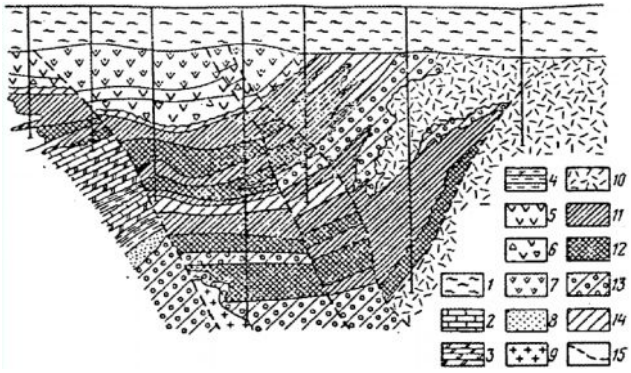


12.1-сурет. Сарыбай кенорнының геологиялық қимасы *(И.А. Кочергин* мен *В.А. Адамчук бойынша*): *1 – құм, тақталанған саз; 2 – опока; 3 – кварц құмы мен құмтасы; 4 – скарн; 5 – мүйізтастанған карбонатты таужыныс; 6 – порфир; 7–8 – руда: 7–скарндық, 8–магнетит*

Магнетитті скарнға магнетит, сульфиттер мен скарн минералдары кіреді. Оларда Fe 20–50 %; S 2,9 %, P 0,12–0,14 %. Бұл руда кенорнының барлық қорының 60 %-ін құрайды. Кенорын рудасында кобальт (сульфидтерде), никель, мыс және басқа элементтер кездеседі. Кенорындағы барланған руда қоры 700 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/м^3, ылғалдығы 1–2%, қопсу коэффициенті 1,4–1,6. Кенорындағы өндіру жұмыстары ашық тәсілмен 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 палеозойлық және оларды жауып жатқан қалыңдығы 200 м-ге дейін жететін мезозой-кайнозой комплексі (12.2-сурет).



12.2-сурет. Қашар кенорнының геологиялық қимасы (*Н. Беляшов* бойынша):
1 – мезозой-кайнозой түзілімдері; 2 – әктас; 3 – ангидрит;
4 – туффит; 5 – андезиттік порфирит; 6 – орташа құрамды туф;
7 – андезит-базальт порфириті; 8 – құмтас пен туфқұмтас; 9 – гранит-порфир;
10 – кварцті порфир; 11 – секпілді руда; 12 – шомбал руда;
13 – пироксен-скополитті метасоматит; 14 – скополитті метасоматит;
15 – тектоникалық бұзылыстар

Палеозой таужыныстары комплексінің құрамы: 1) бастапқы карбонның шөгінді-вулканогендік таужыныстар свитасы. Бұл свита тікелей рудасыйыстырушы таужыныстар – мәрмәрленген әктас,

конгломерат, құмтас, алевролит, аргиллит, альбитофир, туф пен туфобрекчиядан тұрады. Таужыныстар жартылай немесе толық магнетит рудасымен алмасқан; 2) рудаға дейінгі және рудадан кейінгі гранит-порфирлер; 3) гранит-порфир мен шөгінді-вулканогендік таужыныстар қатқабатының жапсарлық белдемінде жаралған скарн мен руда; 4) диабаз порфириті мен альбитофир дайкалары.

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.

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, анартас, 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.

Руданың беріктігі М. Протодьяконов бойынша – 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 т/м^3, жұтаң магнетит – 3,2 т/м^3.

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 таконитерге 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 жатады. 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 гидрооксиді 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.

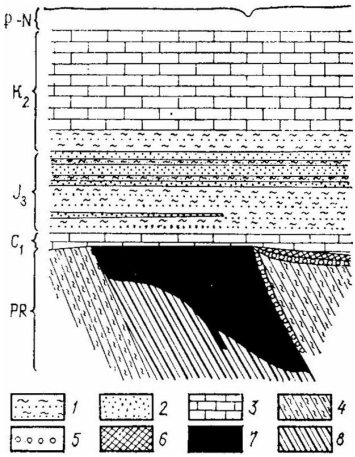
Метаморфогендік темір руда кенорындары Қола түбегі мен Карелияда (*Оленогорск, Костомукша*) КМА алабында (*Коробков, Лебединск, Стойленск, Михайлов, Яковлев* – 12.3-сурет және т.б.), Кривой Рог темір руда алабында (*Ингулец, Скелеватск, Первомайск* және т.б.), Қазақстанда (*Қарсақпай тобы*), Приморьеде (*Кіші Хинган*) анықталған. Бұл типті кенорындар КХР, КНДР, Индия (*Бихар, Орисси*), Австралия (*Хамерсли*), ОАР, Либерия (*Нимба*), Канада (*Лабрадор*), АҚШ (*Жоғарғы көл*), Бразилия аумағында кең тараған.

Кривой Рог темір руда алабы (Кривбасс) 300 км^2 астам алаңда орналасқан. Өнімдіге протерозойдың криворожск сериясы жатады, оның қимасында темірлі және тақтатасты горизонттар алма-кезек орналасқан. Кривбастың геологиялық құрылымы өте күрделі. Темірлі горизонттар (олардың саны оншақты) магнетит, гематит-мартит рудасынан және жеспилиттен тұрады, құрамындағы темірдің мөлшері 24–45 %. Темірлі кварциттердің қоры 18 млрд т.

Темірлі мүйізтас пен кварциттің арасында бай тұтас темір рудасы орналасады. Алапта 300-ге жуық қабат, линза, шток пен бағана пішінді руда жатыны анықталған. Жатындардың өлшемі созылымы бойынша 100 м-ден 1000 м-ге, ал қалыңдығы 10 м-ден 100 м-ге дейін. Олар 800 м, кейде 1400 м тереңдікке дейін қадағаланған. Қоңды руда арасында мынадай түрлестері бөлінеді: мартит пен гематит-мартит (ең көп таралған), мартит-гематит-гидрогетит, гематит-гидрогетит, магнетит. Қоңды руда темір мөлшерінің жоғарылығымен (54–64 %)

сипатталады, күкірт пен фосфордың мөлшері төмен, сондай-ақ марганец пен ванадий бар. Қоңды руданың қоры 1,5 млрд т-дан астам. Кен жер асты тәсілімен өндіріледі.

КМА темір руда алабы (Курск магнит аномалиясы) 70 мың км^2 алаңды қамтиды. Оның ауқымында қарқынды дислокацияланған және метаморфталған прекембрий таужыныстарының (кристалды тақтатас, гнейс, темірлі кварцит, әктас) комплексі дамып, ол көлбеу жатқан шөгінді қатқабатпен (саз, әктас, құм, құмтас) көмкерілген. Шөгінді таужыныстардың қалыңдығы 36 м-ден 600 м-ге дейін. КМА темірлі кварциті құрамы мен құрылымы бойынша кривойрогтікке жақын. Рудадағы темірдің мөлшері 32–36 %.



12.3-сурет. КМА Яковлев кенорнының геологиялық қимасы:
1 – саздақ, құм, саз; 2 – құмтас; 3 – бор, мергель, әктас; 4 – гнейс, кварц-слюдалы тақтатас; 5 – боксит; 6–7 – руда: 6 – қайта түзілген, 7 – қоңды; 8 – темірлі кварцит

Қоңды руда негізінен мартит, сидерит-мартит пен темірлі-слюдкалы (гематит) түрлестерден тұрады. Олар темірлі кварцитте ірі линза, қабыршақ және қабат тәрізді денелер түрінде жатады. Жатындардың ұзындығы 3,5 км-ден 30 км-ге, ені 100 м-ден 3000 м-ге дейін, ал қалыңдығы 9–120 м. Тереңге қарай темірлі кварцитке 300–400 м дейін енеді (12.3-суретте). Руда темір мөлшерінің жоғарылығымен (48–69 %), кремнийтотық, күкірт пен фосфордың төмендігімен айрықшаланады. КМА-ның 700 м тереңдікке дейінгі болжамдық ресурсы 850 млрд т, ал қоңды темір рудасы 1200 м тереңдікке дейін – 80 млрд т деп бағаланады. Кенорындардың көпшілігінде кен ашық тәсілмен өндіріледі.

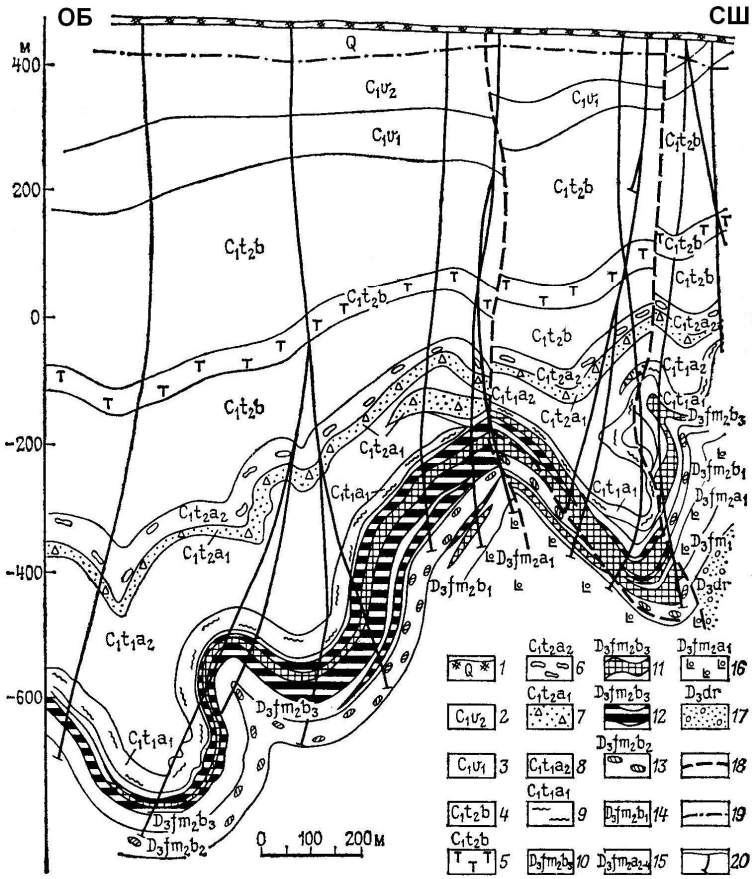
Вулканогендік-шөгінді магнетит-гематит кенорындары эвгеосинклин алқаптарының синклин белдемдерінде орналасады.

Кенорындар вулканогендік фациялармен байланысты және туф пен туфиттер 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.

Қаражал темір-марганец кенорны (12.4-сурет) – Қарағанды облысы Қаражал қаласының маңында орналасқан. Кенорын Жайылма синклинінің шығыс жартысындағы солтүстік қанатында 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 таскөмір түзілімдері кіреді. Кенді жаралымдар екі будадан тұратын жоғарғы фамен түзілімдерінің құрамында орналасқан. Сұр түсті төменгі буда – руда астылық, қалыңдығы 25– 40 м. Қызыл түсті будада кенорынның барлық өнеркәсіптік рудасы орналасқан. Оның құрамында ашық-қызыл яшма мен Басты кенді жатынның темір және марганец рудасы бар. Буданың қалыңдығы 25–170 м.

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.



12.4-сурет. Батыс Қаражал кенорнының геологиялық қимасы:
1–төрттік түзілімдер; 2–полимиктілі құмтас, саздас 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–флишоид 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–дайра свитасы – конгломерат, құмтас, полимиктілі және вулканомиктілі құмайттас, трахириолит пен туф; 18–жарылымдар; 19–мору қыртысы дамуының шекарасы; 20–геологиялық барлау ұңғымалары

Fe_3 қабатының жалпы ұзындығы созылымы бойынша 5,5 км, еңістігі бойынша 1700 м. Оның қалыңдығы бірнеше м-ден (шеттерінде) 68,8 м-ге дейін (кенорынның ортаңғы бөлігінде) өзгереді; орташа қалыңдығы 20,6 м. Бұл қабатта кенорынның темір рудасы қорының 97%-і шоғырланған. Өрлеген сайын марганецті қабаттар жұқарып, темірлі қабаттан бұрын жоғалады. Fe_1 қабаты бір линза ғана жасаса, ал Fe_2 мен F_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, ферристильп-номелан, 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 стильпномелан – 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. Кенорынды жете барлау нәтижесінде оның қоры темір рудасы бойынша – 552,9 млн т, марганец бойынша – 350,3 млн т.

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 морыған кремнийлі таужыныстар мен әктастың арасында жатады, олардағы темірдің мөлшері 30–45%. Руданың қоры – жүздеген

миллион тонна. ТМД-да бұл типті кенорындар Оралда (*Алапаевск, Синаро-Каменск*) белгілі. Шетелде ірі кенорындар Ұлыбритания мен Германияда анықталған.

Темір рудаларының шөгінді кенорындары маңызды өнеркәсіптік мәнге ие (әлемдік өндірістің 30 %-і). 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* (Россия). Руданың сапасы көбінесе төмен.

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 кен орындардың 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 тысбаланстық (*Адай* пен *Бенқала*) кенорын бар.

Қазақстанның басқа жеріндегі кенорындардың өнеркәсіптік мәні Торғай кенорындарынан төмен. Бұлардың ішінде пайдаланылып келе жатқан Орталық Қазақстандағы рудасы қоңдылау Батыс *Қаражал, Үшқатын-III* пен *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. Тысбаланстық қор *Балбырауын* мен *Керегетас* кенорында ғана есепке алынған.

Оңтүстік Қазақстанда *Иірсу* (қоры 327,7 млн т) мен *Абайыл* (28,3 млн т) кенорындары барланған. Батыс Қазақстанда (солтүстік-шығыс *Арал маңы*) ең ірісі – тысбаланстық 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) мен *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 қуатының арту проблемасы туындауда.

12. 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, минералдық 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: пиролюзит MnO_2 (55–63% Mn), браунит Mn_2O_3 (60–69%), гаусманит Mn_3O_4 (65–72%), манганит MnO(OH) (50–62%), псиломелан $mMnO{\cdot}MnO_2nH_2O$ (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 металл 22%-ке

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 Украинада, 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 %-ке 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.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Марганец кенорындарының өнеркәсіптік мәнге ие типтері: гидротермалық, скарндық, метаморфталған (браунит-гаусманит), вулканогендік-шөгінді (браунит-гаусманит-псиломелан); шөгінді (родохрозит-псиломелан-пиролюзит). ТМД-да негізгі ролді шөгінді кенорындар, ал шетелдерде сонымен қатар мору кенорындары атқарады.

Метаморфталған кенорындар прекембрийлік шөгінді және вулканогендік-шөгінді таужыныстың аймақтық 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 су асты вулканизмі 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 қыртысында 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 (*Мазульск, Дурнов*) 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 қыртысында жатады. Жекелеген қабаттар мен линзалардың қалыңдығы 0,5–6 м, созылымы бойынша жатындар жүздеген м-ден 10 км-ге дейінгі қашықтықтарға жетеді. Пиролюзит пен псиломеланнан тұратын рудаға қопсық (шаймаланған) және колломорфтық (қайта түзілген бөлікшелерде) бітім тән. Негізгі компоненттердің мөлшері мынадай (%): марганец – 30–62; кремнийтотық 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 – пиролюзит-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 ванадит 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.

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 – 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.

12. 3 Хром

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Хромиттің басты тұтынушылары – металлургия (өндірілген кеннің 65%-ін тұтынады). 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 мен былғары 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 – магнохромит (50–65% Cr_2O_3), ал хромпикотит пен алюмохромит аз роль атқарады.

Руданың типтері мен кондициялары. Жалғыз өнеркәсіптік типі – хромит рудасы, ол қоңды 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%-тен аз болмауы керек, фосфор – 0,07%-тен, ал күкірт – 0,05%-тен аспайды, Cr_2O_3/Fe_2O_3 – 2,5–3. Оттөзімді материал алу үшін құрамында Cr_2O_3 мөлшері 35%-тен емес, SiO_2 – 8%-тен, ал CaO – 2%-тен аспайтын руда пайдаланылады.

Қоры мен өндірісі. Хромиттің шетелдердегі бекітілген қоры 3,5 млрд т шамасында. Оның негізгі бөлігі ОАР (3 млн 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.

Өнеркәсіптік кенорындарының типі

Хромит кенорындары арасында мынадай типтер бөлінеді: бастапқымагмалық, соңғымагмалық және шашылымдық (олар мардымсыз).

Бастапқымагмалық кенорындар қабатталған ультранегізді 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.

Ұлы Дайка Зимбабвенің орталық бөлігін оңтүстігінен солтүстігіне қарай қиып өтеді, тік орналасқан, ұзындығы 500 км, ені 3–13 км. Дайка стратификатталған, оның құрамына (табанынан жабынына қарай) серпендинденген дунит, гарцбургит (перидотит), габбро, норит кіреді. Қабат тәрізді хромит жатындары массивтің төменгі бөлігіндегі дунит пен гарцбургит арасында орналасады. Олардың құрамында көп (11-ге дейін) руда қабатшалары бар, әрқайсысының қалыңдығы 70 см-дей. Руда жоғары сапалы (Cr_2O_3 мөлшері 35–50 %). Хромиттің жалпы қоры 700 млн тоннадай.

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 (*Алапаев, Саран*) және Кавказда (*Шоржы*) дамыған. Шетелде мұндай кенорындар белгілі жерлер: Албания, Греция, Түркия (*Гулеман*), Индия, Куба (*Каледония*).

Кемпірсай хромитті массиві – Ақтөбе облысында орналасқан. 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, олардың негізгілері 12.1-кестеде көрсетілген.

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 км^2. Кемпірсай ультрабазит

массивінде барлығы 160 кенорын, кенбілінім мен минералданған нүктелер анықталған (12.5-сурет).

Формация аралық интрузив (массив) кембрий мен ордовик түзілімдерінің арасында жатады. Интрузив ауданында палеозой мен одан да көнелеу таужыныстар созылымы меридианға жуық көтерілім жасайды, ол Оралтау антиклинорының оңтүстік жалғасы болып табылады. Массив осы антиклинордың шығыс қапталында, аймақтық терең жарылым маңында орналасқан. Жарылымға шығыс жағынан девон және одан жастау түзілімдермен толған депрессия жанасады. Интрузивтің солтүстік бөлігі антиклин қатпарының флексурамен күрделенген батыс қанатына орналасқан. Оңтүстігі үш антиклинді қамтиды, олар екі синклинмен бөлінген. Интрузив – күрделі дене, оның жасы соңғы каледондық. Соңғы девонның басында жер бетіне шыққан интрузив айтарлықтай шайылуға ұшыраған.

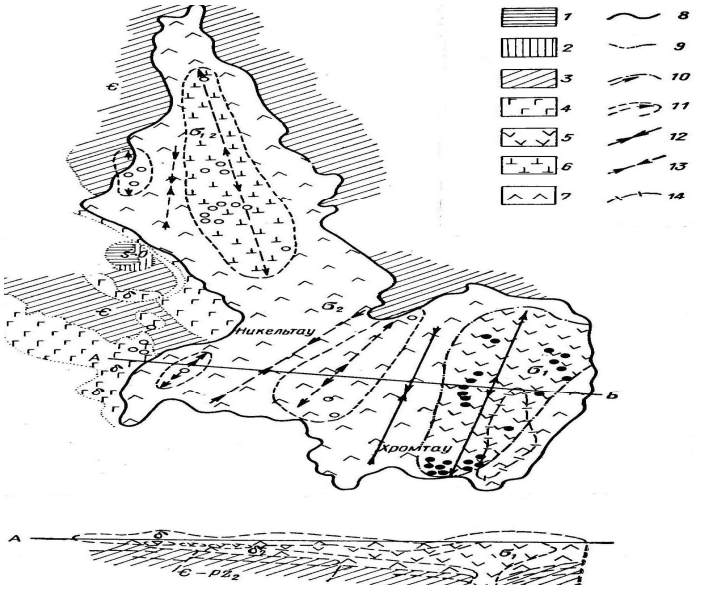
12.1-кесте.

Кемпірсай массивіндегі өнеркәсіптік кенорындар

Кенорын	Ашылған жылы	Кеннің қоры, млн т	Cr_2O_3, %
Алмас-Жемчужина	1936	287,58	51,1
Қазақстанға 40 жыл	1960	89,49	50,3
Қазақстанға 20 жыл	1930	30,6	51,9
Қарағаш	1965	3,219	41,2
Бірінші май	1960	11,55	43,9
Поисковое	1956	8,62	46,5
Спорное	1937	3,68	49,0
Геофизикалық I	1938	6,50	47,2
Геофизикалық XII	1949	94,4	14,1

Кемпірсай хромитті ультрабазит массиві күрт созылған лакколит пішінді, беті белесті дөңес, қалыңдығы оңтүстік бөлігінде 2,5–3,5 км, солтүстігінде – 1–1,5 км. Геофизикалық зерттеулер интрузивтің оңтүстік бөлігіндегі өнімді хромитті алаң орналасқан ауданда, массивтің астында меридиан бағытты магма жеткізген каналды анықтаған, оның ені 2–3 км, ұзындығы 13 км.

Геологиялық-құрылымдық карталау мен құрылымдық-іздеу бұрғылауының нәтижесі интрузив құрамындағы перидотиттің мөлшері дуниттен артық екенін көрсетті. Дунит массивтің оңтүстік-шығыс бөлігінде және оның солтүстік жартысындағы біраз бөлікшелерде кеңінен таралған.



12.5–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 комплекс; 7–серпентинденген перидотит; 8–ультранегізді 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 кен білінімдер; ашық дөңгелекшелер – шамалы хромды кенорындар мен кен білінімдер

Перидотит пен дунит-гарцбургит белдемдерінде жатқан руда денелері шағын өлшемдерімен (қалыңдығы бірнеше м, ұзындығы 10–100 м) сипатталады. Олар тұтас, жиі сеппелі және нодульдік бітімді рудадан тұрады. Рудажасаушы хормшпинелидтердің құрамында Cr_2O_3 мөлшері төмен (40 %-ке дейін), ал Al_2O_3 – жоғары (30–38 %).

Негізінен дунитпен байланысты (үшінші – ең төменгі белдем) рудалы денелер, керісінше айтарлықтай үлкен өлшемдерімен (қалыңдығы ондаған м, ұзындығы 800 м-дей), Cr_2O_3 мөлшерінің жоғары (60 %-ке дейін) және алюмототық мөлшерінің төмен (7–11 %) болуымен сипатталады. Cr_2O_3/FeO қатынасы 4-ке тең, бұл руданың жоғары сорттылығын көрсетеді.

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.

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 (Мұғалжарда) шоғырланған. 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) жер асты тәсіліне өтуіне және карьердегі жұмыс шебінің қысқаруына байланысты тежелуде. Қазір ашық тәсілмен өндіруге қолайлы жоғары сапалы хромит руданың қорын арттыру қажет. Хромит шикізат базасын ұлғайту перспективасы Дауыл ультрабазит массивімен (Оңтүстік Мұғалжар) байланысты.

12. 4. Титан

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Титан қорытпалары термикалық пен химиялық төзімділігіне байланысты ғарыш техикасында, 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 ильменит $FeTiO_3$ (31,6 % Ti) пен TiO_2 (60 %) жатады, 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. Комплексті өңдеу кезінде титан шикізаты ролін липарит $(Na,Ce,Ca)(Nb,Ti)O_3$ атқара алады.

Руда типтері мен кондициялары. Өнеркәсіптік болатыны тек оксид титан рудасы ғана. Түбірлік кенорындарда TiO_2-нің кондициялық мөлшері 10 %-тен 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 %-тен 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 ильменитten жасанды рутил өндіреді.

Ильменит концентратының құны 2000 жылы 50–70 $/т, ал рутилдің – 500 $/т шамасында болған.

Өнеркәсіптік кенорындарының типі

Өнеркәсіптік мәнге титанның магмалық (қорының үлесі 55 %) және жекелеген метаморфогендік (қоры 2 %) кенорындары ие.

Магмалық кенорындары арасында руда мен сиыстырушы таужыныстардың заттық құрамына байланысты бірнеше типтері бөлінеді. Олардың ішінде бастылары мыналар: анортозит пен габбро-анортозит массивтеріндегі ильменит; габбро мен габбро-дунит-перидотит массивтеріндегі титанмагнетит; ультранегізді-сілтілі таужыныстардағы перовскит-титанмагнетит және сілтілі таужыныстардағы лопарит пен ильменит-перовскит-сфенді кен орындар.

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-Тио*), АҚШ-та (*Тегавус*), Танзанияда (*Укинга, Уванджи*).

Титанды шашылымдар жағалаулық-теңіз бен 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 Прибайкальеде орналасқан.

Қазақстанда титан рудасының мол қоры бар. Титанның минералдық 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, Ашысай* 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. Алдын 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.

12.5. Никель (тініке) мен кобальт

Жалпы мағлұмат

*Қолданылуы***.** Никель металлургияда легирленген болат пен қорытпалар алу үшін (жалпы тұтынудың 80%-і) 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%-ке 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 – пентландит $(Fe,Ni)_9S_8$ (Ni 22–42%), миллерит NiS (65%), никелин NiAs (44%); сулы силикаттар – гарниерит $Ni_6[Si_4O_{10}](OH)_8 4H_2O$ (46% NiO), ревдинскит $(Ni,Mg)_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ (51% NiO), сондай-ақ непуит пен нонтронит.

Кобальт 25 минерал жасайды. Өнеркәсіптік мәнге иелері – линнеит Co_3S_4 (40–53%), кобальтин CoAsS (26-34%), саффлорит $(Co,Fe)As_2$ (6–23%), кобальтты (3 %-ке дейін) пентландит пен пирит, асболан $m(Co,Ni)O_2NiOMnO_2nH_2O$ (19%-ке дейін)

Рудасының типтері мен кондициялары. Никель мен кобальт рудасының негізгі типтері – сульфид пен оксид-силикаттар. Сульфид рудадағы никельдің минимал мөлшері 0,3%, кобальтың – 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%-тен 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 25–35 $/кг, ал кобальт – 30–50 $/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 (Россия), силикат руда кенорындары Орал, Қазақстан мен Украинада.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Никель мен кобальт кенорындарының мынадай өнеркәсіптік типтері бөлінеді: магмалық ликвациялық; жоғары және орташа температуралы плутоногендік гидротермалық; скарндық, қалдық мору кенорындары.

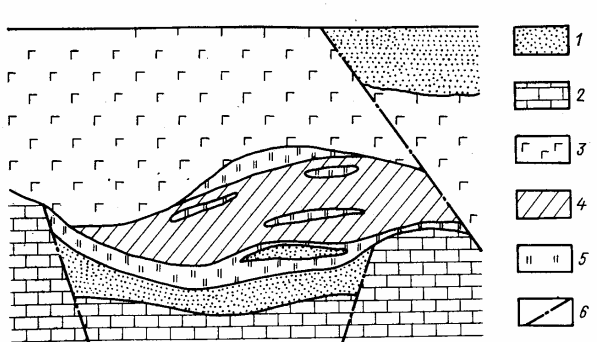
Шетелде никельдің қоры мен өндірісі негізінен мору қыртысының қалдық (қорының 71,5 % және өндірісінің 43,6 % шамасы) және магмалық ликвациялық (қоры – 28,4 %, өндірісі – 56,1 %) кенорындарымен байланысты. Кобальт негізінен стратиформдық мыс-кобальт кенорындарынан (өндірісі – 61,6 %, қоры

– 46,8 %), аз мөлшерде магмалық ликвациялық (19,2 % – өндірісі; 7,5% – қоры) 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 желілік 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.

Пентландит-халькопирит, пирротин рудасының ликвациялық магмалық кенорындары Россияда Кола түбегінде (*Каула, Котсельваара, Каммикиви, Ждановское, Восток*), Красноярск өлкесінде (*Талнах* – 12.6-сурет, *Октябрь, 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.



12.6-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 плутоногендік кенорындар жоғары температуралық арсенопирит-кобальтинді, 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 сульфоарсенидтерінен 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 қыртысында. Құрылымдық-морфологиялық белгілері бойынша мору қыртысының мынадай типтері бөлінеді: алаңдық (*Кемпірсай, Сахаринск, Серов, Куба* кенорындары); сызықтық жарықшақтық (Оралда – *Рогожин, Жаңа Каледония* аралында); серпентинит пен әктастың тектоникалық жапсарында орналасқан жапсарлық-карст кенорындары (*Уфалей*).

12.1-кесте.

Кемпірсай ультранегізді таужыныстар массивінің мору қыртысындағы никель-кобальт кенорындары

Кен орын	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
Солтүстік Рождественск	1978	2	150-460	120-140	5,6	1,22	0,035
Щербаков	1955	8	25-750	15-300	6,8	1,27	0,05
Молодежное	1957	3	70-1760	85	6,9	1,1	0,04
Жарлыбұтақ	1936	5	290-1060	30-450	6,3	1,15	0,046
Оңтүстік Шуылқұдық	1957	4	210-1460	20-630	4,3	1,13	0,057
Қызыл Қайың	1935	4	100-900	200-300	5,4	1,13	0,057
Никельтау	1957	2	280	90	2,5-4	1,21	0,054

Кемпірсай никель-кобальтты мору қыртысы. Мору қыртысында силикат кобальт-никельді руданың көптеген өнеркәсіптік кенорындары анықталған, олардың негізгілері 12.1-кестеде көрсетілген. 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.

Қазақстан аумағында кобальт-никель рудасының 50-ге жуық кенорны белгілі. Никель мен кобальттың негізгі минералдық-шикізат базасы Мұғалжарда (*Кемпірсай кенді ауданы*) шоғырланған. Бұл жерде орналасқан ең маңызды кенорындар *Боранды, Жаңаборанды, Жаңатайкеткен, Кемпірсай, Шырпақайың, Щербаков, 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, Мақсұт* 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.

12. 6. Вольфрам және молибден

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Вольфрам металлургияда легирленген болат алуда (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 молибденді электро- және радиотехникада пайдаланады. 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. Өнеркәсіптік вольфрамдыларға жататындар: вольфрамит $(Fe,Mn)WO_4$ (76,5% WO_3) пен шеелит $CaWO_4$ (80,6% WO_3). Молибден 9 минерал жасайды, басты минералдары – молибденит MoS_2 (60% Mo) пен молидошеелит $Ca(Mo,W)O_4$ (0,5–1% Mo).

Рудасының типтері мен кондициялары. Вольфрамды скарндық шеелит, кварц-шеелит 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/м^3 болады. Молибденді айырып алу үшін молибденит рудасы ғана негізгі роль атқарады. Кейде молибдошеелиттен 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%-тен 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) 1,4 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: WO_3 >250 және Mo >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.

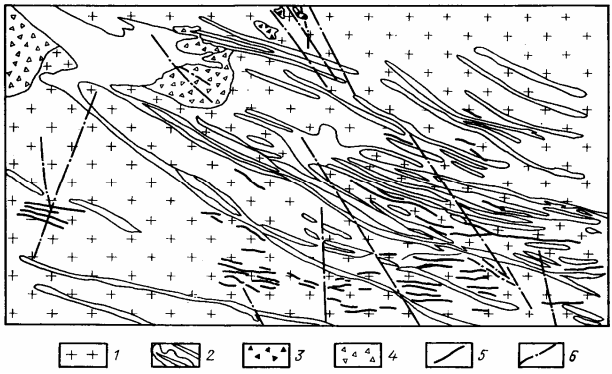
ТМД аумағында вольфрам мен молибден рудасының көп қоры бар. Монометалды және комплексті руданың ірі кенорындары белгілі жерлер – Қазақстан, Өзбекстан, Забайкалье, Қиыр Шығыс, Красноярск өлкесі, Солтүстік Кавказ.

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 ролін 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%). Малибденнің 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* (12.7-сурет), *Бом-Горхан, Жирикен* (Забайкалье), Қазақстандағы *Шалғия* мен *Жоғарғы Қайрақты* жатады. Шетелдерде мұндай кенорындар Португалия, Норвегия (Кнабен), ҚХР (*Ляндушань, Шанпин*), Маңғолия (*Тумен-Цокто*), АҚШ (*Квеста*), Канада (*Ред-Роуз*) және т.б. елдерде бар.



12.7-сурет. Шахтама кенорнының геологиялық сұлбасы*:*
1 – гранит пен граносиенит; 2 – соңғы юра лампрофир, диорит-порфирит, гранодиорит-порфир дайкалары; 3–4 – брекчиялар: 3 – эруптиялық, 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), *Қалмаққыр* (Орта Азия), *Каджаран, Агарак* (Армения), *Сор* (Батыс Сібір) кенорындары жатады. Шетелдердегі ірі кенорындар – *Медет* (Болгария), *Майданнек* (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. Негізігі руда минералдарға шеелит (кейде молибдошеелит) пен молибденит жатады, сонымен қатар пироксен, анартас, сульфид минералдар болады. Шеелит скарндар құрамында шашыранды секпілдік түрінде байқалады. Рудадағы Mo 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), *Азгур* (Марокко), *Пайн-Крик* (АҚШ).

Қараоба вольфрам-молибден кенорны – Қарағанды облысы Жаңаарқа ауданында, Қаражал қаласынан оңтүстікке қарай 100 км жерде орналасқан. Кенді алаң қызыл түсті фран құмтасы мен конгломератынан, фамен әктасынан, оларды жапқан турне терригендік-карбонат қатқабатынан тұрады. Оларды диабаз-порфирит, флюидтік дацитриолит дайкалары 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. 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 жер асты тәсілімен игеріледі.

Қазақстан жер қойнауында бұрынғы КСРО аумағындағы *вольфрам* қорының 53 %-тен 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 кенорнында шоғырланған. Басқа – баланстық Нұраталды, Солнечное, Ақмая; тысбаланстық Батыстау, Байназар, Шірікаяқ, Гремячее кенорындарының мәні аз. Өнеркәсіптік санатты вольфрам қорының 87 %-тен астамы штокверктік 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, Көксай, Қоңырат, Борлы, Саяқ, Шатырқұл, Жайсан*) – комплексті мыс-молибдендік (молибден-мыс-порфирлік). Молибден рудасының 70%-ке жуығы дербес молибдендік және комплексті молибден-вольфрам кенорындарында, ал олардың 50 %-тейі негізінен *Көктінкөл* молибден кенорнында (Оңтүстік бөлікшесінде) шоғырланған. Молибден кенорындарының негізгісі – штокверктік (порфирлік) типтісі. Бұл типті кенорындар қорының меншікті үлесі 94 %. Молибден ресурстарының біршамасы Қаратау мен Таластың комплексті молибден-уран-ванадийлі кенорындарда (*Баласауысқандық, Жабағылы, Қорамсақ*).

12. 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 жасауда қолданылады. Әлемдік өндірісте алюминийден алынатын 500 мыңнан 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 (%): ультранегізді таужыныста 0,45, негізділе – 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: бемит пен диаспор – $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (85% Al_2O_3), 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 құны $2300–3300 $/т шамасында.

Боксит кенорындары қорының шамасы бойынша (млн т) өте ірі (>100), ірі (50–100), орташа (15–50) және ұсақ (<15) болып бөлінеді.

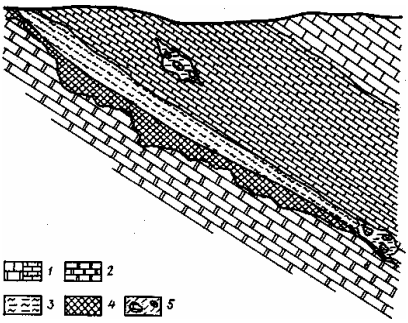
Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

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 (Россия), Суринам, Гайана, Гвиана кенорындары;

3) бокситтің қабат тәрізді карбонат қатқабаттардағы шөгінді кенорындары: Солтүстік Орал кенорындар тобы (12.8-сурет), Ямайка түбегі, Франция, Венгрия, Грекия кенорындары;

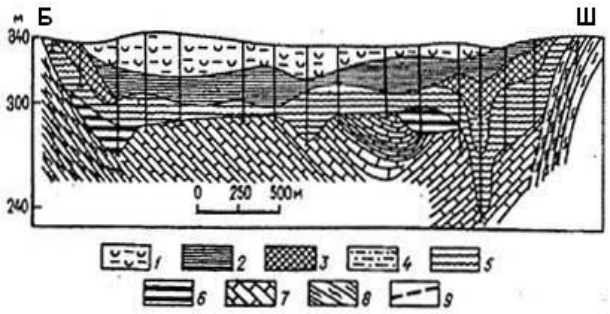


12.8-сурет. СОБА Кальинск кенорнының геологиялық қимасы (*Н.А. Быховер* бойынша):
1–2 – әктас: 1–жабындық, 2–табандық; 3–жатын жабынының сазды тақтатасы; 4–боксит; 5–карсттанған бөлікше

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.

Амангелді боксит кенорындар тобы Арқалық қаласының маңында орналасқан. Бұл топқа бес оқшауланған кен орын кіреді: Арқалық, Солтүстік, Жоғарғы Ашут, Төменгі Ашут пен Үштөбе. шайылған қатпарлы іргетастың бейтегіс бетінде құм-саз жаралымдардан тұратын мезозой-кайнозой түзілімдері көлбеу жатады (12.9-сурет).



12.9-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 тақтатасы; 9–жарылым бұзылыстар

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 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 тәрізі жатындардан тұрады. Олардың (барлығы 23 дене) еңістік бұрышы 0-ден 40^0-қа дейін, орташа мәні 25^0. Олардың ауқымында руда денелерінің еңістік бұрышы мен созылу азимуты да өзгермелі болады. Кенорынның тереңдігі 15–120 м.

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% -ке дейін).

Қазақстанда алюминий шикізаты ретінде ең көп таралғаны – боксит. Анықталған 200 кенорын мен кен білінімдердің есепке

алынғаны негізінен платформалық типті 50-ден астам кенорынның боксит қоры. Осы кенорындардың ішіндегі ірілері: Краснооктябрь, Белинское, Тауынсор, Шығыс Ая т, Көктал, Науырзым, 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%. Орталық Торғай ауданы кенорындарының (батыс Обаған, Приозер, Құсмұрын, Науырзым т.б.) бокситін басты резерв деп қарастыруға болады. Олардың шикізаты комплексті (жоғары темірлі және жоғары титанды боксит рудасы). Өңдеудің 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 ауданында 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.

12. 8. Мыс

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Мыс жақсы электр- және жылуөткізгіштік, химиялық төзімділік, майырылғыштық, созылғыштық қасиетте-рімен 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 қышқыл граниттерге тән. Мыстың 240 минералы белгілі. Олардың

ішінде өнеркәсіптік мәнге ие болатындары: сомтума мыс, халькопирит $CuFeS_2$ (34% Cu), борнит Cu_5FeS_4 (63), халькозин Cu_2S (79,8), ковеллин CuS (66), солғын кен $Cu_3(AsSb)S_3$ (52–57), куприт CuO_2 (88,8), малахит $Cu_2CO_3(OH)_2$ (57,4), азурит $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ (55,3), хризоколла $CuSiO_3nH_2O$ (36,1).

Рудасының типтері мен *кондициялары*. Мыс рудасы екі өнеркәсіптік типке бөлінеді: сульфид және оксид. Мыстың 90 %-і 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 кенорындарда мыстың мөлшері 2–3 % болғанда игеріледі. Ірі кенорындарда ол 1%-ке дейін төмендеуі мүмкін. Руданы ашық тәсілмен өндіргенде 0,5%, ал ірі комплексті кенорындарда 0,3 %-ке дейін азая алады.

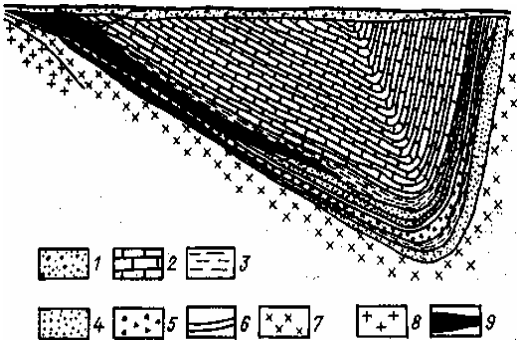
Қоры мен өндірісі. Мыстың жалпы әлемдік қоры (ТМД елдерін қоспағанда) 843 млн т, барланғаны – 466 млн т. Барланған қордың негізгі бөлігі АҚШ пен Чили (әрқайсысында 85 млн т-дан), Замбия мен Канада(29 млн т-дан), Конго (25 млн т) мен Перу (27 млн т) кенорындарының үлесіне келеді. Мыс әлемнің 37 елінде 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.

Мыстың құны әлемдік биржада 6000–9000 $/т.

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: *Предсудет* (Польша), *Мансфельд* (Германия), *Айнақ* (Ауғанстан), *Роан-Антилоп, Чамбиши, Нчанга* (Замбия 12.10-сурет), *Камото, Мусоши* (Конго) және т.б.;



12.10-сурет. Нчанга кенорнының геологиялық қимасы (*Ф. Мендельсон* бойынша):
1 – сынықты кварц пен жер беті түзілімдерінің қабаты; 2 – саэтас пен доломитит; 3 – жолақты тақтатас; 4 – далашпатты 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%) – *Ақтоғай, Айдарлы, Қоңырат, Бозшакөл, Шатырқұл* (Қазақстан), *Қалмаққыр* (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 мыс-колчедан (8 және 11) кенорындар басты орын алады.

Кенорындарының кен-геологиялық жағдайлары

Жезқазған кенорны (12.11-сурет) Қарағанды облысының батыс жағында орналасқан. Кенді ауданда жоғарғы палеозой (карбон-пермь) шөгінді таужыныстар ашылымданған. Олар созылымы солтүстік-шығыс бағытты жарылым бұзылыстармен күрделенген меридиан бағытындағы синклин қатпарын толтырады.

12.2-кесте.

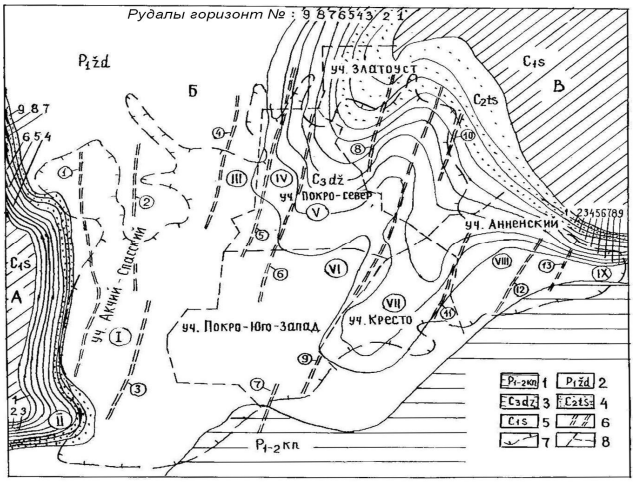
Жезқазған кенорнында рудалы свиталары мен кен-өнеркәсіптік бөлікшелері бойынша кен жатындарының таралуы

Свита	Рудалы горизонттың № – аты	Бөлікшелер бойынша кен жатындарының саны						
		Жалпы	АС	Зл	ПС	ПОБ	Кр	Ан
жезқазған C_3dz	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_2ts	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

Жезқазған кенді қатқабаты тасқұдық пен жезқазған свиталарына бөлінеді, ал свиталардың құрамында тиісті кенді горизонттар мен жатындар бөлінеді. Олардың кенорындағы геологиялық-өнеркәсіптік бөлікшелер бойынша таралуы 12.2-кестеде көрсетілген. Кендену көп ярусты. Қабат тәрізді кен денелері сұр түсті полимиктілі құмтас горизонттарында орналасқан. Кендену орналасу үшін негізгі мәнге сандық пішінді брахиқатпарлар ие, олар уатылу белдемдерімен күрделенген. Кен денелері әр түрлі қабаттардан тұрады. Олардың еңістік бұрышы 8^0 шамасында, ал флексура белдемдерінде $35–90^0$-қа дейін. Еңістік бұрышының өзгергіштігі кен денелері ауқымында ұстамды болғанымен, кенорын ауқымында әр түрлі. 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 саздас-құмайттас қабатшаларымен қабаттасуы арқылы анықталады.



12.11-сурет. Жезқазған кенорнының кен-өнеркәсіптік сұлбасы.
Бірінші реттік құрылымдар:
А–Жанай антиклині; Б–Жезқазған синклині; В–Кенгір антиклині. Екінші реттік құрылымдар: I–Спасск мульдасы; II–Ақши күмбезі; III–екінші блок-текше; IV–бірінші блок-текше; V–Покро күмбезі; VI–Златоуст мульдасы; VII–Кресто күмбезі; VIII–Анненск мульдасы; IX–Анненск күмбезі. 1–4 свиталар: 1–кенгір; 2–жиделі-сай; 3–жезқазған; 4–тасқудық; 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

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 мырыштың – 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.

Негізгі компоненттердің таралу сипаты біркелкіден әркелкіге дейін (вариация коэффициенті 10–200%). Компоненттер таралуының өзгергіштігі технологиялық блоктар ауқымында күрт (50%-тен 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; сапасы бойынша қоңды руда – 30, қатардағы – 37, жұтаң – 30 және өте жұтаң – 3 түрлерге бөлінеді.

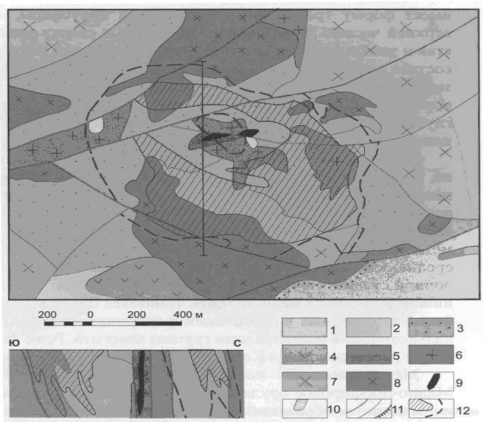
Қоңырат кенорны Қарағанды облысында, Балқаш қаласынан солтүстікке қарай 15 км жерде орналасқан. Кенорынның геологиялық құрылысына девон жүйесі фамен жіккабатының құрамында қышқыл туфтың сирек қабатшалары бар құмтас-құмайттас кіреді. Құрамында сирек металл минералдануы бар (вольфрам, молибден және т.б.) 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 720х1030 м, ал ішкі жағы – 180х320 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 изоморфтық 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 сарқылған.

Ақтоғай кенді алаңына ірі Ақтоғай мен Айдарлы, шағын Қызылқия мысты порфир кенорындары кіреді. Ол ортаңғы-жоғарғы карбон вулканиттерінен 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 мүйзтастанған таужыныстарында дамиды.

Ақтоғай кенорнында мыстың орташа мөлшері 0,39 %, молибденнің – 0,01 %, ренийдің – 0,24 г/т, алтынның – 0,22 г/т, күміс пен селеннің – 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 (12.12-сурет).



12.12-сурет. Ақтоғай кенорнының геологиялық құрылысы:
1 – қолдар свитасының құмтасы, гравелиті, липарит пен дацит туфы; 2 – керегетас свитасының дацит пен андезит-дацит туфы және 3 – мүйітасы мен порфирит туфы; 4 – шток пен дайка тәрізді денелер; 5-8 – Қолдар интрузиясының гранитоиды, диориті мен габбро-диориті; 9 – турмалинденген цементті брекчия денелері; 10 – кварц денелері; 11 – тектоникалық, интрузиялық пен үйлесімсіздік жапсарлары; 12 – кен денелері мен шашыранды минералданудың шекаралары

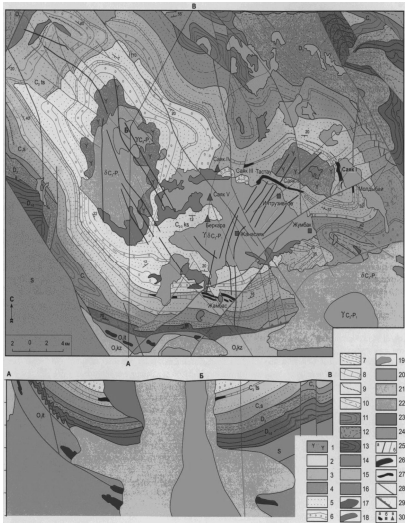
Гидротермалық процесс төрт стадияға бөлінеді: сілтілі (кварцталу, калишпаттану, биотиттену, хлориттену, прениттену), қышқылды (кварцталу, серициттену, хлориттену және карбонаттану), боралюмосиликатты (турмалиндену), соңғы сілтілі (карбонаттану, цеолиттену, прениттену, хлориттену). Кенорынның өнеркәсіптік 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, молибденittің сирек сеппелерінен, кейде сфалерит пен галениттен тұрады. Оларда мыстың минералдары сирек, бірақ жартылай сериттену зонасында – сілтілі стадиясының кен денелері контурында олар мол. Максимал сериттену 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 кен орындарды, мысты порфирлі 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 граитоид интрузияларының ықпалындағы грабен-синклинді күрделендіретін қатпарлармен қадағаланады. Гранитоидтардағы мысты порфир нысандары жоғары деформацияланған зоналардың қиылысында орналасады (12.13-сурет).



12.13-сурет. Саяқ тобы кенорындарының геологиялық жағдайы мен қимасы (*Г.П. Бурдуков* бойынша):
1–үшмола свитасы (C_{1-3}); 2-10–саяқ сериясының түзілімдері; 11-15– уфогендік-терригендік C_1–D_{2-3} таужыныстары; 14-15–S пен O_3 түзілімдері; 16–итмұрынды свитасының кремнийлі-базальт жаралымдары (O_2it); 17-19–субвулкан денелері; 20-24–C_3–P_1 гранитоид интрузиялары; 25–дайкалар; 26–гипербазиттер; 27–скарн; 28-29–жарылымдар; 30– Аи-Мо-Си кен – орындары

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.

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*. Ірі кен орындарға жататындар – *Қоңырат, Ақтоғай, Айдарлы, Жаман Айбат, Бозшакөл, Көксай, Қасқырмыс, Нұрқазған (Самара)* кенорындары. Жалпы саны 70-ке жуық кенорынның дербес мыс рудалыға 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-порфирлі (8,2%), скарндық (4,1%) және т.б. (Полетаев, 1996 ж.). Қордың жалпы балансында мысты құмтас типті руданың үлесі 42%, мысты-порфирлінің – 42 %.Мысты құмтас кенорындары – *Жезқазған, Жаман Айбат, Сарыоба, Итауыз*, т.б. Орталық Қазақстанда орналасқан. Мысты порфир кенорындары – Орталық Қазақстанда (*Қоңырат, Бозшакөл, Борлы, Нұрқазған, Қызылту*, т.б.) және Жетісуда (*Көксай, Ақтоғай, Айдарлы, Қасқырмыс, Восток I–IV*). Мысты колчедан кенорындары арасында Мұғалжарда – *50 Октябрь атындағы, Орманы, Авангард, Аралша*, т.б.; Шыңғыста – *Ақбастау, Құсмұрын* кенорындары бөлінеді. Мысты скарн типті кенорындар – *Саяқ, Қаратас*, кварц-сульфидтілердің (мысты желілер) – *Шатырқұл, Жайсан*.

Қазақстанда аталған негізгі типті кен орындармен қатар мысты-никельді (*Мақсұт, Қойтас, Қамқор*), мысты-цеолитті “желек” типті (*Темірлік*) және т.б. бар. Өнеркәсіптік жаңа кенорындарды анықтау бойынша Қазақстанның болашағы әлі маңызды.

12. 9. Қалайы

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Қалайы оңай балқығыштығы, жұмсақтығы, майырылғыштығы, химиялық төзімділігі мен 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 қорытпа, эмаль алу үшін пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Қалайының кларкі 0,0025%. Оның 20 минералы белгілі, олардың ішінде өнеркәсіптік мәнге ие болатындары касситерит SnO_2 (78,6% Sn) пен станнин Cu_2FeSnS_4 (27,5%).

Руданың типтері мен кондициялары. Қалайыны касситерит-силикат, касситерит-сульфид және касситерит-вольфрамит рудалардан айырып алады. Қалайының мөлшері бойынша қоңды (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/м^3.

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.

ТМД-да кенорындар тобы Магадан облысында, Саха Республикасында, Забайкалье, Приморье мен Қырғызстанда орналасқан. Металдың қоры бойынша кенорындар былай бөлінеді: өте ірі (Sn>100 мың т), ірі (25–100), орташа (5–25) және ұсақ (Sn<5 мың т). Қалайының әлем биржасындағы құны 15–25 $/кг шамасында.

Кенорындардың өнеркәсіптік типтері

Қалайы кенорындары арасында генезисі бойынша мынадай өнеркәсіптік типтер бөлінеді :

1) пегматиттік (әлемдік қоры 4,2% және өндірісі 3,4% шамасында) – *Маноно-Китотало* (Конго), *Сильвер-Хилл* (АҚШ), *Берд-Ривер* (Канада). ТМД елдерінде кенорындардың бұл типі маңызды роль атқармайды;

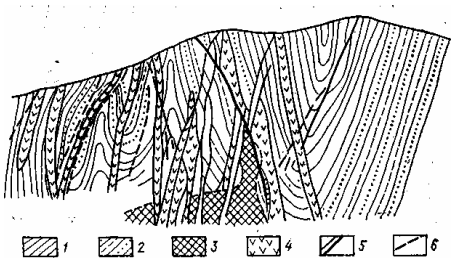
2) гидротермалық плутоногендік (әлемдік қоры 14,6% және өндірісі 16,2%). Бұл кен орындар екі типшеге бөлінеді:

а) касситерит-кварцты – *Онон, Ималка* (Забайкалье), *Иультин* (Чукотка), *Корнуолл* (Ұлыбритания), сонымен қатар Португалия, ҚХР, Нигериядағы кенорындары;

б) касситерит-силикат-сульфид – *Хапчеранга* (Забайкалье), *Эге-Хая, Депутат* (Саха Республикасы), *Хрустальное* – 12.14-сурет

(Приморье), *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* (Россия), *Ллалагуа, Потоси, Оруро* (Боливия), *Дуранго* (Мексика), *Акенобе* (Жапония);



12.14-сурет. Хрустальное кенорнының геологиялық қимасы (*Ф.И.Вольфсон* бойынша*): 1–құмайттас; 2–қабаттасқан құмтас пен құмайттас; 3–биотиттенген таужыныстар; 4–дайкалар; 5–6–рудалы желілер: 5–касситерит-сульфидті, 6–сульфидті*

4) грейзендік кенорындар (әлемдік қоры 6,4%, өндірісі 38%) – *Этыка* (Забайкалье), *Экуг* (Чукотка), *Кестер, Бутыгычаг* (Саха Республикасы), *Чапаев* (Приморье), *Ақтас* (Орталық Қазақстан), *Маучи* (Бирма), *Альтенберг* (Германия), *Циновец* (Чехия), *Лиму* (ҚХР);

5) скарндық кенорындар (әлемдік қоры 1,1%, өндірісі 1,2%) – *Ярослав* (Приморье), *Майхура* (Орта Азия), *Питкяранта, Кителя* (Карелия), *Лаочан* (ҚХР), *Клаппа* (Индонезия), *Сан-Антонио* (Мексика);

6) шөгінді шашылымдық кенорындар (әлемдік қоры 62,4%, өндірісі 66,1%) – *Пыркакай* (Чукотка), *Депутат* (Саха Республикасы), *Воскресенск* (Приморье), *Кинта, Перак* (Малазия), *Банка* (Индонезия), *Нюшипо* (ҚХР), *Тин-Тук* (Вьетнам), *Маноно-Ки-Тотоло* (Конго), *Баучи, Джос* (Нигерия).

Ең ірі *Перак, Кинто, Селангор, Негри, Сембилан* қалайы шашылымдық кенорындары Малайзияда, мұнда 500-ден астам кеніш белгілі. *Перак* кенорны қалайы өндірісінің 60% шамасын береді.

Қазақстанда соңғы кезге дейін масштабы бойынша ұсақ бір ғана өнеркәсіптік мәнге ие *Қарағайлы-Ақтас* (Алматы обл.) 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%-ке жуығы) және *Қарааоба, 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.

12. 10. Қорғасын мен мырыш

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Қорғасын өзінің химиялық төзімділігі, майырылғыштығы, жұмсақтығы, ауырлығы, тығыздығы мен балқу температурасының төмендігіне байланысты аккумулятор (балқытып алынған қорғасынның 40% көлемі), қаптама, кабель, баббит, типографиялық қорытпа өндірісі, радиобелсенді сәуледен қорғану үшін пайдаланылады. Мырыш антикоррозиялық қасиетіне байланысты әр түрлі бұйымдарды қаптауға (40%), жез, қола, мельхиор алуға және мырышты ағартқыш бояулар өндіруге пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Қорғасын кларкі 0,0016%, мырыштың – 0,01%. Қорғасынның басты минералдары – галенит PbS (86,6% Pb), джемсонит $Pb_4FeSb_6S_{14}$ (40,2%), буланжерит $Pb_5Sb_4S_{11}$ (55,4%), бурнонит $CuPbSbS_3$ (42,6%). Мырыштың негізгі минералдары – сфалерит пен вюрцит ZnS (67% Zn), смитсонит $ZnCO_3$ (52%), каламин $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2H_2O$(53,7%). Бірақ рудадағы басты роль 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.

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 $2000–3800 және $2000–3500 шамасында өзгереді.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Генезисі бойынша қорғасын мен мырыш кенорындары мынадай типтерге бөлінеді:

1) гидротермалық плутоногендік кенорындар – *Садон*, *Згид, Холст, Курғашинкам, Нерчинск тобы* (ТМД), *Мадан, Руен* (Болгария), *Пршибрам* (Чехия), *Дьендьешороши* (Венгрия), *Фрайберг* (Германия), *Тинтик, Ледвилл* (АҚШ);

2) скарндық кенорындар – *Дальнегорск* (Приморье), *Ақсоран, Гүлшат* (Қазақстан), *Алтын Тапқан, Кенсай, Дарбаза* (Орта Азия), *Сала* (Швеция), *Лоуренс* (АҚШ), *Эль-Потоси* (Мексика);

3) вулканогендік-шөгінді кенорындар – *Зыряновск, Лениногорск, Малеев, Риддер-Сокол, Тишин* (Кенді Алтай), *Жайрем, Текелі* (Қазақстан), *Озерное* (Забайкалье), *Холоднинск* (Прибайкалье), *Рио-Тинто* (Испания), *Фалун* (Швеция), *Сулливан* (Канада), *Брокен-Хилл* (Австралия);

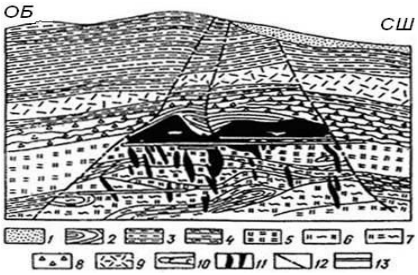
4) гидротермалық-шөгінді (стратиформдық) кенорындар – *Мырғалымсай* (дұрысы *Мерғалисай*), *Байжансай* (Қазақстан), *Үч-Құлаш, Сумсар* (Орта Азия), *Олькум, Болеслав* (Польша), *Три-Стейст* (АҚШ), *Пайн-Пойнт* (Канада).

Кенорындарының геологиялық жағдайлары

Лениногорск рудалы алаңы Кенді Алтайда Риддер (бұрынғы Лениногорск) қаласының маңында. Кенорындар ортаңғы девон таужыныстарынан тұрып, жарылымды бұзылыстар маңында жатады (12.15-сурет). Руда сыйыстырушылар – қышқыл туф горизонтын алмастыру жолымен жасалған кварцталған және серициттенген таужыныстар. Бұл горизонтты жабатын саз тақтатастар рудалы ерітінділердің қалқаны ролін атқарған. Сондықтан ең қоңды руда денелері тікелей солардың астында орналасады.

Алаңда 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 78^0. 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. Кенорында лықсымалар типті тектоникалық жарылымдар дамыған, олардың амплитудасы 90 м-ге дейін.

Лениногорск алаңы 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.



12.15-сурет. Лениногорск рудалы алаңы (Сокольное кенорны) “Победа” руда жатынының геологиялық қимасы:
1–төрттік түзілімдер; 2–құмайттас; 3–әкті құмайттас; 4–серициттенген сазды құмайттас; 5–микрокварцит (мүйізтас); 6–серицит-хлорит-кварцты метасоматит; 7–серицитті микрокварцит; 8–агломератты орташа- және ірі сыныкты туффит; 9–кварцты альбитофир; 10–диабаз, диабаз порфирит; 11–сульфид руда денелері; 12–жарылымды бұзылыстар;13–кен үңгімелері

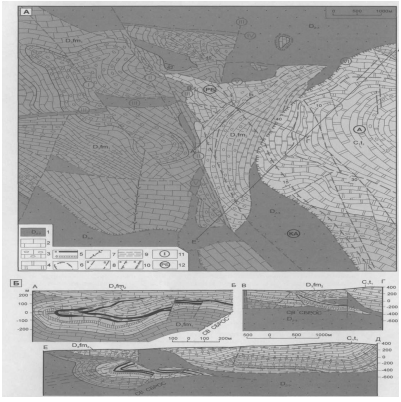
Руданың негізгі компоненттері – қорғасын, мырыш, мыс, алтын, күміс; серіктес элементтері – кадмий мен күкірт. Рудадағы Pb, Zn, Cu таралу сипаты әркелкі, ал Au мен Ag – өте әркелкі болады. Бұл өзгергіштік руда денелері ауқымында ғана емес, сондай-ақ технологиялық блоктарға да тән. Кенорында тік бағытта белдемділік пен руданың тотығу белдемі байқалады.

Шалқия кенорны Қаратау девон көміртектілі-кремнийлі-доломитті-әктасты 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 Ақүйық синклинінің периклиндік тұйықталу бөлікшесінде, аллахтон жамылғысымен көмілген Орталық бастырма ауқымында орналасқан. Кен сыйыстырушы блок Орталық бастырма астына батып (10–15° бұрышпен), синклиннің оңтүстік-батыс қанатында 500–800 м тереңдікке дейін қадағаланады. Кен сыйыстырушы 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 (12.16-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.



12.16-сурет. Шалқия кенорнының геологиялық картасы *(А) мен қимасы (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 дайкалары; 8 – жарылымдар анықталған (а) және жорамал (б); 9 – тұтқыр жарылымдар; 10 – бастырмалар жымы; 11 – арылымдар: I, II – Бас (оның тарамдары), III – Шалқия, IV – олтүстік, V – Орталық бастырма, VI – Оғызмойын; 12 – қатпар: А – Ақүйық синклині, РБ – рудасыйыстырушы блок, КА – Қызылсай антиклині*

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.

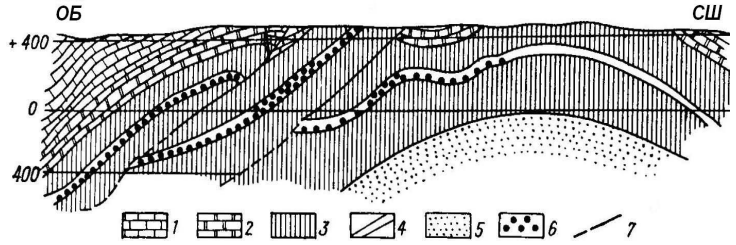
Жайрем кенорны Орталық Қазақстанда. Ол девон вулканогендік-шөгінді, сондай-ақ таскөмір саз-карбонат пен құмтас-сазтас таужыныстарынан тұрады. Магмалық жаралымдар трахит порфирінің субвулкандық денелерінен тұрады. Руда денелері қабат пен линза пішінді, қалыңдығы 5–25 м. Руданың құрамы пирит, сфалерит, 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.

Қарағайлы қорғасын-барит кенорны Қарағанды қаласымен ұзындығы 220 км темір жол арқылы жалғасқан. 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 тақтатастар қабаттасқан жоғарғы қатқабат үйлесімді жатады. Фамен түзілімдерін төменгі таскөмір габбро-пироксенит, гранодиорит және гранит құрамды шағын интрузиялар жарып өткен. Жасы әр түрлі диабаз және диорит-порфирит, гранит-порфир мен альбитофир дайкалары кең білінеді. Кенорын Өспен тектоникалық белдемінде, солтүстік-батыс созылымды Қарағайлы синклинінің қанаттарында орналасқан. Әр түрлі жарылымдармен қиылған.

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 кенорны (12.17-сурет) – Оңтүстік Қазақстан облысы Кентау қаласының маңында орналасқан. Оны ашқан алғашқы қазақ геологтарының бірі *Мерғали Қаділбеков* (1928 ж.). Кенді алаң қимасының негізінде ала-құла түсті көрпеш будасы, одан жоғары қарай, фамен түзілімдері, оларды жапқан турне карбонат таужыныстары орналасады. Кен сыйыстырушы таужыныстар – саз-доломитит-әктасты фамен түзілімдері (қалыңдығы 340 м-дей), олар он будаға жіктеледі.



12.17-сурет. Мырғалымсай (Мерғалисай) кенорнының геологиялық қимасы*: 1–әктас (C_1); 2–доломитит (C_1); 3–брекчияланған әктас (D_3fm); 4–рудалы горизонт D_3fm қатқабатында; 5–аркозды құмтас (D_3fr); 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 – 23г/т, барит – 11,6%. Барит пен қорғасынның қоры бойынша кенорын ірілердің қатарына жатады.

Қазақстан қорғасын мен мырыштың қоры бойынша әлемде алғашқы орындардың бірін алады. Республикада қорғасын мен мырыштың 100-ден аса кенорны анықталған. Олардың 58 кенорны балансқа 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 колчеданды-полиметалды типті* – Риддер-Сокол, 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 колчеданды қорғасын-мырышты типті* – Текелі, Батыс Текелі, Яблонев, Үлкен Өсек және т.б.

Жаңа типке құнарлы тотыққан мырыш рудалы *Шаймерден* карст кенорны жатады.

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.

12.11. Сүрме мен сынап

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Сүрме негізінен (50%-тен 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 әр түрлі 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%. 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.

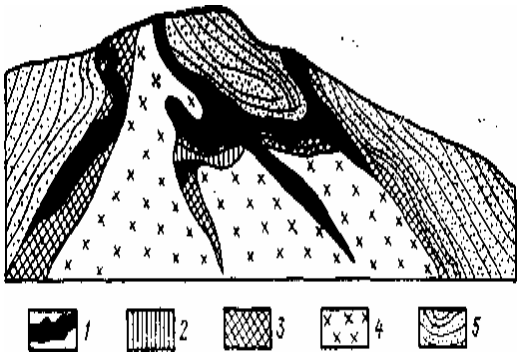
ТМД елдерінде сүрме мен сынаптың сенімді минералдық-шикізат базасы бар. Қоры бойынша негізгі биметалл кенорындар орналасқан елдер: Орта Азия, Сібір, Қиыр Шығыс, ал сынап сонымен қатар Кавказ, Закавказье, Карпат пен Украинада бар. Қорының масштабы бойынша кенорындар өте ірі (Sb>100 мың т, Hg>25 мың т), 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.

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 ролді 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 (*Ильдикан*), Красноярск өлкесі (*Удерей, Раздольнинск*), Орта Азия, (*Сары-Буляк, Тепор*); ҚХР (*Воси*), Түркия (*Эздемир*), Тунис (*Джабель-Аджа*), ОАР (*Гравелот*), Австралия (*Блю-Спек*), АҚШ (*Нью-Альмаден* – 12.18-сурет, *Нью-Идрия*), Боливия (*Чилкобийя*), Мексика (*Техакатес*).

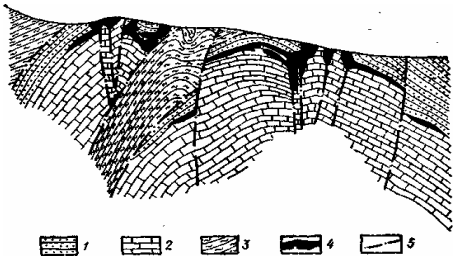


12.18-сурет. Нью-Альмаден кенорнының сұлба геологиялық қимасы*: 1–сынапты руда; 2–үйкеліс сазы; 3–брекчия; 4–серпентинит; 5–құмтас пен тақтатас*

Гидротермалық вулконогендік сүрме мен сынап кенорындары белгілі жерлер: Чукотка (*Пламенное*), Камчатка, Приамурье, Закарпатье (*Большой Шаян, Боркут*), Румыния (*Бая-Море, Бая-Сприе*), Түркия (*Такгер*), Алжир, Италия (М*онте-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* – 12.19-сурет, *Чаувай*), Кавказ (*Сахалин*) бен Украинада (*Никитовка* – Донбасс) орналасқан. Сүрме кенорындары – ҚХР (*Синьхуаньшань*), Болгария (*Рыбново*), Италия (*Перетта*), Мексика

(*Сан-Хозе*), сынап кенорындары – Испания (*Альмаден*), ҚХР (*Ваньшань*) мен Перуде белгілі.



12.19-сурет. Хайдаркен кенорнының геологиялық қимасы:
1 – құмтас; 2 – әктас; 3 – тақтатас; 4 – руда; 5 – жарылымдар

Қазақстанда белгілісі ұсақ төрт сынап кенорны – *Салқынбел, Қызылшар, Итауыз, Солтүстік*, сонымен қатар сынаппен минералданған бірқатар ұсақ кен білінімдер 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-Сокол, Зыряновск, Грехов, Яблонев*, т.б.) белгілі. Сүрмелі кен орындарға *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.

12.12. 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, фосфор 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 ($4{,}3\cdot10^{-7}$ %), 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, оның қорытпалары мен 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, 583 (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/м^3 (драга арқылы өндіргенде) шамасынан асқанда руда кондициялық саналады. Өлшемі бойынша дисперсиялық (10 мкм-ға дейін), ұсақ (0,1мм-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) 285 кг-ға (“Холтерман тақтасы”, 1872 ж. Австралияда табылған) дейін жетеді.

Қоры мен өндірісі. Алтынның жоғары категориялар бойынша барланған шетелдердегі қорының 75%-ке жуығы ОАР үлесіне тиеді.

Алтынның жалпы қоры 60 мың т деп бағаланады. Өте ірі түбірлік кенорындарда барланған алтының 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, Өзбекстан, Қырғызстан, Орал, Қазақстан кенорындарында өндіріледі.

Алтынның құны әлем биржасында 20–32 $/г немесе 1 унциясы (31,1035 г) $620–1000 шамасында өзгеріп тұрады.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Алтын 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 және гранодиорит 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 *Березев* (Орал), *Степняк* (Қазақстан), *Берикөл* мен *Саралин* (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 әркелкі таралған. Руда халцедон тәрізді кварцтан, кальцит, родохрозит, барит, сульфид минералдардан тұрады. Олардың құрамында күміс, күмісті алтын, алтын теллуридтері бар. Бұл типке ТМД аумағында *Балей, Тасеев, Белая Гора* (Забайкалье), *Зод* (Армения), ал шетелдерде – *Нагиаг* (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.

Витватерсранд кенді ауданының өлшемі 350х200 км^2. Оның қимасы конгломерат, кварцит пен тақтатас қабаттарынан тұрады, олар эффузиялық таужыныс қабаттарымен кезектеседі. Руда денелері – алтынды конгломерат будалары, олар кварцит қабатшаларымен. Рудалы конгломерат қабаттарының қалыңдығы бірнеше сантиметрден 3 м-ге дейін, созылымы бойынша ұзындығы 70 км-дей, ал еңістігі бойынша 8 км-ге дейін. Конгломерат 4,6 км тереңдікке дейін қадағаланған. Ол жұмырланған кварц, кварцит пен тақтатас малтатастарынан тұрады, ал цементі – кварц, хлорит, серицит, эпидот, карбонат, көмірлі зат, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит пен уран минералдары. Алтынның мөлшері 8–20 г/т. Сонымен қатар күміс, платина тобының металдары, уран мен алмаз өндіріледі.

Алтынды шашылымдар алтын өндірісінде едәуір роль атқарады. Негізгі мәнге аллювийлік шашылымдар ие, теңіз шашылымдары шамалы дамыған. Әлемдегі ең ірі шашылымдар прекембрий таужыныстары морыған кезде жаралады. Олар *Калгурли* (Австралия), *Ном* мен ірі өзендер шашылымы (Аляска). ТМД аумағында өнеркәсіптік мәнге ие шашылымдар Лена, Колыма, Алдан, Бодайбо, Енисей өзендерінің алабында бар.

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%-тен 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*.

Қазақстанда негізгі алтын көздерінің бірі – Кенді Алтайдың колчеданды полиметалл рудалы кенорындары: *Риддер-Сокол, Тишинск, Малеев, Грехов*. Алтын мысты порфир рудалы *Бозшакөл, Нұрқазған (Самара), Ақтоғай, Айдарлы*; мысты колчеданды *Ор маңы, Аралша, Лиманды*; колчеданды 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, Шоқпар, Кепкен, Восток V, Комаров I, Ханшыңғыс* және т.б.).

Республикада алтынның минералдық-шикізат базасын өнеркәсіптік игеру дәрежесі оның көлемінің бірнеше процентін ғана құрайды, бұл Қазақстанның жоғары алтын рудалы потенциалына сай емес.

Күміс

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Күмістің 10%-тейі ақша мен медаль жасауға, 20 %-тейі күміс пен күмістелген құймалар даярлауға, ал 70 %-тейі 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. Құрамында күміс бар 60-қа жуық минерал белгілі. Олардың негізгілері сомтума күміс Ag (құрамында алтын, мыс, висмут, сүрме, сынап

қоспалары болады), аргентит AgS, пираргирит Ag_3SbS_3 пен прустит Ag_3AsS_3.

Рудасының типтері мен кондициялары. Күміс негізінен қосымша (ілеспе) ретінде қорғасын-мырыш пен мыс полиметалл руданы өңдеген 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%-ке 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%-ке жуығы түсті металдар кенін өңдегенде, 10–15 %-і алтын-күміс кенорындарынан, ал қалғаны дербес күміс кенорындарынан алынады.

Күмістің әлемдің құны 0,4–0,6 $/г шамасында.

Күміс әр түрлі 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;

6) 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 %-тен 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.

Қазақстан күміс өндірісі бойынша ТМД мен Азия елдері арасында бірінші орында. Өндірілген күмістің мөлшері: 1990 ж. – 700 т, 1994ж. – 550 т. Ол құрамында күміс бар кенорындардың мыс, колчеданды полиметалл, қорғасын-мырыш және алтын-күмісті рудасын комплексті өңдеген кезде ілеспе металл ретінде өндіріледі.

Қазақстанда күмістің негізгі қоры шоғырланған нысандар, %: Кенді Алтайдың колчеданды 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.

12. 13. ПЛАТИНА ТОБЫНЫҢ МЕТАЛДАРЫ

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Бұл топқа платинадан басқа палладий, родий, осмий, рутений, иридий кіреді. Платина тобындағы металдар жоғары оттөзімділік, жақсы электрөткізгіштік, химиялық тұрақтылық және басқа құнды қасиеттеріне байланысты өнеркәсіптің әр түрлі салаларында: 50%-ке жуығы – күкірт пен азот қышқылдарын алу үшін катализатор ретінде, жоғары сапалы бензин, басқа өнімдер алғанда; 25%-тейі – электротехникада, автомобиль мен медицина өнеркәсібінде; 15%-тейі – химиялық жабдықтар өндірісі мен коррозияға төзімді жапқыштар ретінде; 10%-тейі – зергерлік бұйымдар түрінде пайдаланылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Платина тобындағы металдардың жер қыртысындағы орташа мөлшері мынадай, %: платина мен рутений $5\cdot10^{-7}$; палладий $1\cdot10^{-6}$; иридий мен родий $1\cdot10^{-7}$; осмий $5\cdot10^{-6}$. олардың біршама жоғары концентрациясы негізді және ультранегізді магмалық таужыныстарға тән. 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 $м^3$ 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 кенорындар қоры 50 т-дан асады, 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 әр түрлі деңгейде өзгеріп тұрады. Мысалы (2007 ж.) 1г платина 50–68 $/г, ал осмий – 60–120 мың $/г шамасында.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Платиноидтардың өнеркәсіптік кенорындары ликвациялық, бастапқымагмалық және соңғымагмалыққа жатады, сондай-ақ шашылымдарды да атауға болады (олардан платина тобындағы металдардың 1%-ке дейінгі мөлшері өндіріледі).

Ликвациялық мыс-никельді кенорындарда платиноидтар сульфидтерде – пентландит, пирротин мен халько-пиритте майда қоспалар жасайды, сондай-ақ дербес минералдар түрінде де кездеседі.

Бастапқымагмалық кенорындарда ультранегізді таужыныс массивтерінде – дунит мен перидотитте кездеседі. Платинаның шашыранды қоспалары хромит пен титанмагнетит ұяларында, линзаларында, желілері мен шлирлерінде 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 сидероніттілігімен 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 $м^3$-ге граммның бөлшектерінен жүздеген граммға дейін өзгереді.

Шашылымдардың ұзындығы ондаған км-ге, ені 300 м-ге дейін. Платиналы шашылымдар Орал, Заир, Зимбабве, Эфиопия, Колумбия, АҚШ (Аляска) аумақтарында белгілі.

Қазақстанда әзірше платиноидтардың дербес кенорындары анықталмаған. Жеке айтуға болатыны платиноидтардың *Солтүстік Андасай* кенорны ғана, ол осы аттас қабатталған ультрамафиттер массивінде орналасқан. Сонымен қатар мыс-никельді (*Мақсұт, Көгадыр*) және мысты порфир (*Бозшакөл, Қоңырат* және т.б.) кенорында платина мен платиноидтар кен білінімдері анықталған.

Қазақстанда 75–100 кг/жыл мөлшерінде өнеркәсіптік платиноидтар айырып алу Кенді Алтай колчеданды 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*) колчеданды 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.

12. 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 $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ %. 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 киреукесі (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%-ке дейін болады.

Қоры мен өндірісі. Уранның қоры одан дайын алынған өнімнің өзіндік құнының әр түрлі 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 240 $/кг шамасында.

Өнеркәсіп кенорындарының типтері

Уран көптеген генетикалық типті кенорындарда кездеседі. Басты ролді 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 тауқыныстар арасында үлкен алаңдар мен тереңдіктерде дамиды. Бұл типке Словакия мен Германиядағы рудалы таулар, Канададағы Порт Радий кенорындары жатады.

Гидротермалық вулканогендік кенорындар вулканогендік тауқыныс 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 тауқыныстары 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 уранините, титанаттар мен уран гидроксидтерінен тұрады. Бұл типке Бразилия (*Лагоа-Реал*), Индия (*Джадугуда*), Канада (*Раббит-Лейк*), Намибия (*Россинг*) кен орындары жатады.

Метаморфталған уран кенорындары прекембрийдің метаморфтық тауқыныс комплекстерінде орналасады. Руда желішікті-секпілді, тауқыныстың алғашқы стратификатталуына 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 тауқыныстар 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, Пәкстан, Индия мен Жапонияда таралған.

Шөгінді уран кенорындары теңіз карбонат таужыныстарында, көмірлі-кремнийлі тақтатастарда, фосфориттерде жататындарға және континенттік шымтезектік, магнетит, қоңыр көмір, конгломерат пен құмтастарда болатындарға 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, Морокко, Конго, Замбия, Аргентина, Австралия (*Олимпик-Дам*).

Қазақстан минералдық-шикізат базасы ураның әлемдік қорының 25% шамасын құрайды. Қазақстандағы ураның жалпы ресурсы 1,5 млн т деп бағаланады. Оның ішінде барланған қордың мөлшері 470 мың т. Бұл көрсеткіш республиканы әлемде алғашқы орындардың біріне шығарады.

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, Мыңқұдық, Уанас, Төртқұдық, 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* (12.20-сурет).

Органогендік-фосфат уранды ірі кенорындар (*Меловое, Томақ, 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 кен орындардың үлесі едәуір азайды. Оған себеп – өндіруді ең прогрессивті және тиімді жерастылық шаймалау тәсілімен жүргізуге болатын қабаттық-сіңбелік гидрогендік кенорындарды (нақты қоры мен P_1 категориялы ресурсы 75% шамасында) игеруге байланысты. Қазіргі кезде Қазақстанда қабаттық-сіңбелік кенорындар уран өндірісінің негізгі көзі. Бұл кенорындардан уранмен қатар жер астында шаймалау тәсілімен рений, ванадий, селен, сирекжерлер және т.б. элементтер айырып алынады.

Органогендік-фосфор-уранды руданың пайдалы компонент-тері – скандий, сирекжерлер мен фосфор, ал уранды көмірдің – молибден, рений, кобальт, күміс, германий, селен.



2.20-сурет. Шу-Сарысу уранды провинциясының сұлба картасы (Волковгеология, 2002)

.

12. 15. 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, әр түрлі бұйымдарды қаптауға (бериллийлеу), ұшақтар мен зымырандарда басқару мен бағдарлаудың гигроскоптық қондырғылар жүйесінде, жоғары энергетикалық

зымыран отыны өндірісінде пайдаланылады. Кейбір бериллий минералдары 1-ші класты асыл тастар болып табылады.

Геохимиясы мен минералогиясы. Бериллий кларкі $3{,}8x10^{-4}$ %. 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 берилл $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$ (10–12% BeO), фенакит $Be_2[SiO_4]$ (40-44%), бертрандит $Be_4[Si_2O_7](OH)_2$ (40-42%), хризоберилл $Al_2[BeO_4]$ (18-20%).

Рудасының типтері мен кондициялары. Негізгі ролді берилл (қоры 75%) мен фенакит-бертрандит рудасы атқарады. Түбірлік рудадағы BeO кондициялық мөлшері – 0,02%, ал комплексті 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.

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%-тен 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 әр түрлі. Олар бериллий шикізатының маңызды көзі болып табылады. Берилл ілеспе түрінде пегматиттерді мусковит, литий, цезий мен тантал үшін өндіргенде айырып алынады. Жетекші ролді 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 %-ке дейін. Бұл типті кенорындардың мысалы – Спер-Маунтин (АҚШ).

Грейзендік кенорындар 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%-ке дейін. Бериллді грейзен кенорындары бар елдер – АҚШ, Австралия, Канада.

Қазақстанда екі – Орталық Қазақстандағы *Нұраталды* (берилл) мен Шыңғыстағы *Қаражал* (гельвин, хризоберилл) бериллий кенорны барланған. Шағын нысандарда бериллийдің қоры молибден-вольфрам мен тантал кен орындарында 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 рудамаңы белдемдерінде орналасқан.

12. 16. Тантал мен ниобий

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Тантал мен ниобий қасиеттері бойынша бір-біріне жақын. Олар оттөзімді және тоттанбайтын болат өндіруге, аса қатты және аса оттөзімді 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%. Ниобий мен танталдың 50-ден аса минералы белгілі. Олардың ішінде басты өнеркәсіптік мәнге иелері колумбит-танталит тобы $(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$ (75–86% Nb_2O_5+Ta_2O_5), пирохлор-микролит $(Na,Ca)_2$ $(Nb,Ta)_2O_6(OH, F)$ (30–70% Nb_2O_5+Ta_2O_5) және лопарит $(Na,Cl,Ca)(Ti,Nb,Ta)O_3$ (8–20% Nb_2O_5+Ta_2O).

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 <2мың т. Қоңды рудада Nb_2O_5 мөлшері >0,4 %, Ta_2O_5 – >0,025 %, жұтаң рудада – тиісінше – 0,1–0,15 және 0,012–0,01 5%.

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 ж. 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.

Өнеркәсіптік кенорындардың типтері

Тантал мен ниобий кенорындарының негізгі өнеркәсіптік мәнге ие болатын типтері: магмалық, пегматиттік, альбиттік, қалдық мору және шашылымдық шөгінді.

Магмалық кенорындар лопаритті нефелин сиениттері мен карбонатиттерден тұрады. Нефелинді сиенит стратификатталған 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. Пирохлор карбонатиттерде кездеседі, құрамында амфибол, апатит, магнетит қоспалары бар. Рудада ниобийдің мөлшері танталдан басым. Кенорындардың бұл типі ТМД, Канада мен Бразилияда белгілі.

Пегматиттік кенорындарда көбінесе тантал мен ниобий болады, бірақ басты ролді 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.

Альбиттік 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 мен гранит морыған 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.

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 қамтамасыз етілгені *Белогорск*. Тантал бойынша шикізат базасы қанағаттанғысыз.

Белгілі ниобийлі кенорындар мен кен білінімдер: *Жоғарғы Еспе* (Шыңғыс-Тарбағатай), *Лосев* (Көкшетау ауданы), *Жоғарғы Ырғыз,*

Борсықсай (Мұғалжар) және т.б. Қоры мен ниобий мөлшерінің төмендігіне байланысты белгілі кен білінімдердің барлығы әзірше өнеркәсіптік мәнге ие емес. Қазақстанда ниобий қазіргі кезде Қалба гранит пегматиттерінің сирек металды рудасын өңдеген кезде қосымша айырып алынады.

Тантал мен ниобийдің біршама ресурстары техногендік кенорындарда – *Белогорск* комбинатының қалдық қоймаларында бар. Олардың құрамында тантал, қалайы, бериллий, литий, цезий және т.б. 10 млн т-дан аса тастанды қалдықтар жинақталған.

12. 17. Литий

Жалпы мағлұмат

Қолданылуы. Литий өзінің жеңілдігіне (тығыздығы 0,53 г/см^3), 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%. Литий 28 минералдың құрамына кіреді. Өнеркәсіптік минералдары – сподумен $LiAlSi_2O_6$ (8%-ке дейін Li_2O) мен лепидолит (2–6% Li_2O). Ол сонымен қатар амблигонит (фосфат, 6–9% Li_2O), циннвальдит (силикат, 3–4 % Li_2O), петалит (силикат, Li_2O 4,5%-ке дейін) минералдарынан да алынады.

Рудасының типтері мен кондициялары. Литийдің басты руда минералы сподумен (қоры 80% шамасында); өнеркәсіптік мәнге лепидолит рудасы да ие болады. Литийдің маңызды көзінің ролін 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.

2000 жылы литий гидроксидінің құны 4,3 $/кг, литий карбонаты – 3,4 $/кг шамасында болған.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Литийдің өнеркәсіптік кенорындары пегматиттер мен минералды сулар.

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%-тен аса көлемі өндіріледі. Литийлі пегматиттер бар елдер – АҚШ, Канада, Испания, Ауғанстан, Зимбабве, ҚХР.

Минералды суда литийдің 50%-тен 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) жер асты тұздықтары (*Клейтон-Велли*, АҚШ); 4) мұнай мен газ кенорындарының суы.

Қазақстанда литийдің баланстық қоры *Юбилейное, Ахметкино, Бакенді* мен *Жоғарғы Баймырза* қалайы-тантал кенорнында есептелген. Бұл кенорындардың рудасында рубидий мен цезий бар. 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 (*Өріктау, Амангелді, Әлібекмола, Тортай, Таған, Южный, Қарашығанақ* және т.б.) жоғары минералды қабаттық суларын (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.

12. 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, диспрозий Dy, гольмий Ho, эрбий Er, тулий Tm, иттербий Yb, лютеций Lu мен иттрий Y жатады. Сирекжерлер металлургияда қара 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 $2x10^{-5}$ (тулий) пен $4,6x10^{-3}$ (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: монацит $(Ce,Th)PO_4$ (70%-ке дейін TR_2O_3), ксенотим YPO_4 (60%-ке дейін), бастнезит $Ce(CO_3)F$ (65–75%), паризит $(Ce,La)_2Ca(CO_3)_3F_2$ (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. Қоңды рудада TR_2O_3 мөлшері 1–2%, ал жұтаңдарда – 0,3%–ке дейін болады. Шетелде сирекжер элементтер концентрациясын (60% TR_2O_3) өндіру көлемі 50 мың т, оның 60%-ке жуығын АҚШ өндіреді. Сирекжерлерді олардың дербес рудасынан (бастнезит пен монацит), сонымен қатар тантал-ниобий мен уран рудасынан ілеспе түрінде алады.

2000 жылы бастнезит концентратының құны 600 $/т, монцаниттің – 350 $/т шамасында болған.

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 (Баян-Обо), Бразилия, Австралия.

Шашылымдық кенорындар кең дамыған және олар монцанит, ксенотим мен фергюсениттің 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 нефелин сиенит массивтері) және пегматиттік кенорындары Россия аумағында (Кола түбегі, Сібір) кең таралып, өндіріледі.

Қазақстандағы сирекжер көздері негізінен ванадий, фосфор, уран және титан-цирконий 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 кен орын мен кен білінім: *Ақбұлақ, Талайрық, Солтүстік Кутюхино, Күндібай, Надеждино, Молодежное* (Солтүстік Қазақстан), *Ақкеңсе* (Орталық Қазақстан), *Жәміші* (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); органогендік-фосфат-уранды – *Меловое, Тайбағар, Томақ, Тасмұрын* (Маңғыстау); қабаттық-инфильтрациялық уранды-селенді

кенорындар – *Инкай, Мыңқұдық, Қанжуған* және т.б. (Шу-Сарысу мен Сырдария ойпаңдары); фосфорлы-уранды кенорындар – *Заозерное, Тастыкөл* және т.б.; уранды-көмір кенорындары – *Қалжат, Төменгі Іле* (Іле ойпаңы); көмір кенорындары – *Қаражыра, Алакөл, Ленгер, Шұбаркөл, Майкөбен мен Жыланшық* алаптары; титан-цирконий шашылымдары – *Обухов, Заячья, Решающая, Ағеспе* және т.б.

Солтүстік Қазақстан, Торғай, Ұлытау (*Күндібай кен орны* 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.

Бақылау сұрақтары.

1. Темір қандай салаларда қолданылады?
2. Темірдің қандай минералдары мен руда типтерінің өнеркәсіптік мәні бар?
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 рудасы қандай елдерде таралып, өндіріледі?
17. Никель мен кобальт рудасының минералдық құрамы мен типтері қандай?
18. Кемпірсай массиві никель-кобальтты мору қыртысының сипаттамасы қандай?
19. Вольфрам мен молибден қандай салаларда қолданылады?
20. Вольфрам мен молибденнің геохимиясы, минералогиясы, рудасы мен кондициялық көрсеткіштері?
21. Вольфрам мен молибден кенорындарының кен-геологиялық сипаттамасы қандай?
22. Алюминийдің қолданылу салалары, геохимиясы мен минералогиясы?
23. Алюминий кенорындарының типтері, таралуы мен өндірісі?
24. Амангелді боксит кенорындар тобының кен-геологиялық сипаттамасы?
25. Мыс, оның геохимиясы мен минералогиясы, қолданылу салалары?
26. Мыстың әлемдік қоры мен өндірісі қандай?
27. Мыс кенорындарының өнеркәсіптік типтері, таралған елдері?
28. Жезқазған мыс кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы?
29. Қоңырат мыс кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы?
30. Қалайы өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
31. Қалайының геохимиясы мен минералогиясы, кенорындары?
32. Қорғасын мен мырыштың қолданылу салалары қандай?
33. Қорғасын мен мырыштың геохимиясы, минералогиясы, рудасының кондициялық көрсеткіштері қандай?
34. Қорғасын мен мырыш кенорындары, олардың қоры қандай?
35. Мырғалымсай (Мерғалисай) қорғасын кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы қандай?
36. Лениногорск қорғасын-мырыш кенорнының кен-геологиялық сипаттамасы қандай?
37. Сүрме мен сынаптың өнеркәсіптік қолдану салалары қандай?
38. Сүрме мен сынаптың геохимиясы, минералогиясы, рудасының кондициялық көрсеткіштері қандай?
39. Сүрме мен сынап кенорындарының типтері мен таралуы?
40. Алтынның минералдық-шикізат базасының сипаттамасы?
41. Алтын қандай салаларда қолданылады, оның кондициялық көрсеткіштері?
42. Алтынның геохимиясы мен минералогиясы, кенорындарының типтері?

43. Алтынның сынамы деген не?
44. Күмістің қолданылуы мен кенорындары?
45. Уранның қоры мен өндірісі қандай?
46. Уранның геохимиясы мен минералогиясы, рудасының кондициялық көрсеткіштері қандай?
47. Уран кенорындарының өнеркәсіптік және генетикалық типтері қандай?
48. Бериллийдің қасиеттері мен қолданылу салалары қандай?
49. Бериллийдің минералогиясы, кенорындары мен өндірісі қандай?
50. Ниобий мен танталдың қасиеттері, минералогиясы мен қолданылуы?
51. Ниобий мен тантал кенорындарының типтері қандай?
52. Сирекжер элементтер деген не, олардың қасиеттері қандай?
53. Сирекжер элементтердің минералогиясы, қолданылуы мен кенорындары қандай?

13. БЕЙМЕТАЛЛ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР

13. 1. Бейметалл пайдалы қазбалардың жіктемесі

Бейметалл пайдалы қазбалар өздерінің айрықша физикалық және физикалық-химиялық қасиеттері, минералдық құрамының ерекшеліктері, сонымен қатар әр түрлі 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 пайдалы 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 бен 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 бөлінуі мүмкін:

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: минералдық тұздар; фосфор шикізаты; күкірт пен бор шикізаты;

3) құрылыстық материалдар өнеркәсібі үшін минералдық 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; тасқұю шикізаты; минералдық пигменттер.

Индустриялық шикізатқа біріктірілген пайдалы қазбалар – айрықша физикалық қасиеттері бар (жылуға төзімді, оттөзімді, қаттылығы жоғары, пьезоэлектрлік және оптикалық қасиеттері бар және т.б.) минералдар мен таужыныстар. Олар табиғи күйінде немесе байытылғаннан кейін пайдаланылады. Химиялық және агрономиялық рудалар құнды химиялық элементтер мен қосылыстар айырып алу үшін терең өңдеуден өтеді. Ал үшінші топқа жататындар – құрылыс материалдары өнеркәсібінде табиғи күйінде, сонымен қатар термикалық немесе физикалық-химиялық өңдеуден кейін қолданылатын таужыныстар.

Бұл бөлінген топтардың шекарасы қатаң емес. Көп мақсатта қолданылатын бейметалл пайдалы қазбаның жекелеген түрлері (барит, магнезит, гипс, ангидрит, флюорит, кварц, далашпат, нефелин және т.б.) жіктеменің түрлі тобына жатқызылуы мүмкін.

Бейметалл шикізат кенорындарының көпшілігі седиментогендік серияға жатады. Индустриялық шикізаттың көптеген түрлері (алмас, графит, кварц, тальк, слюда, асбест және т.б.) эндогендік жағдайларда қалыптасады. Бірқатар пайдалы қазбаларға аралық генезисті – магматогендік-метаморфогендік және магматогендік-седиментогендік кенорындар тән.

Қазақстанда бейметалл пайдалы қазбалардың барланған және болжамдық ресурсы мол. Республика аумағында бейруда шикізаттың 2000-нан аса барланған кенорындары бар, оның ішінде – құрылыс материалдарының 1200 кенорны.

Бейруда шикізаттың барланған кенорындары арасында Мембаланстық есепке алынған ең маңызды түрлері мыналар: фосфорит, асбест, каолин, барит, флюорит, оттөзімді және қиын балқитын саздар, бентонит, волластонит, галуконит, калий мен магний тұздары, астұз, натрий сульфаты, борат, цеолит, цемент пен керамзит шикізаты, қаптама, асыл және әшекей тастар, оптика мен түрпі материалдары, минералдық бояулар, қалыптық және флюс материалдар, шынылық құм, минералдық мақта мен тасқұю өндірісі үшін петрургиялық шикізат, кесілме (қабырғалық) тас, гипс, минералды және термалық жерасты суы мен шипа балшықтар.

Республикада бейметалл пайдалы қазба шикізат базасының перспективасы мен бейруда шикізаттың дәстүрлі түрлерінің барланған қоры сарқылған жоқ. Соңғы жылдары анықталған және барланған бірқатар бейдәстүрлік жаңа шикізат түрлері – волластонит, глауконит, шунгит, цеолит және т.б. Оларды құнды қасиеттері бойынша өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының әр түрлі салаларында пайдалануға болады.

13. 2. Асыл (әсемтас), 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 қоссыну 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 жіктемеде мынадай топтар мен кластар (реттер) қабылданған:

1) зергерлік (асыл) тастар – алмас, зүбаржат, 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, амозонит, 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 5х6,5х10 см болатын кристалл сынығы. Оны өңдеген 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 өңдеген кезде олардың ысырабы 50%-ке жетеді. Россияда 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, фильер 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, күңгірт 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* – күңгірт-жасыл және қара түсті, қабықтары қатты ұсақ түйірлі және кеуек

агрегаттар. *Конго* – бұрыс пішінді алмас ұсағы және ең төменгі сортты күңгірт 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 қосындылар синтезделеді: иттрит-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, бірақ массасы 1 караттан асатын жасанды алмас табиғилардан қымбат болады.

Әсемтас шикізаттың сапасын жақсарту үшін (бояуын арттыруға, мөлдірлігін жақсартуға, ішкі ақауларын жоюға) табиғи тастарды әр түрлі әдістермен (γ-сәулелендіру, боянғыштарды сіңдіру, қыздыру және т.б.) жақсартады. Коллекциялық шикізатты да жақсартуға болады, ол үшін нашар сақталған кристалдарды автоклавтарда жетілдіріп өсіру қолданылады.

Әр түрлі әсемтас шикізатының өндірісі бойынша маңызды роль 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, Замбия, 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 әр түрлі 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.

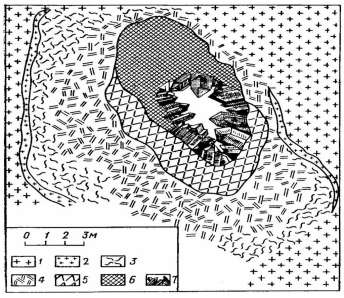
Магмалық кенорындар. Бұл генетикалық типке кимберлит құбырларындағы алмас және оларды сүйемелдейтін хризолит пен пироп кенорындары; сілтілі және негізді эффузиялық таужыныстардағы циркон, көк жақұт (сапфир) мен хризолит

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 әр түрлі – дөңгелек, сопақ, линза тәрізді. Өлшемдері планда бірнеше метрден 1 км-ге дейін өзгереді. Танзаниядағы ең ірі *Мвауи құбырының* өлшемдері 2525х1068 м. Тереңге қарай құбырлардың қимасы әдетте азаяды да олар дайкаға айналады. Қазір әлемде 2000-нан аса кимберлит денелері табылған, олардың 10 %-і алмасты, ал 2,5 %-ке 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, воробьевит, гелиодор), турмалин, сподуменнің асыл түрлестері, тау хрусталі, цитрин, аметист, морион, қызғылт кварц, құбылмалы далашпаттар, альмандин, амазонит, жазба гранит (13.1-сурет). Пегматиттер коллекциялық шикізаттың да көзі болып табылады. Әсемтас шикізатының пегматиттік кенорындары белгілі жерлер Украинада, Оралда, Қазақстанда, Ауғанстанда. АҚШ-та, Мадагаскарда белгілі.



13.1-сурет. Мориондық пегматиттің қимасы:
1–гранит; 2–аплитті жиек; 3–жазба пегматит; 4–пегматоид белдемі; 5–микроклин; 6–кварц ядросы; 7–морион кристалдары бар қуыс

Гидротермалық кенорындар аквамариннің, топаздың, тау хрусталі мен оның түсі әр түрлі түрлестерінің – цитрин, морион, аметисттің көзі болады (*Орал кеніштері*). Ақықтың 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 агрегаттарды (Түркмения) жасайды.

Жапсарлық-метасоматоздыққа зүбаржат (Орал, Индия, ОАР, Австралия – гранитоид пен ультранегізді таужыныстардың жапсарында), лазурит (Забайкалье, Памир – карбонат таужыныстардың қышқылды таужыныс дайкаларымен және гнейспен жапсарында), асыл шпинельдер мен жақұт (Бирма, Таиланд, Шри-Ланка, Ауғанстан – магнезийлі скарндар), нефрит пен жадеит (Қазақстан, Орал – ультранегізді таужыныстардың қышқылды және орташа таужыныстармен жапсарында), зергерлік гроссуляр (Кения, Танзания – әкті скарндар) кенорындары жатады.

Метаморфогендік кенорындарда таужыныстардың аймақтық пен жапсарлық метаморфизмінің әр түрлі стадиясында зергерлік-бұйымдық тастар қалыптасады. Яшманың 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, Великобританияда, АҚШ-та, Мексикада, Мадагаскарда дамыған.

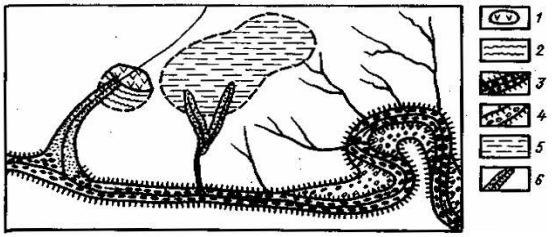
Орташа және жоғары температуралы метаморфизм кезінде слюдалы және кристалды тақтатастар мен гнейстер қалыптасып, олардың құрамында альмандиннің зергерлік түрлестері (*Кительск кенорны*, Карелияда), айтас, зергерлік далашпат, жақұт пен көк жақұт (Шри-Ланка) болады. Зергерлік гематит (қантас) темірлі кварциттер арасында болатын альпілік типті желілерден табылады. Өңдеуге 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*), Заир 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 роль атқарады.

Ең үлкен практикалық мәнге ие болатыны аллювийлік және жағалау-теңіз шашылымдары, олар ашық тәсілмен өндіріледі, алмастың минимал мөлшері 0,1– 0,2 кар/м^3 шамасында болады. Көптеген шашылымдарда алмастың концентрациясы 1 м^3 қопсық таужынысқа ондаған кар-дан асады.



13.2-сурет. Әр түрлі 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

Аллювийлік шашылымдар жасына қарай көне және қазіргі түрлерге бөлінеді. Қазіргі аллювий шашылымдар аңғарлық, террасалық, жайылмалық пен арналық болып бөлінеді (13.2-сурет). Аллювийлік шашылымдар белгілі жерлер – Россия (Вилюй өзенінің алабы), ОАР, Намибиия Гана, Ангола, Сьерра-Леона, Индия, ҚХР, Бразилия, Венесуэла, Гайана, Австралия.

Теңіз-жағалу 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 (*Ақсүмбе, 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 (*Құмола, Үшбұлақ*), амазонит пен офикальцит (*Майкөл*), асыл опал (*Вознесенск*), таспалы және қабатты ақық (*Қызылтуған, Оңтүстік Кетмен, Әлжан* және т.б.), агальматолит (*Майтөбе, Арқалық, Ашутасты, 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 кен орындарын 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 Құмдыкөл кенорны барланған. Кенорын микроалмас концентрациясының кеңістікте әркелкілігі бойынша ерекшеленеді және ол жойқын мөлшерге дейін жетеді. Кенорын өнеркәсіптік игеруге даярланған. Ауданда құмдыкөлдік типті жаңа бес алмасты белдем (Кенеткөл, Шығыс және Батыс Қарлыққөл, 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 – *Шешеңқора* (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, Шабақты, Қайназар, Көктал* және т.б.) Қаратауда орналасқан. Түрпілік халцедонның жалпы қоры 30 мың т шамасында. Шикізаттың бір бөлігі әр түрлі 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 кен білінімдері белгілі (*Қайыңды, Қарауңгір, Бірғыз, Қасқасу* және т.б.). Кен білінімдердің 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) пен 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.

13. 3. Графит

Жалпы мәліметтер

Графит – гексогондық сингонияда кристалданатын таза көміртек. Оның ең басты қасиеттері: бір бағыттағы жетік жіктілігі, жұмсақтығы,

жоғары электр- және жылуөткізгіштігі, оттөзімділігі, 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 баяулатаушысы 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 %-тен аз болмауы керек. Аморфты рудада графиттің мөлшері 15%-тен (байытылады) 70%-ке (байытылмайды) дейін өзгереді. Графиттің қоры бойынша ірі (қоры >10 млн т), орташа (1–10) және ұсақ кенорындар болып (<1) бөлінеді.

Халықаралық биржада 1 т қабыршақ графит $600, ал аморфты – $140 шамасында.

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 әр түрлі 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%-ке дейін жетеді. Кейде шашыранды 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 тақтатастардың 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%-ке 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 линзасы пішінді секпілді графит рудасы болады, құрамындағы графиттің мөлшері 2–30 % (кейде 60 %-ке 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 кен білінімдері 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 кен білінімдер белгілі. Оңтүстік Қазақстанда ұсақ *Ақмола кенорны* алдын ала зерттелген. Бұл аймақтағы көптеген ұсақ графит кен білінімдері Жоңғарда, Кетменде, Кендіктаста.

Орталық Қазақстанда болжамдық мол ресурстары бар перспективалы Сарытоғанбай графит кен білінімдері 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.

13. 4. Слюда

Жалпы мағлұмат

Парақты алюмосиликаттар тобына жататын слюда арасында өнеркәсіптік мәнге ие болатыны мусковит $KAl_2[Si_3AlO_{10}](OH)_2$, флогопит $K(Mg,Fe)_3[Si_3AlO_{10}](OH,F)_2$ пен вермикулит $(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+})[(Si,Al)_4O_{10}](OH)_2\,4H_2O$.

Слюдалардың өнеркәсіпте пайдаланылуы олардың айрықша физикалық қасиеттері: жұқа, майысқақ және берік мөлдір пластинкаларға ажырауына, ылғал төзімділігіне, химиялық және термалық орнықтылығы мен жоғары электроқшаулауыштығына 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^{0}С 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/м^3 шамасында. Ірі кенорындардың қоры >10 мың т, орташаларда – 1–10 мың т, ал ұсақтарда – <1 мың т слюда болады.

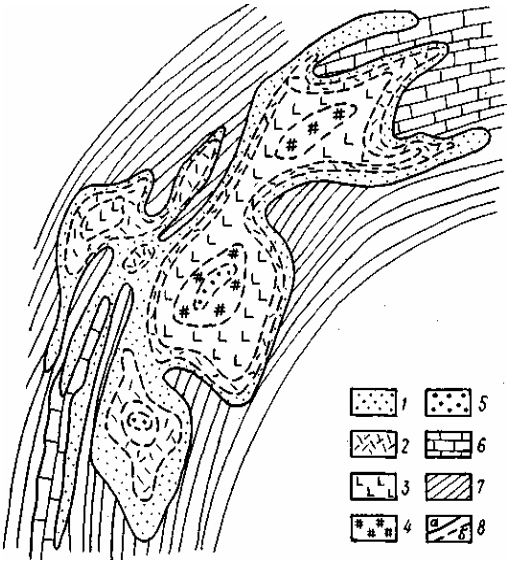
Шетелдерде мусковиттің ең ірі қоры (20 млн т шамасында) Индияда. Басқа елдердегі (Бразилия, ОАР, Австралия, Норвегия, Швеция) жиынтық қор 10–15 млн т шамасында. Флогопиттің негізгі қоры (600 мың т) Мадагаскарда анықталған.

Әлемдік биржада слюданың бағасы кең ауқымда өзгереді, 1 кг парақты 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 синклинорий қалыптастыратын дислокацияланған метаморфтық таужыныстар қатқабатында орналасқан. Пегматит денелері шток, қиюшы желі, құбыр мен қабатаралық жатындар тәрізді пішіндерге ие (13.3-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 те бар.



13.3-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) ен 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. Құлан кенорнының солтүстік-батысында кішігірім *Жыланды* кенорны бар (қоры 100 мың т). Қаратау вермикулитінің болжамдық ресурсы 5–6 млн т.

Өнеркәсіптік тұрғыдан *Құбасадыр* (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 әр түрлі заттардың бетін жабатын оқшаулағыш 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 Құлан 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 ($5–10^0$) 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%-ке дейін, кенорын бойынша орташа мөлшері 12,6%. Қатты қыздырғанда вермикулит күмпиіп ісінеді, күмпию коэффициенті 4,8–11, орташа мәні 6. Ісінген вермикулиттің көлемдік салмағы 75–200 кг/м^3, орташа алғанда 135 кг/м^3. 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/м^3 вермикулиттің $B+C_1$ категориялары бойынша есептелген қоры 168 мың т, ол 1,0–1,2 млн м^3 күмпиген вермикулитке эквивалентті. Құлантау вермикулит кенорны игеруге біршама тиімді экономикалық жағдайда орналасқан.

13. 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 жылутөзімділігі 700^0С-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 оттөзімділігі хризотил-асбестпен салыстырғанда нашарлау, бірақ қышқыл- және сілті төзімділігі мен сорбциялық қабілеті едәуір жоғары.

Асбест минералдарының өнеркәсіптік мәнін анықтайтын басты қасиеттеріне талшықтарының ұзындығы, қышқылдар мен сілтілердің әрекетіне химиялық төзімділігі, оттөзімділігі жатады. Хризотил-асбест текстил материал мен асбоцемент бұйымдар даярлауға, асборизин парақтары өндірісінде, термооқшаулауыш 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%-тен 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.

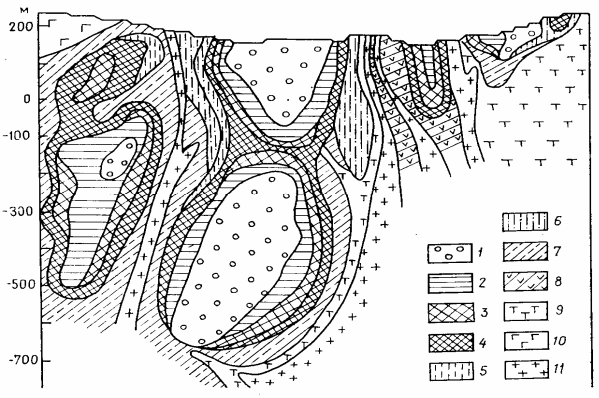
Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Хризотил-асбест кенорындары серпентинитпен генетикалық және кеңістікті байланыста. Олар ультранегізді таужыныстардың гидротермалық өзгеруі немесе метасоматоздық процестер кезінде шөгінді магнезит-карбонат таужыныстар жапсарында жаралады.

Гидротермалық плутоногендік асбест кенорындары серпендинденген ультранегізді таужыныстар (перидотит) массивтерінде орналасады. Кенорындар ауқымында көбінесе линза тәрізді және эллипсоид пішінді бірнеше жатын болады. Олардың қалыңдығы (400 м-ге дейін) мен ұзындығы (3 км-ге дейін) үлкен, таралу тереңдігі жүздеген м-ге жетеді. Жатындардың құрылысы көбінесе белдемденген болып келеді.

Бұл типті асбест кенорындарының мысалына Баженов (13.4-сурет), Алапаев, Жітіқара (Орал), Актовракское (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 қамтамассыз етеді.

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 әр түрлі интрузиялық таужыныстар (қышқылдан негіздіге дейін) жапсарының маңында орналасады. Кенорындардың бұл типі бар жерлер – Сібір (*Аспағаш*), ҚХР, ОАР, АҚШ, Канада.



13.4-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, в–тақтатасталған; 9–тальктенген серпентинит, талькті, тальк-карбонатты, тальк-хлоритті таужыныстар; 10–габбро; 11–диорит, диорит-аплит, кварцты порфир, гранодиорит дайкалары

Амфибол-асбест кенорындары әр түрлі геологиялық жағдайларда кездесіп, құрамы мен жаралуы бойынша әр түрлі 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, Қитарсай, 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 кен білінімдер белгілі. Олардағы талшықтың жалпы қоры 5 мың т. болжамдық қоры 30–40 мың т. *Теңелдітау белдемінде* (Қайрақтыдан солтүстік-шығысқа қарай) перспективалы кен білінімдер 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 кен білінімдер қосымша бағалануы керек.

Хризотил-асбест кенорны Қазақстанда кең дамыған. Олардың ең ірісі – *Жітіғара* кенорны, оның қоры 16,5 млн т. Масштабы бойынша Орталық Қазақстандағы *Ешкіөлмес* 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 кен орынды 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.

13. 6. Тальк

Жалпы мағлұмат

Тальктің химиялық формуласы $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$. Құрамы бойынша оған жақын келетін минерал – пирофиллит $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$, 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 күшәланың мөлшері шектеулі болуын (0,0014%-тен аспауы керек) қадағалайды, кабель өнеркәсібі – мыс пен марганецті, керамика – темірді шектейді. Рудадағы тальктің мөлшеріне байланысты талькит (тальк >75%) пен тальктi тас (45–75%) бөлінеді, олар өз кезегінде тальк-магнезит, тальк-хлорит және тальк-доломит түрлестерге жіктеледі. Талькит өндірісі ашық және жер асты тәсілдерімен жүргізіледі, тальктi 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.

Тальктің құны оның сапасына байланысты 110 $/т шамасында дейін өзгереді.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Өнеркәсіптік мәнге тальк пен тальктi тастың үш генетикалық типі ие: гидротермалық, метаморфогендік және қалдық мору.

Гидротермалық тальк кенорындары ультранегізді 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. Тальктi тас жатындарының морфологиясы осындай болғанымен, олардың өлшемдері үлкен – ұзындығы 3–4 км, қалыңдығы 250 м-ге дейін. Гидротермалық кенорындар Сібір, Орал мен Қазақстанда дамыған. Шетелдерде мұндай кенорындар АҚШ, Франция, Италия, ҚХР, Корея мен Жапонияда (пирофиллит) белгілі.

Метаморфогендік тальк пен тальктi тас кенорындары ультранегізді таужыныстардың, кейде сазды тақтатас 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* кен білінімдер 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 кен білінімі* анықталған.

Солтүстік Қазақстанда *Жітіғара тальк кенорны* (Ближний бөлікшесі) барланған, қоры 9,1 млн т, ал болжамдық ресурсы 3 млн т шамасында. Аймақта бірқатар ұсақ тальк кен білінімдері анықталған.

13. 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) алуда шикізат ретінде пайдаланылады. Металлургия өнеркәсібінде руданың балқу температурасын төмендететін және шлакты 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 кен орындардағы флюорит қоры >1 млн т, орташаларда – 0,1–1 млн т. ұсақтарда – <0,1 млн т. Флюориттің құны әлем биржасында 100–170 $/т шамасында өзгеріп тұрады.

Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

Флюорит әр түрлі геологиялық жағдайларда жаралады. Практикалық мәні бары пегматиттік (оптикалық флюорит), гидротермалық және кейде шөгінді кен орындар. Шетелдерде басты

ролді гидротермалық (қоры >70%) және пегматиттік (қоры 25% шамасында) кенорындар алады.

Пегматиттік денелер гранит пен сыйыстырушы таужыныстар арасында жатады. Олар бұрыс және құбыр тәрізді пішінді. Пегматитте флюориттен басқа тау хрусталі, желі кварці 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 әр түрлі пішінді болады. Ең күрделі пішінді флюорит жатындары әктастарда 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 минералдық-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* кенорнының 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.

13. 8. Цеолит

Жалпы мағлұмат

Цеолиттер – сілті және сілтіжер металдардың қаңқалы сулы алюмосиликаты. Бұл топқа 40-тан аса минералдар кіреді. Олардың ішінде жекелеген түрлерінің ғана (клиноптилотит, шабазит, эрионит, морденит, филлипсит) пайдалы қасиетін 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 әр түрлі заттармен де толуы мүмкін. Осы қасиеті бойынша цеолит минералдары 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 суларды азот аммонитінен, мұнай өңдеу суларын, ауызсу мен техникалық суды тазарту; 2) табиғи газды, ауаны, азот пен басқа газдарды құрғату және тазарту; 3) ауыл шаруашылық 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.

Қолдану саласы бойынша тауарлық табиғи цеолиттің құны 10–200 $/т аралығында.

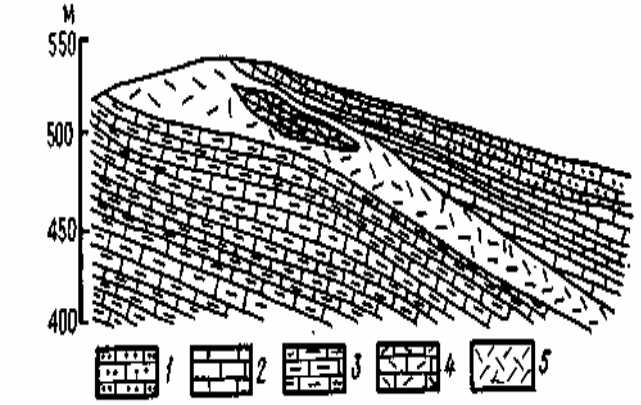
Кенорындарының өнеркәсіптік типтері

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 эффузивтік трапп вулканизмімен кеңістіктік 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 морденittің 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.

Айдаг кенорнында (13.5-сурет) цеолитті таужыныстардың қабат тәрізді денесінің қалыңдығы 20–40 м. Ол әктаста орналасқан, 2,5 км-ге созылып, 700 м тереңдікке дейін таралған.



13.5-сурет. Айдаг кенорны бөлікшесінің сұлба геологиялық қимасы (*А.И. Кулиев бойынша):*
1–4–әктас: 1–2–кампан-маастрихт (1–тақталанған ашық-сұр, 2–сұр құмтасты), 3– ақ түсті жоғарғы сантон, 4–туфогендік материал; 5–ақ цеолитті туф (дербес Айдаг қабаты)

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 км^2. Бұл кенорындар қоры бойынша ірілерге жатады, цеолиттердің мөлшері 70 %-ке дейін. Мұндай кенорындардың өнеркәсіптік типі АҚШ, Танзания, Кения, Түркия, Ирак пен Иранда бар.

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.

13. 9. Магнезит пен брусит

Жалпы мағлұмат

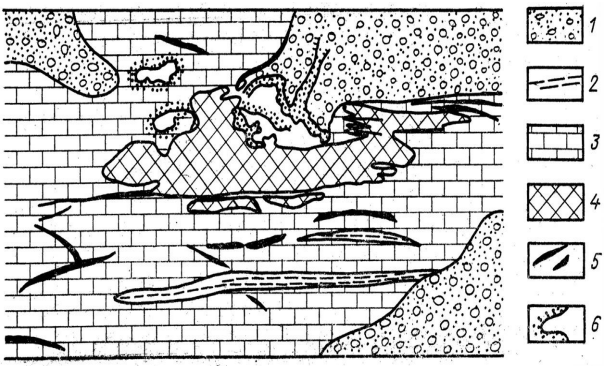
Магнезит $MgCO_3$ кристалл агрегаттары мен аморфты массалар түрінде кездеседі. Брусит $Mg(OH)_2$ негізінен мономинералды парақталған, талшықты және түйірлі агрегаттар түрінде кездесіп, бруситит деп аталады. Магнезит пен бруситит өнеркәсіпте негізінен термикалық өңделген өнімдер түрінде және кейде табиғи күйінде пайдаланылады. Бұл руданың термикалық өңделген басты туындылары – каустикалық магнезит пен жасанды периклаз.

Каустикалық магнезит түрлі құрылыс, әсемдік, жылу- және дыбысоқшаулауыш материалдар өндірісінде қолданылатын магнийлік цементтің негізі ретінде пайдаланылады. Жасанды периклаз (MgO) құнды оттөзімді болғандықтан, оттөзімді кірпіш, магнезит стакан, болат құю, күкіртқышқыл мен цемент өндірісінде ішкі төсеніш алуға қолданылады.

Магнезит пен бруситтің сапасына қойылатын талаптар техникалық шарттармен және стандарттармен анықталып, олардағы MgO, CaO, SiO_2, Fe_2O_3 мөлшерін шектейді.

Металлургиялық магнезит ұнтағы мен оттөзімді магнезит бұйымдарының құны 10–60 $/т шамасында.

Гидротермалық *Саткинск кенорны* (14 кенорын тобы) қалыңдығы 500 м-дей доломит қатқабатында орналасып, диабаз дайкаларымен тілімденген (13.6-сурет). Қабат тәрізді денелер доломитпен үйлесімді жатады. Магнезит айқын кристалды.



13.6-сурет. Саткинск тобындағы Гора Карагай магнезит кенорнының геологиялық картасы (*М.И. Гарань бойынша):*
1–тасынды; 2–мергельді доломит; 3–доломит; 4–магнезит; 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 кен білінімдері 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.

13. 10. Минералдық тұздар мен бор

Жалпы мағлұмат

Минералдық тұздарға сілті және сілтілі жер металдардың суда еритін хлорид, сульфат пен карбонаттары, сондай-ақ аралас құрамды қосылыстар жатады. Ең маңызды практикалық роль атқаратын минералдар: галит NaCl, сильвин KCl, бишофит $MgCl_26H_2O$, карналлит $KClMgCl_26H_2O$, каинит $KclMgSO_43H_2O$, эпсомит $MgSO_47H_2O$, тенардит Na_2SO_4, мирабилит $Na_2SO_410H_2O$, лангбейнит $K_2SO_42MgSO_4$, табиғи сода $Na_2CO_310H_2O$ және т.б.

Табиғатта минералдық тұздар тұзды таужыныстар жасайды. Олардың аты құрамындағы басты минералға (ол 60%-тен 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 – астұз, сильвинит, карналлит, лангбейнитті және каинитті таужыныстар.

Тастұз астұз (өндірімнің 65%-ке жуығы), консервант ретінде және химия өнеркәсібінде каустикалық пен кальцийленген сода, хлор, тұз қышқылын, мүсәтір, хлорлы аммоний және т.б. алуға пайдаланылады. Астұздың сапасына қойылатын жалпыға ортақ талаптар жоқ. Әр кенорын үшін қорды есептеуге дербес кондициялық көрсеткіштер тағайындалады. Астұз үшін хлорлы натрийдің мөлшері 97% (II сорт), техникалық тұзда – 97,5–98 %, ал жемдік тұзда – 90–95 %-тен кем болмауы керек. Өнеркәсіп қоятын талап: кальций, магний, калий, сульфаттар мен ерімейтін қалдық сияқты зиянды қоспалардың мөлшерін де шектейді.

Калий тұздары тыңайтқыш (өндірімнің 95%-і), 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 өңдеуден өткізеді.

Магний тұзы металл магний мен оның химиялық қосылыстарын алу үшін пайдаланылады. Натрий сульфаты, химия, шыны, целлюлоза-қағаз және текстиль өнеркәсібінде, фотоматериалдарды өңдеуге қолданылады.

Калий тұздарының құны 70–80 $/т шамасында.

Бор көптеген минералдардың құрамына кіреді, бірақ өнеркәсіптік мәнге ие болатыны кернит $Na_2B_4O_7{\cdot}4H_2O$ (B_2O_3 51,0 %), улексит $NaCaB_5O_9{\cdot}8H_2O$ (43,0), колеманит $Ca_2B_6O_{11}{\cdot}5H_2O$ (50,9), пандермит $Ca_4B_{10}O_{19}{\cdot}7H_2O$ (49,8) гидроборацит $CaMgB_6O_{11}{\cdot}6H_2O$ (50,6), ашарит

$Mg_2B_2O_5 \cdot H_2O$ (41,4), калиборнит $KMg_2B_{11}O_{19} \cdot 9H_2O$ (57,0), датолит $CaBSiO_4(OH)$ (21,8), данбурит $CaB_2Si_2O_8$ (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 – от 0,25–1, ұсақтарда – < 0,25 млн т.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Жаралу жағдайлары мен уақыты бойынша минералдық тұздардың барлық кенорындары мынандай типтерге бөлінеді: 1) қазба (көне) шөгінді, 2) тұз көздері мен тұздықтар, қазіргі.

Қазба шөгінді кенорындарының қатты тұздары төртікке дейінгі геологиялық кезеңдерде пайда болып, кейінгі жас түзілімдердің қатқабаттары астында көмілген. Заттық құрамы бойынша кенорындар көбінесе комплексті және тас тұзбен 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 моноклин немесе мульда 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, Стебникское*) кенорындары жатады.

Тұз штоктарының кенорындары дөңгелек немесе ондаған км-ге созылған брахиантиклиндердің ядросында орналасқан қалың тұз массивтерінен тұрады. Тұздың ядродағы қалыңдығы бірнеше км-ге жетеді. Тұз массивтері ассиметриялы цилиндр, эллипс және саңырауқұлақ пішінді денелерден тұрады. Тұз күмбездерінің ауданы планда 50–100 км^2 шамасында өзгеріп, жатыс тереңдіктері жүздеген метрден 2 км-ге дейін жетеді. Бұл типті кенорындар таралған жерлер –

Волга-Орал-Жем ауданы (*Илецк кенорны*), Украина, Вилюй ойпаңы (*Кемпендяй*), 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 континентіштік 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 кен орындары бөлінеді. Тұзды көлдер кенорындарының булану мөлшері атмосфералық жауын мөлшерінен асып, тұз жербеті және жерасты суымен әкелінетін жағдайларда пайда болады. Бұл кенорындардың белгілі жерлері – 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 балансқа алынғаны калий қостотығының 8 млн т-сы 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 т-ны 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 т-ға 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 мен тұзды көлдердің көптеген кенорындары анықталған. Тастұздың мол қоры Каспий маңы тұз күмбездерінің ядролары мен Шу-Сарысу ойпаңы күмбез құрылымдарында орналасқан. Тастұздың ең ірі *Индер (Белая Ростошь)* кенорны Индер тұз күмбезінің 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 *Тоғайбаймешіт* кенорнындағы тастұз бен астұздың қоры 70,5 млн т құрайды. Индер ауданында ірі көлдік *Индер кен орны* орналасқан, тұзтұнба-тамақтық астұздың қоры 1,5 млрд т-тай, оның өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны – 647 млн т. Кенорын 1993 жылдан пайдаланылуда. Каспий маңындағы басқа көлдік астұз кен орындары – *Кішкенетұз, Балғасынтұз, Оймашатұз, Қорғантұз,* сондай-ақ масштабы бойынша консервацияланған ұсақ кен орындар 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 толығады. 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):

тастұз – 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 кен білінімдері 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 іздеуде Предуралье мен Каспий маңы болашақты болып қалуда.

13. 11. Фосфат шикізаты

Жалпы мағлұмат

Фосфат шикізаты ретінде негізгі мәнге апатит химиялық формуласы $Ca_5[PO_4]_3(F,Cl,OH)$ пен 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 қос 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.

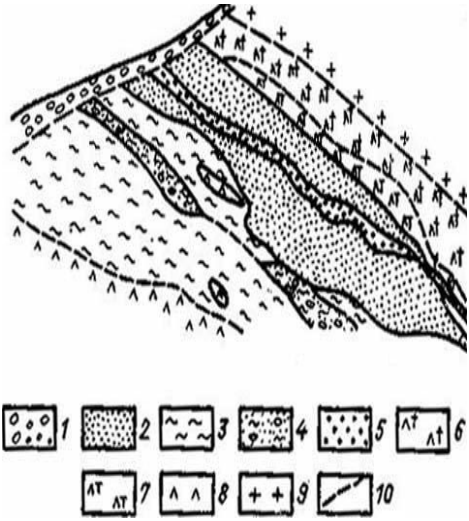
Фосфорит минералдық құрамы мен бітімдік-құрылымдық белгілері бойынша мынадай табиғи литологиялық түрлерге бөлінеді: микротүйірлі, түйірлі жалбыр (тасберішті), тасмалталы және конгломератты, бақалшақты, қопсық және тас. Фосфордың мөлшері бойынша дербес фосфорит пен фосфатты құм, мергель, әктас бөлінеді. 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.

Фосфат шикізатының құны оның сапасына байланысты, 1 т. фосфорит рудасы (30% P_2O_5) $30 шамасында.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Апатит кенорындарының басты өнеркәсіптік типі – магмалық, сілтілі нефелинді сиенит интрузиялармен байланысты. Бұл типті өнеркәсіптік кенорындар Қола түбегінде (Хибин массивіндегі кенорындар – *Кукисвумчорр* – 13.7-сурет, *Юкспор, Апатитті цирк, Расвумчорр үстірті, Коашва*), сонымен қатар Гренландия, Онтүстік Африка, Бразилия мен Канадада белгілі.



13.7-сурет. Кукисвумчорр кенорнының геологиялық қимасы: *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%).

13.1-кесте.

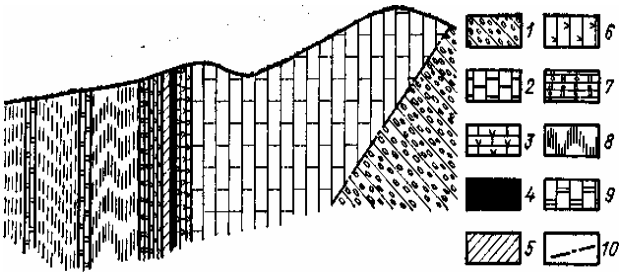
КІШІ ҚАРАТАУ ІРІ ФОСФОРИТ КЕНОРЫНДАРЫ

Топ	Кенорын	Ұзын-дығы, км	Қабат саны	Орташа қалың-дығы, м	P_2O_5 орташа мөлшері, %	Қоры, % Жалпы-ға
I	Шолақтау II	4,5	1	11,6	25,8	4,0
II	Ақсай I (III) Ақсай II Түйесай (I и II)	7,0 8,0 4,3	1 2 1	14,5 3,0 10,0	24,0 25,0 24,0	12,0
III	Бүркітті I Жылан	6,0 5	2 1	3,1 3,0	26,0 28,0	4,0
IV	Көксу Үшбас I (оң жаға) Үшбас (сол жаға)	13 5 4	2 1-2 7	11,0 8,0 25,0	26,3 26,0 26,0	24,0
V	Жаңатас Көкжон	23,0 12,0	2 2	21,0 10,0	25,1 25,7	56,0

Қаратау фосфоритті алабы созылымы бойынша 120 км, ені 25–30 км, Кіші Қаратауда орналасқан. Алапта 40-тан аса әр түрлі кенорындар мен кен білінімдер анықталған. Барлық кенорындар аймақтық ұстаным бойынша 5 топқа бөлінеді, олардың негізгілері 13.1-кестеде көрсетілген.

Өндірістік *Шолақтау кенорны* (13.10-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 жер беті 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 %-ке жетеді.



13.10-сурет. Шолақтау фосфорит кенорнының 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

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 кенорнында 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.

Апатит рудасының болжамдық ресурсы 147 млн т фосфор оксиді деп бағаланады.

Қазақстанның батысы мен оңтүстігінде (Маңғыстау, Арал маңы, Торғай) жалбырлы фосфоритпен қатар түйілі фосфорит кең 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 минералдық тыңайтқыштар алу үшін жоғары сапалы шикізат саналады.

13. 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 ^{0}С шамасына жеткенде күкірт балқып, сұйыққа айналады. Оның бұл қасиетін күкірт рудасын байытқан кезде және жер асты шаймалау әдісімен өндіруде пайдаланылады.

Күкірт шикізатының негізгі көлемін (70–90 %) күкірт қышқылын алуға пайдаланып, ол фосфор, азот және калийлі тыңайтқыштар, әр түрлі 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 қоңды (S>25%), орташа (10-25%) және жұтаң (5-10%) түрлерге бөлінеді. Техникалық күкірттің құны 100–140 $/т. шамасында.

Өнеркәсіптік кенорындарының типтері

Күкірт шикізаты түрлі геологиялық процестер нәтижесінде қалыптасады. Өнеркәсіптік мәнге сомтума күкірт кенорнының екі генетикалық типі ие: гидротермалық вулканогендік (ТМД-да – Камчатка, Курил аралдары, Закавказье; шетелдерде – Жапония (*Мацуо, Адзума*), Чили (*Копиано*), Перу, Филиппин) және шөгінді

биохимиялық (Түркмения, Россия, 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 кенорнының болжамдық (авторлық) ресурсы 5 млн т. Шамасында бағаланады. Руда жерастылық шаймалау әдісімен игеруге жарамды. Тұз күмбездері кең дамыған. Олардың кепроктарында көптеген бейөнеркәсіптік күкірт білінімдер 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* кенорнындағы 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 заводтарының күкіртті газдарында.

13. 13. Диатомит, трепел, опока

Жалпы мағлұмат

Аталған таужыныстар белсенді минералдық қоспаларға және жеңіл бетонның толтырғыштарын өндіру шикізатына жатады. Мұндай толтырғыштар орташа тығыздығы түйірлерінің ірілігі 5 мм-ге дейін болғанда 1200 кг/м^3, ал ірілігі 5–40 мм болса – 1000 кг/м^3 болатын кеуек органикалық минерал. Бұл топқа, сонымен қатар пемза (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/м^3, опока – 1,04–1,8 т/м^3), жақсы дыбыс- және жылуоқшаулауыш қасиет, химиялық төзімділік. Түрпілік

қасиет тән диатомиттің беріктігі 30–50 МПа, ал опоканікі – 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.

Олардың құны (жартылай фабрикат түрінде) 2 – 21 $/т шамасында.

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*), Россияның Еуропалық бөлігінің орталық алқаптары (*Зекеевское, Фокийское*), Беларусь, Солтүстік Кавказ бен Закавказье. Өте ірі кенорындар белгілі елдер – АҚШ, Франция, Германия, Индия, Алжир, Австралия.

13. 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 әр түрлі 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, сыныққа, жасанды құм) – оны өндірілген таужынысты уатып, фракцияларға бөлу нәтижесінде алады.

Әр түрлі 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, құмас;

3) сыртқы қаптама (қаптама тақталар мен тастар, профильдік элементтер) – гранит, габбро, базальт, жанартаулық туф, мәрмәр, тығыз әктас, құмтас;

4) ішкі қаптама (қаптама тақталар, профильдік элементтер) – мәрмәр, мәрмәрленген әктас, травертин, жанартаулық туф;

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) әр түрлі көрсеткіштермен – сығуға, созылуға, иілуге, соққыға, 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 төмендеуін көрсетеді.

Айтылған көрсеткіштермен қатар қолдану саласына байланысты таужыныстың орташа тығыздығы, кеуектілігі мен жарықшақтылығы, сужұтуы, суқанықтығы, тұтқырлығы, өңделгіштігі, жылтырланғыштығы, түсінің тұрақтылығы, жылуоқшаулағыш қасиеттері, т.б. анықталады.

Құрылыс тасы кенорындары қоры бойынша ірі (қоры >30 млн $м^3$), орташа (15–30 млн $м^3$) және ұсақ (<15 млн $м^3$) болып бөлінеді. Құрылыс тастарының әлемдік қоры іс жүзінде шексіз. Бірақ минералдық 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 мен таскескіш құралдарды пайдаланады. ТМД аумағында құрылыс тасы ірі масштабта Карелияда, Қола түбегінде, Украинаның онтүстігінде, Қырымда, Солтүстік Кавказда, Закавказьеде, Орта Азияда, Қазақстанда, Оралда, Батыс және Шығыс Сібірде, Қиыр Шығыста өндіріледі. Құрылыс тасы өндірісінің жалпы көлемі 500 млн $м^3$-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 (әктас, саз таужыныстар, витрофир), керамзит (саз, саздақ, сазтас, тақтатас), петургиялық (базальт, габбро, диабаз) шикізат; минералдық бояулар (пигментке жарамды), гипсит пен ангидрит. Республика құрылыс материалға деген өз қажеттілігін толығымен қанағаттандырады, шикізатпен жеткілікті қамтамасыз етілген. Есепке алынған кенорындардың игерілгені 30%-тен аспайды.

Қаптама, қабырға және кесілме тастар. Қазақстанда олардың көптеген кенорындары мен кен білінімдері бар. Қаптама тастар арасында гранит, габбро, порфир, туф, мәрмәр мен мәрмәрленген әктас, ал қабырға тастарында – әктас 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 (*Топар, 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 – әктас-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 – әктас-бақалшақтастың негізгі қоры (150 млн $м^3$ шамасында, оның ішінде 20 млн $м^3$-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 $м^3$-ден асатын 32 кенорын есепке алынған, олардың ішінде өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны 150 млн $м^3$-ден асады. Қордың 80%-і 10 ірі кен орында шоғырланған: *Дарбаза* (қоры 26,5 млн $м^3$), *Алабота* (15,0 млн $м^3$), *Әденсу* (15,0 млн $м^3$), *Данилов* (13,6 млн $м^3$), *Бұзылық* (12,8 млн $м^3$), *Келес* (13,8 млн $м^3$), *Сор* (12,5 млн $м^3$), *Ақбұлақ* (10,3 млн $м^3$), *Алебастр* (9,6 млн $м^3$), *Боровское* (71,1 млн $м^3$). Басқа кенорындардың шикізат қоры 2–5 млн $м^3$ шамасында. Сарыбай темір рудасы кенорнында саз шикізаты аршылым таужыныстары құрамына кіреді, оның қоры 14 млн $м^3$-тен асады. Керамзит сазының ірі шоғырлары Батыс Қазақстанда анықталған (*Сазды, Тамды, Погодаев, Түксай*, т. б. кенорындар). Керамзит сазының барланған кенорындарының көбі игерілмейді.

Петрургиялық шикізат. Қазақстанда оның потенциалы үлкен – тас құю мен минералдық 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 кен орындарды ашу арқылы қорды молайтуға мүмкіндік бар. Орталық Қазақстандағы *Ақсоран* кенорнының волластониті жоғары сапалы минералдық мақта алуға жарамды екені анықталған. Бұл кенорындағы волластониттің қоры 50 млн т. деп бағаланады.

13. 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/м^3-қа дейін (бақалшақтас 1,2–1,5 т/м^3), кеуектілігі әр түрлі, беріктігі 200–300 МПа шамасына дейін – көбінесе 30–80 МПа. Таза әктастың құрамы CaO (56,04%) және CO_2 (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/м^3, 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 $CaCO_3$ 54,35%, $MgCO_3$ 45,65 % немесе CaO 30,41 %, MgO 21,86 %, CO_2 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 кеуек таужыныс. Ол кальций карбонатының ыстық немесе салқын көздерінің шөгуі нәтижесінде жаралады.

Гажа – көмірқышқыл кальцийдің болбыр, ұнтақ тәрізді қопсық массасы. Ол көл-батпақ сушараларда ерітінділерден $CaCO_3$ тұнуы нәтижесінде түзіледі.

Карбонат таужыныстың құрылымдық-бітімдік ерекшеліктері төтенше әр қилы. Түсі қоспалардың мөлшері мен құрамы әр түрлі

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 әр түрлі 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 саласына байланысты әр түрлі болады. Цемент өндірісі үшін таужыныстар құрамындағы CaO>40%, MgO<3,8%, SO_2<1,2%, ал SiO_2, Al_2O_3 пен Fe_2O_3 мөлшері қанығу коэффициенті K_K, силикат M_S пен алюмототық M_A модульдерінің қажетті мәнін қамтамасыз ету керек.

$$K_K = [\ CaO - (1{,}65\ Al_2O_3 + 0{,}35\ Fe_2O_3 + 0{,}7\ SO_3)]: 2{,}8\ SiO_2$$

формуласы бойынша анықталып, оның мәні 0,8 бен 0,92 аралығында өнеркәсіп талаптарын қанағаттандырады.

$$M_S = SiO_2 : (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$$

формуласы арқылы анықталатын силикат модулінің мәні 1,2–3,5 болады.

$$M_A = Al_2O_3 : Fe_2O_3$$

алюмототық 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_H = 0,92, M_S = 2,50 и M_A = 1,2, зиянды қоспалар 3,3%-ке 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.

1т 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%-ке дейін) мен марганец оксидтері (0,04%-ке дейін) шектеулі болу керек. Ал CaO мөлшері 54-60%-тен аз болмайды.

Әктас (құрамында CaO>52%, MgO<1,5%, 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 CaO мөлшері әр түрлі әктас пайдаланылады. Мәселен, азот тыңайтқышы өндірісінде, полимер мен гидролиз процестерінде қолданылатын әктаста CaO>52%; сода мен кальций карбиді өндірісінде – CaO>53%, бордағы CaO>54%; кальций гидроксиді мен химиялық-тұнба борда – айрықша таза әктас (CaO>54,8%) болу керек. Химия өнеркәсібіне қажет карбонат таужыныстардың негізгі сипаттамасы МЕМСТ-тар мен ТШ (техникалық шарттар) бойынша анықталады.

Ауыл шаруашылығында құрамындағы $CaCO_3$+$MgCO_3$>85% болатын әктас, доломитит, мергель мен бор пайдаланылады. Олар ұсатылған түрде қышқыл топырақты бейтараптандыру үшін және жануарлар мен құстардың жеміне минералдық қоспа ретінде қолданылады. Жемге минералдық 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 $CaCO_3$+$MgCO_3$>98,2% болатын бор қолданылады. Мұндай жағдайда карбонат таужыныс құрамында бояғыш заттар болмауы керек.

Карбонат таужыныс кенорындарының көпшілігі ашық тәсілмен өндіріледі. Жерасты тәсілі сирек қолданылады. Оларды өңдейтін заводтар 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.

Әктастың құны 1–3 $/т шамасында.

Қазақстанда цемент өндірісінің потенциялы шексіз десе де болады. Цемент шикізатының жалпы қоры (әктас, сазды таужыныстар)

миллиардтаған т деп анықталған. Өнеркәсіптік категориялар бойынша барланғаны 2 млрд т-дан асады. Баланстық қордың негізгі массасы 15–20 кенорында шоғырланған. Ең ірі кенорындар: *Сарыапақ* (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), *Сажаев* (75,0 млн т), *Керегетас* (70,6 млн т), *Қызылжар* (44,8 және 20,0 млн т) және т.б. Қазақстан аумағында портландцементке белсенді минералдық 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 ресурсы 400–500 млн т-ға бағаланады. Доломититтің бірнеше кенорны мен кен білінімдері 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 доломититі металлургияда от төзімді материал ретінде пайдалануға жарамды.

13. 16. Құм мен құм-гравий материалдар

Жалпы мағлұмат

Құм, гравий және басқа сыныкты таужыныстар (малтатас, дөңбектас-шақпатас) түрлі минералдың цементтелген сынықтары мен түйірлерінен, таужыныс сынықтарынан тұрады. Олардың пішіні мен жұмырлану дәрежесі әр түрлі болып, түйірөлшемдік (гранулометриялық) және заттық құрамымен сипатталады.

Сынықты таужыныстардың гранулометриялық құрамы бойынша бірегей жалпыға ортақ жіктемесі жоқ. Жіктемелердің көпшілігінде минералдар мен таужыныстардың өлшемі 0,1–1 мм аралығындағы түйірлерін құм деп атаса, ал 1–10 мм – гравий, өлшемдері 10–100 мм аралығындағы сынықтар тасмалта, 100 мм-ден ірілері – тасдөңбек деп аталады. Табиғи құм мен гравийді құрылыс шикізаты деп қарастырғанда, олардың сапасын бағалау үшін МЕМСТ 24100–80 басшылыққа алынады.

Заттық құрамы бойынша мономинералды, олигоминералды (көбінесе 2–3 минералдан тұрады) және полиминералды түрлер бөлінеді. Құмда кварц пен далашпаттар басым кездеседі. Қоспа ретінде слюда, карбонат, гипс, мүйізалдамыш, магнетит, анартас, сондай-ақ тозаң саз бөлшектер, органика мен таужыныстардың ұсақ сынықтары болуы мүмкін. Гравий мен дөңбектастар гранит, гнейс, кварцит, әр түрлі тақтатас, құмтас және т.б. таужыныстар сынықтарынан тұрады.

Құм мен құмды-гравий материалдардың қолданылуы бұл сынықты таужыныстардың әр түрлі физикалық қасиеттеріне байланысты. Өндірілген құм мен гравийдің негізгі бөлігі (ТМД-да 95%-і) 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 уатылғыштығын (бетон толтырғыш), сөрелі барабанда желінгіштігін (автомобиль жолдарының құрылысында), мұнарада соққыға қарсыласуын (темір жол балласты). Орташа тығыздығы 1200 кг/м^3-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.

Шыны мен керамика өнеркәсібінде қолданылатын кварц құм үшін ең маңызды көрсеткішіне оның химиялық құрамы жатады. Кремний тотықтың мөлшері 90%-тен кем болмау керек. Сондай-ақ кальций оксидінің, алюмототықтың және хромофтор элементтердің (темір, хром, титан, ванадий, никель) мөлшері шектеулі болады. Ферросилиций, кремний карбиді, сұйық шыны, сонымен қатар түрпі (абразив) пен сүзгіш материалдар өндірісінде пайдаланылатын құмда кремний тотығының мөлшері жоғары болуы қажет. Қалыптық құмдағы кремний тотығының мөлшері 97%-тен кем болмауы, ал саз фракциясы – 1,1%-тен, сілті мен сілтіжер элементтер – 1%-тен, Fe_2O_3 – 0,6%-тен аспауы керек.

Қорының масштабы бойынша құм-гравий кен орындары ірі (қоры >30 млн м^3), орташа (10–30) және ұсақ (<10), ал құрылыс құмының кенорындары ірі (қоры >15 млн м^3), 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 құмы платформаларда ғана өнеркәсіптік жатындар жасайды. Мұндай кенорындардың 60%-ке жуығы Шығыс Еуропа платформасы ауқымында орналасып, көне көл мен теңіз түзілімдеріне байланысты болады. Кварц құмының өте ірі кенорындарына *Часовъяр* 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 эолдық құмының кенорындары барлық аудандарда бар және барлық құрылыс нысандарының қажетін толық өтей алады.

13. 17. Саз бен каолин

Жалпы мағлұмат

Құрамы мен қасиеттері. Саз таужыныстар деп негізінен бөлшектерінің өлшемі <0,005 мм (кей жіктемелерде <0,002 мм) монтмориллонит пен палыгорскиттен тұратын таужыныстар тобын айтады. Минералдық құрамы бойынша каолинитті, монтмориллонитті, гидрослюдалы, палыгорскитті және полиминералды саз таужыныстар бөлінеді. Бұл таужыныстардың басты химиялық компоненттері SiO_2, Al_2O_3, H_2O, аз мөлшерде TiO_2, Fe_2O_3, MnO кездеседі, көбінесе 10% құмайт кіреді. Таужыныстар құрамына саз фракциялар деп аталатын майда бөлшектермен қатар өлшемі 0,1–0,01 мм құмайт пен өлшемі 0,1–2 мм құм фракциялары кіреді.

Саз таужыныстар арасында каолин, оттөзімді саз, бентонитті және палыгорскитті саз бөлінеді.

Саз шикізаттың пайдалану салаларын анықтайтын әр түрлі 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.

Қолданылуы. Саз таужыныстар іс жүзінде экономиканың барлық салаларында қолданылады. Олар кен ісінде – ұңғыма бұрғылағанда, үңгуір 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. Қазіргі кезде таужыныстардың сапасын бағалау үшін бірегей стандарт жоқ. Шикізаттың жарамдылығы – одан тұтынушының қажетін өтейтін және қазіргі нормативтерге сай бұйымдар жасауға болатындығымен анықталады.

Бұрғылау ерітінділері үшін майда дисперсиялы, пластикалы саздар пайдаланылады. Олардың құрамында суда тұтқыр, ұзақ тұнбайтын суспензия жасауға қабілетті құм, гипс, әктас пен еритін тұздардың мөлшері минимал болу керек. Мұндай талаптарға бентонитті және палыгорскитті саз сай келеді. Бұрғылау ерітінділерін дайындауға арналған саз шикізаты сапасының негізгі көрсеткіштеріне ерітіндінің 1 т шикізаттан шығымы, берілген тұтқырлығы мен тығыздығы бойынша дайындалатын ерітіндінің мөлшері ($м^3$) мен оның құрамындағы құмның мөлшері жатады.

Саз кенорындары қоры бойынша ірі (қоры >20 млн т), орташа (5–20) және ұсақ (<5) түрлерге бөлінеді.

Каолиннің құны сапасына қарай 1–160 $/т шамасында өзгереді.

Өнеркәсіптік кенорын типтері

Саз кенорындарының ең үлкен практикалық мәнге ие болатындары мору қыртысы мен шөгінді кен орындар.

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, *Айзантомар* – 10 млн т шамасында.

Оңтүстік Қазақстандағы өнеркәсіптік қызығушылыққа ие кенорындар: *Лінгір* (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, Дзержинское, 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) *Дзержинское* кенорнының үлесіне келеді. Шығыс Қазақстанда бентонитті саздың *Маңырақ* кен орындар тобы белгілі, олардың жалпы болжамдық ресурсы 50 млн т шамасында. *Таған* (қоры 10,6 млн т), *Динозаврлы* (4 млн т шамасында) және т.б. кенорындардағы бентонит жоғары сапасымен айрықшаланады.

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.

13. 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.

Қазіргі кездегі кен өндірісінің дамуы жұтаң және байытылуы қиын рудалы табиғи кенорындардың көптеп игерілуімен сипатталады.

Осының салдарынан өндіріс қалдықтарының көлемі де еселеп артады. Сонымен қатар, қалдықтың едәуір көлемі аршылым таужыныстары есебінен де пайда болады. 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 $м^3$ тастанды түседі, ал 1 млн $м^3$ тастанды қалдықты жайластыру үшін 3–8 га жер қажет. Ірі комбинаттар үлесіне берілетін жер аумағына қарап, қанша жердің бүлінгенінің 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 өндеп, 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. Көптеген байыту фабрикаларындағы колчедан руданың байыту қалдықтарын түсті металдар мен күкірттің техногендік кенорындары деп санауға болады. Мысалы, Оралдағы Карабаш байыту фабрикасының қалдықтарында орташа алғанда күкірт 29,64%, мыс 0,33%, мырыш 0,33%, алтын 1,1 г/т, күміс 6,6 г/т болады. Қазіргі кезде құрамында пирит бар қалдықтарды қайта флотациялау технологиясы Оралдың көп фабрикаларында (Красноуральск, Среднеуральск, Карабаш, Сибай, Бурибаевск) әзірленген. Құрамындағы күкірт 70–85%-ке жететін жоғары сапалы пирит концентратын алу мүмкіндігі анықталған. Ал Красноуральск фабрикасының қалдықтарынан сондай-ақ мыс пен мырыш концентраттарын да алуға болады.

Қалдықтардан пайдалы компонеттерді 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, портланд-цемент, толтырғыш материал өндіруге, шыны мен керамика өндірісінің шикізаты ретінде пайдаланады.

Әлемде кен өндіруші елдердің көпшілігінде, бізде де қалдықтардың орасан қоры жиналған. Мысалы, Кола түбегінде аршылым үйінділеріне жыл сайын 170 млн т-дай таужыныс тасталады, ал Оралда – тек қана темір руда кенорындарында жыл сайын 160 млн т аршылым таужыныстары үйіледі. Әр түрлі есептеулер бойынша, ТМД аумағындағы темір руда кенорындары аршылым таужыныстардың 67%-і түрлі құрылыс материалын өндіруге жарамды. Оның көпшілігі тасшақпа (30%), цемент (24%) және керамикалық қабырға материалын (16%) өндіруге пайдаланылады.

Кейбір кен-байыту кәсіпорындарында мұндай тәжірибе өндірістік масштабта жүргізіле бастады. Мысалы, Қарсақпай мыс қорыту заводы Жезқазған мыс рудасын жарты ғасырдан астам уақыт бойы өңдеп келген. Қазір оның қалдықтарынан мыс және басқа металдарды қайта жете айырып алу, таужыныс үйіндісінен, тастандыдан әр түрлі құрылыс материалдарын (оның ішінде минералдық 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 $м^3$ таужынысты пайдаланады. Аршылым таужыныстардағы саз керамзит заводының 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. Әр түрлі деректер бойынша, әлемде болатты пайдалану 2010 жылы 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 қамал жасағанда); атмосфераны ластау. Осы себепті техногендік кенорындарды игерудің өнеркәсіптік те, практикалық (экономикалық) мәні де, экологиялық маңызы да үлкен.

Техногендік кенорындардың 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 әр түрлі құрылыс материалдарын өндіру үшін пайдалануға болады. Олар көбінесе тасшақпа – бетон толтырғыштары мен 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 құмын 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 әр түрлі сорттарын, байланыстырғыш материал, минералдық мақта, тасқұю 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.өндірістерінде 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 жіктемесі 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. Вермикулиттің қасиеттері, кенорындары мен пайдалану бағыттары қандай?
8. Асбесттің қоры мен өндірісі қандай елдерде шоғырланған?
9. Асбесттің минералдық құрамы, кенорындары мен пайдалану салалары қандай?
10. Тальк шикізатының сапасына өнеркәсіптік талаптар?
11. Флюорит өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
12. Флюорит кен орындарының типтері, заттық құрамы мен геологиялық жағдайлары қандай?
13. Флюоритке қойылатын өнеркәсіптік талаптар қандай?
14. Магнезиттің қасиеттері, қолданылуы, кенорындарының геологиялық ерекшеліктері қандай?
15. Цеолиттердің қасиеттері мен заттық құрамы қандай?
16. Цеолит өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының қандай салаларында қолданылады?
17. Минералдық тұздар дегеніміз не, олардың басты минералдық шикізат түрлері?
18. Тастұз бен калий тұздарының өнеркәсіпте қолданылуы?
19. Тастұз бен калий тұздарының қоры мен өндірісі туралы деректер қандай?
20. Қазба тұздардың кенорындары қандай топтарға бөлінеді, олардың тектоникалық құрылысы мен жатыс жағдайлары қандай?
21. Қазіргі заман тұз кенорындары деген не, олар қайда таралған?
22. Фосфат шикізатының минералдық жаралымдары қандай, олар өнеркәсіптің қандай салаларында қолданылады?
23. Платформа және геосинклин фосфорит кенорындарының геологиялық құрылысы қандай, олар қайда таралған?
24. Күкірт жер қыртысында қандай формада болады, оның өнеркәсіптік мәні қандай?

25. Күкіртті өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының қандай салалары тұтынады?

26. Кремний таужыныстарының қасиеттері мен өнеркәсіпте қолданылуы қандай?

27. Табиғи құрылыс материалдары ретінде қандай таужыныстар қолданылады?

28. Таужыныстардың құрылыс материалы ретінде пайдаланылуын анықтайтын ең басты қасиеттері, оларға қойылатын өнеркәсіптік талаптар қандай?

29. Магмалық, шөгінді және метаморфтық таужыныстардың ең ірі кенорындарының мысалдары қандай?

30. Қандай карбонат таужыныстар байланыстырғыш материал ретінде пайдаланылады, олар шаруашылықтың басқа салаларында қалай қолданылады?

31. Карбонат таужыныстардың цемент өнеркәсібінде қолданылу мүмкіндігі қандай?

32. Құм мен құм-гравий материалдар қандай салаларда пайдаланылады?

33. Өнеркәсіптік пайдалану салалары бойынша құм мен құм-гравий материалдың қасиеттерін анықтайтын МЕМСТ-тар қандай?

34. Өнеркәсіптік құм-гравий кенорындардың басты генетикалық типтері қандай?

35. Саз деген не, саздың басты минералдары қандай, каолин сазының ең басты қасиеттері?

36. Саздардың айрықша қасиеттері мен негізгі пайдалану бағыттары қандай?

37. Техногендік шикізат көздері қандай?

38. Кен-өндіруші кәсіпорындардың қалдықтарын қалай пайдалануға болады?

39. Байытушы фабрикалар мен металлургия кәсіпорындарының қалдықтарын қандай мақсаттарда пайдалануға болады?

40. Химиялық өндіріс шикізаттарынан қандай қалдықтар пайда болып, қандай бағыттарда қолданылады?

14. ЖАНҒЫШ ҚАЗБАЛАР

14. 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" – тіршілік және "литос" – тас). Бірақ мұнай мен газ тас болмағандықтан, жалпылама жанғыш қазбалар деген атауды қолданған дұрыс.

Жанғыш қазбалар отын-энергетикалық комплекстің негізін қалайтындықтан, экономикада орасан зор мәнге ие. Олар өнеркәсіптің барлық салаларында қолданылады – ауыл шаруашылығы мен коммуналық-тұрмыстық сектордың отын-энергетикалық базасы және химия, коксхимия мен электрод өнеркәсібінің бастапқы шикізаты болып табылады. Пайдалы қазбалардың бұл тобының үлесіне әлемде өндірілетін минералдық шикізаттың жалпы бағасының 75%-тен астамы келеді. Отын-энергетика балансы XX ғасырда айтарлықтай өзгеріске түсті. XX ғ. басында оның құрамында басты ролді көмір атқарды (>90%), ал ғасырдың ортасында энергетикалық шикізаттың көмірмен салыстырғанда тиімді түрлері – мұнай мен газ кең пайдаланыла бастайды. Осыған байланысты отын-энергетикалық баланста көмірдің үлесі 50%-ке 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 қазбалардың сапасын, құрамын және қасиеттерін сипаттаған кезде жекелеген көрсеткіштерді белгілеуге қолданылатын әріптік символдар мен индекстерді білу қажет. Көрсеткіштердің салыстырмалы мәндерін алу үшін сынаудың тікелей нәтижелері көбінесе құрғақ затқа, жанғыш массаға, органикалық затқа және т.б. қайта есептеледі. Ескеру керектігі, салыстырмалы көрсеткіштерге сынау жағдайларының тұрақтылығын, сынамаларды алу, сақтау мен даярлаудың өзгеріссіз жағдайларын, сыналатын нысан күйінің анықталғандығы мен бастапқы нәтижелерді қайта есептеу ережелерін сақтағанда ғана қол жетеді.

Осыған байланысты 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, минералдық компоненттер, яғни күл (минералдық масса) мен органикалық заттар (органикалық масса) түрінде белгіленеді.

Талдау нәтижелерін жалпы отынға, сондай-ақ ылғалсыз (құрғақ) отынға немесе көмірдің органикалық массасына (ылғалсыз және минералдық массасыз) есептеп көрсетуге болады. Көмірдің сапалық көрсеткіштерінің көпшілігі *аналитикалық* сынама бойынша анықталады, яғни бұл сынамадағы көмір 0,2 мм-ге дейінгі түйірлерге уатылады, 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, S*t* – 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	$-\rho$

Сапасының барлық көрсеткіштері (ең жоғары және ең төмен жану қызулығынан басқалары) отынның әр түрлі 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.

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 солуы мен жартылай ыдырауы нәтижесінде қалыптасады. Шымтезек жаралуда басты ролді 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 тәріздіден 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 % оттек O^{daf} =31–40% күкірт S^{daf} = 0,1–0,5 %. Шымтезектің жылу бөлгіштігі Q^r_i 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.

Көмір мен жанғыш тақтатастар

Көмір – жанатын қатты шөгінді таужыныс, ол солған өсімдік қалдықтарының биохимиялық, физикалық-химиялық, химиялық және физикалық өзгерістері нәтижесінде қалыптасады. Көмірде органикалық құрамдастармен қатар ұдайы минералдық қоспалар – күл болады, оның мөлшері 1–2 %-тен 50 %-ке дейін өзгереді. Жанғыш шөгінді жаралымдардың құрамында минералдық заттардың мөлшері 50 %-тен асса, оларды көмірлі таужыныстарға немесе жанғыш тақтатастарға жатқызады.

Қазба көмір заттық құрамы мен физикалық қасиеттерінің аса әр түрлілігімен сипатталады, бастапқы өсімдік материалының әркелкі табиғатымен, көмір жаралудың бірінші кезеңі мен өту жағдайларының ерекшеліктерімен, қалыптасу процесінде көмірлі алаптар температурасы мен қысымының өзара әрекетімен байланысты болады.

Түпнұсқа затының құрамы бойынша гумустан, сапропельден және гумус-сапропельден пайда болады. Жер қыртысында ең көп таралғаны гумус көмірі, ал минералдық 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.

Көміржаралу заманының басында негізінен жағалау-теңіз фациялық жағдайлары орнап, олар көп дүркін теңіз (*паралиалық көміржаралу*) бен континенттік түзілімдермен алмасқан. Өсімдіктер эволюциясы көмір жаралу алқаптарының континенттерге сұғына енуіне әкеліп, көмірлі қатқабаттар қалыптасуы фациялық жағдайларының әр түрлі ерекшеліктерін туындатқан. Атап айтқанда,

лимналық (көлдік) көміржаралудың кең таралуы орын алған. Жер қыртысының теріс бағытты қозғалысын (төмен батуын), егер ол жылдамдығы бойынша батпақталған жазықтардағы өсімдік қалдықтарының жиналу жылдамдығына сай келсе, шымтезек жатындары пайда болуы мен олардың көмір қабаттарына айналуының басты шарты деп қарастыру керек.

Көміржаралу замандары орогенездің негізгі фазаларының алдындағы немесе олардың аралығындағы жер қыртысы қозғалғыштығы күшейген кезеңдермен байланысты.

14. 2. Көмір сапасының, құрамының және қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері

Көмірдің құрамы

Петрографиялық құрамы. Көмірді макроскопты зерттеу кезінде (негізінен жылтырлығы бойынша) макротиптер немесе литотиптер, сондай-ақ олардың түрлестері бөлінеді (14.1-кесте). Бұл үшін көмірдің жекелеген линзалары мен қабатшаларының пішінін, өлшемін және кезектесу сипатын пайдаланады, олар жылтырлығы, жарықшақтылығы мен омырылым бетінің бедері бойынша ажыратылады.

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 әр түрлі 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 өзгеретін болса, онда бұл көмір жылтыр литотипке – кларенге жатады. Фюзеннің жылтырлығы өте төмен, оған бұл белгісі бойынша көмірдің күңгірт литотипі – дюрен жақын келеді. Сондықтан көмірді макроскоп 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.

14.1–кесте.

Көмірдің көз мөлшермен анықталатын құрамдас бөліктері

Литотип	Литотип түрлестерін бөлудің белгілері	Көмір қабаттарының бітіміне қатысуы
	Құрамы күрделі литотиптер	
Жылтыр – кларен *Жартылай жылтыр* – дюрен-кларен *Жартылай күңгірт* – кларен-дюрен *Күңгірт* – дюрен	Біркелкі, монолитті, 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.
	Құрамы қарапайым литотиптер	
Витрен	Монолит, 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

Көмірдің айтылған петрографиялық құрамдастары жарықшақтылығы бойынша бір-бірінен айтарлықтай өзгешеленеді. Бұл олардың әркелкі морттығымен және морттықтың метаморфизм процесінде өзгеруімен байланысты.

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 ара қатынасына байланысты. Микрокомпонент немесе мацерал деп көмірдің бірдей бастапқы затының ұқсас жағдайларда жаралған, элементар құрамдас бөлігін айтады. Микрокомпоненттер органикалық және бейорганикалық (минералдық) түрлерге бөлінеді. Микроскоп астында олар түсі, шағылыстыру қабілеті, сыну көрсеткіштері, құрылымы мен микробедері бойынша жіктеледі. Зерттеудің түбегейлілігі мен

мақсатына байланысты көмір құрамында жекелеген микрокомпоненттер немесе олардың топтары анықталады.

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 әр түрлі 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 %-тен аспайды (Кизел, Донецк және Подмосковье алаптары). Кейде олардың құрамында гумус-сапропель мен сапропель көмірінің қабатшалары мен линзалары кездеседі (Подмосковье мен Львов-Волынск алаптары). Кейінгі кезеңдерде көміржиналу ортасындағы бастапқы материалдың түрлері арта бастаған.

Ортаңғы және соңғы карбонда өзгеше екі – Вестфаль және Тунгус флоралық провинциялардың оқшауланuы орын алған. Вестфаль провинциясының көмірі негізінен кларен құрамды, лигнин-целлюлоза тіндерінің негізінен сабақтардың анаэроб жағдайда ыдырауы нәтижесінде қалыптасқан. Оларда витриниттің мөлшері 75–80 %-тен аспайды, липтинит 5–15 % шамасында, ал инертинит 10–12 %-тен 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 бір қатар жағдайларда нашар ылғалды орман шымтезектіктерінде өткен. Бұл жағдай өсімдік тіндерінің қарқынды фюзенденуіне әкелген. Олардың құрамында инертиниттің мөлшері 50–60 %-ке жетеді (Кузнецк, Тунгус, алаптары). Инертиниттің ең аз мөлшері Печора алабының бастапқы пермь көміріне тән. Маңғолия, Индия, Қытай мен Австралиядағы пермь көмірінің петрографиялық құрамы әр түрлі 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 %-тен аспайды, сирек жағдайларда 25 %-ке дейін жетеді (Кузнецк

алабының Кольчугинская сериясы), ал липтинит – 5 %-тен 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 ерекшеліктеріне 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.

Айта кететіні, бірқатар жағдайларда көмірдің петрографиялық құрамына геологиялық уақыт және онымен байланысты өсімдік әлемі мен көмір жиналу ортасының эволюциясы емес, көп жағдайда климаттық, тектоникалық пен көміржаралудың басқа факторлары үлкен ықпал етеді. Сондықтан жасы бірдей көмірлердің өзі көбінесе әр түрлі геологиялық кезеңдерде қалыптасқан көмірден петрографиялық құрамы бойынша айтарлықтай өзгеше болады. Мысалы, Орта Азия мен Қазақстандағы мезозой кенорындарының көмірінде инертиниттің (фюзинит пен семифюзинит) мөлшері 60–70 %-тен асса, ал осы кезде қалыптасқан Канск-Ачинск пен Иркутск алаптарының көмірінде ол 10 %-тен аспайды. Бұл жағдайда өсімдіктер эволюциясы көмірдің сыртқы түрін күрт өзгерткенімен, бірақ ол өсімдіктердегі целлюлоза, лигнит, гемицеллюлоза, белоктар мен басқа заттардың арақатынасында аз әсер еткенімен түсіндіруге болатынын көреміз. Өсімдіктің – көмір жаратушы органикалық массаның құрамы біршама тұрақты болған (%): C=48–50, O_2=38–42, H=6–6,5 , N=0,9–2,3.

Сонымен, жекелеген алаптар көмірі петрографиялық құрамының ерекшеліктері, көмірлі қатқабаттың қалыптасқан уақытымен ғана емес, сондай-ақ бұл алаптардағы көмір қабаттары жаралуының геотектоникалық және палеогеографиялық жағдайларымен де анықталады.

Элементтік құрамы. Көмір химиясында элементтік құрам деп, оның органикалық бөлігіндегі негізгі элементтер – көміртек, сутек, оттек, 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 %-тен 96 %-ке 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 %-ке 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 (меркоптан, 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 күкірттіге (<1 %) Канск-Ачинск, Кузнецк және Оңтүстік Саха алаптарының көп бөлігі жатады.

Күкіртті көмірді энергетикалық мақсатта пайдаланғанда күкірт (сульфаттан басқалары) SO_2 түрінде түтін 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 металургиялық кокстің айрықша сорттарын алу үшін қолдануға келмейді деп саналады. Донбасс көмірінің құрамында фосфордың мөлшері <0,01 %, Кузбаста – 0,02 %-ке дейін, ал Қарағандыда –

>0,02 % (0,11%-ке 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 гиматомеланьдар) 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 %-тен аспайды, қоңыр көмірде 2 %-тен (Подмосковье алабы) 8%-ке 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 %-тен 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 әр түрлі қасиеттерін болжауға мүмкіндік берді. Көмір петрографиясының 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 қаблетінің сандық мәні ($R_{0,}$ %) жылтырланған беттен

шағылысқан жарық қарқындылығының оған тік түскен жарыққа қатынасымен анықталады. Бұл көрсеткіш көмірдің әр түрлі 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_0) немесе ауада (R_a) анықталған шағылыстыру қабілетінің көрсеткіші бойынша көмір метаморфизмінің шкаласы жасалған (14.2-кесте).

14.2-кесте.

Көміржаралу процесінің әр түрлі стадиясындағы витриниттің шағылыстыру қабілеті

Көмір	Стадия	R_0, %	10 Ra, шартты бірлік
Қоңыр	0_1	<0,26	<58
	0_2	0,26 – 0,41	58 – 66
	0_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
	VI	2 – 2,47	108 – 115
Антрацит	VI – VIII	2,48 – 3,49	116 – 130
	VIII – IX	3,5 – 4,7	131 – 145
	IX – X	>4,7	>145

Көмір метаморфизмі дәрежесін витриниттің шағылыстыру дәрежесі бойынша анықтаудың басқа көрсеткіштерімен (ұшпа компоненттердің шығымы V^{daf}, көміртектің мөлшері C^{daf} және т.б.) салыстырғанда бірқатар артықшылығы бар. Бұл артықшылықтарға мыналар жатады:

1) көмірлі қатқабаттың стратиграфиялық қимасында R_0 сызықтыққа жақын өзгереді;

2) R_0 көрсеткіші бойынша петрографиялық құрамы күрделі көмір метаморфизмінің дәрежесін бағалауға болады, бұл мақсатқа R_0 мәні заттың оның табиғи күйінде, оны жақпай, ерітпей және басқа деструкциялау түрін қолданбай-ақ анықтаудың маңызы үлкен.

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 бағалауға 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 қырауына 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/мм^2, тас көмірде 300–500 Н/мм^2, ал антрицитте – 2000 Н/мм^2-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 минералдық қоспалардың мөлшері артқан сайын оның тығыздығы орташа алғанда күлділіктің әр процентіне шамамен 0,1%-ке артады. Тас көмір құрамындағы петрографиялық микрокомпоненттер арасында ең тығызы 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 құрамымен 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 жаралымдығын (мысалы, кокстеуге) толық жоғалтуға дейін барады. Көмірдің тұтануына сондай-ақ оның метаморфизм дәрежесі де үлкен ықпал жасайды. Жалпы алғанда, көмір метаморфизм сатысы төмен болған сайын, оның өз бетінше тұтану қабілеті арта береді. Метаморфизмнің әр түрлі сатысы мен өз бетінше тұтануы бойынша әр түрлі 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 мен т.б. 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:

$$Q = H(AF^2 + B), \qquad (14.1)$$

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:

$$S = 4{,}73 + 0{,}73\,F. \qquad (14.2)$$

Көмірдің петрографиялық құрамы сондай-ақ сіңірілген оттек пен көмір тотыққаннан бөлінетін ($t=200^0$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. Бір қатар 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 жіктемелік 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 тақтатастардың жекелеген көрсеткіштерінің табиғи жатыс жағдайында шахта алаңдары мен кенорындар ауқымында өзгеру заңдылықтарын;

5) көмір мен жанғыш тақтатастардың сапалық сипаттамаларының өндіру процесінде және байыту нәтижесінде өзгеруін.

Ылғалдылық. Көмірде ылғалдың бірнеше түрлестері 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 105–110^0 С 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 (құрылымсызданuы) кезінде жаралады. *Гидраттық ылғал* минералдық қоспалар құрамына кіреді.

Жұмыстық массадағы жалпы ылғал W_t^r көмір сапасы көрсеткішінің негізгілерінің бірі саналады. Жер тәрізді қоңыр көмірде оның массалық үлесі 60 %-ке жетеді, тығыз қоңыр көмірде – 16 %-ке дейін төмендейді, тас көмірде 4 – 6 % болса, ал антрацитте біршама жоғарылап, 5–8 %-ке дейін жетеді.

Сыртқы ылғал көмірді вагондарда қыс кезінде тасымалдағанда (оның көмірдегі мөлшері 5%-тен 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 минералдық құрамдастарының қыздырылуы мен толық тотығуы нәтижесінде, ал кейде олардың органикалық қосылыстар құрамына кіретін элементтердің 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 минералдық қалдықтардан қалыптасады.

Сыртқы күл көмір қабаттарындағы ірілеу минералдық кіріндiлерден, сонымен қатар қабатшалар түріндегі және көмір қабаттарын сыйыстыратын таужыныстардың өндірілген көмірге қосылып кетуінен пайда болады. Ішкі күлдің мөлшері Донбастың ең таза көмір түрлестеріне 1,2–7,5 %, Кузбаста – 1,9–5,9 %, Қарағанды алабында – 3,4–9,2 %. Сыртқы күлділік көмірде n10 %-ке жетеді

Көмірде күлділіктің артуы оның жылу бөлгіштік әсерін төмендетеді, оны өңдеудің 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, CO_2, шекті және шексіз көмірсутектерден (негізінен CH_4) тұрады. Ұшпа заттардың шығымы – өте маңызды сипаттама. Ол ежелден көмірдің өнеркәсіптік жіктемесінің негізгі параметрлерінің бірі – көмірдің химиялық кемелденгендігінің көрсеткіші ретінде пайдаланылады.

Ұшпа заттардың шығымы антрацитте 10 %-ке дейін, қоңыр көмірде 40 %-тен 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, әр түрлі кенорындар көмірлерінің 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 (14.3-кесте). Максимал жылу бөлгіштік липтинитке тән.

14.3-кесте.

Метаморфизмнің әр түрлі стадиясындағы гумус көмірдің элементтік құрамы мен ең жоғарғы меншікті жылу бөлгіштігінің (құрғақ күлсіз түріне келтіріп есептегенде) өзгеруі

Метаморфизм стадиясы	C^{daf}, %	H^{daf}, %	O^{daf}, %	N^{daf}, %	Q^{daf}, МДж/кг
0_1	63 – 71	4.4 – 6.3	20 – 28	0.7 – 1	25 .3 – 28.9
0_2	65 – 76	4.1 – 5.3	17 – 24	0.1 – 1.2	25.5 – 29 .7
0_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

Біріккіштік – уатылған тас көмірді ауасыз ортада қыздырғанда оның пластикалық күйге өтіп, кеуек монолит жасау қабілеті. Көмірдің біріккіштігі метаморфизмінің I және II стадиялары шекарасында білінеді, ал III стадиясында максимумға жетіп, VI стадиясында

жойылады. Газды, қоңды, кокстелетін, жұтаң кокстелетін және жұтаң бірігетін көмірлердің біріккіштік қабілеті бар (қоңыр, ұзын жалынды, жұтаң көмір мен антрицит бірікпейді), ал көмір құрамындағы микрокомпоненттерден витринит, липтинит және жартылай семивитринит осындай қасиетке ие. Көмірдің біріккіштігі оның коксхимиялық өнеркәсіпте пайдалану мүмкіндігін анықтайтын негізгі көрсеткіш болып табылады.

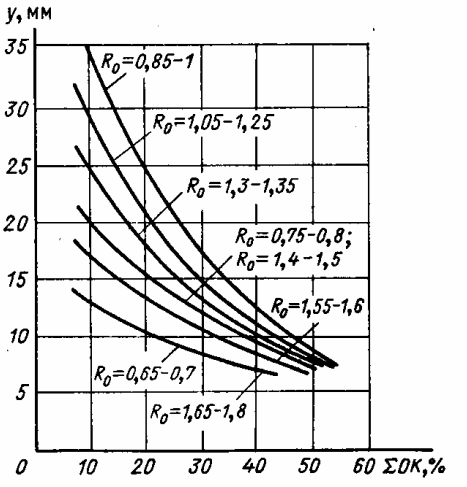
Біріккіштік туралы алғашқы ұғымды ұшпайтын кокс қалдығы – тигльде ұшпа заттар шығымын анықтаған кезде қалған балқыманың сипатын бере алады. Сыртқы түрі мен беріктігі бойынша ұнтақ тәрізді, жабысқан (жайлап басқанда ұнтаққа айналады), нашар біріккен (саусақпен жайлап қысқанда жеке кесектерге сынады), 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 антрициттің 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.

Біріккіштікті 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 (семуі) – 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 (14.1-сурет) және максимал мәні – метаморфизмнің III сатысындағы витринит көмірге R_0 = 0.86–1 сәйкес келеді.



14.1-сурет. Метаморфизмнің әр түрлі сатысындағы көмірдің пластикалық қабаты қалыңдығының құрамындағы жұтаңдатқыш компоненттер (∑ОК=If+2/3Sv)мөлшеріне байланысты өзгеруі

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) сынамаларда жүргізіледі.

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. Кокстi үлкен (Сундгрен) 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 25х25, 6х6, 1х1 және 0,5х0,5 мм елеуіштерден елеп өткізеді. Фракциялық талдау көмір сынамасын тығыздығы 1,3, 1,4, 1,5, 1,6 және 1,8 г/см^3 фракциялық ауыр сұйықтарда жекелеген кластарға бөлу арқылы жүргізіледі. Бөлшектердің ірілігі 1мм-ден кіші көмірдің фракциялық талдануы центрифугалау әдісімен жүргізіледі. Фракциялық талдау нәтижелері көмірдің жекелеген фракцияларының шығымы мен олардың сапасы анықталады. Көмірдің байытылғыштық дәрежесін шартты түрде тығыздығы 1,4–1,8 г/см^3 ортаңғы (аралық) фракциялардың жиынтық шығымын оның таужыныссыз массаға (тығыздығы 1,8 г/см^3-ке дейін) қатынасын процентпен өрнектеп анықтайды.

Байытылғыштық категориялары әр түрлі 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 әр түрлі болады. Мысалы, Қарағандының жекелеген көмір қабаттары мен Екібастұз алабының көмірі қиын байытылатын категорияларға жатады.

14. 3. Көмірдің жіктемесі және негізгі пайдалану бағыттары

Өнеркәсіптік және өнеркәсіптік-генетикалық жіктемелері

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 жіктемелер* жүйесіндегі орны бойынша анықталады. Соңғы уақытқа

дейін өнеркәсіптік жіктемелер 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 жіктемелік параметрлері ретінде мыналар қолданылған: ұшпа заттардың шығымы V^{daf} мен біріккіштігі, ол пластикалық қабаттың қалыңдығымен *y* (мм), еркін күмпию индексімен, Рог индексімен R_1, ұшпайтын қатты қалдық сипаттамасымен және т.б. өрнектеледі. Ұзақ уақыт бойы КСРО-да тас көмір тоғыз технологиялық маркаға бөлінген: ұзынжалынды *Ұ*, газды *Г*, газды майлы *ГМ*, майлы *М*, кокстi майлы *КМ*, кокстi *К*, екінші кокстi *К2*, жұтаң бірігетін *ЖБ* және жұтаң *Ж*. Кейбір алаптарда бұларға қосымша маркалар да бөлінетін.

Көмірдің өнеркәсіптік жіктемелері оның өнеркәсіптің белгілі бір салаларында қолдануға жарамдылығын анықтау үшін шешуші мәнге ие болады. Сонымен қатар тек қана химиялық-технологиялық параметрлеріне негізделген жіктемелер көмірдің әр түрлі технологиялық процестерде қолданылуын болжауға жеткіліксіз болып шықты. Өйткені жіктемелердегі технологиялық параметрлер көмір жаралудың негізгі геологиялық-генетикалық факторларының көмірдің құрамы мен қасиеттеріне күрделі әрі көп планды әсерін жеткілікті көрсете алмайды. Мұндай жіктемелер сипаттамасының жеткіліксіздігі әр түрлі алаптардағы көмірдің бірдей технологиялық топтары кокс шахталарында, сондай-ақ тіпті энергетикалық қондырғылардың өзінде өзара алмастыруға келмейтіндігімен байқалады. Бұл жіктемелердегі параметрлер бойынша көмірдің отын ретінде қолданылмайтын бағыттарының көпшілігінде жарамдылығын бағалау іс жүзінде мүмкін болмайды.

Қазба көмірдің құрамы мен қасиеттерін зерттеу саласындағы көптеген ғылыми деректерді талдау мен жалпылау, сондай-ақ көмірді тәжірбиелік-өнеркәсіптік сынау мен экономиканың әр түрлі салаларындағы көп жылдық пайдалану тәжірибесін сараптау негізінде И.И.Амосов пен оның шәкірттері мынадай қорытынды жасаған. Көмірдің ұтымды жіктемесі олардың басты ерекшеліктерін сипаттайтын параметрлерге – метаморфизміне, петрографиялық құрамы мен тотықсыздану дәрежесіне негізделуі керек. Осыған сай көмірдің *өнеркәсіптік-генетикалық жіктемесі* әзірленген (ГОСТ 25543–88 “Угли бурые, каменные и антрациты. Класификация по генетическим и технологическим параметрам”. Ол осыған дейінгі

алаптық жіктемелерді алмастырып, 1990 жылдың 1-ші қаңтарынан іске енгізілген).

Бұл жаңа жіктемеде метаморфизм сатысы көмірдің әлемдік ғылымда ең көп танылған қасиеті – витриниттің шағылыстыру қабілеті (R_0, %) бойынша анықталып, ал петрографиялық құрамы фюзенденген компоненттердің мөлшері (∑ОК, %) арқылы бейнеленеді. Тотықсыздану дәрежесін сипаттау үшін бұл жіктемеде негізінен технологиялық параметрлер пайдаланылған, олар сонымен қатар әр алап пен елдерде ұзақ уақыт бойы қолданылып келген өнеркәсіптік жіктемелерді байланыстырушы буын ролін атқарады.

Технологиялық параметрлер ретінде мыналар қабылданған:

1) қоңыр көмір үшін – күлсіз күйдегі максимал ылғалсыйымдылығы W_{max}^{af} пен 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 y және Рог индексі R_1;

3) антрацит үшін – құрғақ күлсіз күйдегі ұшпа заттардың көлемдік шығымы V_{ob}^{daf} мен витринит шағылыстыруының анизотропиясы A_r.

Бұл параметрлер қазіргі кезде көмірді әр түрлі 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_0, A, W, V, y, Q және т.б. мәндері анықталады. Жіктемелік параметрлерді анықтау төмендегі мемлекеттік стандарттарға сай жүргізілу керек:

1) витриниттің шағылыстыру көрсеткіші R_0 – ГОСТ 12113–83;

2) таза көмірге келетін фюзенденген компоненттердің мөлшері ∑ОК – 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 $А_г$ – ГОСТ 12113 – 83.

Қазба көмір витриниттің шағылыстыру көрсеткішінің орташа мәні R_0, 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 (14.4-кесте).

14.4-кесте

Қазба көмірдің түрлері.

Көмірдің түрі	R_0, %	Q_s^{af}, мДж/кг	V^{daf}, %
Қоңыр	<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 ∑ОК=*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. Антрациттер 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 *y* 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 (*1Қ, 2Қ, 3Қ*), 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.

Қазба көмірді халықаралық жүйе бойынша кодтау

Еуропада қазіргі кезде көмір бойынша Еуропаның экономикалық комиссиясы (ЕЭК) 1987 ж. қабылдаған кодтаудың халықаралық жүйесі әрекетте, бұл жүйені ЕЭК 1988 ж. бекіткен. Ол 1956 жылғы жіктемелік жүйені алмастырды.

Көмірді рангтары бойынша бөлу қабылданған, осыған сәйкес төменгі, ортаңғы және жоғарғы ранг көмірі бөлінеді. Төменгі ранг көмірі – қоңыр көмірге, ортаңғы ранг – тас көмірге, жоғарғы ранг – антрацитке сәйкес келеді. Қабылданған кодтау ортаңғы және төменгі рангты көмірді сипаттауға бағытталған. Кодтау 8 параметрден тұратын жүйеге негізделген. Ол бір жағынан – көмірдің айрықша ерекшеліктерін толық сипаттаса, ал екінші жағынан – біршама қарапайым болғандықтан, оларды жеткілікті жабдықталған лабораторияда оңай анықтауға болады. Мұндай көрсеткіштерге жататындар:

1) витриниттің шағылыстыру қабілеті;
2) витриниттің рефлектограммасы, яғни көмірдегі шағылыстыру қабілеті әр түрлі витриниттердің мөлшері;
3) көмірдің мацералдық (микрокомпоненттік) құрамы;
4) еркін күмпию индексі – көмірді жылдам қыздырған кездегі біріккіштігінің сипаттамасы, ол балқыманың пішіні бойынша бағаланады;
5) ұшпа заттардың шығымы;
6) күлділік;
7) күкірттің жалпы мөлшері;
8) ең жоғары қызу бөлгіштігі.

Еуропада қабылданған жалпы жіктеме бойынша төменгі ранг көмірлеріне ең жоғары қызу бөлгіштігі (ылғал күлсіз күйде) 24 мДж/кг шамасына дейінгі және витринит шағылыстыруының орташа көрсеткіші $\check{R}_r$ < 0.6 % көмір жатады. Аталған ылғал күлсіз күй W^{af} <20% болады. Жоғарылау (ортаңғы және жоғарғы) ранг көмірлеріне жататындар:

1) ең жоғары қызу бөлгіштігі (ылғал күлсіз күйде) $Q^{af} \geq$ 24 мДж/кг (5800 ккал/кг);

2) ең жоғары қызу бөлгіштігі (ылғал күлсіз күйде) 24 мДж/кг-ға дейін, ал бірақ витринит шағылыстыруының орташа көрсеткіштігі $\check{R}_r \geq 0.6$ % болады.

Ортаңғы және жоғарғы ранг көмірлерін кодтау жүйесінде көмірді сипаттау үшін жоғарыда келтірілген 8 параметрге негізділген

14 таңбалы код пайдаланылады, ол көмірдің рангі, типі мен маркасы туралы ақпарат алуға мүмкіндік жасайды:

a) витринит шағылыстыруының орташа көрсеткіші (%) – екі цифр;

b) рефлектограмманың сипаттамасы – бір цифр;

c) мацералдық (микрокомпоненттік) құрамның сипаттамасы – екі цифр;

d еркін күмпию индексі – бір цифр;

e) құрғақ күлсіз күйде ұшпа заттардың шығымы – екі цифр;

f) құрғақ күйдегі күлділік (массаға проценті) – екі цифр;

q) құрғақ күйдегі күкірттің жалпы мөлшері (массаға проценті) – екі цифр;

h) құрғақ күлсіз күйде ең жоғары қызу бөлгіштік (мДЖ/кг) – екі цифр.

Көмірдің негізгі параметрлері бойынша кодтау мысалы 14.5-кестеде келтірілген.

14.5-кесте.

Кодтаудың мысалы (кокстелетін көмірдің кестедегі параметрлері бойынша)

Параметр	Мәні	Коды
a) витринит шағылыстыруының орташа көрсеткіші	1,23	12
b) рефлектрограмманың сипаттамасы	S=0,16 Үзіліссіз	1
c) мацералдық құрамы (көлемге %):		
- инертинит	16	1
- липтинит	7	2 12
d) еркін күмпию индексі	8	8
e) ұшпа заттар шығымы, %	28	28
f) күлділік (құрғақ күйдегі), % массаға	75	07
q) күкірттің жалпы мөлшері (құрғақ күйдегі), %	0,76	07
h) ең жоғары қызу бөлгіштік (құрғақ күлсіз күйдегі), мДж/кг	35,9	35

Код нөмірі: 121128070735

Егер параметрлердің біреуі жоқ болса (мысалы, антрацитте күмпию индексі көрсетілмейді), онда бір таңбамен белгіленетін параметрдің орнына "х" белгі, ал екі таңбалыға – "хх" белгілері қойылады. Көмірдің кодын анықтау үшін ортаңғы және жоғарғы ранг көмірінің жалпы кодталу жүйесі жасалған.

Тауарлық 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. Тауарлық көмір өнімдерінің сапасын анықтайтын негізгі табиғи факторларға жататындар: көмір қабаттарын құрайтын органикалық заттардың метаморфизмі, петрографиялық құрамы мен тотықсыздану дәрежесі; көмірдегі минералдық компоненттер, зиянды және улы қоспалардың мөлшері, құрамы мен таралу сипаты; көмір қабаттарының қалыңдығы, жатыс жағдайлары мен бұзылғандық дәрежесі.

Тауарлық өнімдер құрамы мен қасиеттерінің тұрақтылығына негізінен көмір сапасының сипаттамалары ретінде қабылданған сандық параметрлердің (шахта мен карьер алаңдары ауқымында) өзгергіштігі әсер етеді. Бұл өзгергіштік көмір қабаттарының созылымы мен еңістігі бойынша, көп қабатты кенорындарда қабаттан қабатқа қарай және жекелеген қалың көмір қабаттары қимасында будадан будаға дейін өзгереді.

Көмір кенорындарының аталған ерекшеліктерінің барлығы шахталар мен қималарды жобалау процесінде міндетті түрде ескерілуі керек. Көмір орындарын игерудің осы сатысында сапасы бойынша тұрақты әрі шығындары минимал көмір өнімдерін алуды қамтамасыз ететін кен өнеркәсіптерінің негізгі параметрлері анықталады. Жөнелтілетін өнімдер сапасының шығын мөлшерін ең аз және оларды сатқанда пайда мөлшерін ең жоғары деңгейде ырықтауды қамтамасыз ететін оңтайлы технологиялық шешімдер таңдалады.

Негізгі алаптарда кенорындарды игерудің қазіргі күйіндегі жағдайларын кен кәсіпорындарын реконструкциялау кезінде де ескеру керек және осы кезде қалыптасқан нақты жағдайларда әрекет ету қажет.

Шахталар мен разрездерден жөнелтілетін көмірдің сапасын тұрақтандыруға кен жұмыстарының күнтізбелік жоспарын сауатты жасау, жекелеген қабаттардың өндірістік ұңғыларындағы

(забойларындағы) ықтимал күрделі жағдайларында көмір сапасын түзету үшін буфер сыйымдылықтарды дер кезінде бөлу арқылы да қол жеткізуге болады.

Көмірді өнеркәсіпте пайдалану

Жаңғыш қатты қазбалардың негізгі бөлігі – өндірісінің 96%-тен астамы электр жылу энергиясын алу үшін, металлургиялық кокс пен коммуналдық-тұрмыстық отын ретінде қолданылады. Тек 4%-ке 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 әр түрлі.

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.

Кокс жасау қабілетіне қарай кокстелетін көмір бес категорияға бөлінеді. Қазір қолданып жүрген көмір жіктемелерінде әр категорияға белгілі бір маркалар сай келеді. *К* және *КМ* маркалы кокстелетін көмірлер басқа көмірлермен араластырмай-ақ кондициялық домна коксін береді.

М және *ГМ* маркаларының қоңды көмірі басқа көмірдің араласуынсыз жақсы балқыған, бірақ көп уатылғыш кокс жасайды, олардың физикалық-механикалық сипаттамасы домна кокстеріне қабылданғандардан төмен болады. Қоңды көмірден домна коксін кокстелетін немесе жұтаң кокстелетін көмірлермен бинарлық қоспалардан оңай алуға болады. *КЖ* және *ЖБ* маркалы көмірден қоңды көмірмен араластырмай өндірілген кокстің желінгіштігі мен физикалық-механикалық сипаттамалары жоғары болғандықтан, домна коксіне сай келмейді.

Г маркалы газды көмір басқалармен араластырмаса да біршама балқыған кокс береді, бірақ ол беріктігі төмендегімен айрықшаланатын "саусақ тәрізді" ұсақ кесектерге оңай бөлінеді. Бұл көмір қазіргі кокс пештерінде шихтаны тек қана жақсы кокстелетін көмір қоспасынан даярлайтын кәдімгі технологиямен домна коксін алу үшін қолданылуы мүмкін. *НБ* маркалы нашар бірігетін көмірден басқа тиісті көмірмен араластырмай кесек кокс жасалмайды. Домна коксі тек

қана қоңды көмір қоспасымен бірге (оның мөлшері қоспада 70–85%-тен аз болмау керек) болғанда алынуы мүмкін.

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.

Коммуналдық-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.

14. 4. Көмір қабаттарының морфологиясы

Көмір қабаты деп көмірлі заттан тұратын, ауданы едәуір алаңда 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. айрықшалатын көмірдің әр түрлі петрографиялық типтерінің алма-кезек ауысуы мен қатталуы түрінде білінеді.

Қабаттылық өсімдік тіндерінің фюзендеген фрагменттерінің шоғырлануына, жекелеген қабаттардың витрен линзалары мен қабатшаларына әркелкі қанығуына, қабаттың кейбір горизонттарында әр түрлі тасберіштік жаралымдардың орналасуына және көмірдің жекелеген петрографиялық типтерінде минералдық қоспалар мөлшерінің әр түрлі болуына байланысты. Әсіресе көмір қабаттарындағы қабаттылық қималарда минералдық немесе көмірлі-минералдық таужыныстардың линзалары, қабатшалары мен қабаттары болғанда айқын білінеді. Қабаттардағы көмір қабатшаларын *будалар* деп атайды. Бірнеше көмір будаларынан тұратын қабаттар қабатаралық таужыныстар қабатшаларынан тұрады, бұл барлық көмір алаптарында кең таралған.

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 әр түрлі 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 (14.5-сурет).

Қабат шаның қалың-дығы, м	Баагана	Көмір будасы, м	W^a, %	A^d, %	V^{daf}, %	S_t^d, %	y, 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	83,8	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



14.5-сурет. Көмір қабаты будаларының құрамы мен қасиеттерінің егжей-тегжейлі сипаттамасы:
1–3 –көмір литотиптері: 1–жалтырақ, 2–жартылай жалтырақ, 3–жартылай күңгірт, 4–көмірлі сазтас (аргиллит)

Көмір қабаттарын құрылымдық белгілері, қалыңдығы мен жатыс 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 – >15м.

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.

Көмір қабатының жұмыстық қалыңдығы мен құрылысын шахта алаңы ауқымында сақтау қасиеті бойынша, оның ұстамдылық дәрежесі бағаланады. Көмір қабатының қалыңдығы мен құрылысының ұстамдылығы кен орынның өнеркәсіптік құндылығы мен оның өндіріс жағдайларын анықтайтын негізгі факторларға жатады. *Ұстамдылық дәрежесі* бойынша көмір қабаттары үш топқа бөлінеді:

1) ұстамды – көмірдің қалыңдығы, қабатының құрылысы мен сапасы шахта алаңы, ал кейде бірнеше шахта алаңдары ауқымында осы ауданға тән орташа көрсеткіш шамасынан шамалы ғана ауытқиды, қабаттың бейжұмыстық бөлікшелері болмайды;

2) біршама ұстамды – шахта алаңы ауқымында қабаттың қалыңдығы мен құрылысы және көмір сапасының негізгі

көрсеткіштері едәуір ауытқиды, бірақ қабат шахта алаңының үлкен бөлігінде өзінің өнеркәсіптік мәнін сақтайды; қабаттың бейжұмыстық бөлікшелері болғанда, жұмыстық қабаттың бейжұмыстыққа өтуін анықтайтын көрсеткіштер өзгерісінің айқын заңдылықтары анықталады;

3) ұстамсыз – қабаттардың қалыңдығы мен құрылысының немесе көмір сапасының көрсеткіштерінің күрт өзгергіштігі салдарынан олар шахта алаңы ауқымындағы көптеген бөлікшелерде жұмыстық мәнін жоғалтады.

Көмір қабатының кеңістіктегі ұзындығы, оның ұстамдылығы өзі жаралған фациялық және геотектоникалық жағдайларға байланысты болады. Ең қолайлы жағдайлар жағалау-теңіз (лагуна) седиментациясында, қолайсызға – жағалау-құрлық (өзеннің атырауы мен сағасы) жағдайлары жатады. Бірқатар жағдайларда ұстамды қабаттардың пайда болуына континентіштік көл-батпақ көмір жиналуы да қолайлы саналады.

Еңістік бұрышына байланысты жайпақ (еңістік бұрышы <18°), еңіс (19–35°), 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 әр түрлі болады, мұнда конгломерат, гравелит немесе құмтастар да жата береді. Донбаста бірқатар жағдайларда қабаттар жабынында әктас кездеседі. Жабынның сыныкты таужыныстары анық қабаттылығымен сипатталады. Оларда көбінесе өсімдік қалдықтары, кейде әр түрлі 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 әр түрлі бағытта жарып өтетін өсімдіктердің тамыр жүйесіне байланысты, ал олардың сақталғандық дәрежесі әр түрлі болады. Көбінесе тамыр қалдықтары бойынша сидериттену процесі дамиды, осының нәтижесінде пішіні әр түрлі тасберіштер

пайда болады. Жентек құрылысты табан таужыныстарын кеншілер "бұйралаң" деп атайды.

Қабатіштік таужыныс қабатшаларының қалыңдығы әр түрлі болады. Олардың құрамы негізінен сазды, кейде құмайтты; көбінесе көмірлі заттың (көмірлі сазтас пен құмайттас) біршама мөлшері байқалады. Бірқатар жағдайларда көмір қабаттарында каолинит қабатшалары ("тонштейн", "флинтклей") кездеседі.

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 минералдық қоспалар мөлшері жоғары буда арқылы жасалады.

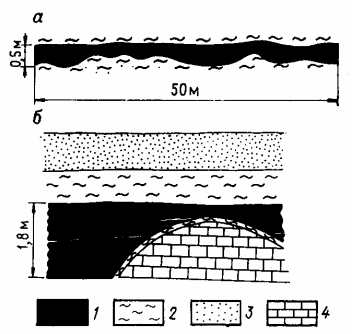
Ең көп таралғаны – үшінші және төртінші типті жапсарлар.

Көмір қабаттарының бұзылыстары

Көмір қабатының бұзылысы деп оның қалыңдығының, құрылысының немесе жатысының өзгерістерін айтады. Олар кен қазу жұмыстарын жүргізуге көп ықпал етеді. 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 минералдық 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 әр түрлі сатыларында да жаралады.

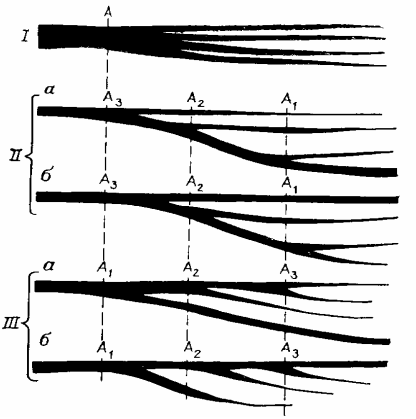
Сингенезисті бұзылыстарға көмір қабаттары табанының бейтегістігі жатады. Мұндай қабаттар қалыңдығының өзгеруі шымтезек жиналған беттің бейтегістігіне байланысты. Мәселен, көне бедердің қырат бөлікшелерінде, олардың айналасындағы төмендеу бөлікшелерінің барлығы шымтезек массасына толып, алаптың беті барлық 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 (14.6-сурет).



14.6-сурет. Донецк (а) мен Подмосковье (б) алаптарында шымтезектік түбінің бейтегіс болуына байланысты қабаттар қалыңдығының өзгеруі:
1–көмір; 2–саз (аргиллит); 3–құм; 4–әктас

Бұл типті бұзылыстарға көмір қабаттарының тарамдалуы, жұқаруы мен фациялық алмасуы да жатады (14.7-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 минералдық қабатшалар қалыптасады, олардың қалыңдығының артуы көмір қабаттарының тарамдалуына, ал кейде жұқарып барып толық сыналанып кетуіне әкеледі.



14.7-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; $А_1$–$А_3$ – қабаттың тарамдалу нүктелері; А – тұрақты көмір жиналу бөлікшесі

Шымтезекті батпақтың жекелеген бөлікшелеріне минералдық заттардың едәуір мөлшерде әкелінуі көмір қабаттарының көмірлі таужыныстармен фациялық алмасуының негізгі себебі болып табылады. Көмір қабаттары мен таужыныс қабатшалары қалыңдығының өзгеруі және қабаттардың тарамдалуы іс жүзінде барлық көмір алаптарында байқалады.

Шымтезектіктер жаралған кезде олардың өзен эрозиясына ұшырауы жиі орын алған. Шымтезек жатынын қиып өткен уақытша немесе тұрақты су ағындарының әрекеті көмір қабаттарында көмірді алмастыратын конфигурациясы күрделі аллювийлік түзілімдердің таспалары түрінде білінеді. Көмір қабатына сингенезисті шайылымдар көбінесе оның табаны мен жабыны ауқымынан шықпайды.

Көмір қабаттарының кейбір фациялық алмасулары аллохтондық көмір жаралу кезінде пайда болады. Осыған байланысты көмір массасының минералдық 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.

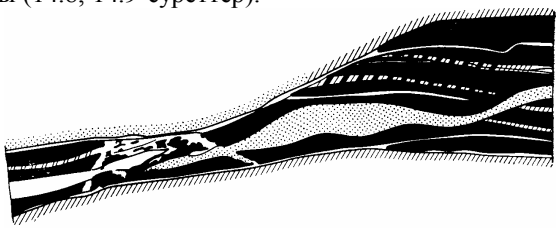
Көмір қабаттарын өндірген кезде механикалық беріктігінің жоғарылығымен сипатталатын көмірлі бүйректер – шымтезек-доломит тасберіштері едәуір қиындық туындатады. Жалпы пішіні линза тәрізді болғанымен олар біршама жалпақтау, көбінесе бұрыс шар пішінді болады. Бүйректердің өлшемі қалыңдығы бойынша 0,05–0,25 м, кейде >0,5 м. Олардың диаметрі де күрт өзгереді – әдетте 0,2 – 2 м.

Көмір бүйректері қабаттың әр түрлі бөліктерінде орналасады, бірақ әр қабатта олар белгілі бір будада немесе көмір қабатшасында болады. Көмір бүйректерінің өздері орналасқан көмірмен шекарасы күрт болып келеді. Көмір бүйректерді өте тығыз қоршап жатады. Олардың көпшілігі химиялық құрамы бойынша ұқсас келеді, әкті тасберіштерден, шамалы мөлшерде доломит, сидерит және терригендік материалдан тұрады. Жекелеген жағдайларда басты минералы пирит болатын тасберіштер, сонымен қатар олардың құрамында құм-саз материал мен органикалық зат кездеседі.

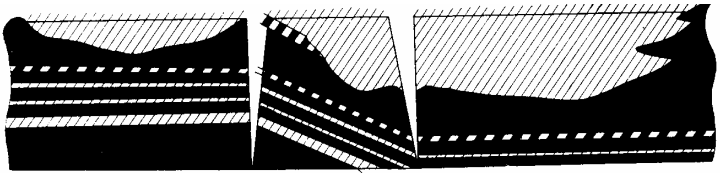
Кейбір жағдайларда қабаттар жабынында көмір бүйректері сияқты гемогендік минералды қабатшалар (тасберіштер) мен ағаштың тасқа айналған діңдері кездеседі. Мұндай қабаттардың қалыңдығы 5–35 см аралығында өзгереді. Тасқа айналған ағаш діңінің диаметрі 60 см-ге жетеді. Бұл жаралымдар құрамы әр түрлі таужыныстардың жапсарында орналасады, көбінесе ұсақ түйірлі құмайттас пен саз тас

қабаттарында кездеседі. Кейде олар көмір қабаттарының жалған немесе тікелей жабыны мен табанын жасайды. Көмір бүйректері мен минералданған ағаш діңдері 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 қорыстық қасиеттерімен, тектоникалық әрекетімен, карст құбылыстарымен және магмалық таужыныстар енуімен сипатталады (14.8, 14.9-суреттер).



14.8-сурет. Эрозиялық сингенезисті шайылым
(Қарағанды алабының Саран бөлікшесі)



14.9-сурет. Эпигенетикалық типті шайылым (Қарағанды алабының Саран бөлікшесі)

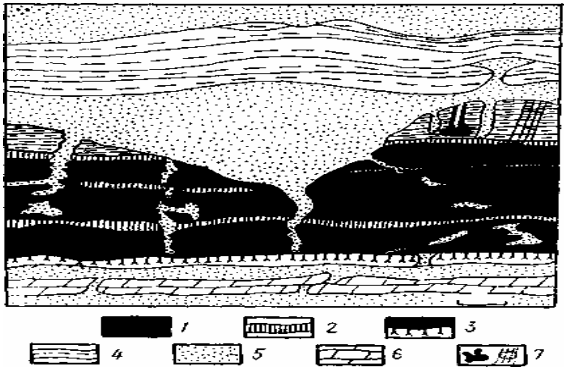
14.6-кесте.

Көмір қабаттары шайылымдарының жіктемесі
(Д.В. Васильев бойынша*)*

Шайылымдар	Тобы	Типі	Шайылуға ұшыраған көмірлі қатқабаттың бөлігі
Жыраөзендік	Сингенезисті	I II	Көмір қабаты Көмір қабаты мен жабыны
	Эпигенезисті	III	Көмір қабаты мен оны жауып жатқан көмірлі свита түзілімдерінің барлығы
Теңіздік	Сингенезисті	IV V	Көмір қабатының беткі жағы (ойпаңдар мен ұзыншақ қазаншұңқырлар) Жекелеген бөлікшелердегі көмір қабаты (алаңдық шайылу)

Эпигенезисті шайылымдар жыра-өзен мен теңіздерде жаралғандығы бойынша бөлінеді (14.6-кесте). Жыра-өзен шайылымдары біршама көптеген көмір алаптарында кең таралса, теңіз шайылымдары аз кездеседі. Жалпы олардың барлығы шектеуі дамығандығымен сипатталады. Кейбір жағдайларда олар үлкен аудандарды қамтып, көмір қабаттарын жауып жатқан таужыныстарымен қоса толық немесе жартылай жойып жіберетіні де кездеседі. Мұндай шайылымдар көмір өндіруді едәуір күрделендірумен қатар, жабынды ырықтауда оның литологиялық құрамының күрт өзгергіштігіне байланысты қиындатады.

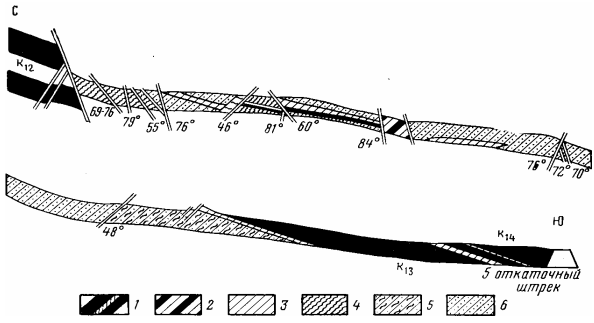
Көмір қабаттарына кластикалық материалдар қабаттың үстінде немесе астында жатқан қорыс қабатшаларынан жарықшақтар бойынша кірігеді. Олар көмірлі қатқабаттың катагенез процесінде литификацияланады да механикалық беріктігі жоғары құмайттас пен ұсақ түйірлі құмтасқа айналады. Нәтижесінде қабаттың көмір массасында *кластикалық дайкалар* деп аталатын бөгде денелер кездеседі. Олардың қалыңдығы әр түрлі – бірнеше см-ден бірнеше м-ге дейін, ал ұзындығы ондаған м-ге жетіп, көмір қабаттарын өндіруді едәуір күрделендіреді (14.10-сурет).



14.10-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

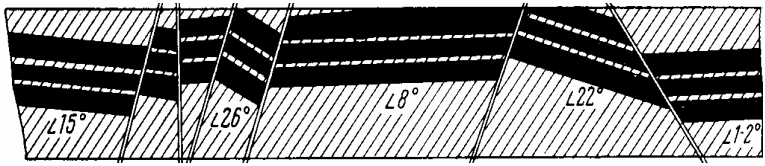
Тектоникалық әрекеттер салдарынан көмір қабаттарында экзогендік жарықшақтар пайда болады. Бұл жарықшақтар қарқынды дамыған жерлерде көмір псевдопластикалық күйге түседі, көмір қабаттарында бунақтар мен делдиюлер жаралады. Көмір ұнтақталады, жабыны мен табанындағы таужыныстардың орнықтылығы бұзылады,

көмір минералдық қоспалармен ластанады. Кейбір жағдайларда тектоникалық әрекеттен көмір қабаттары өзінің өнеркәсіптік құндылығын толық жоғалтады (14.11 және 14.12-сурет).



14.11-сурет. Қарағанды көмір алабы Майқұдық лықсымасының аспалы қанатында кен жұмыстары анықтаған геологиялық бұзылыстар белдемі ($к_{12}$ қабат):
1 – көмір; 2 – көмірлі саздтас; 3 – саздтас; 4 – жаншылған саздтас; 5 – құмайттас; 6 – құмтас

Көмірлі қатқабатқа қабаттық интрузиялар мен дайкалар түрінде енген магмалық таужыныстар төңірегінде көмір физикалық-механикалық және химиялық-технологиялық өзгерістерге түседі. Сонымен қатар қабаттық интрузиялар көбінесе қабаттың бір бөлігін немесе оны тұтас кесіп түседі, көмір массасын ластайды (14.13-сурет).

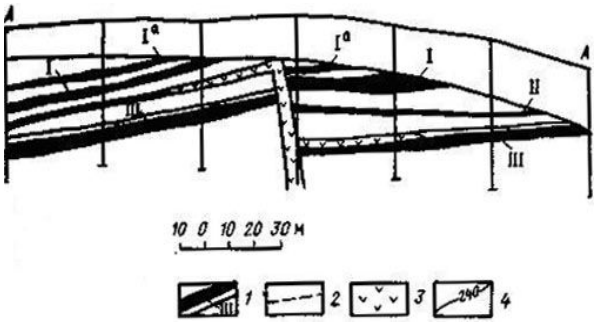


14.12-сурет. Жарылымның топсасына орналасқан майда амплитудалы айырылымдар жүйесі (Қарағанды алабы, $к_{18}$ қабат)

Карст білінімі көмірдің астындағы таужыныстардың опырылуына әкеледі, осы шектеулі бөлікшеде көмір қабаттарының қалыңдығы өзгеріп, көмірді қиратады.

Бірқатар алаптарда (Кузнецк, Канск-Ачинск, Забайкалье және т.б.) көмір қабаттарының жанып кетуі кең таралған (14.14-сурет). Жану тереңдігі геологиялық, геоморфологиялық және гидрогеологиялық жағдайларға байланысты әр түрлі 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.

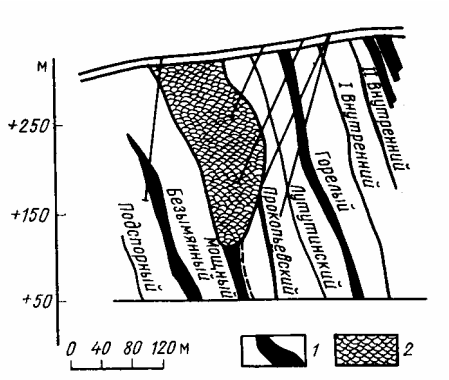


14.13-сурет. Кайеркан кенорнының геологиялық қимасы (*а*) мен карьер алаңындағы *III* қабатының гипсометриялық планы (*б*) (*В.Ф. Твердо-хлебов* бойынша*): 1–көмір қабаттары мен олардың нөмірі; 2–жарылымдар; 3–магмалық таужыныстар; 4–III қабаттың изогипсасы*

14. 5. Көмірлі қатқабат

Көмірлі қатқабат шөгінді таужыныстар комплексінен тұрады, оның міндетті құрамдас бөлігі – көмір қабаты. Көмірлі қатқабаттарды құрайтын таужыныстар негізінен сынықты және әр түрлі 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 әр түрлі болады. Бұлардың бәрі шөгінді жиналудың әр түрлі фациялық жағдайларда өткенін көрсетеді. Сонымен қатар көмірлі қатқабаттың таужыныстары арасында тығыз парагенетикалық байланыс байқалады. Көмірлі қатқабаттарда әр түрлі мөлшер мен жиынтықта мынадай фациялар тобы кездеседі: теңіз (негізінен жағалаулық), көл, жағалау фациялары, батпақ, өзен, шығарынды конустар (пролювийлік) және вулканогендік.



14.14-сурет. Кузнецк алабындағы көмір қабаттарының жанып кетуі (*Э.М. Пах* пен *Э.М. Сендерзон* бойынша*): 1 – көмір; 2 – күйген таужыныстар («күйгентастар»)*

Көмірлі қатқабат түзілуінің палеогеографиялық жағдайы әр бір нақты жағдайда фациялар комплексі мен оларды құрайтын таужыныстардың негізгі петрографиялық белгілерін анықтайды. Таужыныстардың түсі негізінен сұр, кейде күңгірт-сұр болады. Көлбеу (параллель) қабаттылықпен қатар белес немесе қиғаш қабаттылық кездеседі, ол түйірөлшемдік құрамы мен түсі әр түрлі қабатшалар бойынша, немесе көмірленген өсімдік детриттерінің жиынтығы бойынша сипатталады. Шахталар мен қималарда ашылатын сынықты таужыныстарды біркелкі сипаттау үшін, олардың бірегей жіктемесін пайдалану керек (14.7-кесте).

Көмірлі қатқабаттарға өзара ұқсақ таужыныстардың қимада көп дүркін қайталануы және түйірөлшемдік құрамы әр түрлі 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.

14.7-кесте.

Сынықты шөгінді таужыныстардың жіктемесі

Сынықтар	Қопсық		Цементтелген	
өлшемі, мм	жұмырланған	үшкір	жұмырланған	үшкір
>100	Дөңбектас	Жақпартас	Конгломерат: тасдөңбекті	Брекчия: Тасжақпар-лы
50-100	Малтатас: ірі	Шақпатас: ірі	ірі малтатасты	ірі малтатасты
10-50	ұсақ	ұсақ	ұсақ малтатасты	ұсақ малтатасты
1-10	Гравий	Тасшағыл	Гравелит	Шағылтас
0,5-1	Құм: ірі түйірлі		Құмтас: ірі түйірлі	
0,25-0,5	орташа түйірлі		орта түйірлі	
0,1-0,25	ұсақ түйірлі		ұсақ түйірлі	
0,05-01	Құмайт: ірі түйірлі		Құмайттас: ірі түйірлі	
0,01-0,05	ұсақ түйірлі		ұсақ түйірлі	
<0,01	Саз		Сазтас	

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 өзгеретін 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 әр түрлі 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.

14. 6. Көмір кенорындарының жалпы сипаттамасы

Көмірлі формациялардың, алаптар мен кенорындардың жіктемесі

Көмір кенорны – құрамында экономикалық тиімді өндіруге жарамды көмір қабаттары бар көмірлі түзілімдерден тұратын жер қыртысының бөлігі. Кенорын алаптың бөлігі болуы мүмкін (мысалы, Майкөбен 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 түзілімдердің 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 шығып 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.

XX ғ. 30-шы жылдарының басында Г.Л.Иванов негізінен геотектоникалық белгілер негізінде көмірлі формацияларды үш типке бөлген: геосинклиндік, аралық (өтпелі) және платформалық.

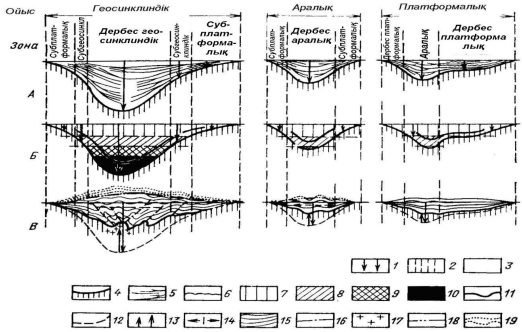
Көмір алаптары мен кен орындарының көмірлі түзілімдер жіктемесінің әр түрлі сұлбаларын жасаумен әр кезде танымал геологтар П.В. Васильев, Ю.А. Жемчужников, М.К. Коровин, Г.Ф. Крашенниников және т.б. айналысқан. Г.Ф.Крашеннини-ковтың тектоникалық жіктемесінде көмірлі формациялар геосинклиндік пен платформалылықтарға ғана бөлінген. Ал геосинклиндік формациялар арасында көміржиналудың мынадай үш белдемі: ішкі (ең жылжығышы); шеткі және тұрақталған; шеткі және ішкі – олар көмірлілігі, қатпарлылығы мен көмірдің сапасы бойынша күрт айрықшаланады; ал платформалық типті көмірлі формациялар арасында екі: жас және жылжығыш; көне және тұрақты көмір жиналу белдемдері бөлінеді.

Жер қыртысының геосинклиндік пен платформалық белдемдері туралы ілімнің дамуына байланысты көмірлі алаптардың жіктемесі нақтыланған және бөлшектенген. Г.А. Иванов 1959 ж. геотектоникалық режим мен палеогеографиялық жағдайлары бойынша бөлшектенген көмірлі алаптар мен формациялардың генетикалық жіктемесін ұсынған (14.8-кесте).

Г.А. Иванов бөлген алап типтері көмірлі қатқабаттардың қалыңдығы, көмір қабаттарының саны, көмір метаморфизмі, сыйыстырушы таужыныстардың өзгеру дәрежесі, көмір қабаттарында бұзылыстардың пликативтік (қатпарлы) пен дизъюнктивтік формаларының дамуы және бір қатар басқа белгілер бойынша ажыратылады.

Көмірлі формациялардың генетикалық жіктемесі (*Г.А. Иванов* бойынша) 14.8-кесте.

Бөлік-темелер	Көмірлі формациялар					
	геосинклиндік			аралық	платформалық	
	Эвге осин-клиндік	алдыңғы және оларға балама ойыстар	миогео-синклиндік		көне	жас
Типтер (геотектон икалық режимі бойынша)	Орталық ойыстар, геосинкли ндердің ең жылжыма лы белдем дері	Ішкі және алдыңғы (шеткі) ойыстар	Ішкі ойыстар	Аралық ойыстар	Ішкі және сыртқы тұрақты немесе жылжымалы (белсенділенген) ойыстар	Әр түрлі жарылым маңындағы мұраланған ойыстар, тұз-күмбез бұрылымдар және т.б.
Типшелер (жалпы ландшафт бойынша)	Тау аралық	Тау аралық және тау алды	Тау алды	Тау аралық	Жазық пен тау аралық	Тау аралық
Түрлер (жалпы басым фациялық жағдайы бойынша)	Жағалау -теңіз	Жағалау-теңіз бен жағалау алаптарынан (негізінен лагуналық) жағалау континенттікке (өзендердің сағасы мен атырауы) дейін	Жағалау-теңіз; жағалау-континент	Жағалау-алаптардан (негізінен лагуналық) континен-тіштікке дейін	Жағалау-теңіз; жағалау-континент	Континент-іштік
Типтік мысал-дары	Оралдың шығыс беткейін дегі кен орындар, Род-Айленд	Кузнецк, Қарағанды, Донецк, Печора, Рур, Аппалач алаптары, т.б.	Кизеловск алабы	Минусин, Улучхем, Бурея алаптары	Подмосковье, Тунгус, Канск-Ачинск, Днепропе-тровск алаптары	Кузнецк, Челябинск, Оңтүстік Орал алаптары және т.б.



14.15-сурет. Белесті ойыстардың негізгі типтерінде көмірлі формациялардың жаралу мен өзгеруінің сұлбасы (*Г.А. Иванов бойынша*):
А–белесті ойыстардың негізгі типтері мен белдемдері; Б–көмір метаморфизмінің белдемділігі; В–көмірлі формациялар тектоникасы мен қирауының (шайылуының) белдемділігі; 1–ойысу амплитудасы; 2–белдемдер арасындағы шекара; 3–көмірлі формациялар; 4–олардың астындағы жаралымдар; 5–көмір қабаттары; 6–формацияіштік шайылымдар (стратиграфиялық үзілістер); 7-10–көмір түрі: 7–қоңыр және ұзынжалындыға өтпелі; 8–ұзынжалынды және газды; 9–қоңды, коксті және жұтаңданған-біріккіш; 10–жұтаң және антрацит; 11–әр ойыста метаморфизмнің көлбеу белдемділігі көрінетін көмір қабаттарының бірі; 12–ойысудың максимал тереңділігінің контуры; 13–көтерілім амплитудасы; 14–тангенциал кернеулер; 15–қатпарлар; 16–жарылымдар; 17–магма ошақтары; 18–формацияның эрозиялық кесілім беті; 19–формацияның шайылған бөлігі

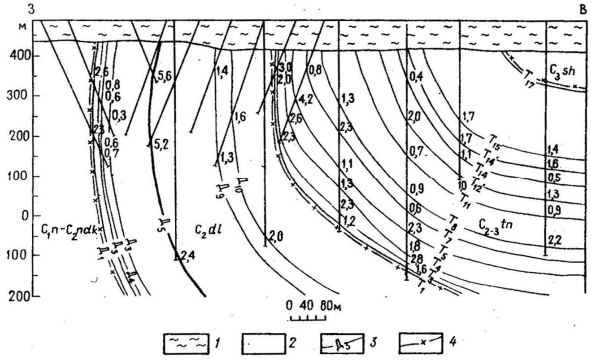
Геосинклиндік типті алаптарда көмірлі түзілімдердің қалыңдығы 2–10 км және одан да көп, ал платформалық типті алаптарда – ондаған, кейде жүздеген метр ғана болады. Геосинклиндік типті алаптардың көмірлі қатқабаттарында жүздеген көмір қабаттары кездеседі. Олар негізінен жұқа болғанымен, бірақ ауданы бойынша 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. Ойыстардың әр түрлі типтерінде көмірлі формациялар жаралуының ерекшеліктері 14.15-суретте көрсетілген.

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%-ке 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 (Ұ) маркалы көмір дамыған аудандарда 5–10 МПа болса, ал антрацит таралған аудандарда 150–200 МПа шамасына дейін жетеді.

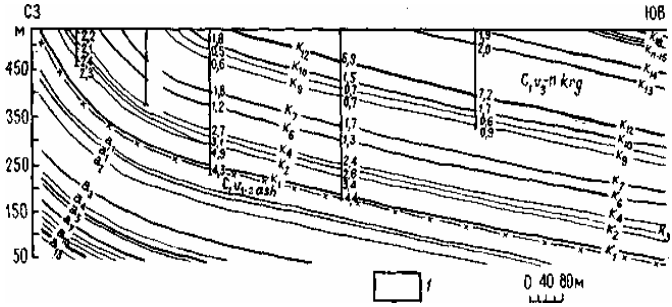
Платформалық типті алаптарға көбінесе шамалы өзгерген, көмірлену дәрежесі төмен, негізінен қоңырқай жер тәрізді және тығыз күңгірт, кейде тығыздалған және цементтелген көмір тән.

Геосинклиндік алаптар платформалықтардан қатпарлылық пен жарылымдық бұзылыстар сипаты бойынша күрт айрықшаланады. Геосинклиндік алаптарда көмірлі түзілімдер әдетте қатпарларға мыжылады және әр түрлі жарылымдық бұзылыстармен қирайды. Қатпарлылықтың қарқындылығы мен жарылымдық тектоникалық білінімі жекелеген алаптар мен кенорындар ауқымында айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Көмірлі түзілімдер Қарағандыда (14.16, 14.17-суреттер) және басқа геосинклиндік типті алаптарда байқалады.



14.16-сурет. Қарағанды алабы Тентек бөлікшесінің батыс бөлігінің геологиялық қимасы (*А.А. Костливцев, В.М. Бекман, И.В. Орлов бойынша*):
1 – неоген сазы; 2 – карбон свиталары (C_3sh – шахан, C_2tn – тентек, C_2dl – долинка, $C_{1\text{-}2}ndk$ – қарағандыүсті); 3 – долинка (Д) және тентек (Т) свиталарының көмір қабаттары, олардың нөмірі мен қалыңдығы, м; 4 – свиталардың шекарасы

Платформалық алаптарға көмір қабаттарының көлбеу немесе өте жайпақ жатысы, сирек жарылымдар (негізінен қаусырмалар) тән.



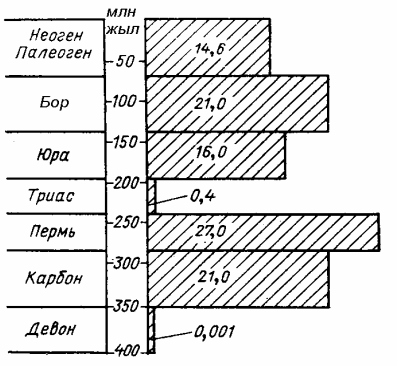
14.17-сурет. Қарағанды алабы Өнеркәсіптік бөлікшесінің солтүстік-шығыс бөлігінің геологиялық қимасы (*А.А. Костливцев, В.М. Бекман, И.В. Орлов бойынша*):
1 – карбон свиталары (C_1v_3-s krg – қарағанды, C_1v_{1-2} ash – ащылыайрық). Басқа шартты белгілер 14.17-суретте берілген

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 *Ұ*, *Г*, ал кейде *М* маркалы көмір болады.

Аралық типті алаптарда геосинклиндік те, платформалық та типті алаптардың жекелеген белгілері бірігеді. Оларға көмірлі қатқабаттар қалыңдығының, таужыныстардың көмірлілігі мен фациялық құрамының әркелгілігі тән; көмірлі қатқабаттарда *Ұ*, *Г*, ал кейде *М* маркалы көмір болады.

14. 7. Көмір ресурстарының стратиграфиялық және географиялық таралуы

П.И. Степанов 1937 ж. 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 (14.18-сурет).



14.18-сурет. Көмірдің әлемдік қорының (%) стратиграфиялық қимада таралуы (*А.К. Матвеев* пен *Н.Г. Железнова* бойынша)

Алаптардың географиялық таралуын зерттеу П.И. Степановқа көмір жиналу белдеулері мен түйіндері туралы гипотеза жасауға мүмкіндік берді. Ол жер бетінде көміржиналу басым болған мынадай алаңдарды бөледі: 1) таскөмір; 2) пермь мен юра; 3) жоғарғы бор мен палеоген-неоген.

Таскөмір 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.

Пермь көмір жиналуының басым белдеуі меридианға жақын бағытта – Печора алабынан Таймыр мен Тунгус алаптарына, содан кейін Кузнецк пен Минусин арқылы Маңголияға (Тован-Толгой), ҚХР (Шанси және т.б.), Индия мен Шығыс Австралияға (Жаңа Оңтүстік Уэльс) созылады.

Юра көміржиналу 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 ауқымында (Донецк, Подмосковье, Кизеловск, Львов-Волынск), 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, Бурея, 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), Бурея, Подмосковье;
10–5 – Екібастұз, Майкөбен;
1–5 – Шұбаркөл, Днепровск, Оңтүстік Орал, Челябинск.

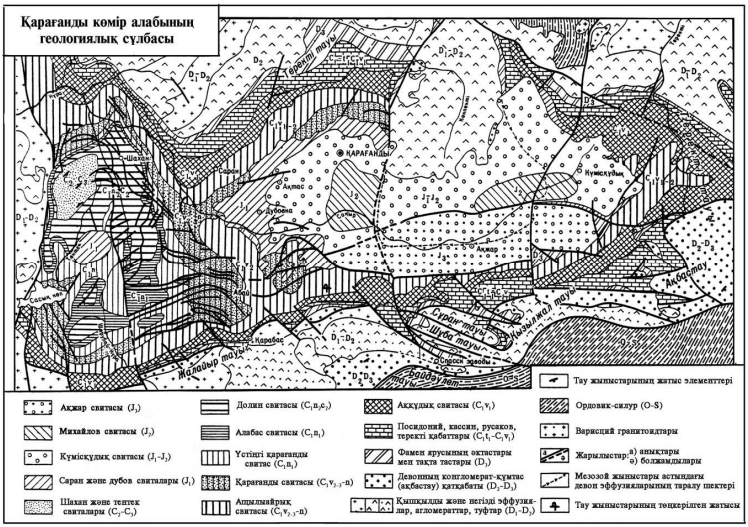
Сонымен қатар 500 млрд тоннадан астам қор мөлшері шағын көмір кенорындарында орналасқан, олар ТМД елдері аумағының барлығында бар. А.В. Тыжнов бойынша ТМД-да көмірдің жалпы қоры 6800 млрд т деп бағаланады. Бірақ олардың өндіріске жарамдысы, яғни өнеркәсіптік категорияларға дейін барланғаны әр түрлі алаптар бойынша бірдей емес.

Қарағанды көмір алабы – Қарағанды облысында орналасқан, Қарағанды қаласының төңірегіндегі 3600 км^2 аумақты қамтиды. Ұзындығы 120 км, ені 35–50 км. Абсолют биіктігі 540–650 м. Алап құрылымдық жағынан Қарағанды квазисинклинорийінің 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 мульдалар 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.

Алаптың жекелеген аудандарының зерттелу дәрежесі әр түрлі. 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.

Қарағанды алабының геологиялық құрылысына жоғарғы девон, карбон, юра және кайнозой түзілімдері қатысады (14.19-сурет). Алаптың іргетасы негізінен девонның жанартаулық және жанартаулық-шөгінді тау жыныстарынан құралған. Олардың ішінде өнімділіктілері – 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 визелік аққұдық (қалыңдығы 500–700 м), көмірлі төменгі-ортаңғы визелік ащылыайрық (585–600 м), жоғарғы визе-серпухов жікқабаттарындағы өнімді қарағанды (695–755 м), көмірсіз қарағандыүсті (450–550 м), ортаңғы карбондық өнімді долинка (450–550 м) мен көмірлі тентек (520–560 м), жоғарғы карбондық шахан (350 м).



14.19-сурет. Қарағанды көмір алабының геологиялық картасы

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 ащылыайрық, 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 ащылыайрық 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 қимасында 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 көміртек мөлшері тентек свитасының қабаттарында 84–86 %, ащылыайрық қабаттарында 87–90 % шамасына дейін артса, сутек мөлшері тиісінше 5,1–5,4 пен 4,5–5,0 % шамасына дейін азаяды. Оттек пен азоттың мөлшері тентек көмір қабаттарында тиісінше 4–7 және 2–3 %, ал ащылыайрық қабаттарында 4–6 және 1–2%. Көмірдің күлділігі қима бойынша жоғары қарай ащылыайрық 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 %-ке азаяды. Ұшпа заттардың шығымы (8–32 %). Көмірдің барлық маркалары кокстеуге жарамды, бірақ күлділігінің төмендігіне байланысты қарағанды мен долинка свиталарының қабаттарынан ғана кокстелетін көмір өндіріледі.

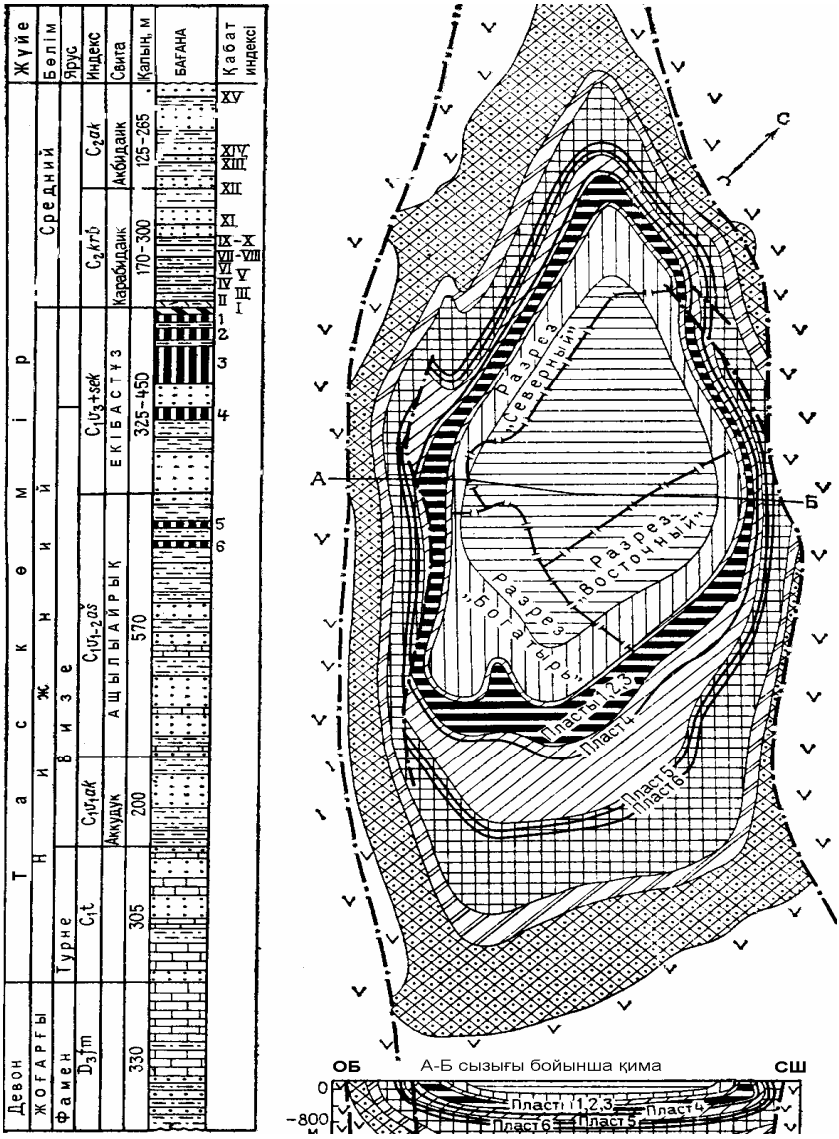
Алаптың шахталарында пайдаланудың кен-геологиялық жағдайлары біршама күрделі, ол көмір қабаттары мен жапсарлас таужыныстардың беріктігімен, жарықшақтылығымен, сулану дәрежесімен, орнықтылығымен және газдылығымен анықталады. Кен қазбаларына су жиналу мөлшері Қарағанды ауданында 3–12 $м^3$/сағ,

Шерубайнұра мен Тентек аудандарында 25–60 $м^3$/сағ, ал тектоникалық жарылымдарда 150–250 $м^3$/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 $м^3$/т-ға жетеді, газ негізінен метаннан тұрады. Өндірілген көмір өз бетінше жануға қабілетті. Шахталардың барлығы шаңдылық пен силикоз бойынша (бос кремнезем 10 %-тен асады) қауіпті. Геотермикалық градиент 1,2–2,2^{0}С/100 м. 1000 м тереңдікте температура әр түрлі бөлікшелерде 20–32^{0}С аралығында.

Қоңыр көмір Қарағанды ауданындағы Дубовка кенорнының Орталық бөлікшесі мен Жоғарғы Соқыр ауданындағы Күмісқұдық 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), күмісқұдық (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 %), көміртек 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 мульда сияқты, оның ұзындығы 24 км, ені 8,5 км, ал жалпы ауданы 155 $км^2$ (14.20-сурет).



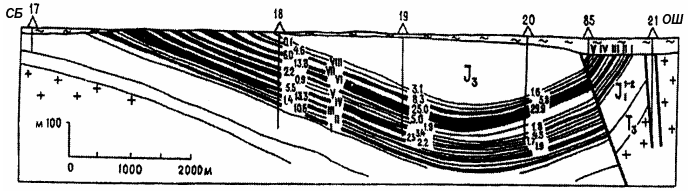
14.20-сурет. Екібастұз тас көмір алабының сұлба геологиялық картасы

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-ші қабаттардың жалпы қалыңдығы 130–230 м. Көмірдің петрографиялық құрамы күрделі, витриниттің мөлшері қима бойынша жоғары қарай 29 %-тен (6-шы қабатта) 51–80 %-ке дейін (1-ші 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.

Тауарлық көмірдің орташа жылу бөлгіштігі 4170 ккал/кг. Барлық қабаттардың көмірі метаморфизмнің ортаңғы стадиясында, негізгі жұмыстық 4–1 қабаттардың көмірі II–III және III стадияларға 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 (10х15 км) түзеді (14.21-сурет).



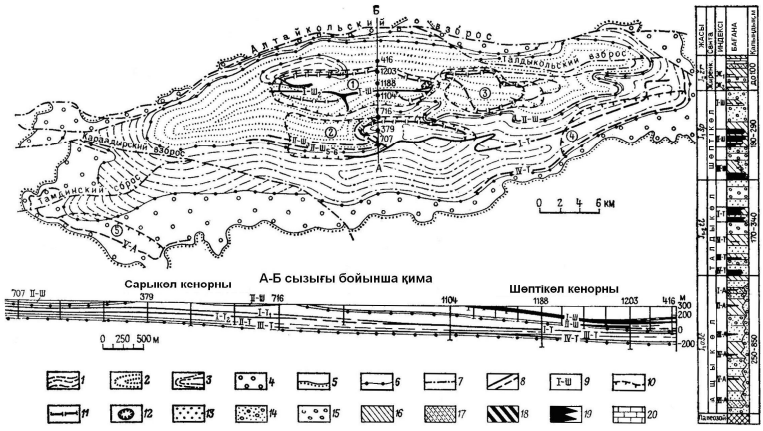
14.21-сурет. Қаражыра қоңыр көмір кенорнының геологиялық қимасы

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 ара қашықтығы 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 (TiO_2 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.

Майкөбен қоңыр көмір алабы Павлодар облысында, Павлодардан оңтүстік-батысқа қарай 160 км, ал Екібастұздан оңтүстік-шығысқа қарай 65 км жерде орналасқан. Жалпы ауданы 1000 км^2-дей, оның өндірістік көмірлісі 170 км^2. Алап аумағында түбегейлі барланған Шөптікөл, Сарыкөл, Талдыкөл кенорындары мен іздеу стадиясында зерделенген Тасқұдық пен Тамды кен білінімдері бар (14.22-сурет).

Майкөбен 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 %-тей) құрайды. Көмірлі түзілімдердің жалпы қалыңдығы оңтүстіктен солтүстікке қарай артады, максимал мәні (1800 м) алаптың орталық бөлігіндегі Шөптікөл кенорны аумағында.



14.22-сурет. Майкөбен қоңыр көмір алабының сұлба геологиялық картасы.
1–4 көмірлі свиталар: 1–жиренкөл ($J_2žr$); 2–шөптікөл ($J_2šp$); 3–талдыкөл ($J_{1-2}tl$); 4–ащыкөл ($J_1ašc$); 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 аршу коэффициентінің изосызығы (10 м^3/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

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 жарылымдар 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. Талдықөл свитасында төрт көмір горизонты (1Т–4Т) бар. Олардың ең қалыңы әрі ұстамдысы 1Т мен 4Т көмір горизонттары Шөптікөл, Сарықөл (1Т) мен Тасқұдық (4Т) кенорындарында ашық тәсілмен өндіруге жарамды. Бұл горизонттардың қалыңдығы Шөптікөл кенорнында 9,8 және 17,7 м (көмір 7,4 және 10,2 м), Сарықөл кенорнында 1Т көмір горизонты әрқайсысының қалыңдығы 3,0–5,0 м (көмір 2,0–4,1 м) болатын жақындасқан төрт қабаттан тұрса, Тасқұдық кенорнында 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 кенорнының оңтүстік пен орталық бөліктерінде бұл көмір горизонттарының орташа қалыңдығы тиісінше 20–25 м мен 15–20 м болады. Сарықөл мен Талдықөл кенорындарында жалғыз 2Ш көмір горизонты ғана анықталған. Оның қалыңдығы орташа алғанда тиісінше 14,5 және 7,5 м.

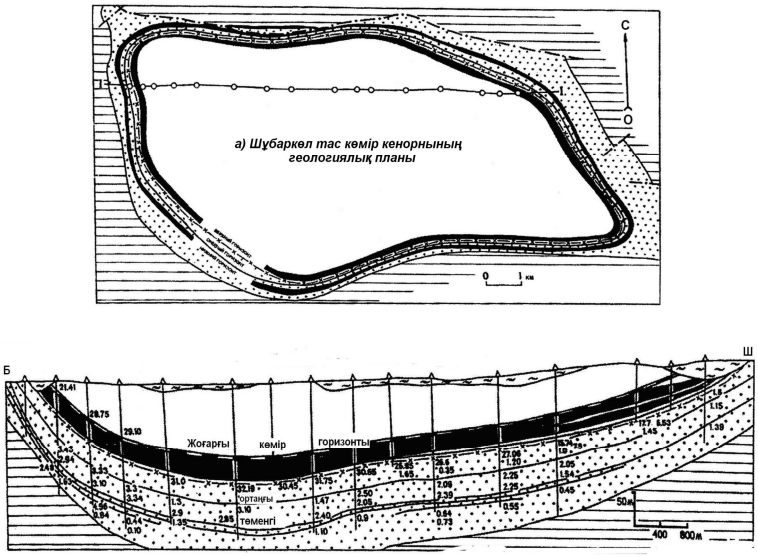
Алап көмірі қоңыр, маркасы 3Қ, негізінен гумустық. Жұмыстық отын көмірдің орташа ылғалдығы 18,5 %, күкірттің мөлшері 0,5–0,77 %, фосфор – 0,07 %. Ұшпа заттардың жанғыш массаға шығымы 37–45 % шамасында, көміртек мөлшері 75–77 %, сутек – 3,5–6 %. Көмір массасының күлділігі 16–18 %, ал қатардағы көмірдің күлділігі орташа алғанда 26–35 % болады. Көмірдің күлі қиын балқиды, балқу температурасы 1250°С. 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/см^{3}-ге және күлділігі 6–10 %-ке дейінгі концентрат шығымы 65–75 %, ал тығыздығы 1,8 г/см^{3}-ке және күлділігі 10–12 %-ке дейінгінің – 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 %-ке 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 $м^3$/т, Талдыкөл кенорнында – 6,5 $м^3$/т, ал оның алап бойынша орташа мәні – 8,5 $м^3$/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 $м^3$/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 ж. ашылып, 1985–86 жж. түбегейлі барланған. Ал 1985 ж. барлау-өндіру ашық кенішінің салынуы басталған (14.23-сурет).



14.23-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 мульдаға сай келеді. Мульданың ұзын осі ендікке жуық бағытта 16 км-ге созылады, максимал ені 7 км. Оның көлденең қимадағы 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 әр түрлі 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/км^2-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 *Ұ* маркасына жатады. Көмірдің петрографиялық құрамы: витринит тобы компоненттері 87–89%, липтининт – 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 Ro=0,54–0,55 % (қоңыр көмір мен тас көмірдің шекарасы Ro=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 жұтаңдатушы қоспа ретінде пайдалануға болады.

Кенорынның кен-геологиялық жағдайлары Жоғарғы көмір горизонтын ашық тәсілмен өндіруге қолайлы. Оның аршу коэффициенті 2,03–3,43 м^3/т (орташа мәні 3,0 м^3/т). Ортаңғы мен Төменгі көмір горизонтын аршу коэффициентінің жоғарылығы (22 м^3/т-дан асады) мен қорының шамалылығына байланысты ашық тәсілмен өндіру тиімсіз.

Өнімді қатқабат сазтас (жалпы мөлшері 35 %), құмайттас (21 %), көмір (20 %), құмтас (13 %) пен қатты кірінділерден (8 %) тұрады. Таужыныстардың 40 м тереңдікке дейінгі беріктігі: сазтас – σ_c=8,1–13,2 МПа; құмайттас – σ_c=10,2–20,4 МПа; құмтас – σ_c=15,3–30,6 МПа; қатты кірінділер (сидерит тасшемендері) – σ_c=35,6–147,7 МПа. Олардың беріктігі тереңдеген сайын артады. Көмір мен сыйыстырушы таужыныстар негізінен метансыздануға ұшырауына байланысты қопарылысқа қауіпсіз. Таужыныстағы кремнийтотық мөлшері 12,45–48,70%, сондықтан силикозқауіпті.

Шұбаркөл кенорнындағы барланған көмір қоры 2147 млн т, оның ішінде баланстық категориялар (А+В+$С_1$) бойынша – 1644 млн т, $С_2$ категориясы бойынша – 477 млн т, тысбаланстық қоры 26 млн т. Жоғарғы көмір горизонтының ашық тәсілмен өндірілетін А+В+$С_1$ категориялы баланстық қоры 1496 млн т, $С_2$ – 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 көмір білінімдері 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%-і тас көмір (оның кокстелетіні – 17%), 37% – қоңыр көмір (Думлер және т.б., 1966).

Ең ірі көмірлі алаптар Орталық Қазақстанда орналасқан (Қарағанды, Екібастұз, Майкөбен). 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), Кызылтал (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 пен шымтезектік 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 әр түрлі көмірдің петрографиялық құрамының сипаттамасы қандай?
9. Көмірдің элементтік және топтық құрамын қандай компоненттер анықтайды?
10. Көмірдің физикалық және физикалық-механикалық қасиеттері мен оның петрографиялық құрамы және метаморфизм дәрежесі арасындағы байланыс қандай?
11. Көмір құрамының қандай көрсеткіштері оның тотығуына және өз бетінше тұтануға бейімдігіне ықпал жасайды?
12. Көмірді техникалық талдау арқылы оның қандай сипаттамалары анықталады? Техникалық талдау нәтижелері қандай мақсатта пайдаланылады?
13. Әр түрлі маркалы көмірдің ылғалдылығы, күлділігі, ұшпа заттардың шығымы, қызу бөлгіштігі, біріккіштігі, кокстелгіштігі қалай өзгереді?

14. Өнеркәсіптік жіктемедегі қазба көмір маркалары?

15. Көмір генетикалық және технологиялық параметрлері бойынша қалай жіктеледі?

16. Көмірдің өнеркәсіптік-генетикалық жіктемесі қандай көрсеткіштері бойынша бөлінеді?

17. Көмір қандай бағыттарда пайдаланылады?

18. Өндірілген көмірдің негізгі массасы өнеркәсіптің қандай салаларында пайдаланылады?

19. Кокстеуге қандай көмір жатады, оның категориялары?

20. Өнеркәсіптің әр түрлі салаларының көмірге негізгі талаптары?

21. Көмір қабаты, қабатшасы, будасы деген не? Көмір қабатының табаны мен жабыны деген не? Көмір қабаты құрылымының графикалық белгіленуі қандай?

22. Көмір қабаттарын бөлудің құрылымдық белгілері қандай?

23. Көмір қабаттары қалыңдығы, ұстамдылық дәрежесі, еңістік бұрышы бойынша қалай жіктеледі?

24. Көмір қабаттарының табанымен, жабынымен және таужыныс қабатшаларымен жапсар типтері қандай?

25. Көмір қабаттарының эпи- және сингенезисті бұзылыстарының сипаттамасы қандай?

26. Көмір қабаттары шайылуларының жіктемесі қандай; олардың морфологиясы тектоникалық әрекет, интрузияның енуі, карст білінімі, көмірдің жануы әсерінен қалай өзгереді?

27. Көмірлі қатқабат деген не?

28. Көмірлі формация деп нені түсінеді?

29. Көмір кенорындары, алаптары деген не?

30. Геосинклиндік көмірлі алаптардың ерекшеліктері қандай?

31. Платформалық және аралық көмірлі алаптардың ерекшеліктері, олардың геосинклиндіктерден айырмашылығы қандай?

32. Көмірлі түзілімдердің стратиграфиялық және географиялық таралуы қандай?

33. ТМД алаптарында көмірдің қоры қалай бөлінеді?

34. Қарағанды, Екібастұз, Майкөбен алаптары мен Қаражыра, Шұбаркөл кенорындарының геологиялық және өнеркәсіптік сипаттамасы қандай?

15. МҰНАЙ МЕН ГАЗ ГЕОЛОГИЯСЫ

15. 1. Мұнай мен газдың құрамы

Мұнай – сұйық пайдалы қазба, ол негізінен көмірсутек қосылыстарынан тұрады. Сыртқы түрі бойынша май сияқты бұл сұйықтың түсі көбінесе қара болады, жарықта флюоресценсияланады. Әр түрлі жатындардағы мұнай химиялық құрамы бойынша бір-бірінен өзгеше болады, сондықтан олардың практикалық мәні де әркелкі. Мұнайдың құрамын зерттеу, оның геологялық тарихына қатысты мәселелерді (жаралуы, шоғырлар жасауы және т.б.) шешу үшін де өте маңызды.

Мұнайдың *элементтік құрамы* міндетті түрде бес химиялық элемент болуымен сипатталады – көміртек (83-87 %), сутек (12-14 %), оттек (1,5 %-ке дейін), күкірт пен азот. Бұлардың алғашқы екеуінің мөлшері 90 %-тен асады. Ал қалған үш элементтің максимал мөлшері 5-8 % (оның өзі де негізінен күкірттің есебінен), көбінесе мұнан әлдеқайда аз болады. Мұнайдың құрамында барлығы 500-ден аса химиялық көмірсутек пен гетероорганиқалық қосылыстар бөлінеді және идентификацияланады.

Мұнайдың күлінде никель, ванадий, натрий, күміс, кальций, алюминий, мыс және т.б. анықталған, бұл элементтер кейбір органикалық қосылыстар құрамында болған. Мұнайды жаққан кезде пайда болатын күлдің мөлшері өте аз, көбінесе %-тің жүздік бөліктеріндей ғана.

Физикалық қасиеттері. Мұнайдың физикалық параметрлерін өлшеу, оның тауарлық сапасын анықтауға мүмкіндік береді. Кейбір параметрлері (тығыздығы, тұтқырлығы және т.б.) мұнайжиналымдарды өндіру, мұнай құбырлары арқылы тасымалдауды есептеу мен жобалау кезінде пайдаланады. Геологияда физикалық параметрлер ішінде ең үлкен мәнге ие болатыны: тығыздығы, тұтқырлығы, қату және балқу температурасы, оптикалық белсенділігі, люминесценсиясы және т.б.

Мұнайдың тығыздығы оның көлем бірлігіндегі массасымен анықталады. Тығыздықтың СИ жүйесіндегі бірлігі – кг/м^3. Практикада салыстырмалы тығыздық пайдаланылады, ол 20^0С температура кезіндегі мұнайдың 4^0С температуралы су тығыздығына қатынасы болып табылады. Көбінесе мұнайдың салыстырмалы тығыздығы $\rho_4^{20} = 0{,}82–0{,}92$ кг/м^3 шамасында.

Әр түрлі мұнайдың *қату және балқу температурасы* да әр түрлі болады. Табиғатта мұнай сұйық күйде кездеседі, бірақ олардың

кейбіреулері шамалы салқындаған кездің өзінде қойылып кетеді. Мұнай құрамындағы парафинның мөлшері артқан сайын, оның қату температурасы да жоғарылай береді.

Тұтқырлығы – сұйықтың (газдың) қозғалыс кезінде бөлшектерінің жылыстауға қарсылық білдіруі. Табиғи жағдайларда мұнай мен газдың жылыстау масштабы олардың тұтқырлығымен анықталатындықтан, оны өндіруге байланысты есептеулерде ескеру қажет.

Мұнай электр тогын өткізбейді, сондықтан ұңғымалар қимасындағы мұнайлы қабаттарды анықтау үшін электр әдістері пайдаланылады.

Мұнайдың *жылу бөлгіштігі* өте жоғары. Салыстыру үшін көмірдің, мұнайдың және газдың жылу бөлгіштігін келтірейік, Дж/кг: таскөмір – 33600; мұнай 43250-45500; табиғи газ (құрғақ) 37700-56600.

Мұнайдың жіктемесі химиялық, геохимиялық, тауарлық және технологиялық көрсеткіштерге негізделеді. *Химиялық жіктемеде* мұнайдың кластары оның құрамындағы белгілі бір басым көмірсутектер тобы бойынша бөлінеді. Бұл жіктеме бойынша метанды, нафтенді және ароматты, сондай-ақ өтпелі (метанды-нафтенді, нафтенді-метанды және т.б.) мұнай бөлінеді.

Геохимиялық жіктемеде мұнайдың химиялық құрамы ғана емес, мұнай алынған түзілімдердің геологиялық жасы, бұл түзілімдердің жатыс тереңдігі және т.б. белгілері ескеріледі. *Тауарлық пен технологиялық* жіктемелер бір-біріне өзара жақын. Олар 350^0 С температураға дейін қайнап шығатын фракциялардың, парафиннің, майдың мөлшері және т.б. көрсеткіштер бойынша жасалады.

Мысалы, мұнай күкірттің мөлшері бойынша үш класқа бөлінеді: I – аз күкіртті (0,5 %-ке дейін); II – күкіртті (0,51-2 %); III – жоғары күкіртті (2 %-тен аса), ал парафинның мөлшері бойынша – үш түрге: $П_1$ – аз парафинді (1,5 %-ке дейін); $П_2$ – парафинді (1,51-6 %); $П_3$ – жоғары парафинді (6 %-тен аса). Осы жіктемені пайдаланып, кез келген өнеркәсіптік мұнайдың шифрын жасауға болады.

Газ. Жер қыртысының шөгінді қабатында жаралатын көмірсутекті газдар әр түрлі күйде болуы мүмкін: еркін, еріген және қатты. Еркін күйдегі газ өнеркәсіптік мәнге ие шоғырлар жасайды. Көмірсутекті газдар жарасты сулары мен мұнайда жақсы ериді. Газды шоғырлар газы негізінен метаннан (98,8 %-ке дейін) тұрады, оның құрамында гомологты қоспалар мен бейкөмірсутекті компоненттер: көмірқышқыл газ бен күкіртсутек болады. Мұнайда еріген газдар ілеспе мұнай газы деп аталады.

Физикалық қасиеттері. Табиғи газдың химиялық құрамы оның физикалық қасиеттерін анықтайды. Газдардың физикалық қасиеттерін сипаттайтын негізгі параметрлер: тығыздық, тұтқырлық, сындарлы қысым мен температура, диффузия, ерігіштік және т.б.

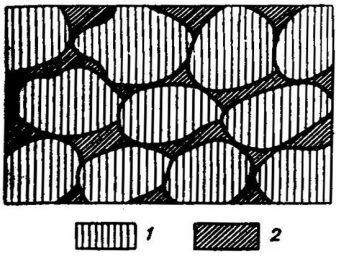
Көмірсутекті газдардың мұнайда ерігіштігі судағыдан шамамен 10 есе артық.

Конденсат – газконденсат шоғырлардың сұйық бөлігі. Конденсат ақшыл мұнай деп те аталады, тығыздығы 698-840 кг/м^3, ол 300^0 С дейін толық қайнап шығады және құрамында шайырлы-асфальтты заттар болмайды. Конденсаттың негізгі компоненттері $150\text{-}200^0$ С-қа дейін қайнап шығады. Конденсат құрамында метанды көмірсутектер басым кездеседі.

15. 2. Құрамында мұнай мен табиғи газ бар таужыныстар

Жинауыш таужыныстар (коллекторлар). Мұнай, газ бен су сыйыстыруға және өндірген кезде оларды қайта бөлуге қабілетті таужыныстарды коллектор (жинауыш) деп айтады. Оларға терригендік (құм, құмайт, құмтас, құмайттас және кейбір саз таужыныстар) және карбонат (әктас, бор, доломитит) жатады.

Жинауыш таужыныстар анықтамасынан туындайтыны, олар сыйыстырушылыққа қабілетті қуыстар жүйесі – кеуек, жарықшақ пен каверналар. Бірақ сыйыстырушылыққа ие таужыныстардың барлығы мұнай мен газ үшін өтімділікті бола бермейді, яғни коллектор (жинауыш) болмайды. Сондықтан таужыныстардың жинауыштық қасиеттерін зерттеген кезде олардың қуыстылығын ғана емес, сондай-ақ өтімділігін де анықтайды. Кеуек коллекторлардың сыйыстырғыштығы кеуектілік деп аталады (15.1-сурет).



15.1.-сурет. Таужыныстардағы кеуек кеңістік: *1- минералдық түйірлер; 2- сұйық немесе газ алып жатқан кеуек кеңістік*

Кеуектілік жалпы, ашық және тиімді түрлерге бөлінеді. *Жалпы* (абсолют) кеуектілік – таужыныстағы барлық кеуектілік көлемі. Тиісінше жалпы кеуектілік коэффициенті k_n барлық кеуектердің көлемінің V_1 таужыныс үлгісі көлеміне V_2 қатынасы болып табылады, яғни $k_n = V_1 / V_2$. Мұнай мен газ жатындарын өнеркәсіптік зерттеу кезінде ескерілетіні ашық кеуектілік – өзара байланысқан, бір-бірімен қатынасатын кеуектер көлемі ғана. Ол ашық кеуектілік коэффициентімен $k_{ак}$ – ашық кеуектердің жиынтық көлемінің V_a таужыныс үлгісінің көлеміне V_2 қатынасымен сипатталады, яғни $k_{ак} = V_a / V_2$. Тереңдеген сайын таужыныстардың кеуектілігі әдетте азаяды (15.1-кесте).

15.1-кесте.

Тіректік ұңғымалардың деректері бойынша сазды шөгінділердің гравитациялық тығыздалуы (*Н.Б. Вассоевич*)

Тереңдік, м	Таужыныстың кеуектілігі, %
500-600	35
1000	28
1500	23
2000	19
2500	13
3000	10
3500	6,5-7
5000	3,5-3,7

Мұнай геологиясында *тиімді кеуектілік* өндіру кезінде мұнай шығаруға болатын кеуектер болуымен сипатталады. Құрамында мұнай бар таужыныстың тиімді кеуектілік коэффициенті $k_{тк}$ белгілі бір температура мен қысым градиенттерінде олар арқылы мұнай, су немесе газ қозғалуы мүмкін кеуектер көлемінің $V_т$ таужыныс үлгісінің көлеміне қатынасы: $k_{тк} = V_т / V_2$.

Өтімділік – коллектордың ең маңызды көрсеткіші, ол таужыныстың сұйық пен газды өткізу қасиетін сипаттайды. Өтімділіктің бірлігі ретінде (1мкм^2) қолданылып, ол мынадай көрсеткіші бойынша қабылданады: ауданы 1м^2 және ұзындығы 1м таужыныс үлгісі арқылы қысымның төмендеуі 0,1МПа болатын сүзілу кезінде, тұтқырлығы 1 мПас сұйықтың шығымы 1м^3/с құрайтын көрсеткіш. Мұнайлы құмтастардың өтімділігі кең диапазонда өзгереді – 0,05-тен 3мкм^2 шамасына дейін, жарықшақты әктастарда – 0,5-тен 0,4 мкм^2 -ге дейін. Өтімділік – кеуектердің өлшемі мен конфигурациясына (түйірлердің шамасына), бөлшектердің тығыз жайғасуы мен өзара орналасуына, таужыныстардың жарықшақтығына байланысты.

Кенорындарды игерген кезде кеуектілік пен өтімділікті қабатты сумен жару және оған тұз қышқылымен әрекет ету арқылы арттырудың жасанды әдістері қолданылады.Бұл әдістер кеуектер аралығындағы перделерді бұзып, жарықшақтардың кеңеюіне әкеледі.

Қабаттардың коллекторлық қасиеттерін зерттеу керннің үлгілері, кеніштік-геофизкалық зерттеу материалдары мен ұнғымаларды ағып келуге сынау деректері бойынша жүргізіледі.

Флюидтірек таужыныстар (жапқыштар). Мұнай мен газ шоғырлары таужыныс-коллекторларда, егер олар флюидтерге (мұнай, газ және су) бейөтімді таужыныстармен жабылған болса ғана сақталуы мүмкін. Мұнай мен газ жатындарын жабатын өтімділігі нашар таужыныстарды жапқыштар деп атайды. Мұнай-газтірек таужыныстар рөлін саз, тастұз, гипсит, ангидрит және карбонат таужыныстардың кейбір түрлестері атқарады.

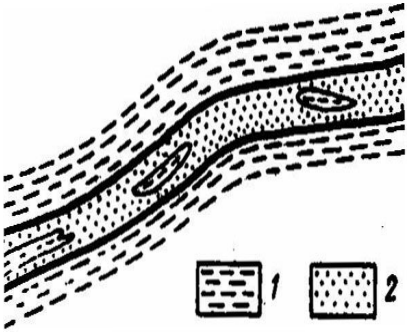
Ең көп таралғаны саз жапқыштар. Мысалы, монтморилонитті саздың қалқалаушы қасиеттері каолинитті сазбен салыстырғанда артық Тастұз да сенімді қалқалаушы (экран) бола алады, өйткені ол өзінің пластикалық қабілетіне байланысты тұтастығын бұзбай деформацияланады.

Жапқыштың қалыңдығы артқан сайын, оның оқшаулағыш қасиеттері мен биіктігі үлкен жатындарды ұстап қалу қабілеті де арта береді. Үлкен тереңдіктерге саз таужыныстар ылғалдығын жоғалту салдарынан морт денелерге айналып, коллектор таужыныс болып кетуі мүмкін.

15. 3. Табиғи резервуарлар мен ұстағыштар

Жер қыртысында мұнай, газ бен судың сыйыстырушысы – коллектор таужыныстар. И.О. Брод табиғи резервуарлар деп мұнай, газ бен табиғи сыйыстырушыларды атауды ұсынған. Олардың ішінде флюидтер айналымда бола алады, ал пішіні коллекторға жапсарлас бейөтімді таужыныстармен ара қатынасына байланысты. Табиғи резервуарлардың негізгі үш типі бөлінеді: қабаттық (15.2-сурет), тұтас (массивті) және барлық жағынан литологиялық шектелген.

Флюидтірек таужыныстарда жарықшақтылықтың болуы олардың қалқалаушы қасиеттерін төмендетеді. Мысалы, аймақтық жарылымдар белдемінде саз бен тұздың бастапқы пластикалық қасиеті жоғалып, олар жарықшақтары ашылған мортқа айналады да, флюидтерді өткізетін болады.



15.2-сурет. Қабаттық табиғи резервуар:
1 - саз; 2 – құмтас;

Әлемде жатындардың 80 %-ке жуығы құрылымдық класты ұстағыштармен байланысты, ал басқа жаралымды (рифогендік, стратиграфиялық, литологиялық) ұстағыштар үлесіне 20 %-ке жетпейтіні келеді.

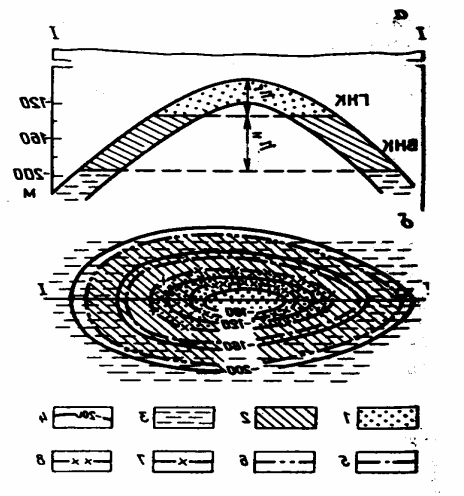
Мұнай мен газдың антиклин құрылымдармен байланысын XIX ғ. өзінде Г.В. Абих, Г.А. Романовский, Уайт және т.б. анықтаған. Осы кезде мұнай жатысының антиклиндік теориясы айтылған.

15. 4. Мұнай мен газ жатындары

Мұнай мен газ жатыны ұстағыштағы мұнай мен газдың шектеулі (жекелеген) табиғи шоғыры болып табылады. Ол резервуардың табиғи аясындағы мұнай мен газды жылжуға мәжбүр ететін күш пен оған кедергі жасайтын күштің арасында тепе-теңдік орнаған бөлігінде жаралады.

Мұнай мен газ кенорны – бір немесе бірнеше табиғи ұстағыштарда орналасқан мұнай мен газ жатындарының жиынтығы.Ол жер қойнауының өлшемдері бойынша белгілі бір шектеулі алаңында орналасып, бір құрылымдық элементпен бақыланады.

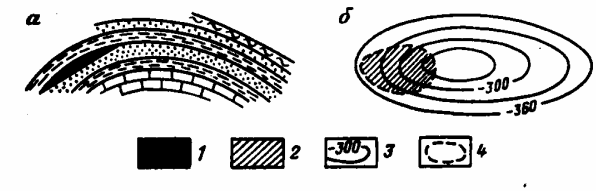
Жатын элементтері. Ұстағыштарда газ, мұнай мен су өздерінің тығыздықтарына сәйкес орналасады. Газ ең жеңілі болғандықтан, табиғи резервуардың жабындық бөлігінде жапқыштың астында болады. Одан төменгі кеуек кеңістікті мұнай толтырады ал одан да төмен – су орналасады (15.3.- сурет).



15.3-сурет. Дөңес жатынның принциптік сұлбасы:
а–геологиялық қима; б–құралымдық карта; 1–газ телпек; 2–жатынның мұнайлы бөлігі; 3–қабаттың сулы бөлігі; 4–қабат жабыны бойынша изогипсалар, м; мұнайгаздылық контуры: 5, 7–сыртқы; 6, 8–ішкі; $h_г$–газ телпектің биіктігі; $h_п$–жатынның мұнайлы бөлігінің биіктігі; $h_г + h_п = h$–жатынның биіктігі

Газ бен мұнай, су мен мұнай жапсарларының беті тиісінше мұнай-газ жапсары (МГЖ) және су-мұнай жапсары (СМЖ) деп айтылады. МГЖ (СМЖ) бетінің өнімді қабат жатынымен қиылысқан сызықты мұнайлылықтың (газдылықтың) сыртқы контуры деп атайды. Егер жапсар беті көлбеу болса, мұнайлылықтың (газдылықтың) контуры планда қабат жабынының изогипсаларына параллель болады (15.3 б-сурет).

СМЖ (ГМЖ) беті еңіс болған кезде мұнайлылық (газдылық) контуры құрылымдық картада қабат жабыны изогипсаларымен қиылысып, бөлінім бетінің еңістігі жағына жылжиды (15.4 - сурет).



15.4-сурет. Су-мұнай жапсары еңіс мұнай жатынының принциптік сұлбасы:
а – геологиялық қима; б – құрылымдық карта; 1,2 – тиісінше қима мен картадағы мұнай; 3 – изогипсалар, м; 4 – мұнайлылықтың сыртқы контуры

Су-мұнай (газ-мұнай) бөлінім бетінің қабат табанымен қиылысқан сызығы *мұнайлылықтың (газдылықтың) ішкі контуры* деп аталады. Егер ұстағыштағы мұнай мен газдың мөлшері қабаттың

барлық қалыңдығын толтыруға жеткіліксіз болса, онда газдылық пен мұнайлылықтың ішкі контурлары жоқ болады. Тұтас (массивті) резервуарлардағы жатындарда ішкі контурлар болмайды.

Жатынның ұзындығы, ені мен ауданы оның көлбеу жазықтықтағы проекциясында, мұнайлылықтың (газдылықтың) сыртқы контурының ішінде анықталады. Жатынның биіктігі (жатынның мұнайлы бөлігінің биіктігі плюс газ телпектің биіктігі) деп оның табаны мен ең биік нүктесіне дейінгі тік бағыттағы қашықтықты айтады.

15. 5. Мұнай мен газ жатындарының жіктемесі

Мұнай жатындары бар ұстағыштар қалыптасуының ең басты ерекшеліктерін ескеретін А.А.Бакировтың жіктемесі бойынша, мұнай мен газдың шектеулі шоғырлары негізгі төрт класқа бөлінеді.

Құрылымдық жатындар класы. Бұл класқа әр түрлі шектеулі тектоникалық құрылымдарда орналасқан жатындар кіреді. Кластың ең жиі кездесетін жатындары – дөңес, тектоникалық қалқаланған және жапсар маңы. Дөңес жатындар шектеулі құрылымдардың дөңес бөліктерінде қалыптасады. *Тектоникалық қалқаланған* жатындар шектеулі құрылымдардың құрылысын күрделендіретін айырылымдылық жылжулар бойында қалыптасады. Мұндай жатындар құрылымның әр түрлі бөліктерінде: дөңесінде, қанаттарында немесе периклиндерінде орналасады. *Жапсар маңы* жатындары тұз штогымен, саз диапирімен немесе вулканогендік жаралымдармен жапсарлас өнімді қабаттарда жаралады. *Литологиялық жатындар класы*. Бұл кластың құрамында жатындардың екі тобы бөлінеді: литологиялық қалқаланған және литологиялық шектелген. *Литологиялық қалқалаған* жатындар қабат-коллектордың сыналану бөлікшелерінде орналасады. Литологиялық шектелген жатындар ежелгі өзендердің қазба арналарындағы құм жаралымдарында (таспа немесе тармақ тәрізді), құм жағалаулардағы үймек сияқты жаралымдарда немесе ұя тәрізді жатысты барлық жағынан нашар өтімді таужыныстармен қоршаланған таужыныс-коллекторларда орналасады.

Рифогендік жатындар класы. Бұл кластың жатындары риф массивтері денесінде жаралады.

Стратиграфиялық жатындар класы. Бұл кластың қалыптасуы эрозия кесіп тастаған және кейін түзілген өтімсіз қабаттармен стратиграфиялық үйлесімсіз жабылған коллектор қабаттарда жүрген.

15. 6. Мұнай-газ жатындары мен мұнайлы-газды аумақтардың қалыптасуы

Мұнай мен газдың жаралуы

Мұнай мен газдың жаралуы негізінен көмірсутекті шикізат өндірудің жоспарланған деңгейлерін қормен қамтамасыз ететін барлық іздеу-барлау процесін жүргізуге ғылыми негіз болады.

Бұл проблеманы шешудің әр түрлі екі принциптік жолы бар: бірінші тұжырымдама бойынша көмірсутектердің (КС) өнеркәсіптік шоғырлары жаралуының бастапқы материалы биосфераның органикалық заты (ОЗ) болып табылады десе (биогендік немесе органикалық жаралу теориясы), екіншісі – олардың жаралуы бейорганикалық (абиогендік) деп жорамалдайды. Мұнай мен газ генезисінің көп мәселелері әлі күнге дейін толық шешілген жоқ.

Көмірсутек ресурстарын бір ғасырдан аса өнеркәсіптік игеру кезінде жинақталған геологиялық материал, сондай-ақ геохимиялық лабораториялық зерттеулердің кең спектрі, ғылыми және өндірістік ұйымдар мамандарының басым көпшілігі үшін мұнай мен көмірсутекті газдардың биогендік жолмен жаралғандығының сенімді дәлелі болып табылады.

Мұнайдың органикалық жолмен жаралғандығы туралы идеяны дамытуды екі ғасырдан астам уақыт бұрын М.В. Ломоносов бастаған. Ол мұнайдың таужыныстар құрамындағы органикалық заттың (көмір, шымтезек) жер астында түрленуі нәтижесінде жаралғаны туралы гипотезаны ұсынған. Мұнай мен газ генезисі теориясының жекеленген жақтары кеңестік ғалымдар (Н.И. Андрусов, А.Д. Архангельский, Н.Д. Зелинский, В.И. Вернадский, И.М. Губкин, Г.П. Михайловский) мен шетелдік ғалымдардың (Ф. Ван-Тайл, Г. Гефер, Г. Потанье, П. Траск, Д. Хант, К. Энглер және т.б.) еңбектерінде XIX ғ. соңы мен XX ғ. басында қалыптасты. Ал биогендік тұжырымдаманы мұнай мен газ жаралуының біртұтас теориясы ретінде И.М. Губкин өзінің “Мұнай туралы ілім” атты еңбегінде (1932 ж.) баяндаған. Ол бұл проблеманы өзіндік құбылыс ретінде оқшаулап қарастырмай, комплексті зерттегенін айта кету керек. Проблема материя қозғалысы геологиялық формасының құрамдас бөліктері болып табылатын жердің барлық табиғи-тарихи процестері жиынтығында зерттеледі.

Мұнай мен газдың бейорганикалық *жаралу тұжырымдамасын* XIX ғ. басында Г. Гумбольдт және т.б. ұсынған. Кейінірек М. Вертело, А. Биассон (1866 ж.), С.Клоэц (1878ж.) көмірсутектерді бейорганикалық синтездеу бойынша лабораториялық зерттеулер жүргізу негізінде дамытып ұсынған. Д.И. Менделеев 1877 ж.

жарияланған “Химия негіздері” атты кітабында өзінің кең таралған “карбид гипотезасын” баяндаған. Бұл гипотеза бойынша жер қыртысындағы жарықшақтар арқылы терең қойнауларға атмосфера суы еніп, ол темір карбидімен реакцияға түседі де көміртекпен әрекеттесіп, шекті және шектелмеген көмірсутектер жасайды. Бұл көмірсутектер таулы құрылыстар бойымен дамыған жарықшақтар арқылы шөгінді қатқабаттарға көтеріледі де мұнай жатындары ретінде шоғырланады. Д.И. Менделеев өзінің жорамалдарын марганецті шойынды (құрамында 8 % көміртек бар) тұз қышқылымен өндеу кезінде алынған суйық көмірсутек қоспасын түзу арқылы дәлелдеген.

Қазір сондай-ақ *ғарыштық мұнайжаралау гипотезасы* да қарастырылуда. Ол Күн жүйесіндегі планеталар құрамында мұнай қатарына жататын көмірсутек қосылыстарының болуына негізделген.

Көмірсутектердің шөгінді таужыныстарда тік бағыттағы белдемділігі

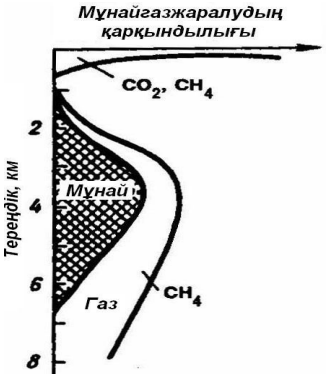
Мұнай генезисі бойынша ең жаңа зерттеулердің мүмкіндігінше толық түрі Н.Б. Вассоевичтің сұлбасында көрсетілген. Бұл сұлба бойынша мұнай, генетикалық көзқарас тұрғысынан, шөгінді алаптар қойнауында сапропель типті органикалық зат түрленуінің сұйық өнімі болып табылады. Мұнайжаралу литогенезбен тығыз байланысты процесс ретінде қарастырылады.

Мұнай әр түрлі уақыт аралығында жаралған компоненттерден тұрады. Оның құрамындағы кейбір химиялық қосылыстар тірі организмдер денесінде болған. Олардың жасы негізгі мұнай массасынан көнелеу болады. Биогендік жаралымды мұнайдың содан кейінгі порциясы шөгінділерде жаралады. Бұл – диагенетикалық порция, ол бірінші (мұраланған) порция сияқты, жатындағы мұнайдың аз бөлігі. Оның негізгі массасы мұнай туындатушы таужыныстар жиналғаннан кейін, органикалық заттың термокатализі нәтижесінде жаралады. Н.Б. Вассоевич бойынша, органикалық заттың термолизі мен термокатализі айтарлықтай масштабтарға 2–5 км тереңдік интервалында жетеді, мұнда температура 50–60^{0}С-тан 130–175^0 С-қа дейін өзгереді.

Көмірсутекті жанғыш газдар гумустық (көмірлі) органикалық затпен немесе сапропельдікпен (мұнайлы) генетикалық байланысты. Құрамы бойынша көмір (құрғақ) мен мұнай (қоңды) газдары едәуір өзгеше болады.

Көмірсутек жаралуының тереңге қарай өзгеру қарқындылығының бірінші графикалық сұлбасын В.А. Соколов 1948 ж. Жариялаған (15.5-сурет). Ол шөгінді жаралымдар қатқабатында үш белдем бөлген. Ол *биохимиялық* деп атаған жоғарғы белдемде (50 м-ге дейін)

органикалық заттың түрленуінің тек қана биохимиялық процестері жүреді. Бұл процестер CH_4 пен CO_2 жаралуына әкеледі. Ортаңғы белдемде (1000–6000 м интервалы) таужыныстар ОЗ гидрогенденуі мен термокатализдік түрлену процестері белсенді дамиды. Бұл процестер КС қарқынды жаралуына әкеледі. Төменгі белдемде, түзілімдер 6000 м-ден тереңге батқан кезде, негізінен метан жаралады. Төменгі және ортаңғы белдемдерді В.А.Соколов термокатализдік белдемдер аралығындағы 50–1000 м тереңдік интервалында және бір белдем бөлінеді. Мұнда ОЗ шамалы өзгерістерге түседі. Ол температураның аз болуы салдарынан биохимиялық процестің тоқтап қалуына, ал термокатализдің әлі толық күшіне ене алмауына байланысты.



15.5-сурет. Шөгінді таужыныстарда мұнай-газ жаралудың тереңге батқан сайынғы қарқындылығы (*В.А. Соколов* бойынша)

КС генерациясының қарқындылығын оларды туындатушы таужыныстар көлемінің бірлігінде геологиялық уақыт кесіндісінде жаралған КС мөлшері арқылы бейнелеуге болады. Жарияланған деректер бойынша, мысалы, газ тәрізді КС термокатализ белдемдерінде оларды туындатушы таужыныстардың тереңге батуының белгілі бір геологиялық кезеңінде генерациялануының орташа қарқындылығы өте төмен және ол $n10^{-1}$ $м^3/м^3$ млн жылдан аспайды.

Мұнай-газ туындатушы түзілімдер мен мұнай-газды комплекстер туралы түсінік

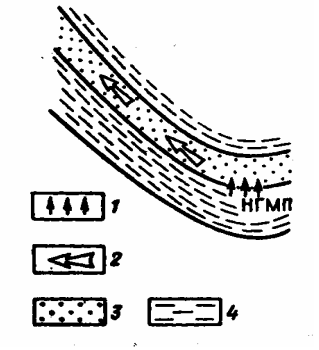
Зерттелетін аумақтардың мұнай-газдылығын болжаған кезде ең маңызды мәселелердің біріне қимада мұнайтуындатушы (мұнай-газтуындатушы) қатқабаттар мен аймақтық мұнайлы-газды комплекстерді бөлу жатады. Мұнай-газ туындатушы түзілімдер

анаэробтық геохимиялық ахуалды субаквалық ортада седиментация алабының біршама тұрақты бату жағдайында жиналады. Олардың құрамында жоғары концентрацияда (0,5–5 %) органикалық зат болады, оның құрамында сингенезисті КС кездеседі. Құрамындағы ОЗ мөлшері 0,5 %-тен төмен болса, таужыныстар батудың максимал тереңдігіне жеткеннің өзінде өте аз мөлшерде КС туындататындықтан (200 г/м^3-тан аз), мұнай мен газдың өнеркәсіптік шоғырларын жасауға жеткіліксіз болады.

Әр мұнай-газды провинцияда мұнай-газды комплекстер бөлінеді, оларда осы провинцияда анықталған КС ресурстарының негізгі массасы шоғырланады. Таралу сипатына байланысты мұнайлы-газды комплекстер аймақтық, аймақтыққа жақын, белдемдік және жергілікті (шектеулі) түрлерге бөлінеді.

Мұнай мен газдың жылыстауы. Шөгінді қабатта мұнай мен газдың жылжуын, олардың *жылыстауы* деп айтады. Жылыстау жолдары рөлін таужыныстардағы кеуектер мен жарықшақтар, сондай-ақ қабатталу, айырылымды бұзылыстар мен стратиграфиялық үйлесімсіздік беттері атқарады. Олар арқылы мұнай мен газ жер қыртысында ғана жылыстап қоймай, жер бетіне де шығуы мүмкін.

Мұнай-газтуындатушы қатқабаттарға қатысты бастапқы және қайта жылыстаулар ажыратылады. Көмірсутектердің өздері жаралған (мұнай-газтуындатушы) таужыныстардан коллекторларға өту процесі *бастапқы жылыстау* деп аталады. Мұнай мен газдың өздерін туындатқан таужыныстардан тыс жерде жылыстауын қайта жылыстау деп атайды (15.6-сурет).



15.6-сурет. Бастапқы және қайта жылыстау сұлбасы:
1-бастапқы жылыстау; 2-қайта жылыстау; 3-коллектор; 4-мұнай-газтуындатушы таужыныстар

Мұнай мен газдың жылыстау проблемасына үш негізгі мәселе кіреді: жылыстауды туындататын факторлар; флюидтердің жылжу күйі; жылыстаудың масштабы (ара қашықтығы).

Бастапқы жылыстау факторлары мен жылыстайтын КС-ның күйі туралы қазіргі ұғымдар олардың газ ерітіндісі түріндегі эмиграциясына және диффузия құбылысына қатысты түсіндіріледі. Мұнай мен газдың *қайта жылыстауы* гравитациялық, гидравликалық және басқа факторларға байланысты болады.

Қозғалу масштабы (ара қашықтығы) бойынша жылыстау *аймақтық* – кеңістікте мұнай-газ жаралу мен мұнай-газ жиналудың ара қатынасымен бақыланатын және *шектеулі (локалдық)* – жекелеген құрылымдармен және әр түрлі күрделенулермен (айырылымды жылжулар, литологиялық және стратиграфиялық қалқандар) бақыланатын түрлерге бөлінеді.

КС-ның жылыстау жылдамдылығы сумен салыстырғанда төмен болады. Газдың қабат суларымен бірге қайта жылыстауының тік бағыттағы максимал ара қашықтығы артезиан алаптары ұзындығына сай келіп, жүздеген км-ге жетуі мүмкін. Газдың диффузиялық ағында жылыстауының тік бағыттағы максимал ара қашықтығы таужыныстардың диффузиялық өтімділігімен және осы процестің уақытымен анықталады. Қазіргі ұғымдар бойынша, бұл қашықтықтар 10 км-ден асады.

Мұнай мен газдың астыңғы жатыннан тік бағытта (қабат аралық) өтуі (мысалы, айырылымды жылжымалар бойынша) немесе бір ұстағыштан екіншісіне (осы табиғи резервуарда) латерал бағытта жылыстау ара қашықтығы газ бен сұйық мұнай сорғылары қозғалысқа келетін геологиялық жағдаймен бақыланады. Бұл қашықтықтар бастапқы (төменгі) жатынды қайта туындаған (тік бағытта ағып келу нәтижесінде жаралған) жатыннан бөліп жатқан таужыныстар қалыңдығына, немесе бір резервуардағы көршілес ұстағыштардың ара қашықтығына байланысты болады.

Мұнай мен газ жатындарының қалыптасуы және бұзылуы

Мұнай мен газ жатындарының қалыптасуы. Мұнай мен газ жылыстаған кезде, қабат-коллекторда қабаттың максимал өрлеу бағытында еркін фазада қозғалады. Жылыстаған мұнай мен газ өздері кездестірген бірінші ұстағыштың өзінде олардың аккумуляциясы орын алып, нәтижесінде жатын жаралады. Егер мұнай мен газдың мөлшері жылыстау жолында кездескен бірқатар ұстағыштарды толтыруға жеткілікті болса, бірінші ұстағыш газға толады, екіншісі – мұнай мен газға толуы мүмкін, үшіншісі – тек қана мұнайға толса, ал гипсометриялық орналасуы жоғарылардың барлығы бос (суға толған)

болуы мүмкін. Бұл айтылғандарды мұнай мен газдың *дифференцияланған ұсталуы* деп атайды.

Мұнай мен газдың еркін күйде жылыстауы қабат коллектордың ішінде ғана емес айырылымды бұзылыстар арқылы да жүреді, осының нәтижесінде де жатындар қалыптасады.

Егер қабат-коллекторда құрамында еріген газ бар мұнай қозғалса, онда ең тереңдегі ұстағыштар мұнайға (еріген газы бар) толады. Мұнай ұстағыштарды толтырып болған соң, қабаттың өрлеуі бойынша жоғары қарай жылыстайды. Қабаттық қысым қанығудан төмен болған бөлікшелерде, газ мұнайдан еркін фазада бөлініп, мұнаймен бірге ең жақын ұстағышқа өтеді. Бұл ұстағышта газ телпекті мұнай жатыны жаралуы мүмкін, егер газ өте көп болса, ол ұстағышты толық толтырады да, мұнайды гипсометриялық жоғары орналасқан келесі ұстағышқа ығыстырып жібереді. Осының нәтижесінде мұнда газ-мұнай немесе мұнай жатыны орналасады. Егер мұнай немесе газ барлық ұстағыштарды толтыруға жеткіліксіз болса, олардың ең жоғары орналасқандары суға ғана толады.

Жатындардың қалыптасуы газ бен мұнайдың латерал (резервуар іштік) жылыстауында ғана жүріп қоймайды. КС-ның аккумуляциясы олардың *тік бағытта (резервуар аралық)* жылыстауында да орын алады. Бір айта кететіні: КС латерал және тік бағыттарда шашыранды түрде де жылыстауы мүмкін.

Жарияланған деректер бойынша, бастапқы жатындардың қалыптасу қарқындылығы (шашыранды көмірсутектерден) $n10^{-13}$ кг/(м^{2}с) мөлшерін құрайды. Мұнайдың жиналу жылдамдығы, тік бағытта сорғалама жылыстау нәтижесінде қайта туындаған жатынға қалыптасқан кезде, И.В.Высоцкий бойынша, 12-ден 700-ге дейінгі т/жыл мөлшеріне жетеді.

Мұнай мен газдың жылыстау және аккумуляция процестері өзгермелі геологиялық жағдайда жүреді. Бір жағдайларда бастапқы жатындар шашыранды көмірсутектерден қалыптасады, ал басқа жағдайларда – бастапқы жатындардан ыдыраған көмірсутектерден пайда болады.

Мұнай мен газ жатындарының бұзылуы. Жылыстау мен аккумуляция нәтижесінде ұстағыштарда жаралған мұнай мен газ шоғырлары, кейін тектоникалық, биохимиялық, химиялық және физикалық процестер ықпалынан жартылай немесе толық бұзылуы мүмкін.

Мұнай мен газ жатындарының қалыптасу және бұзылу процестерін зерттеудің үлкен маңызы бар. Өйткені бұл процесті нақты

білу, мұнай мен газды іздеу-барлау жұмыстарын мақсатты жүргізуге, оларды іздеу әдістерін әзірлеу мен жетілдіруге мүмкіндік береді.

15.7. Мұнайлы-газды аумақтардың жіктемесі

Жер шарында шамамен 35 мың мұнай, газ бен битум кенорындары белгілі. Олар барлық континенттерде (Антарктидадан басқа) және олардың жағалаларын жуып жатқан көптеген теңіздер мен мұхиттарда ашылған. Бірақ анықталған КС-лар мұнайлы-газды аумақтар ауқымында шегінді түзілімдер алаңы бойынша да, қимасы бойынша да шектен тыс әркелкі таралған. Бұл мұнай мен газ орналасуының басты геологиялық ерекшелігіне жатады. Мысалы, мұнай мен газ ресурстарының үлкен концентрациялары Таяу және Орта Шығыста (Сауд Арабиясы, Ирак, Иран, Кувейт және т.б.) Солтүстік Африкада (Ливия, Алжир), Мексика шығанағында, Солтүстік теңізде, Россия (Батыс Сібір, Орал-Поволжье) және басқа аймақтарда анықталған. Сонымен қатар ұсақ және шағын кенорындардың орасан зор саны белгілі.

Тектоникалық принципке негіздеп, А.А. Бакиров мұнай-газгеологиялық аудандаудың бірлігі ретінде платформа және қатпарлы аумақтарда мұнай-газды провинциялар, алқаптар мен мұнай-газжиналу белдемдерін бөлуді ұсынған.

Мұнайлы-газды провинциялар, алқаптар мен мұнай-газ жиналу белдемдері аймақтық, ал кенорындар (кен жиылымдар) мен жатындар – шектеулі (локальдық) мұнай мен газ шоғырлануларына жатады.

Мұнай мен газ жатындары орналасуындағы тік бағыттағы және аймақтық белдемдік

Сұйық және газ тәрізді көмірсутектер қорының ТМД мен шетелдерде орналасуын талдау көрсеткендей, қиманың жоғарғы бөлігінде (1,2–1,5 км тереңдікте) негізінен газ жиналады, ал 1,5–3,5 км тереңдіктерде газдың қоры қысқарады да сұйық КС қоры артады. Ары қарай (4–5км-ден аса) тереңдеген сайын газ тәрізді КС қоры қайта артып, мұнайдың қоры азаяды. Көбінесе төменгі (4–5 км-ден асатын)газды тереңдікте газбен бірге газда еріген мұнай (газ-конденсат жатындары) кездеседі.

Тік бағыттағы белдемділікпен қатар, мұнай мен газ шоғырларының орналасуында аймақтық (геоқұрылымдық) белдемділік байқалады. Аймақтық белдемділік жаралуының негізгі факторларына бастапқы ОЗ құрамы, геохимиялық пен термодинамикалық ахуал және КС-ның жылыстау мен аккумуляция жағдайлары жатады.

15. 8. Қазақстанды мұнай-газгеологиялық аудандау

Қазақстанда 210-нан аса мұнай мен газ кенорындары анықталып, барланған. Олардың ішінде 102 мұнай, 29 газконденсат, 33 мұнайгазконденсат, 6 мұнай-газ, 11 газконденсат кенорны бар. Барланған өндірілетін мұнай қоры шамамен 4,4 млрд т (әлем қорының 3,2 %-і), газ-2,0 трлн $м^3$ (1,5 %), конденсат-0,7 млрд $м^3$. Қазақстанның болжамдық мұнай ресурсы 17 млрд т-дан асады, оның ішінде құрлықтағысы – 7 млрд, теңіздегісі – 10 млрд т-дан астам; газдың болжамдық ресурсы – 146,4 трлн $м^3$ (Б.С. Өжкенов, 2004 ж.)

Мұнай мен газдың барланған қорының негізгі бөлігі Каспий маңы мұнай-газ провинциясында шоғырланған. Мұнда ашылған 122 кенорын Қазақстандағы көмірсутек қорының 80% бөлігін құрайды (мұнай – 3,5 млрд т, конденсат – 700 млн т, таза газ – 1,7 трлн $м^3$, еріген газ – 577 млр $м^3$). Аймақтың үлесі жалпы республикалық өндірістің мұнай мен конденсат бойынша 44 %, ал газ бойынша 49 % шамасында. Мұнда мұнай мен газконденсаттың мынадай бірегей кенорындары орналасқан: *Теңіз, Қарашығанақ* және *Қашаған* (Каспий теңізінің қайраңында). Олардың жиынтық үлесі мұнай мен газ өндірісінің жалпы балансында 30 %-тен асады.

Оңтүстік Маңғыстау мен Солтүстік Үстірт-Бозашы аймағында ең ірі кенорындарға *Өзен, Жетібай, Қаражанбас, Солтүстік Бозашы* жатады. Бұл аймақтың үлесі көмірсутек өндірудің жалпы республикалық балансының 50 % бөлігін құрайды.

Мұнайдың өнеркәсіптік қоры Оңтүстік Торғай мұнай-газды алабында анықталған (*Құмкөл, Майбұлақ, Ашысай, Ақшабұлақ* және т.б.). Мұнда 11 кенорын барланған, олардың ірісі *Құмкөл* (1990 ж. бастап өндірісте). Бұл аймақтың мұнай өндірісіндегі үлесі 10 % шамасын құрайды.

Атап айтатыны, ірі кенорындар қорының республикада мұнайдың негізгі өндірісіндегі үлесі 80 % шамасында (*Теңіз, Өзен, Қарашығанақ, Жетісай, Қаламқас, Жаңажол, Қаражанбас, Құмкөл*). Өндірістегі басқа кенорындардың үлесі 11 %, қалған мұнай-газ қоры даярлану мен барлау үстіндегі кенорындарда шоғырланған.

Конденсат бойынша *Қарашығанақ кенорнының* үлесіне оның республикадағы қорының 11 % мөлшері келеді. (Қуандықов, 1994).

Өнеркәсіптік газдылық сондай-ақ Шу-Сарысу ойпаңында да анықталған – *Айрақты, Амангелді, Придорожное* және т. б. Оларда барланған және бағаланған таза газдың қоры 30 млрд $м^3$ шамасында.

Қазақстандағы басқа алаптарды (Теңіз, Сырдария, Шығыс Арал, Зайсан, Ертіс маңы, Алакөл, Іле ойпаты, Солтүстік Қазақстан батымы),

сонымен қатар Каспий маңы қайраңының алаңдары мен Арал теңізінің суайдыны да мұнай-газдылық перспективасы бойынша жоғары бағаланады. Республиканың мұнай мен газға деген перспективалары әлі таусылудан алыс.

Қазақстан аумағында геологиялық құрылысы платформалық тысының стратиграфиялық диапозоны және мұнай газдылығы бойынша әр түрлі шөгінді алаптар тобы дамыған (15.7-сурет).

Қазақстанда мұнай мен газдың болжамдық ресурстарын қайта бағамдау осыған дейін соңғы рет 1988 ж. жүргізілген. 2000 ж. жаңа қосымша фактологиялық (мұнай мен таужыныстарды қазіргі геохимиялық зерттеу нәтижелері; тақталар тектоникасының, седиментологияның, сейсмостратиграфияның теориялық ережелерін пайдалану және т.б.) негізінде «Қазақстанның мұнайгаздылығын болжау картасы» жасалған.

Болжамдық картада 202 мұнай-газ кенорнының орналасуы көрсетілген. Бұл кенорындардың сипаттамасы «Справочник месторождений нефти и газа Казахстана» (1999 ж.) анықтамасында берілген. Қабылданған сұлбаға сай картада мұнай-газ геологиялық аудандаудың мынадай элементтері бөлінген:



15.7-сурет. Қазақстан мұнай-газдылығының болжамдық картасы (*Э.С.Воцалевский* және т.б., 2000). *Мұнай-газды провинциялар (МГП)*:
I–Каспий маңы; II–Солтүстік Кавказ-Маңғыстау; III–Арал-Торғай; IV–Теңіз-Шу; V–Батыс Сібір (Қазахстан бөлігі); VI–Алакөл-Іле. Болашақты мұнай-газды алқаптар: Іа–Зайсан; Іі а–Ортаңғы Сырдария. Шөгінді алаптар: 1–Каспий маңы; 2–Үстірт-Бозашы; 3–Оңтүстік Маңғыстау; 4–Арал; 5–Солтүстік Торғай; 6–Оңтүстік Торғай; 7–Шу-Сарысу; 8–Сырдария; 9–Теңіз; 10–Солтүстік Қазақстан; 11–Ертіс маңы; 12–Батыс Іле; 13–Шығыс Іле; 14–Балқаш; 15–Лепсі; 16–Алакөл; 17–Зайсан; 18–Кеген-Текес

1) мұнай-газды провинциялар (МГП);
2) мұнай-газды алқаптар (МГА);
3) мұнай-газды аудандар (МГАу);
4) мұнай-газды белдемдер (МГБ);
5) палеозой өнімді комплексіндегі мұнай кенорындары (ПКМК);
6) мезозой өнімдері комплексіндегі мұнай кенорындары (МКМК);
7) газ және газконденсат кенорындары (ГК және ГКК);
8) мұнай-газ және мұнай-газконденсат кенорындары (МГК және МГКК).

Қазірге дейін өнеркәсіптік мұнайгаздылық Каспий маңы, Маңғыстау-Үстірт, Шу-Сарысу мен Оңтүстік Торғай шөгінді алаптарында анықталған. Іздеу жұмыстары перспективалы Арал маңы ауданында, Теңіз бен Зайсан перспективалы алқаптарында басталды. Дәлелденген мұнай-газдылық әр түрлі алаптарда ортаңғы девоннан неогенді қоса алғанға дейінгі стратиграфиялық диапозонды қамтиды. Шөгінді алаптар мұнай-газгеологиялық аудандаудың қабылданған сұлбасы бойынша келесі мұнай-газды провинциялар (МГП) мен алқаптарға бөлінеді:

1. Каспий маңы МГП;
2. Солтүстік Кавказ-Маңғыстау МГП;
3. Арал-Торғай МГП;
4. Теңіз-Шу МГП;
5. Батыс Сібір МГП (Қазақстан бөлігі);
6. Алакөл-Іле перспективалы МГП;
7. Солтүстік Үстірт МГА;
8. Ортаңғы Сырдария перспективалы-ГА.

Каспий маңы ойпаңы – әлемдегі ең маңызды МГП-ның бірі. Оның геологиялық құрылысы мен өте бай мұнай-газдылық әлеуеті бірегей саналады. Каспий маңы ойпаңының Қазақстан бөлігінде 2002 ж. басында көмірсутектердің (КС) 128 кенорны анықталған. Оларға әр түрлі мұнай, газ және конденсат кенорындары кіреді. Анықталған кенорындардың 92-сі тұзүсті, ал 36-сы тұзасты түзілімдерімен байланысты.

Дәлелденген өнеркәсіптік мұнайгаздылық шөгінді тыстың айрықша кен стратиграфиялық диапазонын қамтып, оған D, C, P, T, J, P және N комплекстері кіреді. Қоры бойынша өте ірі және алып кенорындар паеозойдың кунгурға дейінгі карбонат түзілімдерінде орналасқан. Тұзүсті комплексінде негізгі мұнайгаздылық T, J және K_1 құм-құмайттасты қабаттарымен және бұдаларымен байланысты.

Солтүстік-батыс алқаптың негізгі кенорындары: *Қарашығанақ, Батыс Тепловское, Каменское*;

Орталық алқаптың – *Шығыс, Дараймола, Матин, Болғанмола*;

Астрахань-Ақтөбе алқабының – *Имашев, Забурунье, Новобогатинское Юго-Восточное, Камышитовское, Юго-Западное, Теңіз, Құлсары, Кебай (Солтүстік Қатыртас пен Шығыс Молдабек), Қаратөбе, Кенқияқ*;

Заволжско-Предуралье алқабының – *Қаражанбас, Қаламқас, Толқын, Равининское, Жаңажол, Ұрықтау, Лоқтыбай, Жаңатаң.*

Мұнай-газгеологиялық аудандау. Каспий маңы МГП ауқымында тұзасты мегакомплесі бойынша төрт МГА бөлінеді: Солтүстік-Батыс борт маңы (СББ МГА), Орталық Каспий маңы (ОК МГА), Астрахань-Ақтобе (АА МГА), Завольже-Приуралье (ЗП МГА).

Каспий маңы МГП бойынша тұтастай тұзүсті мегакомплексінде 7 аудан (МГАу) мен 18 белдем (МГБ) бөлінген. МГАу-ға кіретіндер: Приморье-Астрахань, Маткен-Қоздысай мен Теміртау (АА МГА), сондай-ақ Бозалы, Сазтөбе-Сарыбұлақ (Отырау), Жаңажол-Төрткөл мен Предуралье (ЗП МГА).

Тұзүсті мегакомплексінде аймақтық планда 7 белдем бөлінеді: Азғыр, Жамбай-Забурунье, Мартыш, Қаратон-Прибрежная, Боранкөл-Провинская, Сағыз, Ақжар-Шұбарқұдық.

Ең ірі ашылымдар Каспий теңізі айдынында болады деп болжанады.

Солтүстік-Кавказ-Маңғыстау МГП

Бұл МГП батыстан шығысқа қарай Қырым түбегінен оңтүстік Үстірт аумағына созылса, ал оңтүстіктен солтүстікке қарай – Үлкен Кавказдың Солтүстік беткейінен төменгі Волгаға және Қаратау қатпарлы белдемін жиектейтін ойыстарға дейін. Провинция іс жүзінде екі үлкен бөліктен тұрады: Солтүстік-Кавказ және Маңғыстау. Қазақстан ауқымында МГП Солтүстік пен Оңтүстік Маңғыстауды Қарабоғаз дөңінің солтүстік және батыс беткейлері аумағымен қамтиды. Оның солтүстік шалғайы Карпинск-бозашы қатпарлы-бастырмалы белдемі мен Қаратау-Орталық Үстірт қатпарлы-бастырмалы белдемін жиектейтін ойыстар жүйесі болып табылады. Шығысы мен оңтүстігінде Қазақстан мен Өзбекстанның және Түркменстанның мемлекеттік шекараларымен шектелген, ал батысында – Каспийдің орталық сызығы бойынша.

Қазақстанда үлкен мұнай өндірісі осы Маңғыстаудан басталған. 40-жылдан астам уақыт бұрын өте ірі Жетібай мен Өзен кенорындары ашылып, игерілген (бұл оқиға, яғни 40 жылдық мереке Өзенде

3–4-қыркүйекте 2004 ж. атап өтілген). Ал кейінгі жылдары мұнай мен газдың қоры бойынша бірқатар ірі кенорындар ашылған.

Шет аймақтың Қазақстан аумағында бөлінетіндері: Маңғыстау МГА, Батыс Маңғыстау-Құм маңы МГА, Қарабоғаз маңы ауданы. Бұл аумақта 41 мұнай мен газ кенорны анықталған. Олардың ішінде ірілері:

1) Маңғыстау МГА кенорындары – *Төбешік, Жетібай, Өзен, Теңге, Тасболат*;

2) Батыс Маңғыстау-Құм маңы МГА кенорындары – *Доңға Аламұрын, Тамды*.

Мұнай-газды геологиялық аудандау. Шет аймақтың Қазақстан бөлігінде геологиясы мен мұнай-газдылығының сипаты бойынша төрт мұнай-газды алқабы бөлінеді: Терск-Каспий, Батыс Маңғыстау-Құм маңы, Маңғыстау және Оңтүстік Бозашы.

Құрлықтың болжамдық ресурсы ісі жүзінде зерттеліп біткен.

Солтүстік Үстірт МГА

Бұл МГА Қазақстан мен Өзбекстан аумағында орналасқан мұнай-газгеологиялық аудандаудың дербес элементі ретінде бөлінеді. Оның солтүстік-батыс шекарасы Каспий маңы ойпаңынан жоғарғы палеозой комплексі бойынша бөлінген Үстірт арқылы өтеді. Шығыс шекарасы болып Арал-Қызылқұм көтерілімдер белдемі табылады.

Триасқа дейінгі, триас, юра-бор мен палеоген комплекстерінің негізінен терригендік қимасы бойынша қабылданған бөлімдеме, геологиясын хаттағанда пайдаланылуы дұрыс деп қабылданған.

Солтүстік Үстірт МГА-ның Қазақстан бөлігінде 7 кенорын анықталған: *Арыстан, Қаракұдық, Комсомол, Қолтық, Шағырлы-Шөміште, Бозай, Қызылой*.

Арал-Торғай мұнай-газды шет аймағы

Бұл провинцияға өздері аттас шөгінді алаптарда орналасқан Арал мен Торғай МГА кіреді.

Арал мұнай-газды алқабы (МГА) – өлшемдері 400х100х210 км, ал жалпы ауданы 80 мың км^2 өзі аттас алапта орналасқан. Арал алабының негізгі бөлігі Арал теңізі астында, Қазақстан мен Өзбекстан аумағына кіреді. Арал аумағының қабылданған шекаралары аумағында көмірсутек кенорындары қазірге дейін анықталған жоқ. Бұрғыланған бірқатар терең ұңғымаларда, сондай-ақ гидрогеологиялық ұңғымалардағы қабаттар юра мен бор түзілімдерінен қарқынды газ бөліну білінген.

Торғай мұнай-газды алқабы өзі аттас шөгінді алаппен байланысты болып, Шығыс Қазақстан шөгінді алаптары жүйесінде қиыр батыс жағында орналасқан. Оңтүстік аудандарда іздеу-барлау

жұмыстары 1984 жылдан бастап, Құмкөл-І ұңғымасында төменгі юра (берриас-беррем) түзілімдерінен мұнай апатты бұрқақтағаннан кейін айрықша қарқынды түрде жүргізіліп келеді. Мұнда 13 ірі мұнай және газ-мұнай кенорны ашылған.

Оңтүстік Торғай алабы ауқымында қазірге дейін 17 мұнай мен газ – кенорны ашылған. Олардың 2 кенорны – *Арыс* пен *Оңтүстік Қоныс газконденсатты*, ал қалғандары мұнай мен газконденсат-мұнай кенорындары. Мұнайдың қоры бойынша ең ірілеріне *Құмкөл, Ақшабұлақ* пен *Қоныс кенорындары* жатады.

Оңтүстік Торғай шөгінді алабында геологиялық параметрлерін ескере отырып үш мұнай-газды (Арысқұм МГБ, Ақсай МГБ және Ащысай МГБ) және перспективалы (Табақ-Бұлақ және Жіңішкеқұм ПМГБ) белдемдері бөлінеді.

Теңіз-Шу мұнай-газды шет аймағы

Қабылданған мұнай-газгеологиялық аудандауға сәйкес Теңіз-Шу МГП құрамына Теңіз перспективалы-газды алқабы мен Шу-Сарысу газды (газконденсатты) алқабы кіреді.

Теңіз ПГА геологиясы жағынан өзі аттас ойпаңмен байланысты. Оның өлшемдері 300х200х250 км, ал жалпы ауданы 70 мың км^2. Девон-пермь жаралымдары көлемінде теңіз бен континент түзілімдерінен тұрады, максимал қалыңдығы 5000 м-ге дейін. D_3fm-C_1v қимасы перспективалы-мұнайгазды болып табылады.

Шу-Сарысу газды алқабы меридианға жуық бағытта 900 км-ге дейін созылады, ені 300 км шамасында. Ойпаң девон-пермь және мезозой-кайнозой шөгінділерінің комплексінен тұрады, максимал қалыңдығы 6000 м-дей. Газды болып D_3-C_1 мен P_1 карбонат және терригендік жаралымдары табылады.

Қазірге дейін Шу-Сарысу газды алқабы ауқымында анықталғаны және әр түрлі дәрежеде барланғаны 9 газ және газконденсат кенорны: *Орталық, Батыс Орталық, Придорожное* (Көкпансор ГАу) мен *Молдыбай, Анабай, Амангелді, Айрақты, Солтүстік Үшарал, Үшарал-Кемпіртөбе* (Мойынқұм ГАу).

Батыс Сібір МГП (Қазақстан бөлігі)

Оның оңтүстік бөлігі Солтүстік Қазақстан моноклині ретінде бөлінген аудандарды қамтиды. Мұнда мұнай мен газды іздеу іс жүзінде әлі мақсатты түрде жүргізілмеген.

Қиманың зерделенгендігінің қазіргі жағдайын ескере отырып, оның құрамында резервуарлар мен жапқыштар болуы көзқарасынан белдемдік флюидтірек ретінде валанжин-апт (қиялы) және тұран (кузнецов) түзілімдерін бөлуге болады.

Қиманың апт-сеноман бөлігі (покур свитасы) жоғары сыйымдылықты резервуар ретінде қарастырыла алады. Болжамдық нұсқада резервуарлар мен флюидтіректер юрада және палеозойда болуы мүмкіндігін жорамалдауға болады. Мұнда флюидтіректер негізінен жергілікті дамуымен сипатталады. Ықтимал резервуарлар ретінде палеозойдың мору қыртысын қарастыруға болады.

Батыс Сібір МГП-ның Қазақстан бөлігі ауқымында мұнай мен газ кенорындары анықталмаған. Сонымен қатар жинақталған геологиялық-геофизикалық материалдар мұнда көмірсутекті шоғырлар болуы ықтималдығын көрсетеді.

Алакөл-Іле перспективалы МГП

Бұл шет аймақ Қазақстанның Алакөл, Балқаш маңы және Іле ойпаңдарын біріктіреді. Олардың мұнай-газдылық болашағын мақсатты зерделеу тиіп-қашты түрде жүргізілген, ал көп бөлігінде әлі жүргізілмеген.

Іле перспективалы МГА. Қазіргі кезде қолда бар геологиялық-геофизикалық деректер бойынша Іле ойпаңы оңтүстік-батыс бағытта созылған теріс құрылымдар жүйесі болып табылады. Бұл жүйе солтүстігі мен оңтүстігінде тиісінше Жоңғар Алатауы, Кетмен жотасы мен Іле Алатауы қатпарлы құрылымдармен шектелген.

Триас-юра-бор және палеоген-неоген түзілімдері көл-батпақ пен аллювийлік генезисті қалың құм-сазды қатқабаттан тұрады. Құмтас қабаттары жоғары сыйыстырушы-сүзуші қасиеттерімен сипатталады (кеуектілігі 30%, өтемділігі 400 мд шамасына дейін). Олардың үстіндегі саз будалары сенімді белдемдік және жергілікті жапқыштар ретінде қарастырылады.

Жоғарғы триас-төменгі және ортаңғы юра түзілімдерінде көмір қабаттары мен будалары бар. Көмір негізінен қоңыр, өнеркәсіптік мәні бар кен орындар жасайды.

Көмірсутек кенорындарын ашудың белгілі бір перспективаларын тек қана Жаркент ойпаңының (Панфилов ойысы) төмен батқан белдемінің жекелеген бөлікшелерімен байланыстыруға болады. Шығыс Іле ойпаңын саяз және терең бұрғылау процесінде триас, юра мен неоген түзілімдерінен байқалған көптеген газбілінімдер КС генерациясы болғанын және оның қазір де жүріп жатуы ықтимал екенін толық куәландыра алады.

Балқаш перспективалы ГА геологиясы жағынан өзі аттас шөгінді алаппен байланысты. Оның шекаралары шығысы мен оңтүстігінде – Жоғар Алатауы қатпарлы құрылыстары, батысында – Шу – Іле қатпарлы жүйесі, ал солтүстігінде-Балқаш көлі табылады. Шөгінді

алаптың өлшемдері 340х90х240 км. Ол өте нашар зерделенген. Мұнай-газ іздеуге бағытталған жұмыстар мұнда жүргізілмеген.

Алакөл перспективалы газды алқабы геологиясы жағынан өзі аттас тау аралық ойпаңмен байланысты. Ол солтүстік жағында Тарбағатай жотасымен, оңтүстік-батысында Жоңғар Алатауымен, ал оңтүстік-шығыстында Бірлік пен Майлы жоталарымен шектелген. Ойпаңда мұнай-газдылықты болжау мақсатындағы геохимиялық зерттеулер жүргізілмеген.

Зайсан перспективалы МГА геологиясы жағынан өзі аттас ойпаңмен байланысты. Оның негізгі бөлігі Қазақстан аумағында орналасса, ал қалған бөлігі – КХР аумағында. Зайсан ойпаңының жалпы ауданы 40 мың км^2 шамасында, оның 30 мың км^2 бөлігі Қазақстан аумағында жатыр.

Комплекстер-резервуарлар мезозой, пермь және таскөмірдің құмтас, құмтас-гравий мен құмтас-құмайттас таужыныстарымен байланысты. Олардың кеуектілігінің максимал мәні 25% шамасына жетеді. Қиманың бұл секциясы құрамында аймақтық палеоген жапқышы болуымен сипатталады.

Ортаңғы Сырдария перспективалы газды алқабы Сырдария шөгінді алабында жеке алқап ретінде бөлінген. Ол қиыр оңтүстікте бөлініп, әкімшілік жағынан Қызылорда мен Оңтүстік Қазақстан облыстары құрамына кіреді. Алап ендікке жуық созылымымен және 650х350 км өлшемдерімен сипатталады.

Жоғарғы палеозойдың квазиплатформалық қатқабаттары жекелеген блоктар ауқымында мұнай-газдылықты зерделеуге перспективалы нысан ретінде қарастырыла алады. Сырдария өзенінің сол жақ және оң жақ жағаларындағы бірқатар алаңдарда мұнай-газ іздеу бұрғылауы процесінде J–K мен P түзілімдерінде сирек және шамалы газ білінімдер байқалған.

Бақылау сұрақтары

1. Мұнай деген не, оның құрамы мен қасиеттері қандай?
2. Жинауыш таужыныстар мен флюидтірек-жапқыш таужыныстар қандай қасиеттерімен сипатталады ?
3. Табиғи резервуарлар мен ұстағыштар қалай жаралады?
4. Мұнай мен газ жатындары деген не?
5. Мұнай мен газ жатындары қалай жіктеледі?
6. Мұнай мен газдың жаралуы туралы қандай гипотезалар бар?
7. Көмірсутектердің шөгінді қатқабаттағы тік белдемділігінің мәнісі неде?
8. Мұнайгаз туындатушы түзілімдер деген не және жылыстаудың қандай түрлері бар?
9. Мұнай мен газ жатындарының қалыптасуы және бұзылуы деген не?
10. Қазақстан аумағын мұнайгаздылығы бойынша аудандау сұлбасы қандай?

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых /Составители: Х.А. Беспаев, Л.А. Мирошниченко, Алматы, 2004.

2. *Байбатша А.Б.* Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. Алматы: Ғылым, 2003. – 320 б.

3. *Бакенов М.М., Отарбаев Қ.Т.* Пайдалы қазбалардың геологиясы. Алматы, 2002. – 112 б.

4. *Бок И.И.* Основы рудной геологии. Кн. 1 и 2. Алматы, 1970- 1974.

5. Геология нефти и газа и нефтегазоносные провинции. /Под ред. Э.А.Бакирова и В.А.Ларина. Москва, 1998.

6. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ. Т. III, Алматы, 2002.

7. *Ермолов В.А.* и др. Месторождения полезных ископаемых: Учебник для вузов. М.: МГГУ, 2001. – 570 с.

8. Курс месторождений твердых полезных ископаемых / Под ред. П.М.Татаринова и А.Е.Карякина. Л.: 1975.

9. Курс рудных месторождений/Под ред. В. И. Смирнова. М.: Недра, 1986.

10. *Қайыпов С.Қ.* Қазақстанның минералдық шикізат байлықтары. Павлодар, 1999. – 258 б.

11. Месторождения металлических полезных ископаемых / В.В.Авдонин, В.Е.Бойцов, В.М.Григорьев и др. М.: ЗЛО "Геоинформмарк", 2005. – 269 с.

12. Петрология органических веществ в геологии горючих ископаемых/ И.И. Аммосов и др. М.: Наука, 1987.

13. Полезные ископаемые Казахстана. Кокшетау, 2003.

14. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых/А.Е. Карякин, П.А. Строна, Б.Н. Шаронов и др. М.: Недра, 1985.

15. Рудные месторождения СССР. Т. 1–3/Под ред. В.И.Смирнова. М.: Недра, 1980.

16. Свойства, потребление и производство основных видов минерального сырья. Кокшетау, 2003.

17. *Смирнов В.И.* Геология полезных ископаемых. М.: Недра, 1986.

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз..... 3
Кіріспе..... 5
1- бөлім. Жалпы мағлұмат 11
1. Кенорындар туралы жалпы мәліметтер.....11
1.1. Негізгі түсініктер мен анықтамалар 11
1.2. Пайдалы қазба денелерінің морфологиялық сипаттамасы.....13
1.3. Пайдалы қазбалардың сапалық сипаттамасы.....20
2- бөлім. Пайдалы қазбалар кенорындарының жаралу жағдайлары мен генетикалық типтері.....29
2.1. Кенорындардың жер қыртысының негізгі құрылымдық элементтерімен байланысы.....31
2.2. Кенорындардың жаралуы мен орналасуын анықтайтын геологиялық және физикалық-химиялық факторлар 34
2.3. Кен заттарының көзі мен түзілу жолдары.....38
3. Магмалық кенорындар.....40
3.1. Жаралу жағдайлары 40
3.2. Кенорындардың типтері.....42
4. Пегматиттік кенорындар.....49
4.1. Жаралу жағдайлары.....49
4. 2. Кенорындарының типтері 51
5. Гидротермалық кенорындар..... 54
5. 1. Жаралу жағдайлары 54
5.2. Кенорындардың типтері 55
6. Жапсарлық-метасоматоздық кенорындар.....63
6.1. Жаралу жағдайлары 63
6.2. Кенорындардың типтері 64
7. Метаморфталған және метаморфтық кенорындар.....71
7.1. Жаралу жағдайлары 71
7.2. Кенорындардың типтері 72
8. Вулканогендік-шөгінді кенорындар.....76
8. 1. Жаралу жағдайлары 76
8. 2. Кенорындарының типтері 76
9. Гидротермалық-шөгінді (стратиформдық) кенорындар.....81
9. 1. Жаралу жағдайлары 81
9. 2. Кенорындарының типтері 81
10. Мору кенорындары.....85
10.1. Жаралу жағдайлары 85
10.2. Кенорындарының типтері 87

11. Шөгінді кенорындар.....95
11.1. Жаралу жағдайлары 95
11. 2. Кенорындарының типтері 97
3- бөлім. Пайдалы қазба кенорындарының өнеркәсіптік типтері 111
12. Металл пайдалы қазбалар..... 111
12.1.Темір.....113
12.2. Марганец.....126
12.3. Хром 130
12.4. Титан 134
12.5. Никель (тініке) және кобальт.....136
12.6. Вольфрам және молибден.....141
12.7. Алюминий..... 145
12.8. Мыс.....149
12.9. Қалайы.....157
12.10. Қорғасын мен мырыш.....160
12.11. Сүрме мен сынап..... 166
12.12. Алтын мен күміс..... 169
12.13. Платина тобының металдары..... 175
12.14. Уран.....177
12.15. Бериллий 181
12.16. Тантал мен ниобий.....184
12.17. Литий..... 186
12.18. Сирекжер элементтер..... 188
13. Бейметалл пайдалы қазбалар 193
13.1. Бейметалл пайдалы қазбалардың жіктемесі..... 193
13.2. Асыл (әсемтас), әшекей және техникалық тастар..... 195
13.3. Графит.....202
13.4. Слюда.....205
13.5. Асбест.....208
13.6.Тальк 211
13.7. Флюорит 213
13.8. Цеолит.....215
13.9. Магнезит пен брусит 217
13.10. Минералдық тұздар және бор..... 219
13.11. Фосфат шикізаты.....223
13.12. Күкірт шикізаты..... 227
13.13. Диатомит, трепел, опока..... ...228
13.14. Табиғи құрылыс тас материалдары..... 229
13.15. Карбонат таужыныстар.....233

13.16. Құм мен құм-гравий материалдар.....236
13.17. Саз бен каолин.....238
13.18. Техногендік кенорындар.....240
14. Жанғыш қазбалар.....247
14.1 Жалпы мағлұмат.....247
14.2 Көмір сапасының, құрамының және қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері..... 251
14.3.Көмірдің жіктемесі және негізгі пайдалану бағыттары.....
..265
14.4. Көмір қабаттарының морфологиясы.....273
14.5 Көмірлі қатқабат.....284
14.6 Көмір кенорындарының жалпы сипаттамасы.....287
14.7. Көмір ресурстарының стратиграфиялық және географиялық таралуы.....292
15. Мұнай мен газ геологиясы.....309
15. 1. Мұнай мен газдың құрамы 309
15. 2. Құрамында мұнай мен табиғи газ бар таужыныстар 311
15. 3. Табиғи резервуарлар мен ұстағыштар 313
15. 4. Мұнай мен газ жатындары.....314
15. 5. Мұнай мен газ жатындарының жіктемесі 316
15. 6. Мұнай-газ жатындары мен мұнайлы-газды аумақтардың қалыптасуы.....317
15. 7. Мұнайлы –газды аумақтардың жіктемесі 323
15. 8. Қазақстанды мұнай-газгеологиялық аудандау 324
Әдебиеттер тізімі..... 333