О. Б. БЕЙСЕЕВ

ТАЛШЫҚТЫ ТАСТЫҢ СЫРЫ

АЛМАТЫ «ҚАЗАҚСТАН» 1985

ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ӘДЕБИЕТТЕР
БАС РЕДАКЦИЯСЫ

Бейсеев О. Б.

Б 37 Талшықты тастың сыры — Алматы; Қазақстан, 1985.—144 бет.

Бұл кітапта жер қойнауындағы қазба байлықтар ішінде ерекше орын алатын, жаратылысы көпке дейін жұмбақ болып келген талшықты тастар — асбестер туралы әңгіме болады. Олардың техника мен халық шаруашылығында пайдалану, оның ішінде Қазақстанның асбест кен орындарындағы рудаларды комплексті игеру, республика өнірінде жаңа асбест кендерін табу жолдары баяндалады.

33.34

Б $\frac{2504020000-81}{401(05)-85}$ **134—84**

© «Қазақстан» баспасы, 1985

Алғы сөз

Ғасырлар бойы жұмбақ болып келген тамаша талшықты тастар — асбестердің таңғажайып қасиеттері көптеген аңыздардың тууына себеп болды. Бірақ та он бесінші ғасырдың екінші жартысына дейін тас та талшықтанады деген табиғи шындықты ешкім де мойындамады. Сондықтан да асбестер Үндістанның адам аяғы баспаған шөл далаларында өмір сүретін, отқа жанбайтын ғажап кесерткі — «саламандраның» жүні немесе «шайтанның өрмегі» екен деген ұғымдар ел арасына кең тарады. Бірақ бұл аңыздар ертедегі адамдардың «қасиетті тасты» әр түрлі тұрмыстық мақсаттарына жаратуына бөгет бола алған жоқ.

Асбестің «мәңгі білте» ретінде алғаш рет қолданылуы оның басқа минералдар ішінде ерекше орын алатынын көрсетті. Ал асбесті бұлайша пайдалану оның жылуға және отқа төзімділік қасиетіне байланысты болатын.

Көп уақытқа дейін асбест өсімдіктер тобына жатады деген ұғым басым болып келді. Тіпті ежелгі Греция мен Римнің ірі ғалымдарының көбі осындай түсініктен асып кете алған жоқ. Ол кезде талшықты тастар «әр түрлі қара күш пен зұлымдықты жеңе алатын» өте сирек «сиқырлы зат» ретінде ең әдемі асыл тастардан да жоғары бағаланды.

Уақыт озған сайын асбесті қолдану өрісі кеңейе түсіп, өндірістің көп салалары асбестсіз зат өндіре алмайтын болды. Қазір асбестен жасалатын заттардың саны 3 мыңнан асты. Сөйтіп бір кездегі «мәңгі білте» атанған

асбестер қазір космос корабльдерінің ең қажетті бөлшектерін жасауға пайдаланылып отыр.

Асбесті пайдаланатын өндірістер мен халық шаруашылығы салаларының ұлғаюы бүкіл жер жүзінде оның жаңа кен орындарын іздеу жұмыстарын күшейтті. Қазіргі кезде көптеген елдерде асбесті мол өндіру дүние жүзілік экономикаға айтарлықтай әсер етіп отыр.

Минералогия ғылымының дамуы және оның сапалы аспаптармен жабдықталуы асбестердің сыртқы пішіні мен ішкі құрылыстары жайлы жаңа мағлұматтар алуға, олардың жаңа қасиеттерін анықтап, пайдалану салаларын табуға мүмкіндік туғызды.

О. Б. Бейсеев ұзақ жылдар бойы осы тамаша минералдарды және олардың кен орындарын жан-жақты зерттеп келеді. Ол асбестердің пайдалы қасиеттерін анықтау, оның рудаларын комплексті пайдалану, асбестерді жаңа композициялық бұйымдарға қолдану жолдарын жүйелеу, асбест кен орындарының орналасу заңдылықтарын болжау сияқты проблемалармен шұғылданады. Осындай ғылыми зерттеулер нәтижесінде автор асбестер туралы көптеген деректерді жинап қорытындылады, эксперименттер мен кеннің табиғатта түзілу шарттарын салыстыра келіп, асбест кристалдарының өсуі туралы пікірлер айтты, асбестерді тазалаудың жаңа әдістерін, асбест кендерін комплексті пайдалану және оларды өндірістік игерудің жаңа жолдарын анықтады.

Асбесті қолына ұстаған адам оған әр уақытта да таң қалып, қызықпай тұра алмайды. Асбестен жасалған бұйымдар қазір техникада, құрылыста және күнделікті тұрмыста кең қолданылуда. Әйткенмен асбесті өндірісте, халық шаруашылығында кең пайдалану оның қандай қасиеттеріне байланысты екенін әркім біле бермейді. Сондықтан автор бұл кітабында талшықты тас туралы жан-жақты әңгімелеуге ұмтылады.

Академик *А. Қ. ҚАЙЫПОВ.*

Асбест туралы аңыздар мен тарихи деректер

Асбестің ыстыққа төзімділігі мен отқа жанбау қасиеттері Египет пен Грецияда біздің заманымыздан бұрынғы IV ғасырда-ақ белгілі болған. Ал біздің заманымыздан 1300 жыл бұрын Үндістанда, Қытайда, Грецияда және Иудеяда асбесттен әр түрлі тұрмысқа қажетті заттар жасаған. Асбест талшықтарынан будда храмдарына қоятын шырақтарға «мәңгі білте» тоқу және абыздарға отқа төзімді асбест маталарынан киім тігу ол кезде әсіресе діни мекемелердің басты кәсіптерінің бірі еді.

Біздің жыл санауымызға дейінгі 436 жылы грек мүсіншісі Каллимакис Афиныдағы Эллада храмында мәңгі жанып тұрады деп есептелген алтын шамға асбестен білте салған. «Мәңгі шамның» білтесінің асбест матасынан жасалғаны өте құпия сақталған болса керек. Өйткені ертедегі грек тарихшысы және философы Плутарх 438 жылы шамның өшпей жанып тұруының сыры оның ерекше заттан тоқылған білтесінде деп жазғанымен, сол білтенің сипаты туралы ешбір деректер келтірмеген.

Иудея храмдарының қызметшілері — левиттердің қолжазбаларында отқа жанбайтын «нәзік маталар» жайында жиі айтылады. Ертедегі адамдардың бұл минералға қойған аты да оның отқа төзімділігіне байланысты болса керек. Мысалы, грек сөзі «асбестос» («asbestos») тікелей аударғанда «өшпейтін», «бұзылмайтын» яғни «жанбайтын», «тұрақты», «мәңгі» деген ұғымды білдіреді.

Грецияда алғаш асбест өндіру Евбей (қазіргі Негропонт) аралындағы Каристос қаласының маңайында басталған. Шағын асбест кен орындары Кіші Азия мен Солтүстік Америка жерлерінде болғаны анықталды. Ливиядағы асбестке байланысты Асбисты деп аталған қаланың маңынан да асбест өндірілген. Ал Үндістанда асбест өндіру орталығы ол кезде Аркадий тауларында болған.

Белгілі совет археологы, Шығысты зерттеуші профессор М. Е. Массонның болжамы бойынша, римдіктер асбесті Грецияны жаулап алғаннан кейін (146 ж.) пайдалана бастаған. Олар асбест маталарын көбінесе өліктерді кремация жасау үшін кебін (саван) ретінде жұмсаған. Мәселен, 1246—1248 жылдары монғол ханы Уйық Рим папасына сыйға жіберген асбест матаға христостың сүйегінің қалдығы оралған деген болжам бар. Ал 1702 жылы ертедегі Рим қабірлерінің бірінен «жанбайтын тастан» пішілген кебіннің үлгісі табылған. Ол кебін қазір Ватикан кітапханасындағы музейде сақтаулы тұрған көрінеді.

Италия Альпыларындағы кен орындарынан өндірілетін асбесті римдіктер «Linum vivum» — «асыл мата» деп атап, оны құнды қазына ретінде сақтаған.

Асбестердің таңғажайып қасиеттері туралы өте көп аңыздар мен сан алуан фантастикалық пайымдаулар пайда болған. Мысалы, Франк королі, соғысқұмар Карл Великий көп жорықтарының бірінде жау қоршауынан шыға алмайтындай жағдайға душар болыпты. Бірақ ол ешбір саспастан қаптаған жауларының көзінше қалтасынан ақша қардай таза орамалын алып, маңдай терін сүртеді де, оны жанып тұрған отқа тастаған. Біраз уақыт өткен соң ол оттан ешбір жері күймеген ақ орамалын қайтып суырып алады да, төрт бүктеп қалтасына салған. Мұны көріп тұрған жау әскерлері оның «әулиелігінен», «сиқырлығынан» сескеніп, өз бастарын сауғалап тым-тырақай қашқан.

Асбестің қасиеті жайындағы фантастикалық әңгімелерді ерте дүниенің белгілі ғалымдарының өздері де айтып кеткен. Атақты Рим натуралисі, тарихта Үлкен Плиний аталып кеткен ғалым Кай Плиний Секунд * өзінің 37 томдық энциклопедиясында былай деп жазды: «Үндістанның улы жыландарға ғана мекен болған, жыл он екі ай бір тамшы жаңбыр жаумайтын шөлейттерінде ыстыққа әбден бейімделген, мата тоқуға жарамды тас бар. Ол тастан көсемдердің сүйегін кремация жасағанда орайтын ақыреттер, той-салтанат құрушыларға арнап салфеткалар жасайды, оларды отқа қыздырып (1-сурет) тазалайды».

Плинийдің айтуына қарағанда, Ертедегі Римде асбест меруертпен және басқа да асыл тастармен бірдей бағаланған. Оны «Әулие сиқыр тас» ретінде әр түрлі ауруларды емдеуге де пайдаланған.

Европаға, оның ішінде Италияға (Римге) асбест маталары орта ғасырдың аяғына дейін шығыс елдерінен тасылғанын дәлелдейтін тарихи деректер бар.

Ал көне Қытайда асбестен мата тоқып, киім тігетін кәсіпорындары болғаны біздің заманымыздың V ғасырының орта шенінде жазылған шежірелерде айтылған. Мәселен, 465 жылы Супэ (Қашғар) аймағының әмірі өзінің елшісі арқылы Қытай императоры Вынь Чень Диге ерекше сыйлық — «Шакья Муни» деген жанбайтын киім жіберген. Бұл киімнің ерекшелігін дәлелдеу үшін елші оны императордың көзінше отқа тастағанда киім ешқандай бүлінбестен өз қалпында қала берген. Өйткені ол асбест матасынан тігілген екен.

Орта Азия мен Қазақстан өңірінде ертеде асбест өндірілгені жайлы мәліметтер біздің заманымыздың 20—30 жылдары өмір сүрген араб саяхатшысы Абу-Далефтің шежіресінде кездесетінін де М. Е. Массон айтқан. Орта

---

* *Кай Плиний Секунд.* Естественная история ископаемых тел. Перевод *В. М. Севергина.* СПб., 1819, с. 17—19.



1-сурет.
Асбестен мата тоқу және оны отқа салып тазалау.

Азияның асбест кендері туралы жазбаша деректер араб географы, Иранда туып өскен Истахридың еңбектерінде де бар. Ол өзінің 930—933 жылдары жазылған «Китап масалик — аль мамалик» деген кітабында Ферғана тауларындағы «альчироги сангты» («білте тасты») өндіру әдістерін жазған. «Альчироги сангтың» Ферғана рудниктерінен өндірілгені туралы араб саяхатшысы Худадал—Алем де 982 жылғы қолжазбасында әңгімелеген.

Орта ғасырдың ұлы ғалымдарының бірі Әль-Беруни * өз еңбектерінде Орта Азияда асбест өндіру және өңдеу ерекшеліктерін мұқият зерттеп жазған. Асыл тас

---

* *Аль-Беруни.* Собрание сведений для познания драгоценностей (минералогия). Академиздат, М., 1963, стр. 115—117.

безоардың* таулы Бадахшан мен Тусыдан табылған түрлерін суреттей келіп Беруни «...бұл тастың (безоардың, — О. Б.) тағы бір өзектелген түрі бар; өзектер «шайтан өрмегі» («Махат-али-шайтан») немесе «Мыстан кемпірдің жібі» («газл-ас-са-ал») деп аталатын отқа жанбайтын затқа толған деген.

Беруни Орта Азияның асбест бар жерлерін атай келіп, оны өндіру әдістерін былайша баяндайды: «...Жоғарыда аталған безоарды уатып, өзектеріндегі «шайтанның өрмегін» жеке бөліп алып, оның жіптерінен мата (шустага) тоқиды».

Беруни еңбегінен келтірілген үзінділерден Орта Азия халықтарының асбестен жіп иіру және мата тоқу кәсібін европалықтардан әлде қайда бұрын меңгергендігін көреміз.

Орта Азияны 977—988 жылдары аралаған араб саяхатшысы Ибн-Хаукаль Сох ойпатында орналасқан Сарықорған, Риштан, Қоқанд және Вибкент қалалары маңайындағы асбест кендерінен, ал екінші араб саяхатшысы Мандисива (985 жыл) таулы Бадахшанда асбест өндіруді толық суреттеп жазған. Араб тарихшысы Ибн-Әл-Асирдің (1234 жыл) мәліметі бойынша, Бадахшаннан басқа мемлекеттерге түсті асыл тастармен қатар асбест те шығарылған.

Орта ғасырлар шегінде ертедегі адамдарға белгілі асбестің шын жаратылысы туралы деректер ұмытылып, асбест Шығыстың алыс түкпірлерінде тіршілік ететін ғажайып хайуандардан (грекше «саламандра» — от жалынында жасайтын перілер деген мағынада) өндіріледі-міс деген тұрпайы түсініктер тараған.

---

* Безоар — орысша «благородный змеевик», латынша «серпантин». Сыртқы түрі жылан түріне ұқсастығына байланысты айтылған. Безоар деп кейбір күйіс қайыратын хайуанаттардың асқазанынан түсетін көк-сұр тастарды да атайды. Көп ғасырлар бойы әдемілігі ғана емес, емдеу қасиеттеріне байланысты асыл тастар қатарында бағаланған.

Ал 1250 жылы Батыс Қытайда болып қайтқан атақты Венеция саяхатшысы Марко Поло * саламандра дегеннің не екенін, асбест жануарлар мен өсімдіктерден жаралған деген сол замандағы фантастикалық тұжырымдарға сенбей, Қытай рудниктерінде асбест қалай өндіріліп, өңделетінін өз көзімен көргенін баяндаған: «... Ол жерде саламандраны өндіретін өзектер — желілер бар. Саламандра дегеніміз, ел айтып жүргендей хайуанат немесе аң емес. Шынын айтқанда, ешбір жәндік отта өмір сүре алмайды. Адамдар саламандраның не екенін жөнді білмегендіктен оны осы уақытқа дейін жануарлар тобына жатқызып келеді. Бұл дұрыс емес.

... Тауды қуыстап үңгіп қазып, жаңағы айтылған желілерге жеткен соң оларды кесектерге бөліп кептіреді де мыс келіге салып уатады. Содан кейін жуып, жіптей боп тарқатылған талшық талдарды бөліп алады да қалғанын тастайды, ал талшықтардан жіп иіріп, мата тоқиды. Жаңа тоқылған маталар тіптен ақ емес. Бір қызығы оларды тазалап ағарту үшін жанып тұрған отқа салады. Біраз уақыт өткен соң мата аппақ қардай болып тазаланады. Егер мата кірлеп қалса, оны тағы да отқа салып біраз ұстағаннан кейін ол қайтадан ақ қалпына келеді. Менің сіздерге саламандра туралы айтып отырғаным нағыз шындық, ал басқа айтып жүрген әңгімелердің бәрі де ойдан шығарылған және өтірік».

Тек 1546 жылы ғана неміс ғалымы Г. Агрикола асбесті минералдар әлеміне жатқызды. Бірақ XVI ғасырда да асбестің хайуанаттардан жаратылуы туралы теріс ұғымдар болған. Мысалы 1676 жылы Лондонда, Ұлыбритания королі қоғамының мәжілісінде қытай көпестері отқа жанбайтын ақ бет орамалдарды көрсетіп, оны «саламандраның терісінен жасалды» деп түсіндірген.

XVIII ғасырдың басына дейінгі асбестің кен орында-

---

* Книга Марко Поло. М., 1955, с. 7—31.

ры мен оны пайдалану жолдары туралы деректерде асбестің минералдық түрі көрсетілмейді, өйткені асбест туралы айтылып келген фантастикалық көзқарастар көп ғасырлар бойы оның шын жаратылысын анықтауға бөгет болды.

Асбестің минералдар тобына жататынын Агрикола айтқанымен, оны алғаш ғылыми негізде жүйелеген Валлериус еді. Бұл ғалым өзінің 1747 жылы шыққан «Минералогия» деген кітабында минералдарды қасиеттеріне сүйене отырып сұрыптады. Талшықты тастарды ол отқа төзімді минералдар тобына жатқызып, оларды асбест және амиант деп екіге бөлді.

XVII ғасырда сырлы жұмбақ тастан таңғажайып заттар жасауды көп мемлекеттер игерген-ді. XVII ғасырдың бірінші жартысында Қытайда асбестен аппақ қардай шашақтар, манжеттер мен шілтерлер тоқу сапасы жоғарылады. Шығарылған бұйымдар өте қымбат бағаланып, оларды тек жоғарғы таптардың өкілдері ғана пайдаланған. Испанияда манжеттер мен шілтерлерге қоса асбестен әр түрлі ленталар, баулар, белдіктер және салфеткалар жасалған. XVII ғасырдың соңғы жылдары Италия мұндай заттарды көптеп өндіріп, көршілес елдерге шығарып сататын болған. XVIII ғасырдың бас кезінде Пиренейде өндірілген асбестен жасалған бұйымдардың бағасы күмістен соғылған әшекей заттардың жарты құнына тең есептелген.

XIX ғасырдың бас кезінде Солтүстік Италияның Пьемонта штатында асбест тоқыма өнеркәсібі ұйымдастырылған. Елена Перпенти деген шебер әйел Европада бірінші болып кендір қоспай асбестен мата тоқуды игерген. Италияда ол кезде асбестен қағаз, театр шымылдықтары жасалып, өртке төзімді костюмдер тігілген.

Бұдан 4500 жыл бұрын қазіргі Финляндия жерін мекендеген халық уақтап кесілген антофиллит-асбест (амфибол — асбестің бір түрі) талшықтары қосылған

қыш саздан өте әдемі ыдыс-аяқтар жасауды үйренген. Мұндай асбест керамикасы Финляндия өңірінде ғана емес, Солтүстік Скандинавия мен Ақ теңіз жағалауына дейін тараған *.

Скандинавия елдерінде ол заманда асбест сатуға қажетті ең маңызды зат болған. Өйткені асбест қоспай дайындалған ыдыстарды алысқа тасу өте қиын еді. Себебі асбест қоспай тек қыш-саздан жасалған ыдыстар оңай кирап қалатын-ды. Келе-келе Скандинавия түбегін мекендеген халықтың жиі көшіп-қонуы салдарынан асбест керамикасы кәсібі біртіндеп ұмытылып кеткен. Тек XVII ғасырда ғана Шығыс Финляндияны мекен еткен көшпелі халықтардың отырықшылыққа ауысуына байланысты асбест керамикасын жасау қайта жанданған. Фин асбесті металлургиялық пештер салуға пайдаланылатын отқа төзімді кірпіштер жасауға жұмсалатын болған.

Біз ғасырлар бойы дүние жүзінде асбестің ашылу, таралу, кәдеге асырылу деңгейін анықтау және салыстыра баяндау мақсатын көздеп біраз шет мемлекеттердің кен орындарына саяхат жасадық.

Енді асбестің Россияда, сондай-ақ советтік Отанымызда ашылу тарихына тоқталайық.

Россияда асбестің ашылу тарихы 1720 жылы кедейшаруа Софрон Сорганың Оралдағы Тагиль өзенінің жағасынан асбест кенін табуынан басталады. Оралдықтар асбесті «тау кендері» деп атайтын болған. Сібір заводтарының басқарушысы В. В. Генин ** бұл жаңалық туралы дереу I Петр патшаға хабар жіберген. Жазба документтердің ішінде Орал асбесті жөнінде 1728 жылы «Примечания на ведомости» журналында жарияланған

---

* *Halonen O., Palomeki A.* Gewinnung und Auflereitung des Anthophillit — Asbests von Paakila in Finnland.—«Erzmetall». Bd. 22, H. 1, 1969.

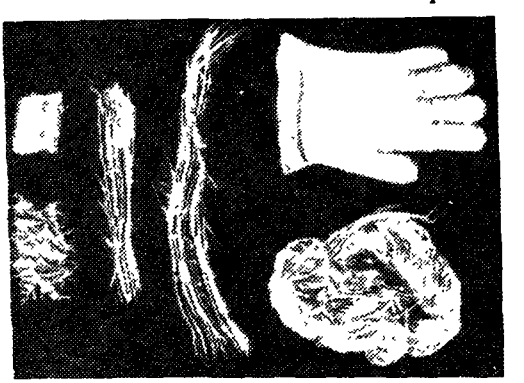
** *Петров В. П.* Рассказы о трех необычных минералах. Из-во «Недра» М., 1978, с. 67.

«О камне асбесте и полотне, которое из оного камня делается» деген мақалада 1720 жылдан бастап Оралда талшықты тас өндіріледі, одан маталар мен отқа төзімді картондар жасайды делінген.

Ағайынды Демидовтар іргесін қалаған Оралдың кен кәсіпшіліктерінде басқа қазба байлықтармен қатар асбест те өндірілген. Невьянск фабрикасында Орал асбестінен тоқылған материалдан қалпақтар, қолғаптар, қапшықтар, қағаздар жасалған. Академик В. И. Севергин * асбесті өңдеп, одан мата тоқу әдістерін былайша сипаттайды: «...Асбест рудасын келіге салып түйеді, суға салып уатылған құм-тозаңдардан тазартады. Сонан соң тазарып шыққан асбест талшықтарын кендір қосып және май жағып иіреді де, жібінен мата тоқиды. Дайын болған матаны отқа қыздырып май мен кендірден тазартады. Бұл жұмыс кейін біраз уақытқа дейін ұмытылғанымен Оралда қазір де асбестен осындай заттар жасай алатын сібірліктер толып жатыр».

Орал шеберлерінің асбестен жасаған бұйымдарының кейбіреуі СССР Ғылым академиясының минералогиялық музейінде (2-сурет) сақтаулы тұр.

1885 жылы Оралдағы Баженово деревнясының маңынан жер өлшегіш А. П. Ладыженский тапқан хризотил-асбест кен орындарынан 1889 жылдан бастап асбест өндіріле бастады. Қазір бұл кен орны дүние жүзіндегі ең ірі кендердің бірі болып есептеледі.



2-сурет.
Орал асбесті және одан XVIII ғасырда иірілген жіп, тоқылған мата мен колғап. Музей экспонаты.

* *Севергин В. И.* Начертание технологии минерального царства. Спб, 1821, с. 223.

Үстіміздегі ғасырдың 20-жылдарынан бастап Оралда бірнеше антофиллит-асбест кен орындары іске қосылды. Оның ең ірісі — Сысерть кен орнын 1789 жылы әйгілі табиғат зерттеушісі, географ және саяхатшы, Петербург Ғылым академиясының мүшесі П. С. Паллас ашқан еді. Кейіннен профессор В. В. Аршинов (1937 жылы) зерттеп, барлаған бұл кен орны осы уақытқа дейін еліміздегі қышқыл мен сілті әсеріне төзімді асбестің ең негізгі шикізат қоры болып табылады. Соңғы жылдары Оралда Мочаловское, Сауалкөл, Терісуыт сияқты бірнеше антофиллит-асбест кендері ашылды. Терісуыт кендері барланып, игеруге дайындалуда.

Антофиллит-асбестің әзірше кіші-гірім, бірақ перспективалы кен орындары Азов жағалауынан, Карелиядан, Шығыс Сібірден және Қиыр Шығыстан табылып зерттелуде *.

Ұлы Отан соғысынан кейінгі жылдарда Оралда амфибол-асбестің Чертознавское деген кен орны ашылды. Профессорлар Б. Я. Меренков пен Ф. В. Сыромятников бұл асбесті жан-жақты зерттей келе, оның сілтілі амфиболдар тобына жататын жаңа минерал екенін дәлелдеп, оны Режик өзенінің жағалауынан табылғанына байланысты «режикит-асбест» деп атады. Айта кететін тағы бір мәселе, бұл үлгідегі асбест шет мемлекеттерде әлі табылған жоқ.

Оралда асбестің шикізат қорын ұлғайту мақсатымен 50-жылдары жаппай іздеу жұмыстары жүргізіліп, бірнеше жаңа кен орындары ашылды. Бұрыннан белгілі кен орындары қайта барланды. 1953—1958 жылдары Горбунов және Абдулқасым актинолит-асбест кен орындары келешектегі химиялық төзімді асбестер қоры ретінде зерттеліп, қайта барланды. Вангыр өзені жағалауынан тремолит-асбестің перспективалы кендері

* Месторождение антофиллит-асбеста СССР. Под редакцией *И. Ф. Романовича.* «Недра», М., 1976, с. 168—175.

ашылды. Ильмен қорығында пегматит тау жыныстары арасынан крокидолит және родусит-асбест кендері табылды. Қазір Красноуральск хризотил-асбест кені өндірістік игеруге дайындалуда.

Бұл жылдары Карелияда көршілес Финляндия кендеріне ұқсас бірнеше антофиллит-асбест кен орындары табылды. Солтүстік Кавказда, Севан көлі маңайында актинолит және режикит-асбест кендері ашылып зерттелді.

30-жылдары Қарачай-Черкес автономиялы облысы территориясында ұзын талшықты хризотил-асбест кені ашылып, барланды. Бұл асбестің ерекшелігі — ол екінші бір талшықты минерал — немалитпен қосарланған түрде кездеседі. Кенді бірінші зерттеген профессор П. М. Татаринов * оның асбест кендері ішіндегі дербес қарачай генетикалық үлгісіне жататынын анықтады.

Бұл үлгіге жататын асбест кен орындары сол жылдары СССР-дің басқа аудандарынан да көптеп табылды **. Орта Азияда — Бунай, Техарв, таулы Алтайда Қайрақты, Батун, Аққем, Каменское, Оңтүстік Оралда— Мойвинское, Ешкелді, Шұбаркөл, Кавказда — Алықбаши, Күдес, Дзорогет, Шығыс Саянда — Сағансор кендерін атауға болады.

Асбест қоры мол Шығыс Сібірдегі Батун, Тесін, Аспағаш және Ильчир хризотил-асбест кендері 1905 жылдан бастап жұмыс істеуде. 50—60-жылдары Ақтопырақ, Саян және Молодежное кен орындары табылып барланды. Байкал — Амур магистраліне жақын жердегі Молодежное кен орнында асбестің жоғары сапалы сорттары бар. Ал Тувадағы Ақтопырақ кен орнында асбест өндіретін «Туваасбест» комбинаты құрылды.

---

* *Татаринов П. М.* Типы месторождений хризотил-асбеста и их генезис. В кн. «Неметаллические полезные ископаемые СССР», т. I. М.,— Л., 1936, с. 395—406.

** Месторождения хризотил-асбеста СССР. «Недра», М., 1967, с. 267—321.

1905 жылы Петербург кәсіпкері А. Мартьянов Минусинск губерниясында саяхат шегіп жүріп, Енисейге құятын Асқыз өзенінің арнасынан девон дәуірінде жаралған тұнба тау жыныстарынан желі және теңбіл денелер құрайтын ауыр да тығыз көгілдір тас тапқан. Бұл жұмбақ тастың құрылысын анықтау үшін оның үлгілері профессорлар П. Н. Чирвинский мен В. И. Искюльге берілген. Ал оның тығыз және қатты түрлерін асыл тас ретінде сынау зергерлерге тапсырылған.

Тасты мұқият зерттеген екі минералог-ғалым екі түрлі қорытындыға келген. П. Н. Чирвинский минералды химиялық құрамы, оптикалық қасиеттері мен тау жыныстары қабаттарына жайласуын салыстыра келіп, оны бұдан бұрын Оңтүстік Африкадан табылған крокидолитке ұқсас деп пайымдаған *. Ал В. И. Искюль бұл минералдардың сыртқы жағы (морфологиясы) мен құрамы және кездесу жағдайлары жағынан Родос аралынан бірнеше жыл бұрын табылып зерттелген родуситке жақын екенін дәлелдеген **.

Бұл ғылыми жарыста В. И. Искюль жеңіске жетті.

Кейіннен Сібір родуситін И. К. Баженов, Н. Т. Чулков және белгілі ақын әрі минералог П. А. Драверт *** зерттеді. Зергерлер де оған жоғары баға берді. Асыл тастарды зерттеуші академик А. Е. Ферсманның **** айтуынша родуситтің тығыз түрі әшекей тас ретінде Петергофтың тас жону фабрикасында зерттеліп, одан «аса әдемі сұр көк түсті жұмыртқа пішіні жасалған; ол

---

* *Чирвинский П. Н.* Исследование некоторых пород и минералов Минусинского уезда Енисейской губернии. Киев, 1907, с. 1—42.

** *Искюль В И.* О родусите с р. Асқыз. «Известия Академии наук», т. 1, полутом 2, серия VI, № 2—18. Спб. 1907, с. 559—580.

*** *Драверт П. А* Определение важнейших минералов Сибири.— «Труды Зап. Сиб. ОРГО», вып. 3, 1922, с. 7—16.

**** *Ферсман А. Е.* Избранные труды, т. 7, Изд-во АН СССР, М., 1962, с. 151.

СССР Ғылым академиясының минералогия музейінде сақталуда».

Сібір родуситінің кен орындары сол зерттеулерден кейін 50 жылдан соң ғана барлана бастады.

Асбест өндіру өнеркәсібінің одан әрі ұлғаюындағы жаңа кезең хризотил-асбестің Оңтүстік Оралдағы Қиембай мен Солтүстік Қазақстандағы Жетіқара кен орындары ашылып, барланып, пайдалануға берілуден басталды. Қиембай кен орнын игеруге Экономикалық Өзара Көмек Советіне мүше елдердің бәрі қатысты. Осы өндірістік объектіні бірігіп салудың өзі социалистік интеграция принципін іске асырудың тамаша үлгісі болып табылады.

Қазақстан өңірінде біздің қолымызда бар деректерге қарағанда, асбест бар екені жөніндегі мәліметтерді ең алғаш В. А. Вознесенский 1916 жылы жарияланған қолжазбасында көрсеткен болатын. Ол хризотил-асбест желілерін бұрынғы Орынбор губерниясындағы (қазіргі Қостанай облысы) Жетіқара өзені маңайынан ультрамафитті магматикалық тау жыныстарының метаморфикалық процестер әсерінен өзгерген түрі арасынан кездестірген. 1926 жылы бұл ауданда Бүкілодақтық геологиялық комитеттің тапсырмасы бойынша геолог А. Н. Гейслер геологиялық суретке түсіру жұмысын жүргізді. Осы жұмыстар нәтижесінде ультрамафит қабатында асбестке бай бірнеше орындар табылды. Солардың бірінен кейін Гейслер кені ашылды. Қазір мұнда «Қостанайасбест» бірлестігіне қарайтын Жетіқара асбест комбинаты салынып іске қосылған *.

Отызыншы жылдары Қазақстанның ірі геологтарының бірі, Қоңырат мыс кенін, Семізбұғы корунд кенін және басқа да көптеген кендерді зерттеп ашқан, кейіннен Қазақ ССР Ғылым академиясының толық мүшелі-

* Месторождение хризотил-асбеста СССР. Под редакцией *М. П. Татаринова и В. Р. Артемова.* «Недра», М., 1967, с. 115—162.

гіне сайланған М. П. Русаков 1931 жылы Жезқазған — Ұлытау жеріндегі серпентинитке айналған ультрамафитті қабаттардан хризотил-асбест желілері табылғанын жазды*. М. П. Русаковтың айтуынша бұл арада асбест бар екені 1912 жылдары-ақ белгілі болған екен.

1941 жылы Н. В. Шербина Қазақстандағы асбест кен орындары мен олардың ерекше сипаттары туралы мәлімет жинады. Ол асбест шығатын 105 орынды тізімге алып, әрқайсысы жөнінде қысқаша баяндап жазды.

Отызыншы жылдары өнеркәсібі жедел өркендей бастаған социалистік мемлекетіміз үшін минералдық шикізаттар базасын жасауға қолайлы, бай аудандар іздеу күрделі мәселелердің бірі болғаны мәлім. Осындай аймақтың бірі Жезқазған — Ұлытау ауданы еді. Талантты инженер-геолог, кейіннен СССР Ғылым академиясының академигі болған, Қазақ ССР Ғылым академиясының тұңғыш президенті Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың басшылығымен бұл жерде геологиялық іздеу және барлау жұмыстары кеңінен жүргізілді. Қ. И. Сәтбаевтың сөзімен айтқанда, «табиғат төтенше жомарттықпен бір жерге сан алуан пайдалы қазбаларды жинаған» берекелі Жезқазған жерінен асбест кендері де табылды. Солардың ең ірісі қарачай генетикалық үлгісіне жататын ұзын талшықты хризотил-асбест кені — Ешкіөлместі геологтар И. И. Бок пен Н. В. Агеев (1943 ж.), Н. П. Набоков (1948 ж.), Ю. И. Кругляков пен Г. А. Казарян (1951—1953 ж.), В. Н. Годовиков пен А. В. Струтынский (1956—1959 ж.) барлады. Кейіннен Н. П. Михайлов пен В. Н. Москалева (1958—1960 ж.) және басқа ғалымдар арнайы зерттеді.

Жезқазған жері амфиболдық асбест кендеріне де бай болып шықты. 1943 жылы Москваның геологтары В. Н. Крестников пен Д. Г. Сапожников пермь дәуірінде

---

* *Русаков М. П.* Асбест в Киргизской степи.— Минеральное сырье», № 5, 1931, с. 694—705.

түзілген тұнба тау жыныстарын зерттей жүріп, Жезқазған руднигінен батысқа таман 30 км жердегі Қызыл Бөрібас төбешігінен жал-жал боп шығып жатқан тығыз көгілдір минералдың желілерін кездестірген. Олар мұндай минералды тұнба тау жыныстарын бұл маңайда бұрын кездестірмегендіктен минерал үлгілерін зерттеуді еліміздегі ең көрнекті минералогтардың бірі, Орталық Қазақстан жер байлықтарын қажымай зерттеушілердің бірі академик Ф. В. Чухровқа тапсырған.

Мұқият және жан-жақты зерттеулер нәтижесінде Ф. В. Чухров Қызыл Бөрібас төбешігіндегі көгілдір минералдың родусит екенін анықтады*. Сөйтіп бұған дейін тек Шығыс Сібірден, шетелдерден: Грециядан, Америкадан, Австралиядан табылған сан қырлы минерал енді Қазақстан жер қойнауынан да кездесті. Бірақ Жезқазған родуситінің құпиясы бірден ашылған жоқ. Тек табылғаннан кейін 10—15 жылдан соң ғана, зерттеушілер бұл талшықты тастың арнаулы заттар жасауға жарайтын пайдалы қасиеттері бар екенін анықтады.

1953—1957 жылдары жүргізілген іздеу және барлау жұмыстарының нәтижесінде Қумола синклиналы маңайында бірнеше перспективалы родусит-асбест кен орындары ашылды.

Жезқазған және Сібір родуситтерінің морфологиясы сан алуан. Бұл минералдар тобының осы уақытқа дейін табиғатта әдеттегіден өзгеше жағдайда кездесуі көп зерттеушілердің назарын аударды.

Жезқазған геологиялық — барлау экспедициясының сол кездегі геологтары Ш. Е. Есенов, Н. Н. Ведерников, Қазақ ССР Ғылым академиясының Геология ғылыми-зерттеу институтының бөлім меңгерушісі профессор П. Т. Тәжібаева родусит кен орындарының геологиялық

---

* *Чухров Ф. В.* Қызыл-Борбасское месторождение амфибола типа родусита. В кн. «Вопросы минералогии, геохимии и петрографии», М.—Л., 1946, с. 59—66.

құрылымын, литологиялық құрамын анықтап, оларды дұрыс барлауға елеулі үлестерін қосты.

1958—1968 жылдары Қазақстанда асбестің бірнеше түрі және жаңа кен орындары ашылды. Солардың ішіндегі ең ірісі және өндірістік перспективалылары — Оңтүстік Мұғалжар тауларындағы Бөгетсай антофиллит-асбест кені, Оңтүстік Алтайдағы Азутау родусит-асбест кені, Көкшетау облысындағы Аққанбұрлық актинолит-асбест кені, Қостанай облысындағы Аққарға тремолит-асбест кені.

Асбест кендерінің ашылуы кейде қызықты, тіпті кездейсоқ, оқиғаларға да байланысты болады.

Мұғалжар даласын аралаған адам оның біркелкі қырат-қырат, жота-жота болып келетінін біледі. Тау жыныстары мұнда архей және протерозой дәуірлерінде жаралған гнейстерден, амфиболиттерден, мигматиттерден және тақтатастардан құралған. Олар Талдық өзенінің бойын қуалай жер бетіне шығып, үлкенді-кішілі жарлар мен арналар жасап жатады. Сол қара жартастардың сайлар мен шатқалдардың бөктерлерінде ақ түсті тау жыныстары дақ-дақ болып көзге ерекше көрінеді. Бұл тау жыныстарының тальк пен антофиллитке айналған ультрамафит қатпарлары екенін бір қарағанда білу қиын. Өйткені миллиондаған жылдар бойы қар мен жауын суының әсеріне ұшыраған олар уатылып топыраққа айнала бастаған. Осы ағарған дақтар жұмсақ болғандықтан қасқырлар ін қазған. Ін қазған кезде қасқырлар тереңнен тальк пен асбестке айналған тау жыныстарының өзгермеген кесектерін жер бетіне шығарып тастаған. Бірақ осы кесектерге зер салып қарамаған геологтар алғашында оларды қасқырдың қиы деп есептеген. Алайда мұқият зерттеулердің нәтижесінде ағарған дақтардың бәрі де құрамында антофиллит-асбест бар метасоматикалық өзгерген ультрамафиттер екені анықталды. Қазір Мұғалжарда антофиллиттің 8 ірі кен орны, 50-ге тарта кен белгілері

бар. Мұндағы ең ірі Бөгетсай кені қасқырлар қазып жер бетіне шығарып тастаған кесектерге қарап осылай ашылған еді.

Мұғалжар антофиллит-асбест кендері барланған рудасының қоры жағынан Орал кендерінен кем емес.

Геологтар ашқан осындай кен орындарын игеру жалпыхалықтық іс. Сондықтан оларды зерттеуге көптеген ғылыми және өндірістік мекемелер қатынасады. Кезінде Бүкілодақтық геологиялық комитет (Геолком) бастаған игілікті істермен Бүкілодақтық минералдық шикізаттар ғылыми-зерттеу институты (ВИМС), Бүкіл одақтық геология институты (ВСЕГЕИ), СССР Ғылым академиясының рудалы кендердің геологиясын, минералогиясын, петрографиясын және геохимиясын зерттеу институты (ИГЕМ АН СССР) және т. б. институттар мен заводтар, фабрикалар айналысуда.

Соңғы жылдары асбест рудаларын комплексті игеру және асбестерді жаңа салада пайдалану жолдарын табу мақсатында жүргізілген жұмыстармен «Пластмасса» ғылыми-зерттеу бірлестігі (НПО «Пластмассы», Москва), «Пигмент» ғылыми-зерттеу бірлестігі (Ленинград), Мемлекеттік лак және бояу өндірісі ғылыми-зерттеу институты (ГПИ ЛКП, Москва, Ярославль), Бүкілодақтық авиация материалдары институты (ВИАМ, Москва). Бүкілодақтық резина өндіру ғылыми-зерттеу институты (ВНИИРП, Москва,) СССР Ғылым академиясының радий институты (Ленинград), Е. А. Патон атындағы электрмен пісіру институты (Киев), «Красный химик» заводы (Харьков) және басқа арнаулы мекемелер шұғылдануда.

Табиғи асбестердің дүние жүзілік қорының аздығы және асбест ірі кен орындарының қазірше тек бірнеше елдер (СССР, Канада, Австралия, т. б.) территориясында ғана кездесіп отырғандығы көп мемлекеттерді таза химиялық заттар қосындысынан асбест орнына жұмсалатын химиялық құрамы тұрақты, сапалы материалдар

іздеуге, жасанды асбестер алу әдістерін табуға жұмылдыруда. Ал капиталистік елдердің көбі мұндай зерттеулерді стратегиялық соғыс мүддесіне бағыттап жүргізуде.

Асбест деген не?

Егер бұл «сиқырлы тасты ертедегі адамдардың түсінігіне қарап тек «asbestos» — «тозбайтын», «сөнбейтін» деген мағынада ұғынсақ, онда асбестке бір-ақ минерал— хризотилді ғана жатқызуға болар еді. Тіпті оған «көп семьялы» минералдар тобы — амфиболдарды қоссақ та асбестің қатарын толтырдық деу қиын. Өйткені, асбестей боп талшықтанатын минералдар саны қазір 150-ден асты. Соңғы кезде «табиғи мұраттар», «вискерстер» немесе «жіп тәріздес кристалдар» деп аталатын химиялық құрамы мен құрылысы әр түрлі сан алуан минералдар асбестке жатқызылып жүр. Жаңа және арнаулы техниканың қажетті бөлшектерін жасауға пайдаланылып жүрген жасанды «мұрттардың» орнына микроталшықты табиғи асбестер қолданылатындықтан асбестердің өзі «табиғи мұрттар» деп танылуда. Ал Батыстағы елдер фирмалары мен синдикаттары табиғи асбестерді минералогиялық ғылымдар тұрғысынан емес, коммерциялық тұрғыдан бағалайды. Мысалы, 1 килограмы 25 мың доллар тұратын жасанды талшықты кристалдың орнына өндіріс қалдықтары боп есептелетін арзан және қоры мол микроталшықты табиғи асбестерді қолдану кімді қызықтырмасын.

«Жіп тәріздес кристалдар» мен «мұрттардың» сыртқы пішіндері ұқсас болғанмен олар асбестердің барлық қасиеттеріне ие бола алмайды. Сондықтан талшықты тастарды асбестер және асбест тәріздес минералдар деп екі топқа бөледі. Қалыптасқан дәстүр бойынша бірінші топқа силикаттар класына жататын серпентин мен амфиболдардың өте жіңішке талшықтардан тұратын агре-

гаттары жатса, екінші топқа талшықтары асбест талшықтармен салыстырғанда әлдеқайда жуан, сынғақ және сорбциялық қасиеттері төмен минералдар агрегаты жатуы керек. Алайда соңғы «асбест тәріздес» деген топтың ішінде асбестке сырт пішіні мен қасиеттері жағынан өте ұқсас күрделі силикаттар болып есептелетін турмалин, пироксендер сияқты минералдар бар. Бірақ олардың талшықты түрі табиғатта аз тараған және пайдалы қасиеттері жағынан асбест талшықтарынан сапасы төмен.

Қорытындылай келгенде, құрамында магний, темір, кальций, натрий және калий элементтері, су, фтор және хлор сияқты жеңіл компоненттері мен өте жіңішке талшықтар құрайтын аса бағалы, пайдалы қасиеттері мол силикаттық минералдарды асбест деп атайды. Енді сол минералдардың ерекшеліктеріне жеке-жеке тоқталайық.

Асбестің түрлері, химиялық құрамы және табиғатта кездесуі

Химиялық құрамы мен физикалық қасиеттері жағынан ұқсастығы мүлде өзгеше, бірақ талшықтану ерекшеліктері бірдей екі минерал — серпентин және амфиболдар асбест тобына жатады. Серпентиндер тобында талшықты минерал біреу ғана — хризотил-асбест. Бірақ ол табиғатта жиі кездеседі, қоры мол ірі кен орындары да бар. Амфиболдар тобы асбест түрлеріне бай болғанмен олардың кен орындары хризотил-асбестен әлдеқайда аз. Амфибол-асбест кенінің қоры барлық асбест кендері қорының 5 процентін құрайды. Алайда олар бірнеше техникалық қасиеттері жағынан хризотил-асбестен ерекше, жоғары сапалы боп саналады. Асбест түрлерін былайша сипаттауға болады:

Хризотил-асбест — «алтын шаш». Химиялық құрамы жағынан бұл асбест магнийдің сулы силикаты болып

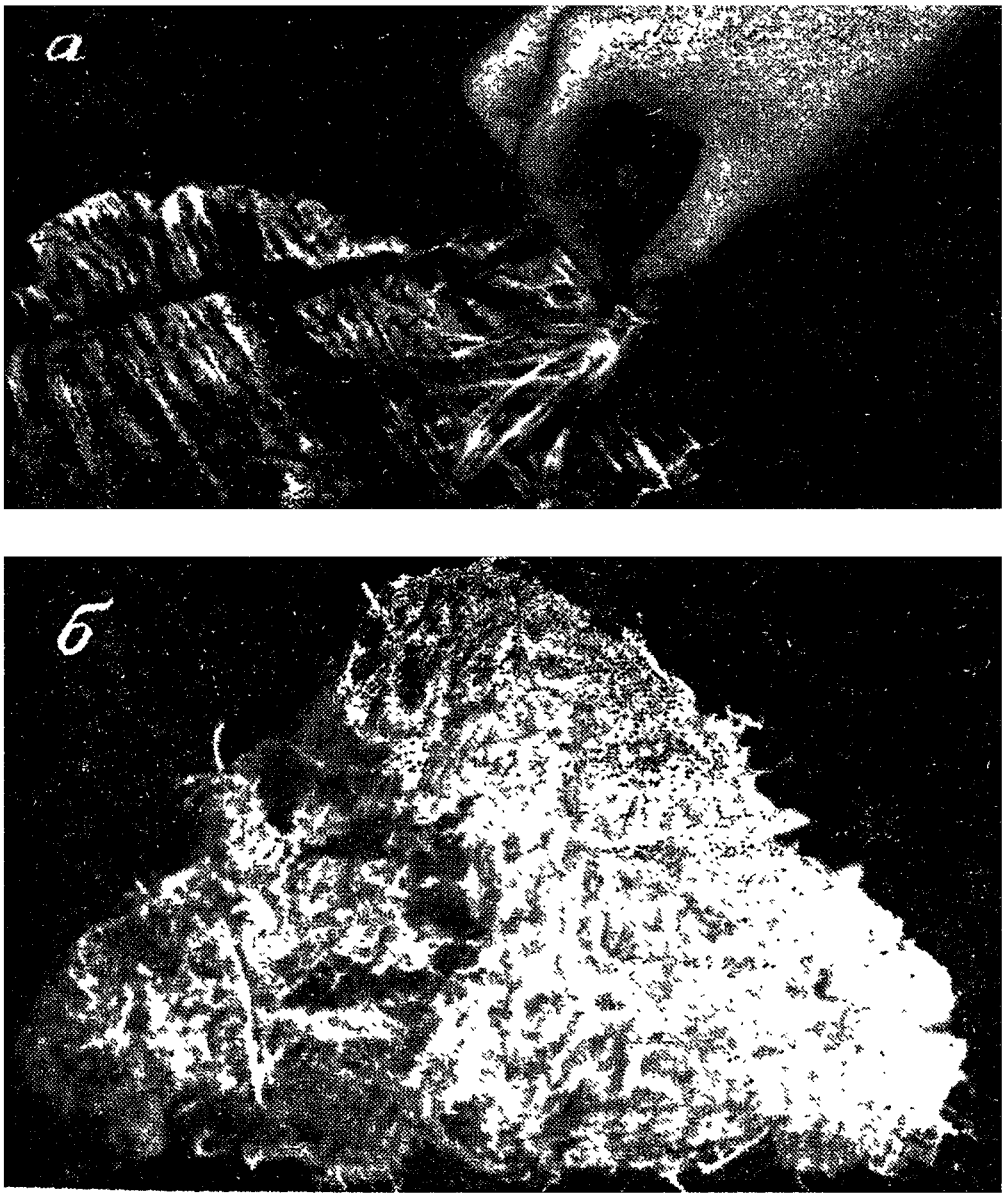
есептеледі. Ол $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$ формуламен белгіленеді. Минералдық құрамында FeO, Fe_2O_3, Al_2O_3, Cr_2O_3, NiO, MgO, CaO, Na, K сияқты қоспа компоненттердің болуына байланысты хризотил-асбестің құрамы да өзгермелі боп келеді. Көбінесе оның құрамында магнийді изоморфты түрде ығыстырып, кристалдық торға кіре алатын темір атомдары көп кездеседі. Темірдің шала тотығы мен тотығының хризотил-асбестің таза деген түрлеріндегі үлесі 0,5 процент FeO-дан 1,48 процент Fe_2O-ге жетеді.

Механикалық қоспа ретінде кездесетін хромит, магнетит, маггемит сияқты минералдардың да құрамында темір болады.

Хризотил-асбестің түсі сары. Оның жібектей нәзік талшықтары алтындай жарқырап көздің жауын алады (3-сурет: а, б). «Хризотил» деген сөз грекше «chrisos»— алтын, «tilos» — шаш деген магынаны білдіреді.

Құрамындағы темірдің мөлшері өзгеруіне байланысты асбестің түсі сұр, ақшыл, жасыл, ақшыл сары, ақ болып та келеді. Ақ асбесті «темірсіз» немесе «аз темірлі асбест» деп атайды. Құрамында темірдің азаюы немесе мүлдем жоқ болуы оның электр тогын өткізбеу қасиетін күшейтеді. Сондықтан «аз темірлі» ақ асбест өте құнды бұйымдар жасауға қолданылады. Мәселен, құрамында 3 проценттей темір тотығы бар асбестен жасалған қалыңдығы 0,2 *мм* электроқшаулағыш қағаздар 1,2 *кв*, 0,5 *мм* қалыңдықта — 2,0 *кв* ток кернеуіне төзімді келеді. Ақ асбестің ірі кен орындары АҚШ-та (Аризона) және СССР-де (Аспағаш) орналасқан.

Ультрамафитті тау жыныстарының метаморфикалық өзгеруінен пайда болатын химиялық құрамы асбест құрамымен бірдей серпентиниттер хризотил-асбест желілерін құрайды. Тау жыныстарында орналасуына және солардың құрамында кездесуіне, талшықтарының жарықшақ қабырғаларына бағытталуына қарай хризотил-



3-сурет.
Көлденең талшықты хризотил-асбест
а) желіде, б) тұтілген.

асбест желілері: жай жиектелген, күрделі жиектелген, торланған, уақ жиектелген, жеке-дара желілер және қабырғаларды бойлай жайласқан талшықты желілер болып бөлінеді. Жай жиектелген желілер ультрамафитті тау жыныстарының серпентинитке толық айналмаған жерлерінде кездеседі. Желілердің әрқайсысы атына сай екі жағынан да хризотилді серпентинитпен жиектелген. Желілер бағыты әр түрлі. Бірақ олар бірін-бірі кесіп өтпей, жалғаса созылып торлар құрып жатады. Тор ортасында конфигурациясы сан алуан өзгермеген ультрамафиттер қалдықтары орналасқан. Геологтар мұны «түйіртпектер» деп атап кеткен.

Асбест талшықтарының ұзындығы 4 *мм*-ден *40 мм*-ге дейін тау жыныстарындағы мөлшері 0,5—2 процентке жетеді.

Жай жиектелген желілердің сапалы рудалары кеңістікте ондаған шаршы метрге созылып жатады. Күрделі жиектелген асбест желілері жай жиектелген желілердей бір ғана желіден емес, қатар орналасқан екі желіден құралған, олардың арасында көптеген жиі және үзілмелі қысқа желілер болады. Күрделі жиектелген желілер ең құнды рудалар болып табылады. Асбестің мөлшері онда 10 процентке дейін жетеді.

Серпинтинит массасында торланған асбест желілері күрделі торлар құрайды. Асбест желілерінің ұзындығы мен кеңдігі мұнда аса құбылмалы. Талшықтарының ұзындығы 6—8 *мм*-ден аспайды. Кендегі асбестің мөлшері 4—8 процентке жетеді.

Асбест рудаларының бұл түрі ірі торлану және уақ торлану аймағын құрайды.

Уақ желілі асбест рудасы қосарлы және жиі орналасқан көп үзілмелі уақ желілер жүйесін құрайды. Асбест талшықтары мұнда қысқа: 1—3 *мм*-ден 5—6 кейде 6—10 *мм* болады. Асбестің кен массасынан шығу мөлшері тым жоғары — 10—15 процентке жетеді.

Жеке дара асбест-желілері де тек серпентиниттерде болады. Олар көбінесе ұзын талшықты асбестерден құралатын жеке желілер түрінде немесе көптеген уақ желілері бар серпентиниттің жіңішке жолақтары түрінде кездеседі. Жеке дара желілер ондаған метрге созылып жатады. Олардың ара қашықтығы да әжептәуір. Серпентинит жолақтарының кендігі 2 метрге, бұл жолақтардағы хризотил-асбестің мөлшері 10—50 процентке асбестің рудадан шығу мөлшері 1—2,5 процентке жетеді.

Бойлай жайласқан талшықты асбест желілері серпентиниттердің тектоникалық процестерге ұшыраған түрлеріндегі жарықтарда жайласады, мұндай рудада 1,5 проценттен 8 процентке дейінгі мөлшерде асбест болады.

Хризотил-асбест рудаларын осылайша жіктеп, оның кендерін іздеу, бағалау және барлау жұмыстарын жүргізу желілері жайласқан жарықшақтардың, ондағы асбест талшықтарының жаратылу заңдылықтарын ашуға мүмкіндік береді.

Антофиллит-асбест — «тас қалампыр». Химиялық құрамына қарай антофиллит-асбест магний мен темірдің сулы силикаты болып саналады. Ол антофиллит-жедрит изоморфтық қатарында орналасқан антофиллиттің талшықтанған түріне жатады. Теориялық формуласы

$$(Mg, Fe^2)_7 [S_8O_{22}] (OH)_2$$

Қосымша компоненттер ретінде, Cr_2O_3, NiO, Na_2O, K_2O және MnO кездеседі, олардың мөлшері 0,10 проценттен аспайды.

Минералдың аты латынша «anthophyllum» — «қалампыр» деген сөзден шыққан, қалампыр гүліне ұқсас қоңыр түсті боп келгенмен, оны минералды анықтау үшін жұмсалатын басты диагностикалық белгі деп есептеуге болмайды. Өйткені минералдың түсі ақ, сұр, сары, қоңыр боп өзгеріп отырады.

Антофиллит пен антофиллит-асбест амфиболдардың ішіндегі ромбалық сингонияда кристалданатын екі минералдың бірі. Ол ультрамафитті тау жыныстарының терең өзгеріске ұшыраған метасоматикалық түрлерінде ғана кездеседі.

Хризотил-асбест сияқты антофиллит-асбест желілермен қатар көбінесе жұлдыз тәріздес шоғырланған біртұтас агрегаттар құрайды.

Антофиллиті метасоматиттер — момоминералды шар немесе цилиндр, линза тәрізді денелер. Олар жердің қыртысты қабатынан көтеріліп протерозой дәуірінде пайда болған гнейстер мен мигматиттік комплекстерге енген, кейін қатпарлану процестері кезінде ыдырап бөлшектенген ультрамафит сілемдерінің метасоматикалық жолмен өзгерген түрі. Жалпы алғанда жоғарыда айтылған метаультрамафиттік денелердің бәрі де антофиллит-асбест рудалары болып есептеледі.

Антофиллит-асбест кен орындарын көп және жете зерттеген ғалымдарымыздың бірі профессор И. Ф. Романович бұл рудаларды сырт пішініне және құрамына қарай мынадай түрлерге бөлуді ұсынады *.

Тығыз рудалар (желмен мүжілген және аздап мүжілген): I. Тальк-антофиллитті: 1) Шоғырлы; 2) Жұлдыз тәрізді агрегаттар. II. Вермикулит-тальк-антофиллитті: 1) Шоғырлы; 2. Жұлдыз тәріздес. III. Карбонат-тальк-антофиллитті: 1) Шоғырлы; 2) Жұлдызды-шоғырлы. 3) Жұлдыз тәріздес. IV. Вермикулит-антофиллиті, жұлдыз тәріздес. V. Антофиллитті: 1. Шомбалды: а) Шоғырлы, б) Жұлдыз тәріздес, в) Жұлдыз-шоғырлы, 2. Желілі. а) бойлай жайласқан талшықты, б) көлденең талшықты, в) қиғаш талшықты. VI. Ортопироксенді, бағана тәріздес. VII. Тальк карбонат-антофиллит-ортопироксенді, бағана тәріздес. VIII. Қеуекті, мүжілген:

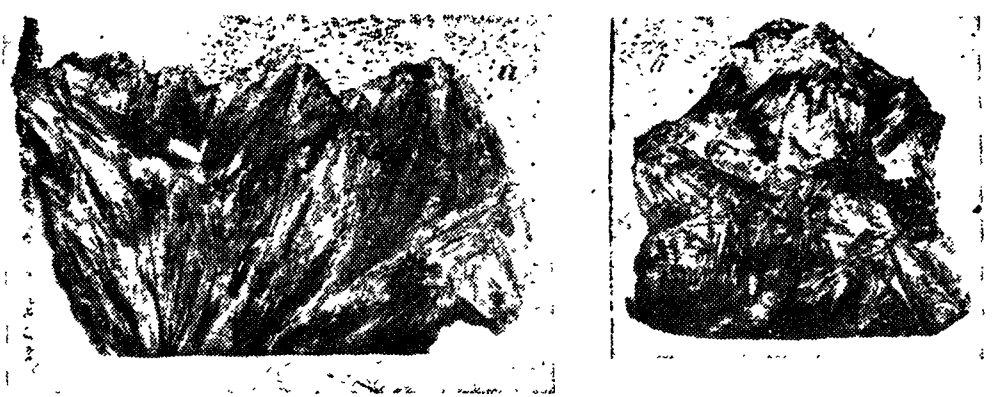
---

* Месторождения антофиллит — асбеста СССР. Издательство «Недра», М., 1976, с. 3—4.

I. Тальк-антофиллитті. II. Орто-проксен-тальк-антофиллитті.

Антофиллит-асбест рудалары пайда болу жолдарының ерекшеліктеріне ғана емес, мүжілу процестеріне байланысты өзгерген асбест талшықтары сапасының төмендеуіне және мүжілудің руданы байыту процестеріне кері әсерін тигізуіне қарап тығыз және кеуекті деп екі ірі топқа бөлінген.

И. Ф. Романович өте универсалды жіктеп белгілеген руда түрлері бүкіл жІр шарының әр түкпірінде кездесетін антофиллит кендерінің бәрінде бар. Бірақ біздің еліміздегі кен орындарынан, соның ішінде Батыс Қазақстанның Мұғалжар жоталарынан табылған кендерде желілерден құралатын антофиллит-асбест рудалары сирек ұшырайды, тіпті жоқ десе де болады. Мұғалжар антофиллит-асбест рудалары көбінесе ірі шоғырлы, ірі жұлдызды немесе уақ шоғырлы, уақ жұлдызды агрегаттардан құралады (4-сурет). Руданың әрбір түріндегі



4-сурет.
Ірі (а) және уақ шоғырлы антофиллит-асбест рудалары. Бөгетсай кен орнынан. Батыс Қазақстан.

асбест мөлшері 4,5 проценттен 14,8 процентке дейін жетеді. Қазір Мұғалжарда 8 ірі кен орны, 50-ге жуық антофиллит-асбест кен белгілері ашылды.

Холмквистит-асбест. Ромбалық сингонияда кристалданатын амфиболдың бірі антофиллит болса, екіншісі литийлі амфибол холмквистит. Ол 1910 жылы Швецияның Уте аралынан табылып, оған Стокгольм университетінің профессоры Р. Дж. Холмквисттің есімі берілген еді.

Холмквистит литийлі пегматиттер мен басқа да тау жыныстарының шоғырланған жерінде кездесетін болғандықтан, алғаш «литийлі крокидолит» немесе «литийлі глаукофан» деп аталып жүрді. Кейіннен совет ғалымдары И. В. Гинзбург және В. А. Хвостова оның ішкі құрылысы мен құрылымы антофиллитке жақын екенін және де ромбалық амфиболдарға жататынын дәлелдеді *.

Холмквистит-асбест осы холмквиститтің — талшықты түрі. Ол алғаш Азов жағалауында берилл-сподуменді пегматиттер мен биотиттенген ортоамфиболиттердің шоғырланған жерінде биеметаоматикалық процестердің әсерінен пайда болған слюдалы жиектерде күн сәулесіндей шашырап тарамдалған агрегаттар түрінде кездескен **. Бұл аймақтарда холмквистит-асбест тығыз холмквиститтің гидротермалдық ерітінділер әсер еткенде талшықтануынан пайда болған. Асбестің түсі ақ сұр, көгілдірлеу. Ол кейде темір қосылыстарының тотығуынан сары түске өзгереді. Талшықтарының ұзындығы 1,5 *см,* жуандығы 0,0001 *мм.*

Актинолит-асбест — «сәулелі тас». Актинолит-асбест — құрамында кальций, магний, темір және су молекулалары бар тізбекті силикат актинолиттің талшықты түрі. Актинолиттің аты грекше «aktis» — «сәуле», «litos» — «тас» деген сөзден алыну себебі оның кристалдарының шоғырлы және күн сәулесі секілді жан-жаққа

---

* *Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж.* Породообразующие минералы. Из-во «Мир», М., 1965, с. 249.

** *Байраков В. В.* Холмквистит-асбест из Приазовья. «Доклады АН СССР», т. 178, № 2, 1968, с. 420—423.

нұр шашып тарамдалған агрегаттар түрінде кездесуіне байланысты. Теориялық формуласы

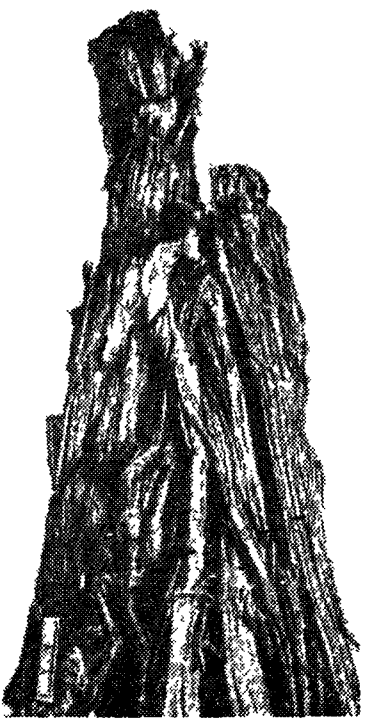
$$Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_8O_{22}](OH)_2.$$

Актинолит-асбест бойламай жайласқан және күрделі талшықтанған агрегаттар түрінде эффузивтік негізді тау жыныстарында (андезитті және пироксенді порфириттерде), сондай-ақ вулкан атқылағанда шыққан тау жыныстары сынықтарының қайта шөгіп, қалыптасуынан пайда болған пирокластық туфтар арасында желілер түзеді. Желілердің ұзындығы 5—10 *м*-ге, қалыңдығы 0,5 *мм*-ден 30 *см*-ге дейін жетеді. Желілердің топтасқан жерлерін асбест аймағы немесе кені деп атайды.

Асбест рудалары дегеніміз уақ және ірі желілердің бірнешеуін қамтитын тау жыныстары. Асбест көбінесе ұзын талшықты болып келеді. Талшықтарының ұзындығы 15—20 *см*-ге жетеді. (5-сурет).

Актинолит-асбест желілерінде онымен бірге актинолит, кальцит, аксинит, альбит, эпидот, хлорит, кварц және датолит сияқты минералдар тобы кездеседі. Асбестің желілердегі мөлшері 15—25 процент, ал рудаға және аймақтарға шаққанда аздау — 2,5—5 процент қана.

Актинолит-асбестің ірі кен орындары серпинтиниттенген ультрамафиттерде де кездеседі. Асбест серпинтиниттерден пайда болған тальк-карбонат құрамды метасоматиттер аймағында желі-



5-сурет.
Актинолит-асбест.
Аққанбурлық кен орнынан. Солтүстік Қазақстан.

лер немесе шоғырланған агрегаттар түрінде кездеседі. Шоғырланған агрегаттардағы асбест көбінесе микроталшықты болады. Асбестің рудадағы мөлшері 2—10 процент. Актинолит-асбестің басқа асбестерден ерекшелігі — ол ұзын талшықты агрегаттар құрайды. Асбестің түсі сұрғылт немес көгілдір жасыл.

Тремолит-асбест — «тас мақта». Амфиболдардың ферроактинолит-тремолит изоморфтық қатарындағы тремолиттің талшықтанған түрі. Ол негізінен кальций-магний құрамдас амфибол, тізбекті силикат. Теориялық формуласы $Ca_2Mg_5[Si_8O_{22}](OH)_2$ Италиядағы Тремоль ойпатынан алғаш табылуына байланысты бұл минерал тремолит деп аталған. Ақшақардай жарқырап, жібектей созылған ақ талшықтарына қарап «тас мақта» деп аталып кеткен.

Тремолит-асбест ұзын және берік талшықтардан құралады. Құрамындағы темір тотықтарының мөлшеріне қарай ол кейде сұр және жасыл түске ауысады. Ал темірдің шала тотығы мен тотығы тым көбейіп, магний тотығын жартылай ығыстырса, минерал актинолит-асбестке айналады.

Тремолит-асбестің өндірістік маңызы бар кен орындары ультрамафитті немесе серпентинитке айналған ультрамафит аймақтарына орналасқан. Соңғы жылдары Орал тауларының солтүстік шетіндегі өлкелерден, мысалы Вангыр және Патока өзендерінің сағасынан, тремолит-асбест кенінің жаңа түрі табылды *. Олар доломиттеніп, мәрмәрға айналған мергельдерде шоғырланған. Тремолит-асбест ұзын талшықты: карбонат, тремолит, тремолит-асбест құрамды желілер түзейді. Асбест талшықтарының ұзындығы 20 *см*-ге дейін жетеді. Тремолит-асбестің бұл түрінің ерекшелігі — кейбір желілерде тремолит-асбест хризотил-асбестпен бірге кездеседі, тре-

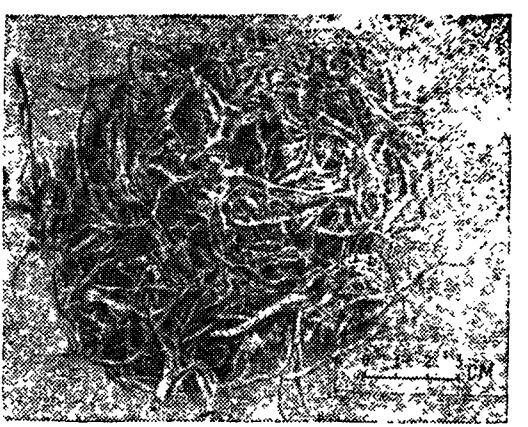
* *Фишман М. В., Голдин Б. А.* Об амфиболовом асбесте на западном склоне Приполярного Урала.— «Труды Коми филиала АН СССР», № 7, 1959, с. 103—107.

молит-асбестің құрамында кейде натрий көбейіп, натрийлі тремолит — рихтиретке айналады. Рудадағы тремолит-асбестің мөлшері 20 процентке жетеді. Тремолит-асбестің бұл кендері әлі мұқият зерттеліп, бағдарланған жоқ.

Тремолит-асбест — аса бағалы, техникалық маңызы зор минералдық шикізат. Италияда, Испанияда, Австрияда және Францияда оның ірі кен орындары бар.

Италияда тремолит-асбест кен орындарының игерілуі Европада асбест өндіру кәсіпорындарының пайда болуына септігін тигізді. Италия шебері Елена Перпенти таңғажайып әдемі шашақтарды осы тремолит-асбестен тоқыған. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде соңғы жылдары Солтүстік Қазақстанда табылған Аққарға тремолит-асбест кені геологиялық және минералогиялық ерекшеліктері жағынан Италияның Аоста, Турин, Суза тремолит-асбест кен орындарына өте ұқсас екені дәлелденді. Аққарға тремолит-асбест талшығының ұзындығы 15—25 *см*-ге жетеді (6-сурет). Сапасы өте жоғары.

Рихтерит-асбест — натрийлі тремолит. Бұл амфиболдар тобындағы минералдар түрлерінің көптігі изоморфизм құбылысына байланысты екені мәлім. Міне кальций-магнийлі амфиболдар сілтілі амфиболдар арасындағы изоморфтық қатынастар тағы бір минералдың — рихтериттің $Na_2Ca(Mg, Fe^{2+}, Mn, F^{3+}, Al)_5[Si_8O_{22}](OHF)_2$ дүниеге келуіне себеп болған. Ал рихтерит-асбест соның талшықты түрі. Бұл минералға профессор Дж. А. Рихтердің есімі



6-сурет.
Ұзын талшықты тремолит-асбест. Аққарға кен орнынан. Солтүстік Қазақстан.

берілген. Ол тремолит құрамындағы кальцийдің бір немесе екі атомын натрийдің екі атомы ығыстыруынан пайда болғандықтан рихтеритті натрийлі тремолит деп аталған.

Рихтерит-асбестің түсі ақ сары, сұр жасыл және көгілдір жасыл боп өзгереді. Талшықтары басқа асбестке қарағанда жуандау және сынғақ келеді. Ол қысқа және ұзын талшықты агрегаттардан тұратын желілер мен жолақтар құрайды. Олар көбінесе сілтілі магматикалық тау жыныстары — авгитті сиениттерде штокверк тәріздес иірімдер түзейді.

Рихтерит-асбест сиениттерде ғана емес, олардың карбонатты тұнба тау жыныстарымен жанасқан жерінде пайда болатын магнезиалды скарндарда да шоғырланған. Алдан рудаларында рихтерит-асбестің жалпы асбестке тән барлық жеті сорты да кездеседі.

СССР Ғылым академиясының Сібір бөлімшесі Геохимия институтының ғалымдары Е. И. Воробьев, Ю. В. Малышонок және автордың жүргізген зерттеулері нәтижесінде Якутиядағы Мұрын сиенит аймағында рихтерит-асбестің ірі кен орындары қалыптасқаны анықталды. Рихтерит-асбест мұнда көбінесе бұл. Мұрын сиенит аймағының доломиттермен ұласқан жерінде ірі аймақтар құрайтын рихтерит доломит немесе мономинералды рихтерит жыныстарында кездеседі. Ол ине тәріздес және жіңішке талшықты. Алдан рихтеритімен салыстырғанда Мұрын рихтеритінің құрамында калий көбірек. Асбестің рудадағы мөлшері де айтарлықтай жоғары.

Крокидолит-асбест — «тастан түтілген жүн». Крокидолит-асбест сілтілі амфиболдар тобына жататын минералдардың бірі. Оның аты грекше «crocidolite» — «жүн тас» немесе «тастан түтілген жүн» деген ат асбест талшықтарын тарамдаған кезде сабалған немесе түтілген жүнге ұқсастығынан берілсе керек. Крокидолит-асбесті алғаш зерттеушілердің бірі неміс минералогы, профессор Я. Гаусманның (1931 жыл) оны «үлпілдек тас» деп атауы да осы ұқсастыққа байланысты болуы мүмкін.

Өзінің қою көк немесе көгілдір түсіне байланысты оны «көк асбест» деп те атайды.

Минералогиялық тұрғыдан алып қарағанда крокидолит амфиболдардың глаукофан-рибекит изоморфты қатарындағы рибекиттің талшықты түрі. Сондықтан рибекитті де, крокидолитті де $Na_2(Fe_3^{2+}Fe_2^{3+})_5[Si_8O_{22}](OH)_2$ формуласы арқылы өрнектеуге болады.

Дүние жүзіндегі ең ірі крокидолит кен орындары Оңтүстік Африканың Кап және Трансвааль провинцияларында орналасқан. Крокидолит мұнда сыртқы морфологиясына (текстурасына) қарай бес түрге бөлінеді: 1) потенциалды, жаңадан қалыптасып келе жатқан крокидолит; бұл жартылай аморфты толық кристалданбаған рибекит құрамды кесек агрегат; 2) түйіршікті крокидолит; 3) ине тәріздес крокидолит; 4) талшықты крокидолит-асбест; 5) желмен мүжілген тау жыныстары арасында өзгеріп сарғайған алтын түсті гриквалandит.

Сырт пішіндері әр түрлі болғанымен крокидолиттердің гриквалandиттен басқасының құрамы бір-біріне өте жақын.

Крокидолиттің кварцпен цементтелген түрі әшекей бұйымдар жасауға жұмсалады. Зергерлер оны «жолбарыс көзі» және «қыран көзі» деп атап кеткен.

Крокидолит-асбест кен орындары докембрий дәуірінде жаралған Трансвааль жүйесіне кіретін тұнба тау жыныстарында орналасқан. Яшмалық, алевриттік, графиттік тақтатастардан, магнетитті кварциттер—джеспилиттерден тұратын бұл кен қабаттары Трансваальда 128 *км*-ге, Кап провинциясында 480 *км*-ге созылып жатыр. Бұл тұнба тау жыныстары теңіздер мен мұхиттардың жағалауында, натрий тұздарына бай, терең су бассейндерінде — лагундар мен көлдерде қалыптасқан.

Крокидолит-асбест осы метаморфты процестерден өзгерген және өте қатпарланған тау жыныстары ішінде қат-қабат желілер түзейді. Қатар-қатар орналасқан

желілер тобы рифтер деп аталатын асбесті аймақтар құрайды. Рифтердің қалыңдығы 1 *м*-ден 4 *м*-ге, жеке желілерінің қалыңдығы 1—2 *см*-ден 10 *см*-ге дейін жетеді. Егер қалыңдығы 3,6 *м*. бір рифте 20-дай желі болса, ал асбест талшықтарының жалпы ұзындығы 25 *см*-дей болса, онда бұл рифтен руда өндіру пайдалы деп есептеледі. Көлденең талшықты асбестен басқа желілерде бойлай жайласқан талшықты асбестер де кездеседі. Оның ұзындығы кейде 30 *см*-ден асады.

Жер бетінен 100 метрлік тереңдікке дейін жайласқан, аталған тау жыныстары крокидолит желілерінен құралатын рифтермен бірге жел мен судың әсерінен мүжіліп өзгерген. Асбест кендерінде жоғарыдан төмен қарай созылып жататын аймақтың үш түрі болады: 1. Кремнийленген (кремнезем тотығымен ығыстырылып кварц-халцедонды тау жынысына айналған) аймақ; 2. Мүжілген аймақ; 3. Өзгерген аймақ. Бұл аймақ тереңде жатқандықтан одан осы уақытқа дейін рудалар өндірілмейді.

Оңтүстік Африка кен орындарының таралу заңдылығын көп зерттеген ғалым Дютуаның * айтуынша, аймақтардың ішіндегі ең өніктісі — мүжілген аймақ. Бұл аймақтағы алевролит қабаттары мүжіліп қоңыр топыраққа айналған. Олар оңай уатылады. Сондықтан шахталар қазуға өте қолайлы. Қабат аралық крокидолит желілері де «жұмсарып», тау жыныстарынан оңай ажырайды. Кен өндірушілер бұл қабатты «боор каат», бұрғылау қабаты деп атайды. Мүжілген аймақтан қазылған шахталар мен штолнялар тереңдігіне қарамастан таңғаларлықтай құрғақ келеді. Сондықтан ірі рудниктердің бәрінде де осы аймақтан асбест өндіріледі. Бұл аймақтағы крокидолит-асбестің өзінің пайдалы қасиеттері түгелдей сақталып қалған.

Амозит-асбест — «фирма мақтанышы». XIX ғасыр-

* *Du Toit A. L.* The origin of the amphibol — asbestos deposits of South Africa — «Trans. Geol. Soc. South Africa», № 48, 1945.

дың аяғында крокидолит-асбест кендерін игере бастаған «Кап асбестос» фирмасы тағы бір қуанышқа кенелген. Крокидолит желілері бар қабаттармен қабаттаса жататын тау жыныстарынан өте ұзын талшықты ақшыл қоңыр түсті асбест табылған.

Алғашқы зерттеулер Пендж қаласының маңайынан табылған жаңа асбестің пайдалы қасиеттері жағынан крокидолит-асбестен де, басқа асбестерден де кем емес екенін көрсетті. Жарнама мен бәсеке капиталистер өмірінің негізгі шарттарының бірі екенін білеміз. Әдемілеп жасалған жарнамалар жаңа асбестің сипаттамасын бүкіл жер жүзіне танытуға тырысты. Асбест кендерін игеру үшін бірнеше өндірістік бірлестіктер құрыла бастады. Соның бірі «Asbestos Mines of South Africa» бірлестігі еді. Жаңа асбестің аты оны алғаш пайдалана бастаған осы бірлестіктің басқы әріптерінен құралған.

Ал амозиттің жоғары сапалы, таза, ақ түстісіне осы бірлестіктің «Montana» руднигінде өндірілгендіктен «монтазит» деген коммерсиялық ат берілді.

Химиялық құрамының ұқсастығына байланысты амозит көп уақытқа дейін жедрит-антофиллит изоморфтық қатардағы минерал болып есептелініп келді. Мұқият зерттеулерден кейін оның моноклиндік сингонияда кристалданатыны анықталып, амфиболдардың куммингтонит-грюнерит қатарына кіретіні және грюнериттің — $Fe_7^{2+}[Si_8O_{22}](OH)_2$ талшықты түріне жататыны дәлелденді.

Фирма мақтанышы боп есептелген амозит шынында да осы уақытқа дейін бір-ақ жерде — Оңтүстік Африка Республикасында өндіріледі. Ол өте нәзік майысқақ және серпінді талшықтардан тұратын желілер түзейді. Пендж қаласының маңайындағы кен орындарындағы амозит-асбест желілері қалыңдығы 1 *м*-ден 2,5 *м*-ге дейін жететін қабаттар құрайды. Қабаттардағы асбест мөлшері 14—25 процентке, асбест талшықтарының ұзындығы көбінесе 1—2 *см*-ден 30 *см*-ге жетеді.

Крокидолит және амозит қабаттары көп жағдайда қосарланып бірге кездеседі. Ол қабаттардан осы екі асбест бірдей өндіріледі.

Даннеморит-асбест — марганецті амозит. Амозит-асбестің бір түрі — марганецті амозит немесе даннеморит — $(Fe, Mn)_7[Si_8O_{22}](OH)_2$. Оның аты Швециядағы Даннемора қорғасын руднигінде табылуына байланысты осылай атаған. Ол Жапонияның Ямагауты марганец кенінде, СССР-де Карпат тауларындағы Чивчины * марганец және Қиыр Шығыстағы Тетюхе ** полиметалл кен орындарында кездеседі.

Даннеморит Тетюхе кен орнында метасоматикалық тау жынысы — скарндардың қуыстарында, сол қуыстарда кристалданған кварц, кальцит және басқа минералдарға қына сияқты жабысып, теріге немесе мақтаға ұқсаған ақ сұр түсті массалар түрінде кездеседі. Сумен шайылып қуыс-қуысқа жиналған агрегаттар қоюлана қатайып, пробка ағашы тәріздес тығыздалған. Н. М. Мозгова бұл минералды коллоидтық тұнбалардан жаралған деп есептейді.

Тері тәріздес қабаттар өте жіңішке ұзын талшықтардан (5 *см*), ал пробка тәріздес агрегаттар қысқа және микроталшықты асбестен құралған. Даннеморит-асбест қасиеттері мен пайда болу заңдылығы әлі жете зерттелмеген минералдардың бірі.

Родусит-асбест — магнийлі крокидолит. «Егер тау жыныстары мен минералдардан өмір бейнесі көрініп тұрса, оларды жансыздықтың куәсі деп қалай айтарсың» деп жазған еді атақты Гёте.

Гёте тек ақын ғана емес, көрнекті минералог болға-

---

* *Матковский О. И.* О марганцовых амфиболах куммингтонитового ряда.— Минер. сб. Львовского университета. № 16, 1960, с. 130—153.

** *Мозгова Н. М, Четвериков Д. С.* О даннеморит-асбесте из месторождения Тетюхе.— Труды Минер. Музея АН СССР, вып. 10, 1959, с. 154—163.

нын барша жұрт біле бермейді. Шынында да бәріміз құмарта оқитын Иоганн Вольфганг Гёте табиғаттану ғылымына, оның ішінде кристалдар морфологиясын зерттеуге айтарлықтай үлес қосқан ғұламалардың бірі.

Гёте әрбір минералдың өзіндік пайда болу жолдары, таусылмас тарихы бар, ашылмаған сыры мол деп жазған еді *. Біздің әңгіме еткелі отырған родуситіміз де осындай сырға толы минералдардың бірі.

Ғылыми мәліметтерге қарағанда родуситтің кен орындары крокидолит кендерімен бір шамада белгілі болғанмен оған пайдалы қазба ретінде көпке дейін көңіл бөлінбей келді. Мұның бірнеше себептері болды. Біріншіден, оны табиғатта алғаш табушылар родуситтің крокидолит сияқты жіңішке талшықты агрегаттар құрайтынын аңғармады. Екіншіден, родуситтің талшықты түрін аңғарғанмен оның ірі кен орнын құрайтынын ешкім білмеді, сондықтан родусит-асбестің қасиеттері көп жылдар бойы жөнді зерттелмеді. Үшіншіден, Оңтүстік Африка көк асбесті — крокидолиттің даңқының жер жаруы, биржаларда крокидолитті жер-көкке сыйғызбай мақтаған кәсіпкерлер мен коммерсанттардың айғай-шуы, бұл минералдың тұрмыста кеңінен пайдаланылуына көпке дейін кедергі жасады. Родусит крокидолит кендерінен кем түспейтін кен бола тұрса да, осы жаңа ашылған кен орындарының құнын арттырмақ болған кәсіпкерлер оларды крокидолит кені деп атап кетті.

Тіпті осы уақытқа дейін Боливия мен Оңтүстік Австралияда ашылған родусит-асбест кен орындары крокидолит-асбест кен орындары деп танылып келеді. Ал шетелдер геологиялық әдебиетінде родусит-асбест деген термин өте сирек кездеседі. Шетел ғалымдары родуситті магнийлі крокидолит деп атайды. Бұлай деп атау бір жағынан дұрыс та. Өйткені крокидолит пен родусит

---

* *Гёте И. В.* Размышления о морфологии. Избранные сочинения по естествознанию. Из-во АН СССР, М., 1957, с. 71—73.

рибекит пен магнезио рибекиттің талшықтанған түрлері. Родуситтің химиялық құрамында крокидолиттегі екі валентті темірді магний ығыстырған. Ал крокидолитте бұл құбылыс керісінше. Осыған байланысты крокидолитті темірлі родусит деп атауға да болар еді. Бірақ осы екі минералды табиғатта ұштастыру заңдылығының ерекшелігіне орай, химиялық құрамының өзгешелігін ескере отырып, дербес минералдар ретінде қарағанымыз орынды.

Родусит крокидолит сияқты бірнеше морфологиялық агрегаттар құрайды. Олардың сырт бейнесі (текстурасы) өзгеше болғанымен, ішкі құрылыстары мен химиялық құрамы бірдей.

Шотландияның Абриахан кен орнында родусит топырақ тәріздес және талшықты агрегаттар құраса, өзінің бірінші отаны Родоста бағана тәріздес, қатпарлы және жуан талшықты, «тау ағашы» — «Bergolz» деп аталған желілерде қосарлана орналасқан көгілдір агрегаттар түрінде кездеседі.

Боливия * мен Боснияда ** (Югославия) кейінгі мағлұматтар бойынша родусит агрегаттары топырақ тәріздес жұмсақ, картондай қатпарланған және талшықталған, Оңтүстік Родезияда ине тәріздес және жіңішке талшықты *** болып кристалданып, штокверк тәріздес және қат-қабат желілер құрайды.

Ал Оңтүстік Австралияның ірі кен орындарында (Орапаринна, Робертстаун, Апонджа, Адам т. б.) желілерде потенциалды крокидолитке ұқсаған топырақ тәріздес жартылай аморфты «жаңадан өсе бастаған» (incipient) родусит, бірімен-бірі тұтаса біткен «кроки-

---

* *Ahlfeld I.* Los yacimientos minerales de Bolivia.—Journ. «Asbesto», Bilbao, 1954.

** *Павловић С., Мијојковић Р.* Крокидолитски азбест из Халиловица у Босни «ГЛАС ССХХХV», кн 17, 1958

*** *Drysdall A. R. and Newton A. R* Blue asbestos from Northern Rhedesia — «Amer. Miner», v. 45, № 2, 1960.

долит жүні» деп аталатын талшықтар, ұзын талшықты родусит, ине тәріздес жіңішке призмалы кристалдар түрінде кездеседі *.

СССР-де табылған родусит те бірнеше морфологиялық агрегаттар құрайды. Мысалы, Жезқазған және Минусинск ойпатындағы кендерде родуситтің 5 түрі бар: талшықты родусит немесе родусит-асбест; тығыз, ұзын және көлденең бағаналы; борпылдақ (жұмсақ) топырақ тәріздес, жүгері дәніндей түйіршікті және картон тәріздес қатпарлы родусит.

Родусит-асбест аса жіңішке солқылдақ шоғырлар мен бөлек-бөлек қатпарланып, жарықшақ қабырғаларына жабысқан агрегаттар түрінде желілер және псевдоморфозалар түзейді. Талшықтардың ұзындығы 0,3 *мм* — 5 *см*. Орташа ұзындығы 1—2 *см* (7-сурет).

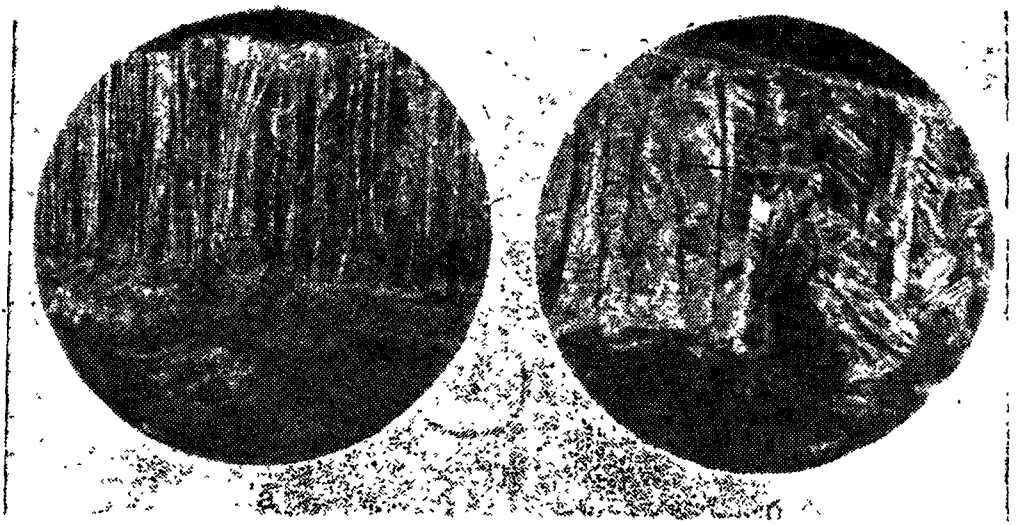
Тығыз родусит көлденең бағаналы қатты және берік агрегаттардан тұрады. Бағаналардың ұзындығы 5—10 *см*-ден 30—35 *см*-ге дейін жетеді, желілердің ұзындығы — 2—5 *м*.

Түйіршікті родусит жүгері дәніне ұқсаған, сіресіп бірге орналасқан, көлемі 2—5 *мм* түйіндерден құралған. Борпылдақ родусит қолмен уқалағанда тез уатылатын жұмсақ агрегаттар, ал қатпарлы родусит сырттай қарағанда картонның қабатына ұқсаған, тез айырылатын, иіліп, қатпарланған кесектерден тұрады. Родуситтің бұл түрлері тығыз родуситпен бірге желілерде кездеседі және еріп кеткен тұз кристалдарынан (галит, глауберит) қалған қуыстарды толтырады.

Родуситтердің ішіндегі атмосфера құбылыстарының (желдің, жауынның, аяздың) әсеріне төзімдісі — тығыз және түйіршікті родусит. Өйткені олар үгілу процестеріне төзімді — опал, халцедон және кварц сияқты минералдармен араласа кристалданып, цементтелген. Мүжіл-

* *King O.* The occurence and competative mineralogy of South Australian magnesian crocidolites (rhodusites).— «Trans. of the Royal Soc. of South Australia», v 84, 1961.

мей сақталған тығыз родуситтің ірі желілері, айналасындағы тау жыныстарын жел мен су миллиондаған жылдар бойы шайып келгендіктен сыйдиып, жал-жал боп созылып жатқан көгілдір денелер түрінде алыстан көз тартады.



7-сурет.
Ұзын талшықты родусит-асбест:
а) қатар талшықты; б) көлденең талшықты.
Қумола кен орнынан. Орталық Қазақстан.

Ал желілердің кремнеземсіз учаскелерінде родуситтердің барлық түрі де уатылып, тығыз родусит ағаш сынығы немесе сіріңке талдары сияқты бөлімдерге, түйіршікті родусит — жүгері тәріздес дәндерге, ал қатпарлы родусит кептірген алманың қақтарына ұқсаған денелерге айналған. Тек талшықты родусит қана пайдалы қасиеттерін сақтап қалған. Желілерден су мен желдің әсерінен бөлініп шыққан асбест талшықтары, мақтаға ұқсап тұтасып, сай-саладан ағызылып әкелген делювийлердің бет жағына топтасып ақ жолақтар құрайды.

Сыртқы морфологияларының бөлектігіне қарамастан родуситтер химиялық құрамы жағынан бір-біріне өте жақын келеді.

Режикит — нағыз көгілдір асбест. Соңғы жылдары амфибол-асбестер ішінде өндірістік маңыздылығы жағынан аса жоғары бағаланып жүргені — көгілдір асбестер тобы. Бұл топқа аталып өткен крокидолит-родусит-асбестермен қатар амфибол-асбестің тек СССР-де ғана табылған жаңа түрі — режикит-асбест те кіреді. Крокидолит-асбест түсі жағынан көгілдір асбест деп аталып жүргенмен, шынында ол көк түсті асбест. Родуситтің тығыз, түйіршікті, қатпарлы түрлері де көк түсті асбестерге қосыла алады. Ал нағыз көгілдір асбест деген атқа Орал тауындағы Режик өзеніне байланысты берілген режикит-асбестінің ғана ие болуға толық правосы бар.

Режикит-асбестің түсі аспан түстес көгілдір. Ол химиялық құрамы жағынан магнийлі арфедсониттің — $Na_3(Mg_4Fe^3)_5[Si_8O_{22}](OH)_2$ талшықты түрі болып есептеледі. Режикит-асбестің кен орындары ультрамафит алаптарындағы тектоникалық бұзылыс әсерлеріне ұшырап, метасоматикалық процесстерден өзгерген серпентинит-тердің тальк-карбонатты тау жыныстарына айналған аймақтарында кездеседі. Ол аймақтарда альбит-амфибол құрамды магматикалық тау жыныстары — нейвит желілері бар учаскелерде ғана режикит-асбестің болуы мүмкін. Өйткені режикитті құруға керекті натрий атомдарының көзі нейвиттер екені дәлелденген *.

Режикит-асбест желілері тальк-карбонат линзаларының серпентиниттермен ұштасқан жеріне шоғырланған. Асбест серпентинит пен нейвиттің арасындағы биметасоматикалық процестердің туындысы. Желілерде ол көбінесе бойлай жайласатын талшықты агрегаттар

---

* *Соболев Н. Д.* Введение в асбестоведение. «Недра», М., 1971, с. 149.

күйінде кездеседі. Кейбір желілерде ұзындығы 0,5—2 *см*-ден 20—25 *см*-ге, кейде 50 *см*-ге дейін жететін талшықтары көлденең және қиғаш орналасқан болады.

Режикит-асбест тау жыныстарында әр жерге ұйысқан агрегаттар, шоғырлар («ұялар») түрінде де кездеседі. Желілердегі режикиттің ажырамас серіктестері — магнезит және кальцит.

Режикит-асбест берік және сынғақ талшықтардан тұрады. Осы минералды мұқият зерттеушілердің бірі совет ғалымы Ю. К. Андреев кен орындарында режикит-асбестің үшінші түрі тығыз режикит жиі кездесетінін айтады. Бұлардың химиялық құрамы жағынан аз да болса өзгешеліктері бар.

Экерманит-асбест. Экерманит-асбест көп компонентті сілтілі амфибол экерманиттің — $Na_{2,5}Ca_{0,5}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}Al, Ti)_5 [Si_{7;5} Al_{,5}]_8O_{22} (OH, F)_2$ — талшықты түрі. Стокгольм университетінің профессоры К. У. Х. Экерманның құрметіне минералға экерманит деп ат берілген.

Экерманит-асбестті алғаш рет 1940 жылы АҚШ-тың Колорада штатындағы Боулдер рудалы ауданын геологиялық зерттеу кезінде американ ғалымы Е. Е. Ваальстром * монцонит пен гранитонгейстің жапсарласқан жерінен тапқан еді. Асбестің түсі көгілдір жасыл. Ұзын талшықты (2—5 *см*) және қысқа талшықты (2—3 *мм*). Экерманит-асбестің рудалар мен аймақтардағы мөлшері туралы нақты деректер жоқ.

Кроссит-асбест. Глаукофан — рибекит изоморфтық қатарындағы төрт минералдың арасындағы орталық өрісте орналасатын минерал кросситтің талшықты түрі. Қалыңдығы 2—3 *см* граниттерге шоғырланған желілерде кездеседі **. Бұл асбестің қасиеттері, кен белгілерінің

---

* *Wahlstrom E. E.* Ore deposits at camp Albion, Boulder Country, Colorado — «Econ. Geol.», № 35, 1940.

** *Яволенко И. П.* Метасоматический кроссит в граните Березовского карьера (Кировоградская область) — «Изв. Днепропетровского горного института», вып. 58, 1972, с. 15—17.

перспективалары, рудадағы мөлшері әлі мұқият зерттелмеген. Сондықтан табылған асбест белгілерінің әзірше тек минералогиялық қана маңызы бар.

Катофорит-асбест табиғатта сирек кездесетін, көбінесе терамит, шонкинит, трахит, монционит сияқты негізгі және сілтілі тау жыныстарында ұшырайтын күрделі амфибол катофориттің $Na_2Ca\ (Fe_4^{2+}, F^{3+}Al)_5\ [(Si_7Al)_8\ O_{22}]\ (OH, F)_2$ талшықты түрі. Катофорит алғаш Швецияның Осло қаласының маңайындағы тингуаиттерден табылды. Оның аты грекше «kataphora» «төмен қарай лықситын» деген мағынаны білдіреді, бұл минералдардың вулкан атқылағанда пайда болған тау жыныстарынан жаралғанын бейнелейді.

Талшықты катофорит ең алғаш Қазақстанда Есіл сілтілік тау жыныстары аймағынан табылды. Есіл амфибол-асбестін бірінші боп зерттеген Ә. Н. Нұрлыбаев *. оны родусит-асбест деп есептеді. Қалыңдығы 0,5—2 *см*, ұзындығы 1,5—2 *м* асбест желілері сілтілі периодиттер мен конгресситтерде кездеседі. Асбест көлденең талшықты боп саналады. Қосымша жүргізілген зерттеулер амфибол-асбестің сиениттерде де кездесетінін, онда мөлшері 1,5×2,5 *см*; 1×2 *см* теңбілдер құрайтынын көрсетті.

Амфибол-асбестің тау жыныстарындағы мөлшері шамамен 2—4 процентке жетеді. Химиялық құрамы мен физикалық қасиеттері жағынан бұл асбест магнезиокатофоритке ұқсас екені дәлелденді (1-кесте).

Төменде келтірілген кестеден Есіл амфибол асбестінің Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3 және FeO компоненттері жағынан родусит-асбестен мол айырмашылығы бар екені, бұл тотықтардың мөлшері жағынан оның катофоритке жақын екені көрініп-ақ тұр.

---

* *Нурлыбаев А. Н.* Минералогия щелочных интрузии Казахстана. «Наука», Казахской ССР, Алма-Ата, 1973, с. 132—133.

1-кесте

Катофориттің, катофорит-асбестің және родусит-асбестің химиялық құрамы

Тотықтар	Магнезиокатофорит (Дир, Хауи, Зусман, 1965)	Есіл аймағының катофорит асбесті		Родусит-асбест № 120 сынама
		№ 1 сынама (Нұрлыбаев 1973)	№ 342 сынама	
SiO_2	46,87	54,20	49,97	54,10
TiO_2	1,32	–	1,82	0,06
Al_2O_3	7,97	8,40	8,61	1,02
Fe_2O_3	5,52	4,0	4,2	14,13
FeO	8,57	3,20	2,97	8,10
MnO	1,18	0,12	0,07	0,04
MgO	13,22	10,50	13,83	10,15
CaO	7,69	7,50	7,43	2,31
Na_2O	4,46	4,20	4,72	4,81
K_2O	2,75	4,10	3,98	0,37
H_2O+	1,87	2,40	2,47	3,31
H_2O-	—	0,30		0,73
Cr_2O_3	—	0,60	0,35	—
п. п. п.	—	—	—	—
Жиынтығы	100,33	99,40	99,97	100,30

Катофорит-асбестің қасиеттері жете зерттелуде, ал Есіл кен орнының перспективасы зор.

Эденит-асбест. Эденит-асбест — амфибол-асбестер тобына жаңадан қосылған түрі. Химиялық құрамы мен оптикалық қасиеттері жағынан ол бұрыннан белгілі күрделі амфибол-эденитке — $NaCa_2(Mg, Fe_2^+)_5[(Si_7Al)_8O_{22}](OH, F)_2$ ұқсас. Минерал Нью-Йорк штатының Эденвилл йамағынан табылуына байланысты осылай аталған.

Эденит-асбест алғаш 1976 жылы Солтүстік Балқаш маңайындағы Кеңтарлау ультрамафит аймағындағы Итмұрынды жадеитит кені зерттелген кезде альбиттенген сілтілі граниттердің уақ денелерінің бірінен кездескен.

Асбест граниттегі жарқыншақтар бетіне жабыса орналасқан, бойлай жайласқан талшықты агрегаттар құрайды. Ол родуситтер сияқты микроталшықты, ұзынталшықты, тығыз және қатпарлы денелер күйінде де ұшырайды. Түсі — көгілдір жасыл және қанық жасыл. Бірақ, әсіресе кремний, алюминий, темір, кальций тотықтарына қарағанда химиялық құрамының родуситтен айырмашылығы мол екені анықталған (2-кесте). Талшықтарының ұзындығы 0,5 *мм*-ден 5 *см*-ге жетеді.

2-кесте

Эденит-асбестің химиялық құрамы

Тотықтар	Кеңтарлау эденит-асбесті		Эденит	Ферроэденит
	Жіңішке ине тәріздес сынғақ түрі	Жіңішке талшықты берік түрі	(Дир, Хауи, Зусман 1965)	
SiO_2	43,53	43,83	50,91	47,60
TiO_2	0,99	0,86	0,88	0,60
Al_2O_3	12,89	12,47	8,68	6,49
Fe_2O_3	3,90	5,36	1,61	6,07
FeO	7,58	6,84	3,61	11,00
MnO	0,18	—	0,12	0,35
MgO	13,15	14,14	19,38	11,94
CaO	8,99	9,83	10,25	9,40
Na_2O	4,34	3,37	3,40	4.38
K_2O	0,79	0,31	0,11	0,49
H_2O+	2,53	1,95	1,14	1,80
H_2O-	0,39	0,47	0,17	—
F	—	—	—	0,20
Жиынтығы	99,47	99,57	100,11	100,33

Асбест желілері гранитті әр түрлі бағытта кесіп өтіп, торлы, штоверк тәріздес рудалар түзейді. Желілерінің қалыңдығы 5 *мм*-дей, ұзындығы 1,5—2 *м*. Асбест талшықтары екі түрлі: сынғақ және берік серпінді. Ас-

бестің рудадағы мөлшері 1—3 процент. Асбестелген граниттің көлемі 3×3 *м.* ғана.

Эденит-асбест жаңадан зерттеле бастады. Оның табылған кен белгілерінің әзірше ғылыми маңызы ғана бар. Өйткенмен амфибол-асбестердің катофорит, эденит сияқты жаңа түрлерінің Қазақстанда бірінші табылуы, республикамыздың жер қойнауының аса зор бай екендігін және оның дүние жүзіндегі ірі минералогиялық аймақтардың бірі екенін көрсетеді.

Бұл асбестерді жете зерттеп, олардың пайдалы қасиеттерін анықтау, ірі кендердің орнын белгілеу және оларды іздеп табу келешектегі кезек күттірмейтін игілікті істердің бірі болуы қажет.

Асбест кен орындары қалай жаралған, оларды іздестіру жолдары

Асбестің табиғатта пайда болуы туралы талай аңыздарға тоқталдық. Ал енді шындық не дейді?

Егер асбест кен орындары белгіленген геологиялық картаға үңілсек, асбестің көп жерде кездесетініне, нағыз «кезбе» минерал екеніне көзіміз жетеді. Өйткені асбест кездеспейтін тау жыныстары түрлері жоқтың қасы. Ол гидротермальдық және метасоматикалық процестер нәтижесінде өзгерген магматикалық (периодотит, пироксенит, гранит, граносиенит, сиенит, пегматиттер), эффузивтік (андезитті порфириттер, лавоагломераттар), хемогендік және терригендік тұнба) әктас, құмтас аргиллит, алевролит) жыныстарында жаралған.

Бірақ кез келген периодотит, пироксенит, порфирит немесе әктас та асбест бола бермейді. Бұл тау жыныстарының кейбір түрі ғана асбесті болып келеді. Олар белгілі бір топқа бөлініп, әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар «асбесті формациялар» деп аталатын тектес тау жыныстарын құрайды. Мысалы, хризотил-асбест жо-

ғарыдағы аталған тау жыныстарының екі формациясында (магматикалық және тұнба) бірдей кездеседі. Ал родусит-крокидолит-асбестер тіпті үш формацияны бірден қамтиды.

Асбестер ішіндегі ең тұрақтылары нағыз көгілдір режикит-асбест пен антофиллит-асбест. Олар ультрамафитті тау жыныстарында ғана кездеседі.

Минералдардың табиғатта пайда болу жолдары олар қалыптасқан ортаға, яғни тау жыныстарына, олардың өзгеру-өзгермеуіне байланысты. Мұндай табиғи тәуелділікті академик В. И. Вернадский «жер қыртысының химиясы» деп атаған еді.

Асбестердің де жаралу шарттары өздерін қоршап тұрған тау жыныстарының химиялық және минералогиялық құрамына, оларды өзгертетін физикалық-химиялық процестердің ағымына және қарқындылығына байланысты. Асбестердің қалай пайда болғанын анықтау үшін біз алдымен мынадай сұрақтарға жауап іздеуіміз керек:

1) асбест кристалданатын ерітінділердегі судың табиғаты — шыққан тегі, ол қайдан алынды?

2) асбесті құрап тұрған элементтердің немесе молекулалардың қайнар көзі;

3) тау жыныстарының метасоматитті өзгерістері мен асбест талшықтарының пайда болуында өзара байланыс бар ма?

4) жер сілкіну, тау жыныстарының қатпарлануы немесе қырауы асбест кен орындарының түзілуіне қандай әсер етті, асбест желілері шоғырланған жарықшақтар қалай пайда болды?

5) асбестер қандай физикалық-химиялық және температуралық жағдайда пайда болды?

6) асбест талшықтары (кристалдары) және қатты асбестердің жаралу жолдары қандай?

Кен орындарының генезисін дұрыс анықтаудың практикалық маңызы өте зор. Өйткені ол — геологиялық іздеу және барлау жұмыстарының негізгі арқауы. Асбест

негізінен әрбір тау жыныстарында кездесетін «кезбе» минерал болғандықтан, оның жаралу жолдары да өзгеше. Енді жоғарыдағы сұрақтарға жауап бере отырып, асбестердің жаратылысы туралы айтылып жүрген болжамдарға талдау жасап көрейік.

Жердің қыртысты қабаттарына үңілсек. Асбестің, әсіресе хризотил, антофиллит, тремолит, режикит-асбестердің ірі өндіріс көлеміндегі кен орындары магматикалық, оның ішінде ультрамафиттік тау жыныстарымен байланысты. Сондықтан әңгімемізді осы магматикалық формациядан бастайық.

Біз тұратын планета — Жер геосфералары деп аталатын бірнеше қабаттан құралады. Оның ең жоғарғы қатты қабатын (атмосфера мен гидросферадан басқа) жер қыртысы (қалыңдығы 5—70 *км*) деп атайды. Содан төменгісі жер мантиясы (2900 *км*-ге дейін) деп, жер кіндігін (6371 *км*. дейін) ядро деп атайды. Жер мантиясының 850—900 *км*-ге дейінгі қабатын жоғары мантия деп атайды. Осы жоғары мантиядағы балқыған тау жыныстарының — магманың * қозғалуы салдарынан жанартау атқылау, жер сілкіну сияқты стихиялық табиғат құбылыстары болып тұрады. Осындай қозғалыстар кезінде жер қыртысында жоғары мантияға жететін терең жарықшақтар пайда болып, перидотит, дунит, пироксенит құрамды магмалар жер қыртысына көтерілгенде ультрамафитті қара сұр түсті тау жыныстарының аймақтары пайда болады.

Перидотит, пироксенит, дуниттерді жер бетіне ығыстырып көтеретін магмада су, су буы, әр түрлі газдар өте аз болады. Сондықтан оны құрғақ магма деп те атайды. Бірақ онда асбестің пайда болуына қажетті судан басқа компоненттердің бәрі де жеткілікті мөлшерде сақталған. Су болмаса аталған тау жыныстары өзгеріп серпенти-

---

* *Петров В. П.* Магма и генезис магматических горных пород. «Недра», М., 1972, с. 1—95.

нитке айналмайды, олай болса хризотил-асбест неден жаралмақ? Жер қыртысына құрғақ магмалар енген аудандардың геологиялық жағдайын талдаған кезде, онда да судың көздері бар екені анықталған. Салыстыра келгенде магмалар жер мантиясында ғана емес, жер қыртысының өзінде де 10—15 *км* тереңдікте пайда болады екен. Олар кремний тотығына, су буына және газдарға өте бай болғандықтан жер бетіне жақындап, суый бастаған кезде бірге көтерілген су булары бөлініп, айналасындағы тау жыныстарының жарықшақтарына еніп, оларды өзгеріске ұшыратады. Осындай магмалардан пайда болған тау жыныстарының бірі — өзіміз күнделікті тұрмыста көріп жүрген кәдімгі граниттер.

Асбестердің пайда болу жолдарын әңгімелегенде біз геологиялық уақыт факторын да естен шығармауымыз керек. Асбестер бұдан бірнеше жүз миллиондаған жылдар бұрын жаралған. Ол кезде біздің планетамыздың жаңа қалыптасып келе жатқан кезі еді. Планета құрамындағы магма толқындары жер қыртысындағы сол кезде пайда болған тау жыныстары массасын қопарып, бір жерден екінші жерге ысырып, биік таулар тізбегін жасаған. Тау пайда болу процестерінің көбі жер астынан магманың көтерілуімен жалғасып отырды. Осы тектоникалық процестердің бірінде жоғары мантиядан көтерілген магманың әсерінен перидотит-пироксениттер пайда болады. Осынау геологиялық ауданда тағы бір жер сілкініп, таулар тізбегі құрылар кезде алғашқы пайда болған тау жыныстары қатпарына қышқыл немесе сілтілі граниттік магма енді делік. Сол магмадан бөлініп шыққан ыстық сулар немесе сулы ерітінділер тектоникалық процестер кезінде пайда болған жарықшақтар арқылы перидотиттер немесе пероксениттер массаларына кіріп, оларды өзгертеді, құрамында 14 процент суы бар, жыланның қабығы тәріздес жасыл сары түстес келетін (орысша «змеевик», латынша «серпентинит» деп аталатын) метасоматикалық тау жыныстарына

айналдырады. Серпентинитті құрайтын басты минерал серпентин мен хризотил-асбестің химиялық құрамы бірдей. Олай болса, жарықшақтарға келіп жатқан сулы ерітінділер енді серпентиниттерді ерітіп, жарықшақтарда мыңдаған-миллиондаған кристалдану нүктелері — «ұрықтар» пайда болады. Серпентиниттер қалыптасып суыған сайын кеуіп тартылады да, онда көптеген контракциялық жарықшақтар пайда болады. Енді осы жарықшақтар біртіндеп ашыла бастағанда, оларда пайда болған ұрықтардан өте жіңішке асбест кристалдары қалыптаса бастайды да, асбест желілерін құрайды.

Жарықшақтарды толтырып тұрған ерітінділерді профессорлар В. Н. Лодочников, Б. Я. Меренков және академик А. Г. Бетехтин кейін гельге айналған коллоидтер деп есептейді. Профессор В. П. Петров граниттік магмалардың ультрамафиттік интрузияларға еніп, оларды өзгертуін хризотил-асбест кен орындары жаралуының бірден-бір тиімді жолы деп санайды . Бұл болжам қазір практика жүзінде біздің еліміздегі Баженов, Киембай, Жетіқара, Қанададағы Асбестос, Тетфорд сияқты ірі кен орындарын барлап, пайдалануда толық дәлелденіп отыр. Тіпті осы заңдылық қазір серпентиниттермен байланысты хризотил-асбест кендерін іздеудегі басты шарттардың біріне айналды.

Егер перидотиттер аймақтары гидротермальды ерітінділердің көзі боп саналатын граниттерден қашық орналасса, серпентинит пен асбест қалай пайда болмақ? Ғалымдар бұл проблеманың да шешімін тапты. Материя құбылыстары бір-бірімен өзара байланысты, бір бірінің тууына екіншісі себепкер деген диалектикалық қағидаға сүйене отырып, олар асбест өндіруге керек су көзін енді құрамында перидотиттер сақталатын тұн-

* *Петров В. П.* и др. Хризотил-асбестовые месторождения как одна из форм контактового воздействия гранитоидов на ультраосновные породы.— Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 31, 1959, с. 19—36.

ба немесе матеморфтанған тау жыныстарынан іздеуде. Жер сілкіну, тұнба тау жыныстарының қатпарласуы мен тереңнен перидотитті магмалар көтерілу процестері қатарласа жүрген кезде, бұрынғы теңіз түбіне шөгіп, қалыптасқан тау жыныстарының сығылуынан бөлінген сулардың мөлшері граниттерден бөлінген сулардың мөлшерінен аз болмайды. Академик В. И. Вернадский өзінің екі томдық «Табиғи сулар тарихы» деген еңбегінде мұндай суларды фреатикалық сулар деп атаған еді. Міне, осы сулардың перидотит, пироксенит сияқты тау жыныстарын өзгертетін (серпентиниттейтін) қасиеті туралы идеяны бірінші болып академик А. Г. Бетехин 1937 жылы ұсынған болатын. Қазір бұл идеяны Н. Д. Соболев, Н. Л. Добрецов, В. Р. Артемов, Д. С. Штейнберг, К. К. Золоев, Г. В. Пинус, Н. Н. Ведерников, А. К. Сибилев, тағы басқалар да жақтап отыр.

Мұндай жолмен жаралған кен орындары мен белгілері көптеп кездеседі. Мысалы, сібір геологы К. Г. Баштаның айтуынша, БАМ темір жол магистраліне жақын орналасқан «Молодежное» ұзынталшықты асбест кені фреатикалық сулар әсерінен пайда болған. Орталық Қазақстандағы Ешкіөлмес хризотил-асбест кені де жаратылысы жағынан осы тұрғылас.

Ал енді ультрамафиттерде антофиллит, тремолит, актинолит, режикит-асбестер жаралып, кен пайда болуы үшін перидотит пен пироксенит аймақтарының тек қана серпентиниттену процесіне ұшырауы жеткіліксіз. Серпентиниттер одан әрі өзгеріп, тальк-карбонатты, тальк-антофилитті метасоматикалық тау жыныстарына айналуы керек.

Жер қозғалыстары кезінде тереңнен балқып көтерілген перидотиттер қат-қабат жатқан тұнба тау жыныстарына еніп факолит тәріздес алаптар түрінде суыйды. Осы аудандағы келесі кезеңде өткен тектоникалық қозғалыстар тұнба тау жыныстарын қатпарлаған кезде, ондағы перидотит алабы жеке-жеке будиндерге (оқтау

тәріздес бөліктерге) немесе шар тәріздес жұмыр бөліктерге бөлініп, серпентениттенеді. Жер тағы сілкініп, тұнба тау жыныстары серпентинит будиндерімен қосылып, қатты қызу және қысым әсеріне ұшыраған серпентиниттер қайтадан «құрғақ» оливин — энстатитті тау жыныстарына айналады да, одан бөлініп шыққан сулар, серпентиниттерді қоршаған тұнба тау жыныстарын метаморфтық тау жыныстарына айналдырады. Сөйтіп тектоникалық қозғалыстар қайталанып отырады. Олар бұрынғыдан әлсіздеу болғандықтан тау жыныстарын аса көп механикалық өзгерістерге ұшыратпайды. Бірақ химиялық процестер нәтижесінде бөлініп шыққан сулар оливин-энстатитті метасоматиттерді антофилитті метасоматиттерге айналдырады. Бұл метаморфизмнің регрессиялық сатысының басталғаны боп саналады. Осы регрессивтік метаморфизмнің ең соңғы сатысы метаморфтық тау жыныстарында қалған суды түгелдей антофилитті метасоматиттерге айдайды. Су тиген антофилиттерде болған реакциялар кезінде минералдың кристалл торындағы оттегі иондарын гидроксильдер ығыстырып, антофиллит талшықтанып асбестке айналады. Бұдан антофиллит-асбест пайда болуы үшін ешқандай граниттің керегі жоқ екенін байқау қиын емес.

Бірақ актинолит, тремолит, режикит-асбестер үшін гранит тектес магманың перидотит-пироксениттерге қосымша әсері қажет болады. Оларға су ғана емес, кальций және натрий сияқты элементтер де қосыла келуі керек. Бұл Солтүстік Қазақстандағы Аққарға тремолит-асбест кенін зерттегенде де анықталды. Профессор Н. Д. Соболев те Оралдағы режикит-асбест кенінің жаралуында нейвит атты желілі тау жыныстары натрий мен судың көзі болған деген қорытынды жасаған.

Гранитте де асбест бар. Жердің үстіңгі қабаттарында түзілетін гранит құрамды магмалар хризотил-асбест кендерін қалыптастырса, сол гранитті тау жыныстары ұшырасқан жерлерде де асбест кен орындары немесе

кен белгілері бар екені анықталуда. Граниттегі асбестердің бәрі де түгелдей амфибол-асбестер тобына жатады.

Әдеби-техникалық деректерге жүгінсек, гранит тектес сілтілі тау жыныстарында (гранит, граносиенит, сиенит, монцонит, пегматит) асбест бар екені XX ғасырдың басынан белгілі бола бастағанын білеміз. Алғашқы мәліметті 1927 жылы ағылшын геологы С. Г. Гордон жариялады. Ол крокидолит-асбест талшықтарын Гренландиядағы Нарсарссук сілтілі сиенит алабынан кездестірген еді. 1930 жылы Мариуполь сиенит алабынан совет геологы Л. Айнберг тапқан талшықты амфибол крокидолитке де, родуситке де ұқсас болып шықты. Үшінші мәліметті АҚШ-тың Колорадо штатындағы Боулдер ауданынан граносиенит пен монцониттен экерманит-асбест табылғаны туралы американ ғалымы Е. Е. Ваальстром (1940 ж.) жариялады.

Кейінгі жылдары геологиялық тақырыпқа жазылған әдебиеттерде Орал, Шығыс Сібір, Орта Азия, Қазақстан, Курск магнит аномалиясының төңірегінен және Румыниядан (Жиу ойпаты) асбестің гранит алаптарынан табылғаны туралы мәліметтер жиі жарияланып жүр.

Осы мәліметтерді салыстыра талдау жасағанда граниттік асбест кен орындарының пайда болуы мен орналасу заңдылығы өте ұқсас болып шықты. Біріншіден, ең соңғы қалыптасу фазаларында граниттік магма енген алаптарда ғана асбест кен орындары кездеседі. Яғни, олар гидротермальды ерітінділерге бай келеді. Екіншіден, асбестің минералдық түрі және химиялық құрамы гранит құрамындағы амфиболға ұқсас. Үшіншіден, асбест кендері гранит алаптарының тектоникалық қозғалыстар әсерінен жарықшақтана бұзылған метасоматикалық процестерден өзгерген учаскелеріне орналасқан. Олай болса, мұндай алаптарда асбест кендері түзілуге барлық жағдайлар бар. Гидротермальдық ерітінділер граниттік магмалар соңынан бірге көтеріліп,

олардың өздеріне және айналасындағы тау жыныстарына әсер етіп өзгерткен. Сол кезде гранит құрамындағы амфиболдар еріп, жарықшақтарға құйылып, жоғары хризотил-асбест сияқты желілер пайда болған немесе өз орнында қалып талшықтанған.

Ал граниттік интрузивтердің айналасындағы тау жыныстарымен қиылысқан жеріндегі кен орындары, құрамында сілтілері бар (Na, K) гидротермальды ерітінділермен жанасқан тау жыныстары, мысалы, доломиттер арасындағы метасоматикалық реакциялардан пайда болады.

Гранит алаптарындағы асбесттер таза және олардың сапасы жоғары. Келешекте гранитті алаптардан табылған кен орындары барланып, халық шаруашылығына кеңінен пайдаланылатын болады. Олардың жалпы көлемі ультрамафитті тау жыныстарында кездесетін асбест кендерінің көлемінен кем болмауы мүмкін. Бұған дәлел ретінде магматикалық тау жыныстары арасында гранитоидтардың 59 процент, ал ультрамафиттердің 1,5 процент екенін айтсақ та жеткілікті.

Жанартаулар қойнауындағы асбест. Асбестің тағы бір мекені — жанартаулар атылуынан, лавалар төгіліп қатудан пайда болған тау жыныстары болып табылады. Бұлардың ішіндегі ең өніктісі — негізгі эффузивтер: андезитті немесе пироксенді профириттер және осы құрамды пирокластикалық лавоагмераттар мен туфоагломераттар. Бұларда тек актинолит-асбест қана бар.

Жанартауларда актинолит-асбестің пайда болуына қажетті барлық жағдай бар деп айтуға болады. Жер сілкіну әсерінен қатпарланған кезде жанартауларда үлкенді-кішілі жарықшақтар пайда болады. Тау жыныстарындағы саңылауларда сақталған және минералдар құрамынан бөлініп шыққан сулар үлкен қысымнан сығылып, қозғалысқа келеді. Қатпарлану кезінде біртіндеп ұлғайған температурадан қызған су тау жыныс-

тарын ерітіп, актинолит-асбестке, онымен бірге кездесетін минералдарға керекті заттарға қанығады да жарықшақтарға қарай аға бастайды. Өйткені жарықшақтардың қуысы бос болғандықтан онда вакуум пайда болып, қысым азаяды. Асбест талшықтары онан әрі хризотил-асбест сияқты боп ұлғаяды.

Жанартауларды өзгертетін метаморфтық процестер: жасыл тасқа айналмаған (дозеленосланцевая) және жасыл тасқа айналған (зеленосланцевая) екі сатыда өтеді. Актинолит-асбест бастапқы сатыда төмен температурада пайда болады.

Теңіз бұғаздарында шөккен тұнбалардағы асбест. Тек серпентиниттерде ғана асбест кездеседі деп қалыптасқан ұғым көпке дейін оны басқа тау жыныстары формацияларынан іздеуге бөгет болды. Шотландияның Абриахан провинциясынан, Грецияның Родос аралынан, Югославияның Босния провинциясынан, Шығыс Сібірдің Минусинск ойпатынан өзгермеген тұнба жыныстары арасынан табылған көгілдір родуситке көпке дейін мән берілмеді. Олардың көп мөлшерде кездесетін талшықты түрлері кен орындарын түзейтінін үстіміздегі ғасырдың 50-жылдарына дейін ешкім білмеді.

Родусит-асбест кен орындары мен белгілері орналасқан тұнба тау жыныстары тауаралық ойпаттарды толтырғанда синклинальды немесе антиклинальды құрылымдар пайда болады. Олар мергель, аргиллит, алевролит, құмтас және әктастан тұрады. Бұл тау жыныстары қызғылт, сұр, сары, қара түсті бір-бірімен қат-қабат қалыптасқан «шұбар шөгінділер» формациясына айналған.

Бұл тау жыныстарының ертеде тайыз теңіз бұғаздары мен лагуналарына шөккен тұнбалардан пайда болғанын көрсететін көп белгілер бар. Теңіз суы шайқалғанда жағадағы құм-топыраққа, әктасқа түскен бұдырларды көрген боларсыз. Сол бұдырлар миллиондаған жыл өткенде теңіз суы тартылып, тұнбалар тасқа айналғанда да сақталып қалады. Екінші белгі, тұзды көл

жағасында күн ыстық кезде шөгінділер арасында галит, сильвин, глауберит, тенардит сияқты минералдардың әдемі кристалдары пайда болғанын көріп жүрміз. Міне сол кристалдар шөгінділермен жабылып тасқа айналған тұнбалар арасында қалып қояды. Тұнба тау жыныстарының саңылауларында теңіз суынан қалған тамшылар болады. Жер асты теңіздері, артезиан құдықтары осындай тамшылардан пайда болатыны көптен белгілі. Жер сілкіну апаттары кезінде тұнба тау жыныстары шөгіп, қалыптасқан теңіз түбіндегі көне метаморфтық жыныстар (ірге тастар) ыдырап, бірнеше блоктарға бөлінеді. Тектоникалық қозғалыстар кезінде блоктардың бірі жоғары көтеріледі де, екіншісі төмен түседі. Сол кезде блоктар үстінде жатқан тұнба тау жыныстары еңіске қарай сырғанап, қатпарланып, жарықшақтанады. Бір жаққа бағытталған қысым саңылаулардағы су тамшыларын қозғалысқа келтіріп, тұз кристалдарын, тау жыныстары компоненттерін ерітіп, олардан босаған қуыстарды, жарықшақтарды, коллоидты ерітінділерге толтырады. Сол коллоидтер гельге айналып, оның кристалдануынан родуситтер пайда болады. Гель неғұрлым сұйық болса, гидратсыздану процестерінде олардың көлемі соғұрлым қысқарып, жақсы талшықтанады. Желілердің мұндай учаскелерінде тек родусит-асбест пайда болады. Ал тығыз дәнді, борпылдақ родуситтер қою гельден кристалданған.

Осындай тұнба жыныстарында кездесетін асбестерге крокидолит пен амозит те жатады. Олар миллиардтаған жыл бұрын пайда болған темір тотықтарына бай тұнбаларда жаралған. Тайыз теңізде шөккен натрий тұзына бай топырақтан қабат-қабат крокидолит-асбест желілері, ал сол теңізге құятын тұщы өзен сулары әкелген шөгінді топырақтардан амозит-асбест кристалданған.

Енді асбестердің қандай температурада кристалданатынына тоқталайық.

Д. И. Менделеевтің «нағыз ғылым өлшеуден басталады» деген қағидасын еске ала отырып, біз барлық асбесті формацияларда кездесетін, асбестермен біте қайнасып өскен мөлдір кальцит, кварц, целестин, немалит, альбит, тальк сияқты минералдарды гомогенизация (қыздыру арқылы жару) әдісімен, қою түсті серпофит, магнитит, гематит, пирит, аксинит, эпидот, актинолит, тремолиттерді декрепитация (жарылған кездегі дыбысты тіркеу) әдісімен кристалдандыру температураларын өлшегенімізде, асбестің ең төменгі температураларда пайда болатыны анықталды.

Мысалы, Жетіқара хризотил-асбест кені — 100—150—200°С, Бөгетсай антофиллит-асбест кені 90°С ыстықта жаралыпты. Әрине, асбест талшықтары осы көрсетілген температураларда бірден кристалданып, рудалар түзеді деп айтуға болмайды. Асбестің пайда болуы көп сатылы процесс, ол асбесті тау жыныстарының метасоматикалық өзгеру процестерімен тікелей байланысты және сол өзгерістердің туындысы. Сондықтан асбест кен орындарын жіктеу олардың генетикалық белгілеріне негізделген.

Родусит-асбесті тұнба тау жыныстарында гидротермальдық метаморфты өзгерістердің белгісі жоқ. Мергель-мергель күйінде, құмтас-құмтас күйінде, аргиллит-аргиллит күйінде қалған. Бірақ тұнба тау жыныстарының қалыптасып, біткеннен кейін өтетін өзгеріс сатылары — эпигенез бен метагенез кеңінен байқалады. Бұл процестер нәтижесінде пайда болған минералдар аутигендік (өзі тұрған орнында жаралған) минералдар деп аталады. Родусит-асбест те осы процестердің туындысы болғандықтан олардың кен орындарына аутигендік кендер деген ат берілген.

Крокидолит пен амозитті тау жыныстары метаморфтық процестерге ұшырап айтарлықтай өзгерген. Соған сәйкес бұл асбестердің кен орындары метаморфогендік

кендер деп аталады. Сол сияқты хризотил-асбест кендері — гидротермальдық, антофиллит-асбест кендері — инфильтрациялы-биметасомативтік болып жіктеледі.

Асбест қалай өндіріледі?

Ата-баба әдісінен байыту фабрикаларына дейін. Асбест кен орындарын бағалау, ең алдымен рудадағы немесе тау жыныстарындағы асбестің мөлшерін анықтаудан басталады. Егер бұл мөлшер экономикалық жағынан тиімді болса, кен орындары барлана бастайды. Барлау процестері кезінде руданың морфологиясы мен көлемі, ондағы асбестің қоры анықталады. Осы жұмыстармен бірге жүргізілетін технологиялық зерттеулер арқылы — асбест рудаларын байыту, асбестің сапасын және пайдалану салаларын анықтау проблемалары шешіледі. Тек осындай комплексті зерттеулерден кейін ғана кен орындарының географиялық және экономикалық орналасу жағдайын ескере отырып, олардың орнын игеру, асбесті өндірісті қамтамасыз етерліктей мөлшерде өндіру мәселелері күн тәртібіне қойылып, іске асырылады.

Жер қойнауынан өндірілетін пайдалы қазындылар жалпы алғанда металды және биметалды болып екі топқа бөлінеді. Асбестер соңғы топқа жатады. Егер металл қазындылардағы пайдалы компонент элемент болса (мысалы, мыс, темір, алтын, никель т. б.), биметалл қазбаларда ол — минералдар (мысалы, асбест, брусит, алмас, барит т. б.) немесе тау жыныстары (перлит, обсидиан, мәрмәр, гранит т. б.) болып келеді. Сондықтан олардың рудадағы мөлшерін анықтау әдістері де әр түрлі.

Бастапқы іздеу, барлау және бағалау кезеңдерінде рудадағы асбест мөлшері лабораторияларда геологиялық әдіспен, ал кен орнын пайдалану кезінде тау-кен әдісімен анықталады.

Руданы геологиялық әдіспен талдау сынамаларды біртіндеп уата отырып, асбест талшықтарының жоғары сорттан төменгі сортқа дейінгі шығу мөлшерін анықтауға негізделген. Егер жай көзбен қарағанда руда да асбестердің I және II сорттары бар екені анықталса, сынаманың бастапқы салмағы асбесті мол рудалардан алынса — 20 *кг*, аз рудалардан алынса — 40 *кг* болуы керек.

Әрбір уату операциясынан кейін сынамалардан торларының ұзындығы 540 *мм*, ені 222 *мм*, биіктігі 60 *мм* жәшікке бекітілген сымтемірлі електермен еленіп, асбест талшықтары бөлініп отырады. I және II сортты талшықтардың шығу мөлшері 20 *кг*, ал басқа сорттар 5 граммнан кем болмауы керек. Әр сатыда алынған талшықтардың жалпы салмағын сынаманың салмағына проценттеп есептеп, асбестің рудадағы мөлшерін анықтайды.

Геологиялық талдау әдісімен өндірілген асбест 8 сортқа бөлініп, рим цифрларымен белгіленеді: АК-крюд (өте ұзын талшықты), I, II, III тоқыма сорттар, IV шифер жасайтын сорт, V картон, және қағаз жасайтын сорт, V—VIII асбоцементтік сорттар.

Сынамаларды тау-кен әдістерімен талдау — рудадағы асбестің геологиялық немесе товарлық сорттарының мөлшері туралы толық немесе анық мәліметтер бере алмайды. Бұл әдіс байыту фабрикаларынан өтетін рудалардан асбестің товарлық сорттарын алу мүмкіндігін болжауға ғана көмектеседі. Ал асбестің товарлық сорттары байыту фабрикаларында анықталып, араб цифрларымен белгіленеді.

Асбест өндіретін әр ел оны өзінше сорттап жүр. СССР-де мысалы, хризотил-асбест талшықтарының ұзындығына, олардың тарамдалу қабілеттілігіне және шаң-тозаңдылығына (тазалығына) байланысты 8 товарлы сортқа, 44 маркаға, төрт топқа, антофиллит-асбест

6 сортқа, басқа амфибол-асбестер 7 немесе 4 сортқа бөлінеді. Осы аталған сорттарды тау жыныстарынан бөліп алу оңай емес. Өйткені рудалардағы асбестің мөлшері жалпы тау жыныстарының массасына шаққанда өте аз. Сондықтан асбесті бөлу процестері тиімді және арзан түсуі үшін рудаларды байыту керек.

Ал байыту дегеніміз рудадағы бөгде тау жыныстарының мөлшерін азайтып, асбест мөлшерін көбейту. Түпкі мақсат — таза асбест алу. Бұл мақсатқа жету үшін асбестің немесе оны мықты «ұстап» тұрған тау жыныстарының қандай қасиеттерін пайдалануға болар еді? Ең оңайы — руданы түгелдей уатып, талшықтарын қолмен жинау. Ата-бабаларымыз руданы алдымен келіге салып түйіп, уатып, асбест талшықтарын бөлек жинап, сонан соң жуып тазартатын болған. Оңтүстік Африкада, Родезияда қазір де арзан жұмыс күшіне дәндеген қанаушылар асбесті 3-сортқа дейін қолмен өндіріп келеді.

Бізде асбест өндіру процестерінің бәрі де механикаландырылған және автоматтандырылған. Өйткені байыту фабрикаларының бункерлеріне түсіп жататын жүз мыңдаған тонна рудадан асбесті қолмен теру мүмкін бе? Әрине, мүмкін емес.

Техниканың ең соңғы жетістіктерімен жабдықталған фабрикаларымызда асбест рудаларын байыту асбестердің негізгі төрт қасиетіне: 1) үйкеліс күшіне; 2) көлемдік салмағының жеңілдігіне; 3) су тигенде ісінуіне; 4) магниттік-(электромагниттік) сезімталдығына негізделген.

Байыту процестерінде мына жағдайлар ескерілуі керек. Біріншіден, асбест талшықтарының табиғи ұзындығы сақталуы керек, екіншіден, асбест рудадан толық алынуы керек, үшіншіден асбест шаң-тозаңнан толық тазартылуы қажет, төртіншіден, алынған асбест талшықтарының ұзындығына қарай товарлы сорттарға бөлінуі тиіс. Осы мақсаттарға икемделген байыту фаб-

рикаларында екі цех жұмыс істейді. Оның бірі уату және руда сорттау цехы, екіншісі байыту цехы.

Асбестердің бірінші қасиетіне сәйкес әдісті қолданғанда уатылған және кептірілген асбест рудасы көлбеу жазықтыққа себілгенде үйкеліс күшінің аздығына байланысты бос тау жынысы ұнтақтары (үйкеліс коэффициенті 0,3—0,5) көлбеу бойымен жылдамырақ домалап, жазықтықтың төменгі шетінен алысқа барып түседі. Ал асбест талшықтары қозғалыс жылдамдығы үйкеліс күшінің жоғарылығына байланысты (үйкеліс коэффициенті 0,7—0,8) көлбеу жазықтығының шетіне жақын түседі. Салыстыра айтсақ, бұл әдіс біздің тұрмысымызда ертеде қолданылған бидайды сұлыдан бөлу әдісіне ұқсайды. Сұлы араласқан бидайды киіз төселген көлбеу жазықтыққа төккенде бидай дәндері үйкеліс күшінің аздығына байланысты тез қозғалып, жазықтық шетінен алысырақ түседі де, сұлы дәндері киізге жабысып қалып қояды немесе жазықтық шетіне жақын құлайды.

Ал екінші қасиетке негізделген әдісті қолдану үшін уатылып кептірілген асбест рудалары бункерге құйылып, содан соң көлбеу орналасқан желпу агрегатына түседі. Агрегаттың ілгері-кейінді шайқалуы кезінде асбест талшықтары ірі тау жыныстары ұнтақтарымен бірге руданың бетіне «қалқып» шығады да, көлбеу бетіне орнатылған тозаңсорғыш тәрізді прибордың ауа тартқышымен сорылып алынады. Немесе көлбеу жазықтықтардан құлаған рудаға ауа құйынын бағыттап, асбест талшықтарын бидай ұшырып, қауызынан айырған сияқты руда ұнтақтарынан бөледі.

Үшінші әдісті қолданғанда асбест рудаларын уатып суға салған кезде асбест ісініп су бетіне қалқып шығады да, руда ұнтақтары төмен шөге бастайды. Байыту аппараттарындағы гидроциклондардан бірнеше рет өткенде асбест жоғары қысым арқылы қозғалған сумен бірге қойылтқыш күбілерге жиналады да, руда ұнтақтары екінші трубадағы сумен ағып кетіп отырады. Бұл

әдіс көгілдір асбест рудаларын байыту үшін өте тиімді болып саналады.

Асбест пен тау жыныстарының магниттік қасиеттерінің ерекшеліктеріне негізделген төртінші әдіс родусит-асбест рудаларын байытуға қолданылады. Уатылған руда магниттік елегіштен (магниттік қуаттылығы 17 000 эрстед) өткізілгенде магниттік қабілеттілігінің күштілігіне байланысты родусит-асбест магнитке жабысып қалып қояды да, бөгде тау жыныстарының ұнтақтары транспортермен бірге кетеді. Міне, осы әдістер арқылы бөлінген асбест талшықтары арнаулы електер және гидротоптағыштардың көмегімен тазартылып, сұрыпталады.

Асбест өндірудің даму хронологиясы

Асбесті тоқыма өнеркәсібінде жиі қолдану оны көптеп өндіруге әсер етті. Асбест өндіретін рудниктер алғаш Италия Альпысында және Суза ойпатында 1866 жылы ашылды. Екінші рудник 1873 жылы Аоста ойпатында Монт-Сени туннеліне жақын жерде жұмыс істей бастады. 1878 жылы Италияда асбест бұйымдарын өндіретін бес фабрика жұмыс істеді. Сөйтіп таңғажайып талшықты тас «құдіретті саламандраның терісінен» маңызы зор қазба байлыққа айналды.

Қолдану салалары кеңіген сайын, асбесті және одан жасалған бұйымдарды алушылардың көбейгендігі соншалық, бірнеше жыл өткен соң Италия асбест пайдаланатын өндірістерді қамтамасыз ете алмайтын халге жетті. Асбесті Италияның басқа аудандарынан немесе басқа мемлекеттерден жаппай іздеуге тура келді.

Финляндияда да антофиллит-асбест кендерін игеру жұмыстары қауырт басталды. 1900 жылы финнің асбест

өндіретін акционерлік қоғамы «Суомен-Асбести-Ой» құрылып, Паакилла кен орнын асбест өндіру үшін жалға берді. 1907 жылы осы кенді жалға алған дат фирмасы «Смит и Ко» мұнда асбест өндіруге кірісті. Рудникте шамалы байыту қондырғысы жұмыс істеді. Бірақ 1910 жылы банкротқа ұшырап, өмір сүруін тоқтатты. 1917 жылы жаңадан ұйымдасқан фирма «Финска минерал» «Суомен-Асбести-Ойдың» акцияларын сатып алып, Паакилла кен орнынан өнеркәсіп үшін асбест өндірді. 1958 жылы «Финска минерал» фирмасының акциялары «Паргас кальберс АБ» фирмасына өтті. Бұл фирма күні бүгінге дейін асбест өндірумен шұғылдануда. Паакилла кен орнында қазір жылына 1500—1800 тонна асбест өндіріледі.

Уақыт озған сайын асбест қолданылатын салалар кеңейе берді, ал өнеркәсіптің асбестке мұқтаждығы арта түсті. Асбест заводтары мен фабрикаларының тоқтаусыз жұмыс істеуі үшін асбестің шикізат базаларын мейлінше нығайту қажет болды.

1876 жылы Канаданың Тетфорд ауданында хризотил-асбест кен орнын табу асбест өнеркәсібін тез арада мұқтаждықтан құтқарды.

Асбестің шикізат қоры 1891 жылы Оңтүстік Африканың Кап провинциясында крокидолит-асбестің ірі кен орнын ашумен біраз молайтылды. Мұнда асбест 1899 жылдан бастап өндіріле бастады. Бұл кен орнының ашылу тарихы да едәуір қызық*. 1803—1806 жылдары неміс геологы Н. Лихенштейн Приеска қаласының маңында саяхаттап жүріп, Оранжевая өзенінің жағасынан асбестей боп талшықтанатын салмағы ауыр көк түсті минерал тауып алған. Алайда бұл жаңалыққа ұзақ уақыт жөнді көңіл бөлінбеген.

---

* Asbest das rohmaterial. Cape Asbestos Fibres Limited. London, 1970, p. 3.

1891 жылы кәсіпкер Коэннің кеңесі бойынша «Де беерс» алмас компаниясының директоры Ф. Утс «Кап минерал» синдикатының қызметкерлеріне асбест кен орнының өнеркәсіптік маңызды жағдайын, көгілдір асбестің қасиетін және пайдалану жолдарын зерттеуді тапсырған. Жүргізілген жұмыстар нәтижесінде крокидолит-асбестің ірі кен орны ашылған. Екі жыл өткен соң Ф. Утс бұл синдикатты жауып, 1893 жылы 28 декабрьде Лондонда «Кап асбестос» компаниясын құрған. Бұл фирма 1899 жылдан осы уақытқа дейін крокидолит-асбест өндірумен шұғылдануда.

1889 жылы тағы бір неміс зерттеушісі Г. Буковский * Грецияның Родос аралының үшінші дәуірлік тұнба тау жыныстарын зерттеп жүріп, осы жыныстармен бірге қатпарланған желілер түзейтін Оңтүстік Африканың крокидолит-асбестіне ұқсас көгілдір түсті талшықты минерал агрегаттарын кездестірген. Г. Буковский әкелген көгілдір минералдың үлгілерін мұқият жан-жақты зерттеп, неміс ғалымы Х. Фуллон оның амфибол-асбестердің жаңа түрі екенін дәлелдеп, табылған жері Родос аралының атына сәйкес оны «родусит» деп атаған **.

1895 жылы Х. Фуллон родуситті ұқсас геологиялық жағдайда пермь дәуірінде қалыптасқан тұнба тау жыныстары ішінен Югославияның Босния провинциясындағы Алиловичи (Халиловици) селосы маңынан тапқан ***. И. Гриммердің **** айтуынша, родусит табыл-

---

* *Bukowski G.* Grundzüge, des geologischen Baues der Jnsel Rhodus — «Sitzungsb d. Kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien». Bd. XCVIII. Abt.1, 1889.

** *Foullon H. B.* Uber Gesteine und Mineral von der Jnsel Rhodus —Sitsungsber d. Kais. Academie d. Wissenscbaften in Wien Bd. 100, Abt. 1, Wien, 1891.

*** *Foullon H. B.* Uber in Asbestvorkommen in Bosnien.— «Werh. к. к. Geol Reichstansadt», v. 18, Wien, 1895.

**** *Grimmer J.* Das Asbestvorkommen von Alilovci im Bezirke Sanski most.— «Wissensch. Mitt. aus Bosnien und Herzegovina», v. 6, Wien, 1899.

ған жердің сол кездегі иесі түрік помещигі Мұхамед-Аға қолөнер кәсібі жолымен асбест өндіруді ұйымдастырған. Асбест көбінесе тоқыма бұйымдар жасауға жұмсалған. Босния кен орындарын өндірістік мақсатта пайдалану тек 1956 жылдан ғана басталған.

1904 жылы Оңтүстік Африканың Трансвааль провинциясында амфибол-асбестің тағы бір түрі — амозит-асбесті өндіру басталған. Амозит пен крокидолит-асбестердің кен орындары теңіз суында (крокидолит) және өзен немесе көл суларында (амозит) тұнып, кейін метаморфтық өзгерістерге ұшыраған тау жыныстарының алма кезек ауысып отыратын қабаттарында кездеседі.

Біздің ғасырымыздың 20-жылдарында Қытайда ұзын талшықты амозит-асбест кені табылған. 1921 жылдан 1927 жылға дейін мұнда 0,2 мың тонна асбест өндірілген *. Қытай асбесті тек 1930 жылдан бастап Европа рынокгарына шығарылған.

1929 жылы Австралия континентінде крокидолит және родусит-асбестердің ірі кен орындары ашылған. Крокидолит-асбест кендері Батыс Австралияда Хаммерслей жотасынан табылған. Қазір асбест Жаңа Оңтүстік Уэлстегі Гундагай, Бойна, Брокенхилл кен орындарынан да өндірілуде. Родусит-асбест кен орындары осы континенттің оңтүстігінде Аделаида жүйесіне кіретін тау жоталарындағы Орапаринна, Робертстаун, Бонока, Аркаба, Апонджа, Адам ж. б. кен орындарынан да өндірілуде **.

Дүние жүзілік рынокқа көгілдір асбесті 1907 жылы шығара бастаған Оңтүстік Африка Республикасы, күні бүгінге дейін қышқылға төзімді асбестер шығаратын елдердің алдыңғы қатарында болып отыр. Мұнда кроки-

---

* *Аршинов В. В.* Асбест амфиболовый.— В кн. «Неметаллические полезные ископаемые СССР., т. 1, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1936, с. 328—385.

** *King D.* The occurence and competative mineralogy of South Australion magnezian crocidolites (rhodusites), — «Trans of the Royal Society of South Australia», v. 84, 1961.

долит-амозит асбестер де, хризотил-асбес те өндіріледі. Асбест өндіру бұл елде 1938—1967 жылдары 21 мың тоннадан 243,5 мың тоннаға жеткен, ал 1972 жылы 320 мың тонна асбест өндірілген.

Капиталистік елдердің ішінде асбесті ең молырақ өндіретін ел — Канада. Асбестің қоры мұнда 80 миллион тоннадан астам екен. Канада жылына 1,5 миллион тонна асбест өндіріп, оның 70 процентін шетке шығарады. Канададан кейінгі асбесті көбірек өндіретін елдер Оңтүстік Родезия — жылына 11 миллион тонна, АҚШ — 4,0 миллион тонна, Австралия — 1,4 миллион тонна шығаруда.

1933 жылы антофиллит-асбест өндіру Болгарияда да жүзеге асырыла бастаған. Мұнда Родоп тауларындағы кен орындары игерілді. Ал 1944 жылдан бастап этернит өнеркәсібінің ұйымдасуына байланысты асбест өндіру бұрынғыдан да молая түсті.

Екінші дүние жүзілік соғыстан кейінгі жылдары крокидолит және амозит-асбестерін өндіру қарқыны арты. Бұл асбестер қазір де көптеп өндірілуде. Капиталистер оларды асботехникалық бұйымдардың жаңа түрін, ракеталар және қару-жарақ, әскери кемелер, әскери объектілер салуға қолданылатын бірден-бір жарамды шикізат деп есептеп отыр. Осыған байланысты Америка континентіндегі Боливияның ең ірі Чочабамба провинциясындағы Чочабамба, Чапар кен орындарында родусит-асбест осы мақсатта өндірілуде. Мұнда 1947 жылдан 1953 жылға дейін 2008 тонна көгілдір асбест өндірілген.

1968 жылы жүргізілген геологиялық барлау жұмыстары нәтижесінде родусит-асбестің қоры 22 мың тоннаға жеткенін анықтаған. Сол жылы Біріккен Ұлттар Ұйымының көмегімен Чочабамба да жылына 1500 тонна родусит-асбест өңдейтін байыту фабрикасы салынған, «Сосъедад асбестера Боливиан» бірлестігі құрылған.

Халықаралық рынокта крокидолит асбест құнының

артуына байланысты Австралия кәсіпкерлері Уиттенум, Ямпаир кен орындарынан крокидолит-асбесті өндіруді арттыруға тырысуда. Қазір бұл елде өндірілетін асбестің 90 проценті крокидолит-асбест. Мәселен, 1959 жылы 16,8 тонна, 1962 жылы 17,0 тонна, 1975 жылы 26,1 тонна крокидолит-асбест өндірілген. Өндірілген асбестің көбі АҚШ пен Батыс Германияға шығарылуда.

Асбестің өндіріс салаларында көптеп пайдаланылуы, оны өндіруге жұмсалатын қаржының көлемін ұлғайтуды қажет етіп отыр. Капиталистер әлемінде күшейген бәсекелестік салдарынан ұсақ фирмалар банкротқа ұшырауда, ірі фирмалар жанталаса бәсекелесуде. Мысалы, Канадада асбестің 90 процентін 6 ірі монополия иеленіп отыр. «Канадиен Джонс-Мэнсвил компани», «Асбестос корпорейшн» сияқты ірі бірлестіктер асбестің 60 процентін өндіруде. Бұл елдегі асбест өндірісінің 80 проценті шетел монополияларының бақылауында. Оңтүстік Африка Республикасындағы асбест өндіру түгелдей «Кеип асбестос компани», «Тернер энд Ньюуелл компани» сияқты ағылшын монополияларының қолында.

Асбест құнының өзгеруіндегі басты факторлардың бірі АҚШ бастаған бір топ капиталистер жүргізіп келе жатқан қырғи-қабақ соғыс саясаты болып отыр. Бұл саясат және кейбір елдерді милитарландыру асбест концерндеріне әскери заказдарды көбейтіп, одан түсетін пайданы молайтуға бағытталған.

Асбесті көп өндіретін және асбест қоры мол елдердің бірі — Қытай. Мұнда 1972 жылы 200 мың тонна, (яғни АҚШ-пен бірдей), асбест өндірілген.

Асбестің барланған қоры жағынан біздің ел дүние жүзінде бірінші орын алады. 1972 жылы СССР-де 1,22 миллион тонна асбест өндірілді. Қазба байлықтың негізгі қазыналарының бірі болып саналатын біздің республикамыз да Бүкілодақтық асбест экономикасына өз үлесін қосып отыр. Қазір Одақ бойынша өндірілетін асбестің 27,3 проценті Жетіқарадан өндіріледі. Жеті-

қара асбест комбинатында екі байыту фабрикасы жұмыс істейді. Мұнда асбест өндіру 1965 жылдан басталды. 1981 жылы 651 мың тонна асбест өндірілді.

Амфибол-асбестің ірі кен орындары біздің республика территориясында орналасқан. Оңтүстік Мұғалжар тауларындағы Бөгетсай кен орындарындағы антофиллит-асбестің қоры айтарлықтай мол. Боливияның Чочабамба кен орнындағыға ұқсас родусит-асбест кені Орталық Қазақстаннан, АҚШ-тағы Рилконд кені үлгісіндегі Аққанбұрлық актинолит-асбест кені Солтүстік Қазақстаннан табылып, барланды. Ұлытау өңірінен ашылып барланған Ешкіөлмес те ірі хризотил-асбест кен орындарының бірі болып отыр.

Қазақстан асбесті СССР-дің 700 кәсіпорындарына жіберіледі, көптеген социалистік және капиталистік елдерге де шығарылады. Асбесті негізгі тұтынушылар — цемент-шифер жасайтын, химия, целлюлоза-қағаз т. б. кәсіпорындары. Олардың ішіндегі ең ірісі Алексеев, Воскресенск, Брянск; Сухоложск, Киев, Семей, Шымкент асбест бұйымдар жасау комбинаттары мен заводтары екені мәлім.

Осы кен орындарын тездетіп игеру республикамызды одақ көлемінде ғана емес, дүние жүзінде асбестке бай елдердің біріне айналдырмақ.

Өндіріске қазір ең керектісі микроталшықты родусит болғандықтан бұл асбестті өндіру әдістерін жасау әрі жетілдіру, Қазақ минералдық шикізаттар ғылыми-зерттеу институтына жүктелгенін айта кеткен жөн.

Бірлесе жасаған зерттеулер, көптеп қайталанған тәжірибелер нәтижесінде Кумола кен орнынан әкелінген микроталшықты родуситтің рудаларын байыту схемасы, микрородуситті ұзын талшықты родусит-асбестен бөлетін касетті гидротоптастырғыш, оны тау жыныстары тозаңынан тазалайтын электромагниттік роторлы елегіштің конструкциясы жасалып, олар «Казмеханобр» институтында сыннан өткізілді.

Арнаулы «ВНИИпроектасбест» институтынан келген мамандар бұл жетілдірген схема мен құрылғыларды мақұлдап, өндірістік көлемде іске асыруға шешім қабылдады.

Асбестің негізгі қасиеттері

Асбест талшықтарының сырт пішіні мен ішкі құрылысы. «Асбест» деген сөздің жіңішке талшықтарға тарамдала алатын минералдар тобын белгілеуге жұмсалатын жинақы термин екеніне алдыңғы тарауда түсінік берілді. Бірақ, айта кету керек, сол талшықтардың жуандығы микронның мың бөлігінің біріндей ғана кристалдардан құралатыны, ол кристалдардың өзіне тән сырт пішіні (морфологиясы) мен құрылымдық ерекшеліктері бар екені, олардың жаратылысы көпке дейін белгісіз болып келді.

Серпентиниттер мен амфиболдардың талшықтану себебі неліктен? Бұл екі минералдың кристалдық торының айырмашылықтары неде? Осы сұрақтардың айналасында қаншама ғылыми айтыстар мен болжамдар болмады десеңізші. XVIII ғасырдың екінші жартысына дейін жасалған болжамдардың көбі фантастикалық көзқарастан аспаған. Асбест талшықтарының табиғаты жөнінде шынайы деректерге тек қазіргі заманғы ғылыми-зерттеу әдістері мен құралдарының шығуына байланысты қол жете бастады. Дегенмен, бұл жұмбақ тастың ашылмай жатқан сырлары әлі де болеа көп.

Жоғарыдағы қойылған сұрақтарға мейлінше дұрыс жауап беруге тырысқан ғалымдардың бірі профессор В. В. Аршинов * еді. Ол жаралу жолдарына қарай асбестерді сызатты асбестер және айналмалы асбестер деп екіге бөлді.

---

* *Аршинов В. В.* Асбест амфиболовый.— В кн.: «Неметаллические полезные ископаемые СССР», т. 1. М., 1936, с. 328—385.

Сызатты асбестер деген ұғым асбестер екі бағытта сызатталып жарылатын (мысалы, призма бойымен) минералдардан пайда болғанын анықтайды. Мұндай минералдарды сызат бағытымен тарамдай отырып, асбест талшықтарын алуға болады. Ал осы жолмен бөлінген талшықтар әрі қарай ұсақ талшықтарға жіктеледі. Қысқаша айтқанда, мұндай минералдарды кристалдық торларының қарапайым ұясына дейін талшықтауға болады деген сөз.

Айналмалы асбестер деген термин асбестің әрбір талшығы өзінше жеке кристалл болып саналады деген ұғымды аңғартады. Осындай кристалл-талшықтардың агрегатын өз осінен айналдырып, рентген сәулесімен қарағанда, олар жеке кристалды өз осінен айналдырғанда байқалатын бейнелердей боп қайталанып көрінеді.

Айналмалы асбестер құрайтын минералдарды тек жеке талшықтарға ғана бөлуге болады. Өйткені агрегаттағы талшықтардың өзі жеке-жеке кристалл болғандықтан, олардың бөліну шегі тек қарапайым кристалға дейін жетуге тиіс.

Талшықты тастардың бір сыры электрондық микроскоп арқылы ашылады: микроскоп хризотил-асбест талшықтарының құрылысы аталған асбестің екі түрінен өзгеше және басқа жолмен жаралғанын көрсетті. Асбест талшықтарын бірнеше мың есе үлкейтілген қалпында мұқият зерттегенде олардың сырт пішіндері цилиндр тәріздес жұмыр екені, ал асбест кристалдарының тік және көлденең қимасының пішіні, ол кристалдардың іші қуыс түтік тәріздес болып келетіні анықталды. Міне, отқа жанбайтын мәңгі білтенің тағы бір сыры осындай.

Табиғатта түтік тәріздес кристалдардың бар екеніне алғаш рет көп ғалымдар сенімсіздік білдірумен болды. Зерттеушілердің бағыты тым дұрыс болғанымен, сол тылсым жатқан құпияның бет пердесін сыпыруға «бір

адым ғана жер» қалғандай боп сезілгенімен көп құбылыстардың сыры ашылмай қала беретіні жиі кездесіп отырады ғой. Хризотил-асбестің ішкі құрылысын зерттеу кезінде де осындай оқиғалар болмай қалған жоқ.

Үстіміздегі ғасырдың 30-жылдары ағылшын ғалымдары Б. Уоррен мен У. Брэгг * асбестердің ішкі құрылысын зерттей келіп, асбестің екі тобының да (хризотил және амфибол) кристалдық торының негізін кристалл-талшықтардың бойымен лента сияқты созыла қосақталған кремнийлі оттекті тетраэдрлер SiO_4 тізбегі құрайды деген тұжырымға келген. Амфибол-асбестердегі мұндай тізбектер бір-бірімен сілтілі және негізгі элементтер иондары арқылы қосақталса, хризотил-асбест торында бұл тізбектер гидроксил иондары арқылы жалғасып жатады.

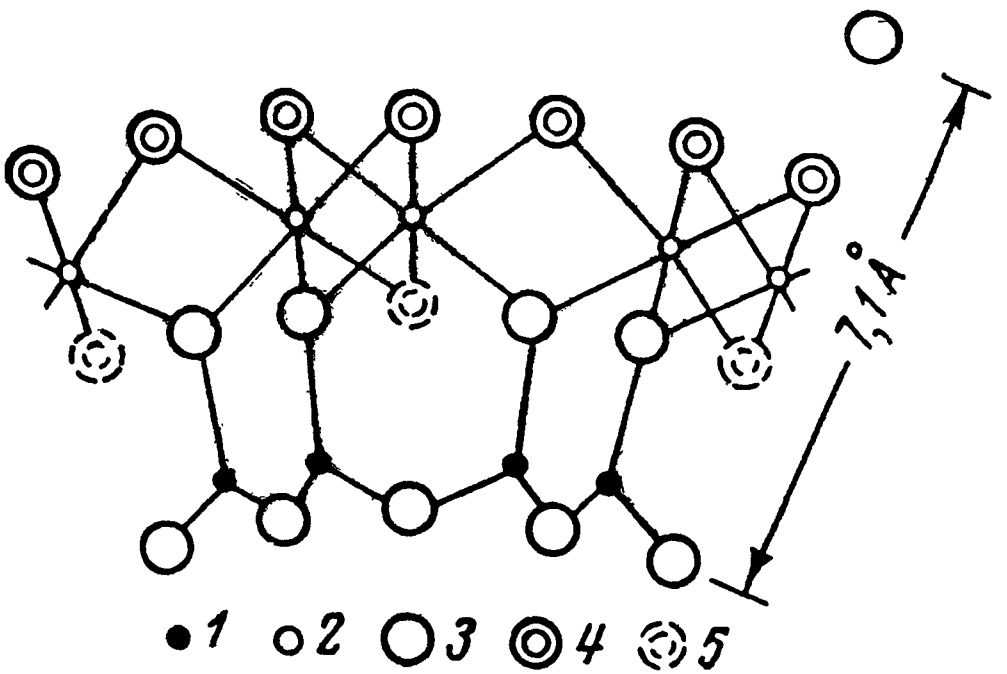
Бірақ кейіннен Б. Уоррен неміс ғалымы Қ. Герингпең бірге жүргізген зерттеулері нәтижесінде аса көп рентгендік өлшеулер мен эксперименттерге сүйене келіп, хризотил-асбестің кристалдық құрылысын каолинитке ұқсас деп тапқан. Ғалымның жаңа ұсынған болжамы бойынша хризотил-асбестің кристалдық торы екі қабаттан тұратын пакет тәріздес екен. Пакеттің бір қабаты — магний мен гидроксильден құралған бруситтік, екіншісі — кремнийлі оттекті қабат. Ал енді екінші бір ағылшын ғалымы Л. Поулинг ** қабатты силикаттар тобын, соның ішінде каолинитті зерттей келіп, хризотилдің кристалдық торы каолиниттікіне ұқсас болғанымен, хризотилдің октаэдр позициясындағы катионы — магнийдің радиусы (0,78 А°) каолиниттің осы позициясындағы катионы алюминийдің радиусынан (0,57 А°) бір жарым есе ұзын болуы, бруситтік қабат пен кремнийлі оттекті қабат бір-бірімен жанаса пакет құрастырған

* *Warren B. E., Bragg W.* The structure of chrysotile.—«Z. Krist» № 76, 1931.

** *Pouling L.* The structure of the chlorites. «Proc. Nat. Acad. Scien». v. 16, № 9, 1930.

кезде кристалдың торы доғаға ұқсас иілетіні есептеп шығарылды. Ол кезде түтік және доға тәріздес кристалдар әлі белгілі емес еді. Сондықтан Поулинг хризотил кристалында мұндай құрылым болмауы керек деген қорытындыға келді.

Кейін электрондық микроскоп арқылы хризотилдың түтік тәріздес кристалдар түзейтіні дәлелденген кезде ғана ғалымдардың Уоррен мен Поулингтің болжамының дұрыстығына көздері жетті. Электрондық микроскоп арқылы өлшенген хризотил-асбест кристалдарының қуыс диаметрі мен оның қабырғасының қалыңдығын Поулинг есептеп шығарған хризотил пакетінің иілу мөлшерімен салыстырғанда, олар шамамен дәл үйлескен.



8-сурет.
Хризотил-асбестің құрылымы:
1-кремний томдары; 2-магний атомдары; 3-оттегі атомдары; 4-гидроксил топтары.

Хризотил-асбест пакетінің осы күнгі ішкі құрылысын белгілі совет кристаллографы академик Н. В. Белов * схемалық түрінде бейнеледі (8-сурет).

Жапон минералогы К. Жада ** хризотил-асбестті өте жоғары сапалы электрондық микроскоппен зерттеу нәтижесінде асбест кристалдарының түтік тәріздес екенін, оның көлденең қимасының дөңгелек болатынын ұқыптылықпен көрсете білді. К. Жаданың мақаласынан алынған электрондық микрофотографиялардан (9-су-



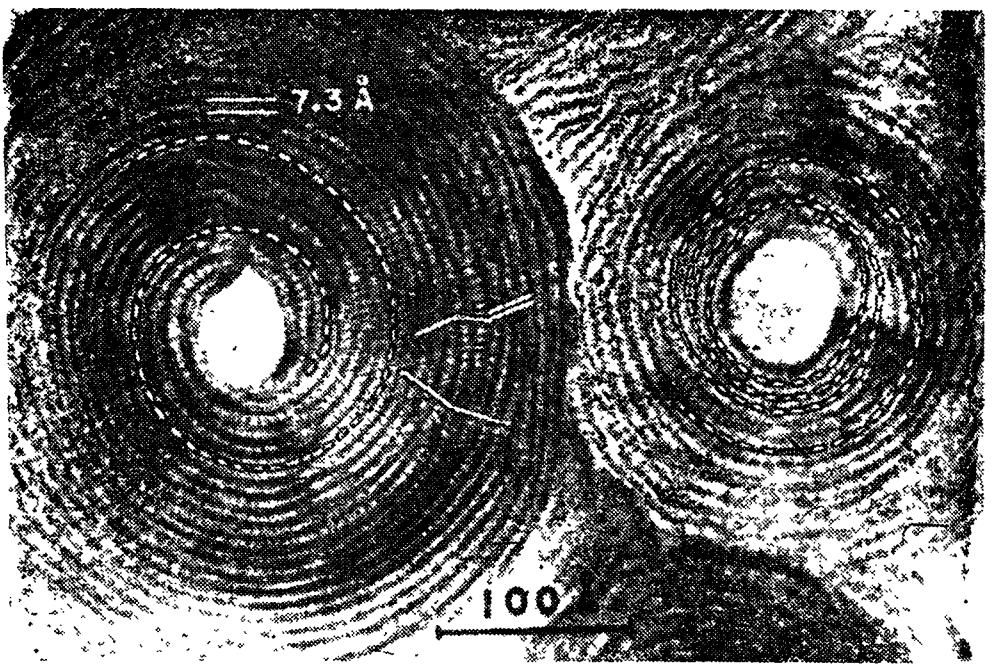
9-сурет.
Хризотил-асбест талшықтарының көлденең қимасының электрондық микрофотографиясы. Асбест кристалдарының ортасы қуыс цилиндрлер құрайтыны және жеке қабаттардан тұратыны көрініп тұр. (Yada, 1967).

---

* *Белов Н. В.* Очерки по структурной минералогии. Структура хризотила и антигорита. Мин. сб. Львов. Геол. Об-ва, № 8, 1954, с. 18—21.

** *Yada K.* Study of Microstructure of Chrysotile asbestos by High Resolution Elektron Microskopy.— «Acta Cryst», v. 27, № 6, 1971.

рет) хризотил-асбестің қырлы кристалдарын байқау қиын. Дегенмен, Жапон минералогы хризотил-асбест кристалдарының доға тәріздес жарты түтік түзейтінін және спиралдық жолмен өсетінін алғаш рет электрондық микроскоптың көмегімен нақ көрсеткенін (10-сурет) атап өткен жөн. Сөйтіп, хризотил-асбест кристалдарының құрылысы туралы айтылып келген теориялық болжаулар мен есептеулер іс жүзінде дәлелденген.



10-сурет.
Хризотил-асбест кристалдарының спираль тәріздес құрылысын бейнелейтін электрондық микрофото. (Yada, 1967).

Екінші бір айта кететін жағдай, Жаданың түсірген электрондық микрофотографияларында асбест түтіктері қуыстарының конфигурациясы дөңгелек қана емес, кейде төртбұрышты болып келеді де, кейде қуыстар тіпті жабылып қалған сияқты боп көрінеді. Бірақ бұл көрі-

ністер ағылшын ғалымы Е. И. Уиттакердің * түтік қуыстары бос болмайды деген болжамдарын дәлелдейді деп айта алмаймыз. Өйткені қуыстар кескіні асбестің көлденең қимасын алмас пышақпен кесіп дайындауда формасын өзгертіп бұзылуы, сол кезде жартылай, немесе толық асбест агрегаттарымен толтырылуы мүмкін. Міне, хризотил-асбестің сыртқы пішіні мен ішкі құрылысы осылай. Ендеше оның түтіктік асбестер тобына жататынын білдік.

Ал енді амфибол-асбестерді осы тұрғыдан қарап көрейік. Амфибол-асбест талшықтарының морфологиясын зерттеуге электронды микроскопты пайдалану көп бағалы мәліметтер алуға көмектеседі. Алдын ала айта кететін мәселе, амфибол-асбестердің сырт пішінін мұқият зерттеген ғалымдардың ешқайсысы да бұл минералдар талшықтарының түтік тәріздес екенін дәлелдей алмады. Амфибол-асбест кристалдарының сырты өте түзу, тегіс болып келетіні, талшықтарының мөлшері хризотил-асбестікіндей біркелкі емес екені анықталды. Рентген аппараттарымен мұқият зерттеу арқылы амфибол-асбестер тобына жататын крокидолит пен амозиттің айналмалы асбестерге жататыны өте дәлдікпен анықталды. Әсіресе асбест агрегаттарын электрондық микроскоппен бірнеше мың есе үлкейтіп қарағанда амфибол-асбест талшықтарының әрқайсысы өзіндік қабырғалары бар жеке кристалдар екені мүлтіксіз дәлелденді.

Үстіміздегі ғасырдың елуінші жылдары американ ғалымы М. С. Бадоллет ** пен совет ғалымы Ю. К. Андреев *** Боливия родуситі мен Орал режикитін зерт-

* *Whittaker E. I.* Structure of chrysotile.— «Acta. Cryst.», v. 10, pt. 3, 1957.

** *Badollet M. S.* Asbestos, a mineral of unparalleled properties.— Canad. Min. and Metall Bull» v. 44, № 468, 1951.

*** *Андреев Ю. К.* Шелочноамфиболовая минерализация в некоторых змеевиковых массивах Урала.— «Труды ИГЕМ», вып. 39. 1959, с. 112—118.

теп, бұл екі минерал талшықтарының әрқайсысы жеке дара кристалдар түзейтінін, ол кристалдар призма тәріздес қатты агрегаттар түрінде кездесетінін және әрбір кристалл призманы 60—65° бұрышпен қиып өтетін қабырғалармен аяқталатынын байқады.

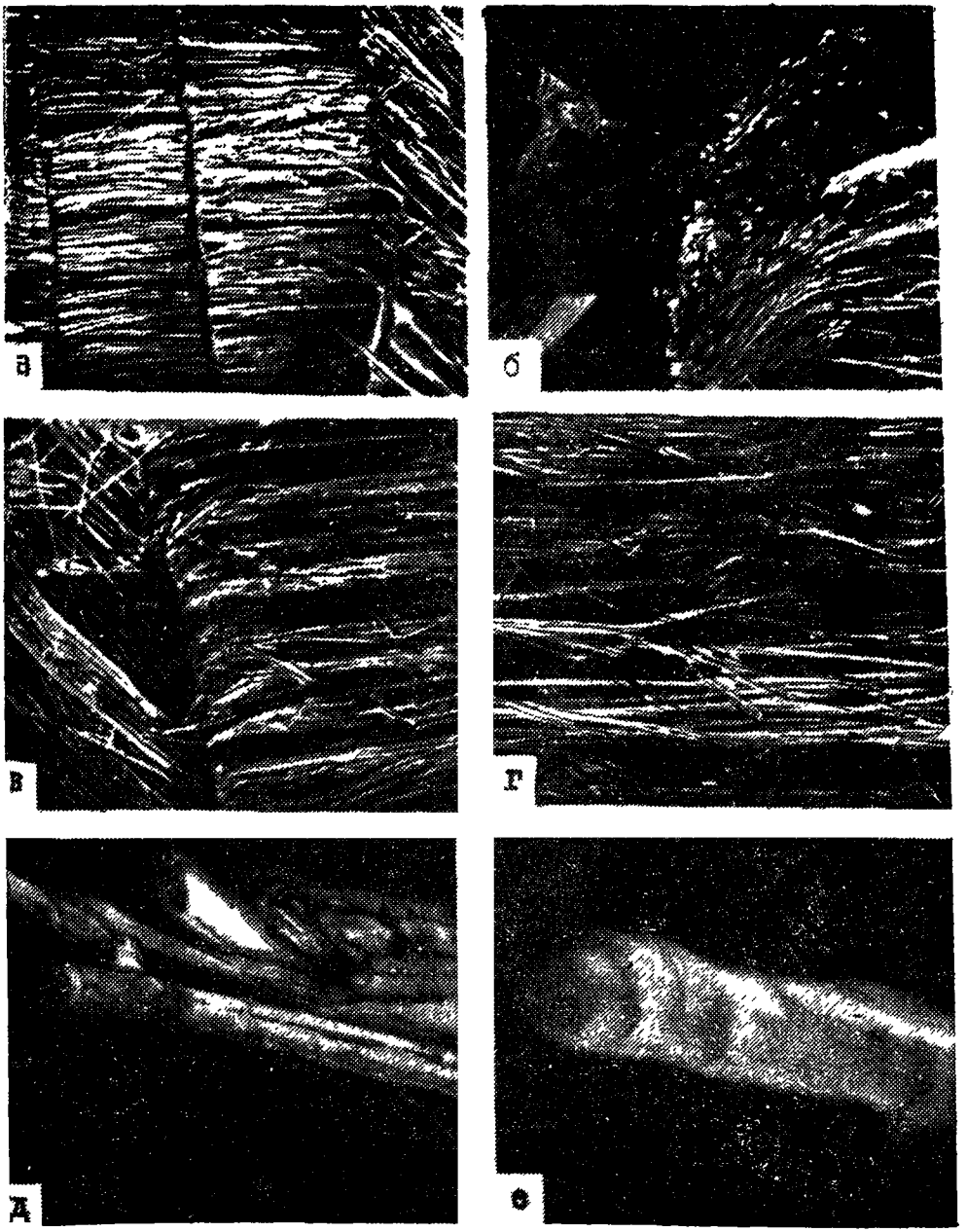
Д. В. Калинин, Н. Д. Денискина, Г. Г. Лохова * амфибол-асбест кристалының қырлы призмалар тектес болатынын, кристалдың көлденең кесіндісі призманың алты қырлылығын көрсететінін электрондық микроскопты қолдана отырып, 12 000 есе үлкейтілген көлемдік стереорофотолар арқылы анықтады.

Қумола кен орнының родусит-асбестерін, Бөгетсайдың антофиллит-асбестін, Аққанбұрлықтың актинолит-асбестін сан есе үлкейтіп қарағанда асбест талшықтарының морфологиясы мен мөлшері де алуан түрлі екені көрінеді.

Суспензиялық әдіспен дайындалған препараттарда родусит-асбест талшықтарының жуандығы мен ұзындығы, сырт пішіні ылғи құбылмалы болатынын байқаймыз. Талшықтар өте жіңішке және мөлдір. Кейбір кристалдардың ортасы қара қошқыл қалыңдау болып келеді. Ол асбест призмаларының орта қабырғалар қырының дөңестігінен болу керек. Ал тығыз, түйіршікті, борпылдақ родуситтер талшығы мөлдір емес, асбестке қарағанда әлдеқайда қалың, сіріңке талдары тәріздес. Қатпарлы родуситтің картонша қабат-қабат болатыны оның қабатты силикаттар тобына жататын минерал-талькпен бірге қалыптасуынан болады. Растрлық микроскоппен біртіндеп үлкейте отырып, қарағанда родусит-асбестің жеке талшықтарының 11-суретте көрсетілгендей алты қырлы призма тәріздес жеке дара кристалдар екенін анық көруге болады.

---

* *Калинин Д. В., Денискина Н. Д., Лохова Г. Г.* Амфиболовые асбесты, их синтез и генезис в природе. «Наука», Новосибирск, 1975, с. 71—73.



11-сурет.

Родусит-асбестің растрлық электроидық микроскоппен біртіндеп үлкейте отырып түсірілген микрофотографиясы:

а) 100 есе; б) 300 есе; в) 500 есе; г) 1000 есе; д) 2000 есе; е) 50 000 есе.

Бөгетсай антофиллит-асбестінің морфологиясы родуситтерден мүлдем өзгеше болып шықты. Ірі шоғырлы рудаларды 200 есе үлкейтіп қарағанда олардың жеке жіңішке талшықтардан құралатынын көрсек, руданың екінші бір жерінде олардың қат-қабаттанған фанерлер тәріздес агрегаттар қалпында екенін байқаймыз. Жіңішке талшықтарды 500 есе үлкейтсек, олардың шынында да жұқа ленталы кристалдар екеніне көзіміз әбден жетеді.

Ал Аққанбұрлықтың актинолит-асбестінің тығыз түрінен кейде талшықтардың жалпы призмалық кристалдарын көргенмен, жіңішкесін таппайсыз, тек белгілі бір учаскелерде ғана тығыз актинолиттің талшыққа айналуын суспензия әдісімен қарағанда талшықтардың қосарланып, қос кристалдар түрінде кристалданатынын көреміз. Ал қос кристалдар күйінде тек монолитті жеке кристалдар түзейтін минералдар ғана кристалдана алады. Сонымен амфибол-асбесттердің монокристалды айналмалы асбестер екенін білдік. Енді олардың ішкі құрылысы (анатомиясы) қандай, олар неге талшықтанады, соған тоқталайық.

Амфиболдардың талшықты агрегаттары күйінде кездесуі ең алдымен олардың ішкі құрылысына байланысты екенін алғашқы зерттеушілер мен асбесті пайдаланушылар білмеді. Тек минералдарды рентгендік әдіспен зерттеу ғана амфиболдардың құрылымын анықтауға мүмкіндік берді.

Бұл зерттеулер бойынша амфиболдың кристалдық торының негізін кремнийлі-оттекті тетраэдрлар тізбегі құрайды. Екі кремнийлі-оттекті тізбек бірігіп, бір белдеу жасайды. Тетраэдрларда оттек атомдары бұрыштарда, ал кремний атомдары ортада орналасқан. Тізбектер қосылған кезде оттегінің екі атомы оларға ортақ байланыста болу қалпына келеді. Амфибол белдеулерінде міндетті түрде Si_4O_{11} құрылымдық радикал болу керек, ал біріккен белдеулерде олар қосарланады —

Si_8O_{22}. Қосылған тізбектер радикалдары бір-біріне тетраэдрларының төбесімен шектесіп, M_4 позициясында орналасқан кальций, натрий, калий, магний, т. б. ірі катиондар арқылы жалғасады. Ал тетраэдрларының төбесі ішке қараған қос тізбектің ортасында M_1, M_2, M_3 құрылымдық позицияларда (октаэдрлық қуыстарда) магний, темір т. б. катиондар орналасады. (12-сурет).

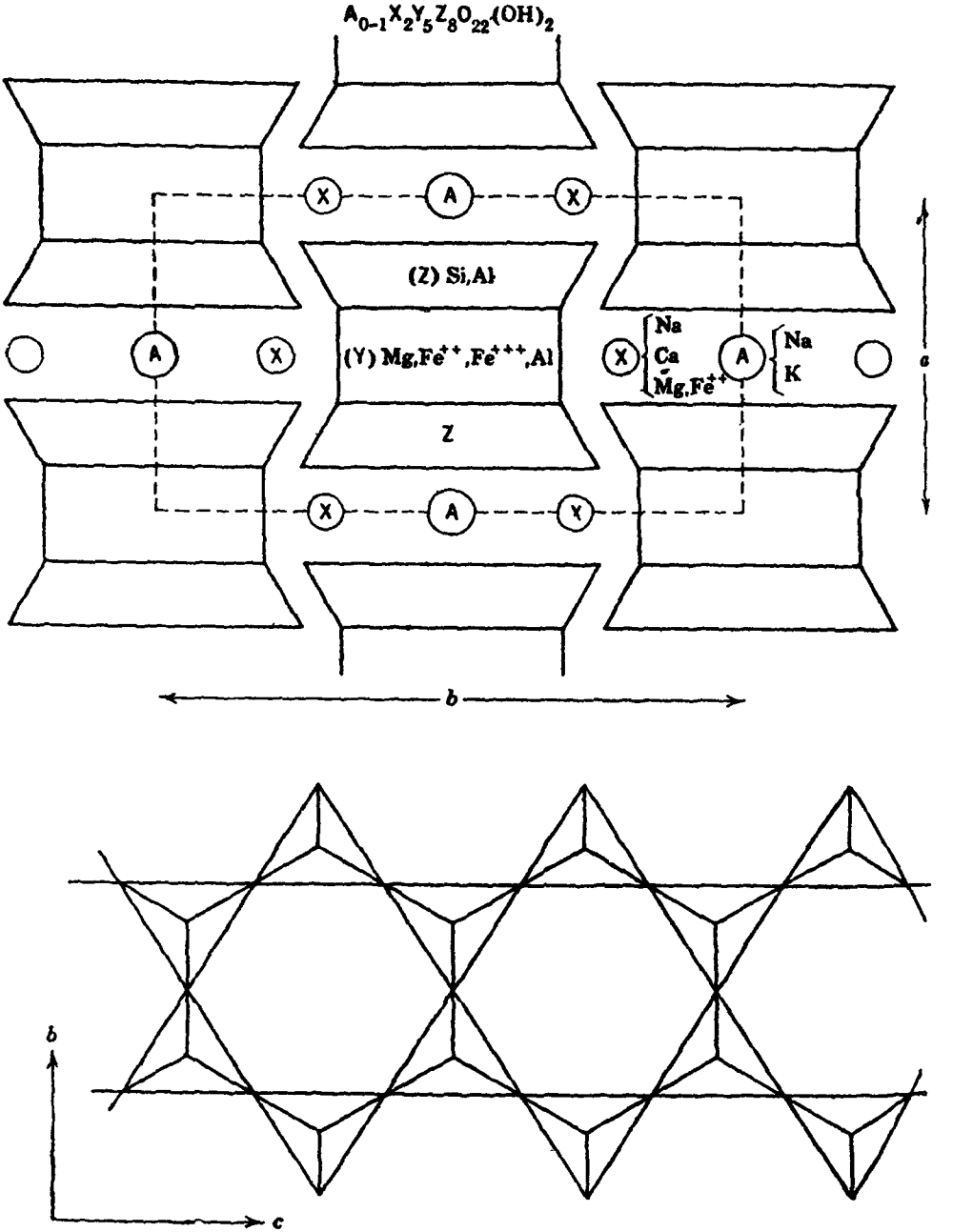
Рентген әдісімен зерттеуде алынған деректерге сүйене отырып, Уоррен амфиболдарға ортақ кристаллхимиялық формуланың схемасын жасады — $X_2Y_5Z_8O_{22}(OH_1F_1Cl)_2$. Мұнда X — Na, K, Ca; У — Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Ti; Z — Si, Al, Ti, Fe^{3+}. Уореннің формуласы осы уақытқа дейін амфиболдар тобы үшін классикалық формула ретінде пайдаланылады. Амфибол минералдарының кристалдық торының осындай ерекшеліктері олардың талшықты түрде тікелей кристалдар құруын қамтамасыз етеді.

Олай болса табиғатта профессор В. В. Аршинов белгілеген асбестің негізгі түрлерінің бірі айналмалы асбестке осы амфибол-асбестер жатады деп есептеуімізге болады. Зерттеушілердің айтуы бойынша, сызатты асбестер әлі кездескен жоқ. Хризотил-асбест — түтікті асбест. Ол өз алдына бір топ.

Асбестердің морфологиясы мен ішкі құрылысының көптеген пайдалы қасиеттері бар. Ендігі әңгіме осы жөнінде болмақ.

Механикалық қасиеттері. Асбестер ең алдымен механикалық қасиеттеріне қарай техника мен құрылыстың көптеген салаларына жұмсалады. Оның талшықтары диаметрі бірдей болат сымдардан айтарлықтай берік болады. Мысалы, болат сымның үзу күшіне төзімділік кедергісі 210 *кг/мм*^{2} болса, асбестерде бұл шама 310—365 *кг/мм*^{2}-ге, ал крокидолит-асбесте тіпті 570 *кг/мм*^{2}-ге жетеді.

Амфибол-асбестерді арнаулы композициялық материалдар ретінде микроарматурада пайдалана бастау



12-сурет.
Амфибол-асбест құрылымының схемасы. (Ф. Р. Бойд, 1959).

үшін олардың үзілу, иілуге төзімділігін зерттеудің практикалық маңызы аса зор болып отыр. Үзу күшіне төзімділік шамасына байланысты хризотил-асбест үшке бөлінеді: үзу күшіне кедергісі 285—365 *кг/мм²* болса берік, серпінді, 190—300 *кг/мм²* болса — жартылай сынғақ, ал 110—220 *кг/мм²* болса — сынғақ хризотил-асбестке жатады.

Асбест талшықтарында болатын әр түрлі ақауларға байланысты беріктік шамасы өзгеріп отырады. Мысалы, формасын өзгерткен әр түрлі бұрышқа бірнеше рет иілген талшық тордың беріктік шамасы да әр түрлі болатыны белгілі.

Асбестердің механикалық қасиеттерін анықтайтын бірнеше әдістер бар. Соның ішіндегі ең маңыздысы арнаулы приборларды — динамометрлерді қолдану әдісі. Қазақстан асбестерінің үзіліске беріктігін анықтағанда біз «Скотт» маркалы шетел приборын пайдаланамыз. Жүргізілген тәжірибелер мен анықтаулар бойынша Қазақстан асбестерінің беріктік шамасы: Кумола родусит-асбесті — 170—250 *кг/мм²*, Бөгетсай антофиллит-асбесті — 155—200 *кг/мм²*, Аққанбурлық актинолит-асбесті — 183—210 *кг/км²*, Жетіқара хризотил-асбесті — 250—400 *кг/мм²*, Ешкіөлмес ұзын талшықты хризотил-асбесті — 170—220 *кг/мм²* болып шықты. Яғни Қазақстан асбестерінің үзілуге төзу кедергісі басқа асбестердікінен кем емес. Мысалы, крокидолит-асбестің беріктігі 208—331 *кг/мм²*, амозит-асбестікі — 286—370 *кг/мм²*, режикит-асбестікі — 290—344 *кг/мм²*. Олай болса біздің асбестер де құнды бұйымдар жасауға жарамды екені сөзсіз.

Электрлік қасиеттері. Асбестердің техникада қолданылуын қамтамасыз ететін тағы бір қасиеті — олардың электр тогын өткізбеуі болып саналады. Бұл қасиеті асбестерді кейбір өндірістерге аса қажет электроқшаулағыш материалдар ретінде пайдалануды қамтамасыз етеді.

Асбестердің электрлік қасиетіне оның ток өткізгіштігі, диэлектрлік және электрокинетикалық қасиеттері жатады. Кен орындары ультрамафиттерде кездесетін хризотил-асбестің электр тогын өткізуі күштірек. Себебі онда темір тотығы магнетиттің қоспалары бар. Магнит және электромагнит пен магнетиттен тазаланған асбестің өткізгіштігі екі еседей төмендейді. Бірақ қанша тазаланғанымен магнетит пен гематит тозаңдары талшықтар арасында қалып қояды. Хризотил-асбестің ток өткізгіштігіне асбест құрамындағы магний тотығын изоморфты түрде ығыстыра қатысатын темірдің шала тотығының болуы да әсер етеді.

Совет минералогы М. В. Соболева хризотил-асбестің токты аз өткізуі минерал түтіктеріндегі абсорбциялық (төмен температурада бөлінетін) судың иондану шамасына байланысты деп түсіндіреді. Өйткені асбесті 200°С-қа дейін қыздырғанда, оның ток өткізгіштігі кенет төмендейді.

Магниттік қасиеттері. Магнит әсеріне сезімділік — асбестердің тағы бір басты қасиеттерінің бірі. Бұл шаманың мөлшеріне байланысты олар диамагнитті, парамагнитті және күшті магнитті болып үшке бөлінеді. Парамагнитті минералдың құрамында темір, марганец, хром, мыс, никель және басқа элементтер болады. Көптеген асбестер парамагнитті минералдар тобына жатады. Олардың химиялық құрамы өзгеретіндіктен магниттік сезгіштігі де өзгеріп отырады. Осыған орай магниттік сезгіштігі жағынан олар мынадай қатар түзейді (χ, 10^{-6}); крокидолит асбест — 60—130; родусит-асбест — 35—37; актинолит-асбест — 21—26; режикит-асбест — 15—18; тремолит-асбест — 3,75; антофиллит-асбест — 3,4; хризотил-асбест — 1,7—5,2.

Амфибол-асбестер магниттік сезгіштігі жағынан түгелдей парамагниттер болып табылады.

Химиялық агрессивті заттар әсеріне төзімділігі. Қышқылдар мен сілтілерді мол көлемде бір жерден екінші

жерге құбырлар арқылы ағызып апару керек болды делік. Мұхит пен теңіз суын, Солтүстік мұхиттың мәңгілік мұздарын қақ жарып, шарлап жүрген кемелерді теңіз суының агрессивті әсерінен қорғай алатын бояулар қажет болды делік. Қышқылдар мен сілтілер және басқа көптеген улы заттар әсеріне төтеп беретін құбырлар, бітегіштер, еденге төсейтін плиталар, құйма бетондар керек делік... Сонда осы заттарды неден жасау керек? Тек асбестен жасау керек дер едік. Өйткені ешбір темір құбыр, ешбір басқа қосындылармен жасалған бояу, ешбір темір немесе тасбетоннан жасалған плиталар агрессивті заттар мен теңіз суының ұзақ жылғы әсеріне төтеп бере алмайды. Ал құбырларды готықпайтын болаттан жасау экономикалық жағынан өте қымбатқа түседі. Керамикалық құбырлар мен плиталар өте сынғақ келеді. Мұндай жағдайда пайдалы қасиеттері мол, атап айтсақ, химиялық агрессивті заттар әсеріне төзімді асбест қана кәдеге асады.

Алайда бұл сұйықтардың, газдардың т. б. әсеріне барлық асбест бірдей төзімді емес. Бұл шама жағынан асбестің ішіндегі ең осалы — хризотил-асбест. Ол тіпті әлсіз қышқыл ерітінділерінің өзінде-ақ еркін еріп, бастапқы салмағының 60 процентіне дейін жоғалтып, талшықтарының беріктігі төмендейді. Бірақ хризотил-асбест сілтілердің әсеріне өте төзімді. Асбестердің ішіндегі сілті әсеріне ең төзімдісі де осы хризотил-асбест. Айта кететін таңғаларлық бір жағдай, сілті ерітіндісінің температурасы жоғарылаған сайын хризотил-асбестің төзімділігі арта береді екен.

Хризотил-асбестің қышқылдарда еруі талшықтарының үзіліске төзімді, беріктігіне де байланысты. Сынғақ және өте осал асбест талшықтары 1—2 процент суға да ериді. Ал амфибол-асбестер қышқылға да, сілтіге де бірдей төтеп бере алады. Олардың ішіндегі ең берігі антофиллит-асбест. Антофиллит-асбесті концентрациясы 37 проценттік тұз қышқылына салып 4 сағат бойы қай-

натқанда, бастапқы салмағын небәрі 2,15 процентке қана азайтады. Осындай қасиеті арқасында антофиллит-асбест химия өнеркәсібінде арнаулы қышқыл мен сілтілер ағызатын құбырлар (фаолиттер) жасау үшін қолданылады. Осындай техникалық шарт бойынша тұз қышқылының әсері тиген басқа асбестердің ерігіштігі өте төмен; тремолит-асбестікі — 1,6—3,0, актинолит-асбестікі — 6,6—8,0, режикит-асбестікі —2,4—4,0, крокидолит-асбестікі — 4,6—6,0, амозит-асбестікі — 3,0—7,0, рихтерит-асбестікі — 6—8, родусит-асбестікі — 6—8 процент. Амфибол-асбестердің сілтілер мен теңіз суына ерігіштік проценті бұдан екі есе аз болады.

Амфибол-асбестер бұдан басқа да агрессивті заттардың әсеріне (радиацияның, улы газдар мен бактериялардың т. б.) өте төзімді келеді. Теңіз суының әсеріне төзімді болғандықтан, бұл асбестердің микроталшықты түрлері сүңгуір қайықтарды және соғыс кораблдерінің астыңғы жақтарын теңіз суының ірітіп-шіріту әрекеттерінен сақтайтын полимерлік бояулар жасауға қолданылады.

Оқшаулағыш қасиеттері. «Изоляция», «изолятор» деген сөздердің қазақ тілінде «оқшаулау», «жекелеу», «айыру» деген мағына беретіні белгілі. Электр тогын өткізбейтін осындай ең құнды оқшаулағыштардың бірі — асбестер. Олар жылуды да нашар өткізетін кәдімгі ағаштан кейінгі оқшаулағыш болып саналады. Асбестердің жылу өткізгіштігі (λ) мына шамада (Вт)м.°С), хризотил-асбест — 0,12; крокидолит-асбест — 0,20; амозит-асбест — 0,19; тремолит-асбест — 0,21; актинолит-асбест — 0,22; родусит-асбест — 0,17; антофиллит-асбест — 0,21.

Қызуға және отқа төзімділігі. Асбестің атам заманнан белгілі қасиеттерінің бірі — оның отқа жанбайтын төзімділігінің сырына тоқталайық.

Қайнап тұрған су, қыздырылған темірдің қызуын басып, лаулап жанып тұрған отты да сөндіреді. Ал хри-

зотил-асбестің құрамындағы судың мөлшері 14 процентке жетеді. Амфибол-асбестерде су мөлшері әлдеқайда аз — 2 процент. Бірақ мұндағы белгілі мөлшердегі суды фтор ығыстырған. Судың асбестен бөліну температурасы да өте жоғары — 950—1000°С.

Асбестердің механикалық, сорбциялық, тарамдалу қасиеттері оларды қыздырған кезде бөлініп шығатын судың түрлеріне және қызу басылған соң оның асбестке қайта сіңуіне байланысты екені көптеген тәжірибелер нәтижесінде дәлелденген. Хризотил-асбестің физикалық-химиялық қасиеттерін мұқият зерттеген профессор Ф. В. Сыромятников бұл асбест құрамында судың үш түрі бар екенін анықтаған: гигроскопиялық су асбесті — 70—100°С дейін қыздырғанда бөлініп шығады. Ол судың бөлінуі асбестің беріктігін төмендетпейді.

Адсорбциялық су 400°С температурада бөлініп шығады. Оның бөлінуі асбест талшықтарының беріктігін 20 процентке төмендетеді. Бірақ мұқият жүргізілген рентгендік зерттеулер хризотил-асбестің 500—550°С дейін қыздырғанда да құрылымы өзгермейтінін көрсетті. Олай болса бөлініп шыққан сулар асбестің ішкі құрамына кірмейтін талшықтар арасына және түтіктер ішіне жиналған сулар екен. Қыздыру басылған кезде осы су атмосферадағы булардан асбестке қайта сіңеді де, оның бұрынғы беріктік қасиеттерін қалпына келтіреді.

Асбестің құрамына кіретін конституциялық су 650—700 градуста бөлініп шығады, бірақ қайтадан сіңбейді. Асбест басқа сусыз минерал-форстеритке айналады да, беріктігін мүлде жоғалтады.

Асбестен судың алғашқы екі түрінің бөлінуі температура мен қыздыру уақытына байланысты. Мысалы 250°С 300 күнге дейін қыздырғанда адсорбциялық судың 20 проценті, конституциялық судың 5 проценті ғана бөлініп, асбест құрылымын, беріктігін түгелдей сақтап қалған. «Мәңгі білтенің» екінші сыры, міне, осында

болу керек. Өйткені май шамның қызуы 200 градустан аса қоймайды.

Амфибол-асбестердің қызуға және отқа төзімділігі хризотил-асбестен кем емес. Олар құрылымы мен пайдалы қасиеттерін 900—950°С дейін сақтай алады.

Асбест қолданылатын салалар

Үш мың сала және бір мақсат үшін. Ғасырлар бойы адамға сырын ашпай «сиқырлы тас», «шайтанның өрмегі» аталып келген талшықты тастардың пайдаланылу салалары қазір үш мыңнан асып кетті. Иә, олар өндірістің көп тетіктеріне кірпіш болып қаланып отыр. Тіпті осы заманғы техника мен құрылыстың көптеген салалары асбестсіз жұмыс атқармайды десек, артық айтқандық болмас. Уақыт өткен сайын талшықты тастың жаңа қасиеттері, құпия сырлары ашылып, ол қолданылатын салалар саны да артуда.

Асбестің саналуан қолданылуының бірнешеуін атап өтейік.

Әр түрлі асбест-цементтік бұйымдар — черепица (үй жабатын жұқа қатырма балшық), түзу және толқындала иілген шиферлер; қысымға төзімді және қалыптау құбырлары; еденге төсейтін асбобитумды плиталар, үйдің төбесін және қабырғаларын сылауға жұмсалатын асбомассалар. Жер сілкінуіне және агрессивті заттардың әсеріне төзімді ірге тастар, сұйықтар және газ сақтайтын үлкен ыдыстар (резервуарлар); жылуды, дыбысты және электрді өткізбейтін оқшаулағыш материалдар; бу, газ және агрессивті сұйықтар құйылған ыдыстарды бекітуге жұмсалатын аралық бұйымдар; ыстық газдар, қышқылдар және сілтілі сұйықтарды, радиоактивті тозаңдарды, бактерияларды сүзгілейтін сүзгілер, қызу приборларына орнатылған тығырық сүйемелдер... Бу қазандарын, локомотив тетіктерін, бу жүргізетін түтіктерді, бу резервуарларын айыратын оқшаулағыш масса-

лар, тоңазытқыш жайлар мен шкафтарды, машиналарды, камераларды оқшаулау. Тежеуіш ленталары, тежеуіштер мен ілінісу муфтасының жапсырмалары. Тежеуіш қалыптары, қозғалтқыш белдіктер, насостар мен пневматикалық тежеуіштерге төселмелер... Электрлі монша пештерін оқшаулау, өндірістік және үйдегі, нан пісіретін пештерді сылау, түтін шығатын мұржалар ішін астарлау... Өрт сөндірушілер мен металл құюшылар үшін костюмдер, шлемдер, алжапқыштар, қолғаптар, етіктер т. б. киімдер тігуге жұмсалатын маталар. Театр шымылдықтары, сейфтер мен гараждарды әдіптеу, өртке төзімді жапсырмалар, дыбыс қондырғыларда қолданылатын оқшаулағыштар, су шуын сөндіргіштер...

Отқа, тот басуға, шуға, электр әсеріне, суланuға қарсы жұмсалатын бояулар мен бітеуіштер. Бу өткізгіш пункттерді, арнаулы қазандарды, электр сымдарын, арнаулы қоймалар мен қамбаларды, кемелердің борттарын, әскери корабльдердің суға тиетін бүйірлерін оқшаулау...

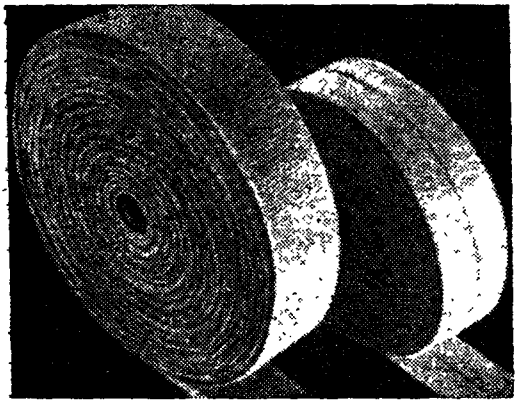
Жарылғыш заттарды, патрондарды, бомбаларды және тұтанғыштарды бір жерден екінші жерге тасығанда қолданылатын өртке төзімді орамалар... Аса жоғары қорғаныстық маңызы бар стратегиялық материалдар...

Ал енді асбестен жасалатын бұйымдардың негізгі үлгілеріне де тоқтала кетейік.

«Мәңгі білтеден» әмбебап оқшаулағышқа дейін. Асбест «мәңгі білте» ретінде пайдаланылуда.

Асбестің ішкі құрылысының ерекшеліктері, кристалдарының түтіктер түзеуі және сіңіру қабілеттілігінің өте жоғарылығы оның біздің эрамызға дейінгі I ғасырдан қазіргі кезге дейін «мәңгі білте» ретінде қолданылуын қамтамасыз етіп келеді.

Элладаның алтын шырағдандары заманы өтіп, олардың орнын жарқырап нұр шашқан мың жұлдызды хрустальді люстралар басқан кезде «мәңгі білтелерге» кім ие болмақ? Зерттей келсек, асбест білтелерінің сапасы



13-сурет.
Асбестен тоқылған білтелер.

бұрынғыдан әлде қайда жоғарылап, қолдан емес, фабрикаларда көптеп өндірілетін болыпты (13-сурет). Білтелердің жетілдірілгені соншалық, олар арқылы өтетін жанармайлар, мысалы, керосин 3 метрге дейін биіктікке көтеріледі екен. Май құйған резервуарлар мен от жанатын мойындар арасындағы осындай айтарлықтай қашықтық, резервуарлардың қызудан қопарылмауын қамтамасыз етеді. Қазір бүкіл ғылыми мекемелердегі, завод-фабрикалардағы лабораториялық шамдар асбест білтелермен жабдықталып отыр. Мұндай асбест білтелі шамдар майы таусылмаса тоқтаусыз бір жылға дейін жана береді. Содан кейін ғана білтені көтеріп, тозған жерін тазалап қоюға болады. Егер білтелерді белгілі бір ерітінділермен өңдесе, ол әр түрлі жарық шығарып та жанады.

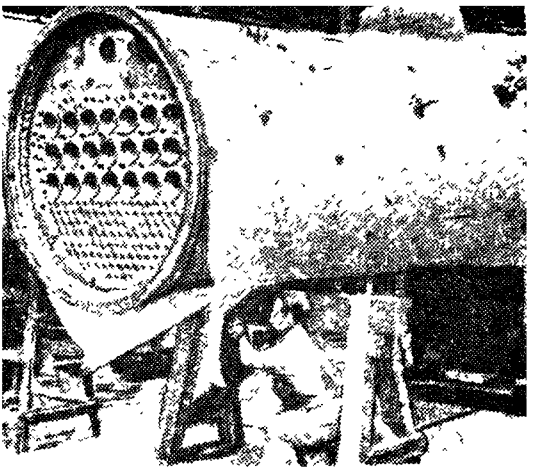
Жақсылап түтілген және тарамдалған асбест талшықтары ешбір қосындысыз изоляторлар ретінде пайдаланылады. Бұл мақсат үшін орташа және қысқа талшықты асбестер, кейде ұзын талшықты асбестер де қолданылып жүр. Олармен химиялық және басқа да маңызды аппаратураларды жылудан оқшаулау үшін оралатын матрацтар (14-сурет) мен жеңдер (15-сурет) толтырылады.

Жеңілдетілген қоршау және жабу конструкцияларын пайдалана отырып, индустриялық үйлер мен құрылыстар салу, жылу оқшаулайтын материалдарды тездетіп өндіруді және оларды техникалық жағынан жетілдіруді талап етеді. Экономистердің есептеулері бойынша, халық шаруашылығында жылу оқшаулайтын материал-

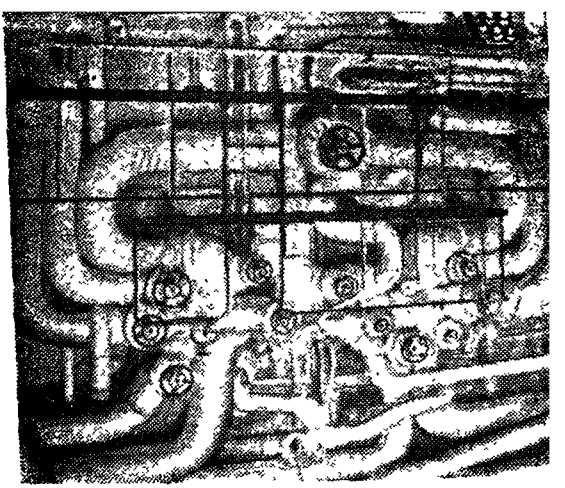
дарды қолдану өте үлкен пайда келтіруде. Мысалы, тұрғын үйлерді, қоғамдық және өндірістік үйлерді жылытуға жұмсалатын отынның 1 процентін үнемдеу, оларды пайдалану шығынын 250—300 миллион сомға азайтып, 1,5 миллиард сом күрделі қаржы жинақтауға көмектеседі екен *. Ал техника мен басқа индустрия салаларында бұдан бірнеше есе көп қаржы үнемделеді.

Асбестерді үй қабырғаларына, төбесіне және еденіне салатын жылытқыштар және дыбыс оқшаулағыш ретінде пайдалану арқылы 3 миллион кірпіш үнемдеуге, цементті 10 есе аз жұмсауға қол жетеді.

Асбест сүзгілері. Асбестің ешбір қосындысыз престелген уақ талшықтарынан немесе тығыздалған ұзын тал-



14-сурет.
Асбест матрацтармен изоляциялау.



15-сурет.
Асбестпен изоляцияланған бу жүретін түтіктер.

* *Колесников В. С.* Исследования в области теплоизоляционных материалов. — В кн.: «Строительные материалы из местного сырья и отходов промышленности Казахстана». Алма-Ата, 1981, с. 37—46.

шықтарынан сүзгілер жасалады. Бұл сүзгілер әр түрлі өндіріс салаларында суды, майды, шарапты және газды тазалауға қолданылады. Асбест сүзгілерден өткен сыра мен шарап тазарып, дәмді болады. Сүзу процесі тез өтеді және арзан болады. Мысалы, 20 мың литр шарапты сүзгілеу үшін 1 *кг* асбест, 10 сағат уақыт керек. Ал басқа сүзгілерді қолданғанда сүзу процесі бір жетіге созылған болар еді және оған көп сүзгіштер жұмсалар еді. Асбест сүзгілерден өткізілген жүзім және жеміс шырындары ашымайды. Алкогольсіз сусындар осы асбест сүзгілерден өткізіліп дайындалады. Қалыңдығы 1—2 *мм* төртбұрышты және диаметрі бірнеше сантиметр дөңгелек пластиналар түріндегі сүзгілер химия және медицина, әсіресе фармацевтика өндірістерінде де қолданылып жүр.

СССР-де дәрілеп тазалайтын «СФ» және сүзгі ретінде қолданылатын «Ф» маркалы асбест сүзгілері шығарылады. «СФ» маркалы сүзгілер сұйықтарды «суық» әдіспен дәрілеп тазалау үшін (микроорганизмдерден тазартқанда) пайдаланылады. Тазартылған сұйықтардың физикалық-химиялық қасиеттері жақсарып, сапасы артады. «Ф» маркалы сүзгілер былғаныш сұйықтарды бір өткізгеннің өзінде микроорганизмдер мен ерітінді қалдықтарынан 30 процентке дейін тазартады. Сүзгілердің қалыңдығы 3,5—4,5 мм, диаметрі әр түрлі: 300, 140, 60, 35 мм.

Агрессивті сұйықтар өткізілетін сүзгілердің бәрі де амфибол-асбестерден жасалады.

«Шакья Муниден» болат балқытушылар костюміне дейін. Көпшілікке белгілі «Мың бір түн» хикаясында 766—809 жылдары өмір сүрген, 786 жылдан өмірінің аяғына дейін араб халифасы болған Һарун-ар-Рашид өте қайырымды, рақымшыл жан боп бейнеленген. Шынына келсек, ол нағыз соғысқұмар, қатыгез адам болған. Өмірінің көп белестерін жорықтарда өткізіп, көрші елдерге ылғи шабуыл жасап отырған. Сол Һарун-ар-Ра-

шид соғыс техникасын өркендетіп, жанармаймен атылатын артиллерияны арабтардың арасында бірінші болып қолданған. Ол соғыс тарихында бірінші болып «Мұнай артиллериясының» жауынгерлеріне асбест матадан отқа төзімді киімдер кигізген.

Қазіргі заманғы тоқымалы асбест бұйымдары анағұрлым жетілдірілген. Ол асбестің тек қана ұзын талшықты түрлерінен өндіріледі. Тоқыма өндірісінде пайдаланылатын асбест талшықтарының ең қысқасы 8—9 мм-ден төмен болмауы керек. Олар тоқылатын матаның белгілі бір мақсатқа пайдаланылуына және алынатын өнімнің құнына байланысты алдын ала өңдеуден өтіп, асбестердің сорттары бір-бірімен араластырылады. Мысалы, хризотил-асбесті крокидолит немесе амозит-асбестпен араластырмайынша ерекше қасиеттері бар маталар, немесе өрілген бұйымдар алынбайды. Әрбір қоспаға кейде вискоз және мақта талшықтары қосылады: Жасалатын бұйымдардың механикалық қасиеттерін күшейту үшін қоспаларда асбест, вискоз және мақта талшықтарының мөлшері бірдей болу керек.

Асбест жіптерінің сапасы алғашқы қоспадағы органикалық талшықтардың мөлшеріне байланысты.

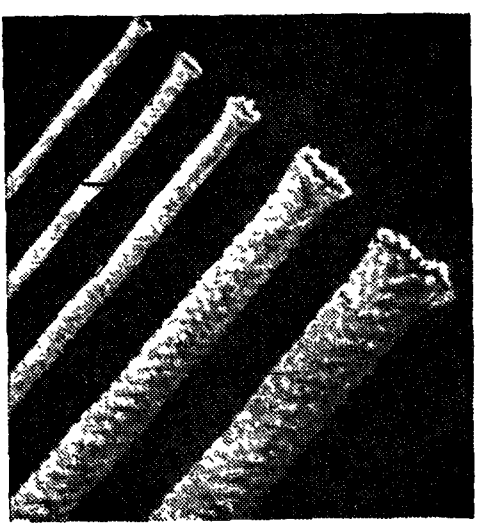
Біздің асбест тоқыма өндірісімізде асбест қоспаларының құрамы жасалатын жіптердің номерлеріне қарай негізделеді. Жіптің жоғары номерлері асбестің бірінші сорттарынан иіріледі. Мысалы, № 30 ең сапалы жіпте 91 процент асбест, 9 процент мақта бар. Ал № 8 жіп 23, 25 процент I сортты асбестен, 46,5 процент II сортты асбестен, 23, 25 процент асбест қималары (қалдықтары) 7 процент мақтадан тұратын қосындыдан иіріледі.

Асбест маталарының қолданылу салаларына байланысты иірілетін жіптердің құрамына вискоз бен мақтадан басқа нейлон (матаның химиялық бекемдігін жоғарылату үшін), целлюлоза-ацетатты талшықтар (қызуға төзімділігін арттыру үшін), әйнек-талшықтар (өртке,

қызуға және электр тогының әсеріне мықты болу үшін) қосылады.

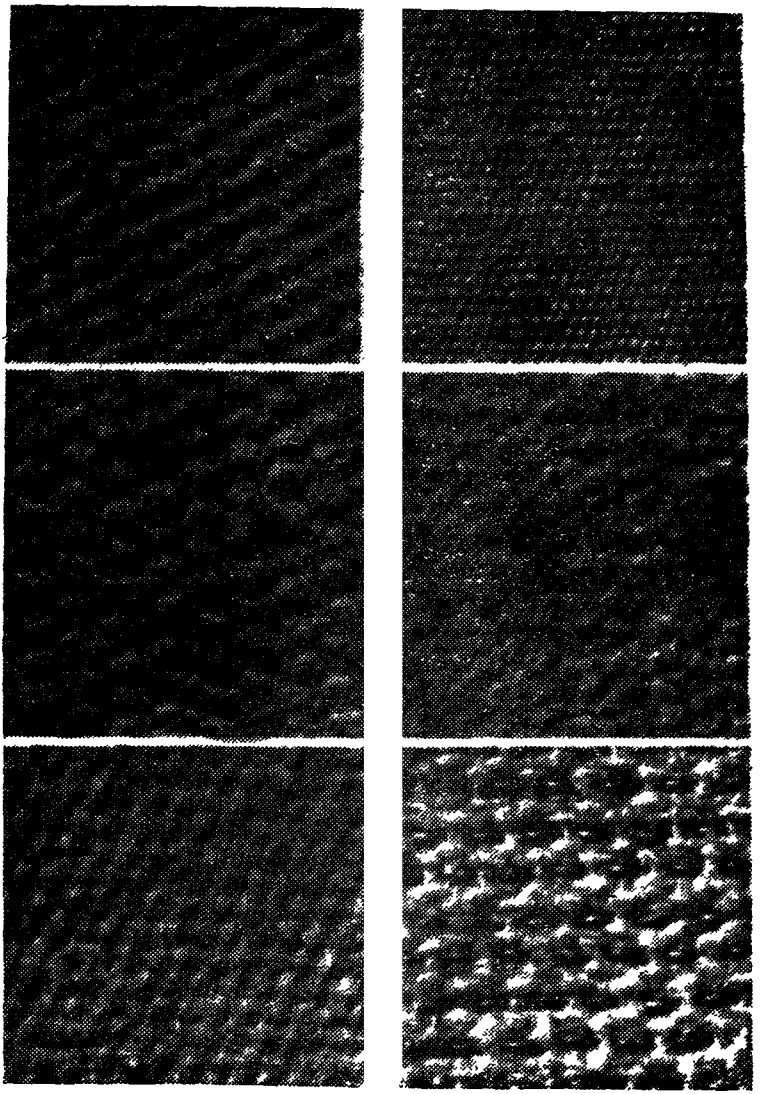
Асбест жіптерінен мата тоқу мақтадан немесе жүннен иірілген жіптен мата тоқығанмен бірдей. Бір немесе екі жіп, темір, мыс, қола, алюминий, мырыш сымдармен бірге оралып, кейде сыммен араластырылмай-ақ тоқу станоктарына жіберіледі де қалыңдығы әр түрлі маталар шығарылады.

Асбестен жасалатын тоқыма бұйымдардың екінші бір түрі — асбест талшықтарынан өрілген сан алуан дүниелер. Тарихи деректерге жүгінер болсақ, асбестен өріп жасалған бұйымдардың өте ертеден басталатынын көреміз. Көне Мысыр елінің кәсіпкерлері бұл қиын іспен біздің жыл санауымыздан 2000 жыл бұрын, ал Оңтүстік Американың инкалары — 1000 жыл бұрын айналысыпты. 1948 жылы швед Томас Вулфорд асбесті тоқып өретін бу машинасын, 1857 жылы ағылшын Р. Ллойд бу машиналарында қолданылатын құрсауларды ойлап шығарғаннан кейін өрілген асбест бұйымдардың ролі арта түскен. Өйткені, бұл құрсаулар өте жоғары қысымға және 400°С ыстыққа ұзақ уақытқа дейін төзімді болған.



16-сурет.
Асбестен өрілген баулар.

Асбест құрсаулардың негізгі түрлеріне асбест жіптерінен жасалған еспелер, бірнеше еспелерден бұрап жасалған баулар (16-сурет), ортасына жуан өзек салып өрген тоқымалар және көп қабатты құрсаулар жатады. Иірілу ерекшелігінің күштілігі, жұмсақтығы және бе-



17-сурет.
Асбест талшықтарынан бұрап тоқыған маталар.

ріктігі асбест жіптерінен заттар жасауға да кең жол ашты (17-сурет). Бұл жұмысты арнаулы станоктар атқарады. Тоқыма әр түрлі жұмсақ қолғаптар мен қаптамалар жасауға пайдаланылып жүр. Олардың созылғыштығы,

жұмсақтығы және оңай иіле, жыртыла қоймайтындығы, әр түрлі желімдермен қосып тоқуға ыңғайлылығы техникада теңдесі жоқ берік және арзан материалдар алуға септігін тигізуде. Ал енді асбестен тоқылған маталарға келсек, олардың кәдеге асырылатын жерлерін санап шығу қиын, қолдану салалары күннен-күнге көбейе түсуде. Әсіресе металл сымдарымен араластыра иірілген асбест жіптерінің маңызы аса зор. Оны алысқа бармай-ақ өзіміз мініп жүрген автомобильден іздейік. Қәдімгі тежеуіштердегі жапсырмалар 69 процент мыс, 30 процент мырыш, 1—2 процент қаңылтыр сымдарын қосып иірілген асбест жіптерден тоқылады. Автомобиль двигателіндегі басты бөлшектердің қосылысатын жеріндегі аралық тетіктердің бәрінде де асбометалды жіптер бар. Осы аталған бұйымдар бүкіл машина жасау өндірісінде, атап айтқанда, ауыл шаруашылық машиналарын (комбайн, трактор), әскери машиналар, самолеттер, танк жасауда кеңінен қолданылады.

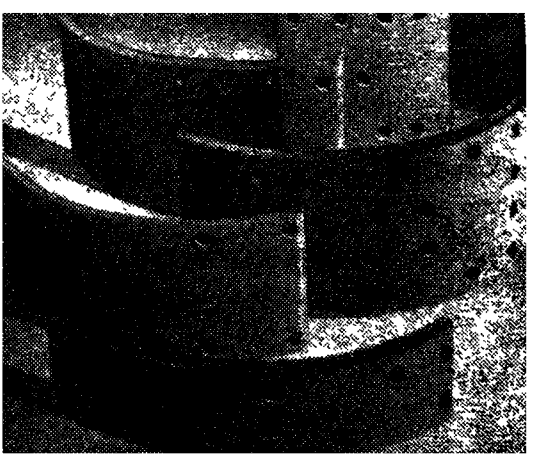
Өрт — тілсіз жаулардың бірі. Өрт шыққанда ең алдымен терезе перделері мен шторлары, гардиндер, ал театрларда — шымылдықтар лаулап жана бастайтыны белгілі. Сондықтан кейінгі жылдары осы бұйымдардың барлығы да асбометалдық жіптерден тоқылатын болады. Әрине, олар әр түрлі әсем өрнекпен шығарылады.

Қола мен никель сымдары қосылған асбест жіптері газбен қызатын каминдерді, стеоротиптік кептіргіштерді, электрмен пісіргенде киетін жезқалпақты, әр түрлі машина қаптамаларын жасауға көптеп қолданылуда.

Асбест жіптерінен өндірістің көп салаларында электрондық лампаларды, бу двигательдерін, құбырларды ауа және газ насостарын қағып-соғылудан, ыстық-суықтан, жауын-шашыннан, шаң-тозаңнан қорғайтын орауыштар жасалады. 200—500°С ыстықта жұмыс істейтін бөлшектерді үлкен қысымның, будың, судың, ауаның және газдың әсерінен қорғауға төтеп беретін орауыштар аса жоғары сортты асбест жіптерінен жасалуда. Ам-

фибол-асбестер, оның ішінде әсіресе крокидолит-асбест қышқылдар әсеріне ерекше төзімді болғандықтан бұл асбест талшықтарынан тоқылған мата қышқылды сорып, ағызатын насостар жасауға да пайдаланылады.

1897 жылы ағылшын инженері Г. Фруд ойлап тауып, өндіріске енгізген тежеуіштік жапсырмалар алғаш кареталарға, кейіннен автомобильдерге орнатылып, ағаштан, шойыннан және теріден жасалған жапсырмаларды ығыстырды. Қазір асбест маталардан вакуумдық ортада өңделіп, су өткізбейтін сұйық зат, мысалы, олифа сіңірілген және престелген тежеуіштік ленталар жасалады. Ленталардағы асбестің үйкеліске беріктік қасиетінің жоғарылығы ленталардың мықтылығын, отқа төзімділігін және басқаларын қамтамасыз етеді. Пластмасса қосылып жасалған тежеуіш ленталардың үйкеліс коэффициенті 220—250 градусқа жетеді. Тежеуіш жапсырмаларының ішіндегі ең сапалысы — құрамында асбест, барит және фенолформальдегидтік шайыр бар ретинакс (18-сурет). Ол өте күрделі режимде жұмыс істейтін тежеуші тораптарда пайдаланылуда. Ретинакс орнатылған тежеуіштердің үйкеліс температурасы 1000 градустан асады (мысалы авиациялық тежеуіштер).



18-сурет.
Асбестен жасалған тормоздық жапсырмалар.

1200°С үйкеліс температурасына төтеп бе-

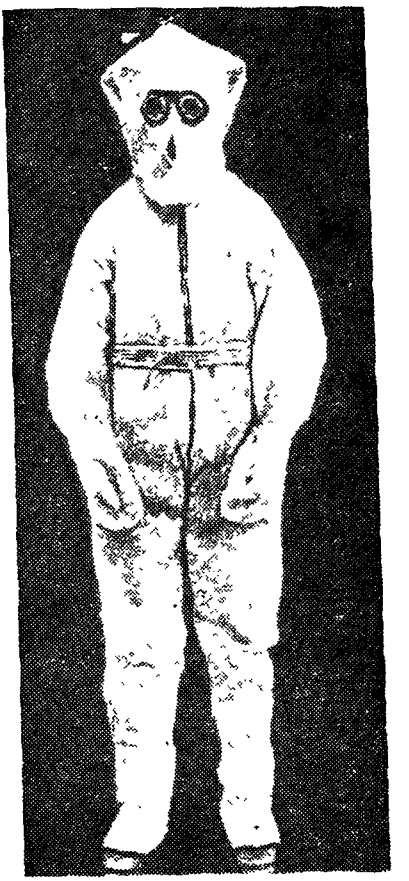
ретін жапсырмалар құрамына асбестен басқа графит, барий, молибденнің дисульфиді, металл тотықтары мен карбидтері қосылады. Бұл жапсырмалар тоқылу ғана емес, пісірілу әдісімен өте ауыр жүк тиелетін немесе басқадай ауыр жұмыстар атқаратын тежегіштік қондырмаларда, муфталарда, ілінісу дискаларында пайдаланылады. Кейінгі жылдары автомашиналардың тежегіш ленталары айтарлықтай арзан бакелитке қосып престелген төменгі сортты асбестен жасалатын болды.

Ілінісу дискаларында қолданылатын асбест маталары металл сымдармен араластырылып, ені 12 *см,* диаметрі 0,5 *м* дөңгелек тілімдер күйінде тоқылады да суға төзімді құрамдар сіңдіріліп, сығымдалған соң жеке-жеке сегменттерге бөлініп, металл сымдары көрінгенге дейін жонылады. Сонан соң дискаларға бекітіледі. Күнделікті өмірде қозғалтқыш және айналдырғыш белдіктердің жұмысын көріп жүрміз. Ал сол жұмыстар жоғары температуралы ортада, газдар мен қышқылдар әсері тұрақты болып тұратын цехтарда атқарылған жағдайда не істеу керек? Мұндай қиындықтан да шығаратын асбест маталар. Асбестен көбінесе амфибол-асбестерден тоқылған ленталар бұл орталарда пайдалану үшін таптырмайтын материал.

Мейманханалардағы, театрлардағы, клубтар мен бар, кафелердегі асбест матадан жасалған гардиндер мен шторлардың, декоративтік перделердің ерекше төзімділік қана емес, дыбыс ұстайтын да қасиеттері бар екені дәлелденіп отыр. Қышқылдар әсеріне мейлінше төзімді амфибол-асбестердің қай түрінен болса да химия аппаратураларының сальниктеріне (майлағыш жабдық) нығыздатқыштар жасайтын мата тоқылады. Тоқылған маталарға пайдаланбас бұрын графит және май сіңіріледі.

Асбест маталардан тігілген арнаулы киімдерді басқа материалдардан (матадан) жасау тіпті қазірдің өзінде

мүмкін емес. Мұндай киім-кешектер көбінесе құю шеберханаларында, химия цехтарында, электрмен пісіру жұмыстарында, қызу мен оттан қорғану керек жердің бәрінде де пайдаланылып келеді. АҚШ-тың «Jndustrial Safety Specialites C° Inc» фирмасы өрт сөндіргіштер костюмінің жаңа түрін (19-сурет) тігіп шығарды. Костюмнің сыртқы қабаты 90 процент асбест матадан, 10 процент алюминий амальгамасымен жабылған әйнек матадан тігілген, ыстық будан қорғайтын қабаты виннилмен өңделген әйнек матадан жасалған. Эксперименттік сынаулар арқылы бұл костюмді киіп. жүріп 100°С температурада жұмыс істеуге болатыны дәлелденді.



19-сурет.
Асбест матадан тігілген өрт сөндіргіштер костюмі.

Өрт сөндіру кезінде жұмсалатын жабдықтардың бәрі де отқа төзімді болу керек. Сондықтан осы бір апат кезінде қолданылатын арқандар, сатылар, күрек пен балтаның саптары, қолғаптар, брезенттер, тіпті, су жүретін насостар мен шлангтар да асбестен немесе асбест қоспаларынан жасалуы керек.

Өрт қаупіне қарсы соңғы жылдары жүргізілген шаралардың бірі — жолаушылар немесе туристер таситын кемелердің каюталары және оған қойылған мебельдер асбест маталарымен қапталып, каютаның төбесі, едені, қабырғалары асбест плиталарымен жабылып отыр.

Асбестцемент және «тау кендерінен» жасалған үйлер. Өзіміздің күнделікті тұрмыста, құрылыста пайдаланып жүрген цемент қысым күштеріне өте берік. Сондықтан оны іргетасқа көп қолданады. Бірақ оның созу, майыстыру, үзу күштеріне төзімділік қасиеті жоқ дерлік, тек болғаны қысым төзімділігінің 7—8 проценті ғана. Ал осы цементтің созылуға төтеп беру қасиетін күшейту үшін не істеу керек? Егер металл сымдарын қосар болсақ, беріктігі күшейеді, бірақ жел мен судың әсеріне төзімділігі кеміп, материалдың салмағы ауырлай түседі. Оның үстіне металл сымдардан жасалған сирек торлар алынған металцемент материалының біртұтастығын қамтамасыз ете алмайды.

XIX ғасырдың екінші жартысында бұл проблема кәдімгі цементке асбесті қосып, ол қосындыдан формалар жасау арқылы шешілді. Асбест қосылған цементтің иілуге және созылуға беріктігі 300 есе, ал қысымға беріктігі 30 есе артты. Мұндай материалдың пайда болуы құрылыс пен техникада едәуір бетбұрыс жасады.

Бұл жаңалық авторы австриялық инженер Людвиг Гатчек еді. Жеті жыл үзбей жүргізген зерттеулері нәтижесінде ол 1901 жылы асбест пен цементтен жасалған жаңа материалға патент алды. Материалдың ұзақ уақытқа шыдамдылығына байланысты Л. Гатчек оны «этернит» («aeternum» — латын сөзі, «мәңгі» деген мағынада) деп атады.

Асбест талшықтары цемент массасында біркелкі жайылып, оның құрамындағы темір бетондағы металл арматурасындай микроарматура ролін атқарады. 15—20 процент мөлшерде қосылған төмен сортты асбест цементтің физикалық-механикалық қасиеттерін мүлдем өзгертіп, оның созылуға және соғылуға төтеп беру қасиетін күшейтеді. Оның жылу өткізгіштігі азаяды. Мұндай материалдан жасалған бұйымдар ағаш шеберінің құрал-саймандарымен оңай жонылып, оңай кесіледі,

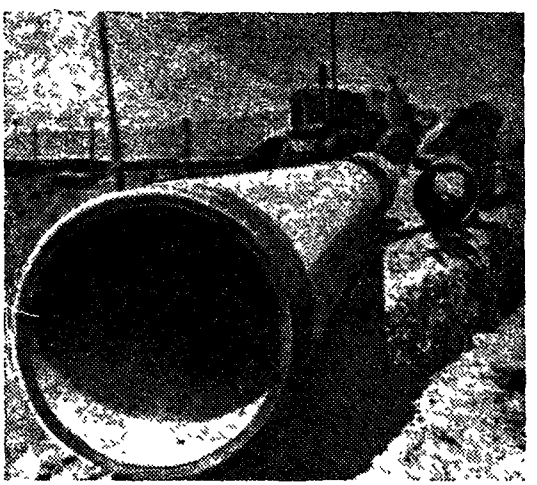
оларға шеге қағуға да болады, отқа да төзімді, суды да өткізбейді.

Цементтің қалай жасалатыны жалпыға мәлім. Ол үшін кәдімгі сазбалшық пен әктас болса болғаны. Осы шикізаттарды ұнтақтап, белгілі бір мөлшерде араластырып 1450 градусқа дейін қыздырғанда сазбалшық пен әктастың реакциялануынан клинкер деген қатты зат пайда болады. Клинкердің ұнтақталған түрін портландцемент деп атайды. Ал асбестцемент дегеніміз сол портландцемент пен асбестің қосындысы.

Асбестцементтік бұйымдар өндіру үшін асбестің III, IV және V сорттары қолданылады. Асбестцементті алу технологиясы да онша қиын емес. Ол үшін цементтің 7—8 бөлігі асбестің бір бөлігімен араластырылады. Асбест алдымен тұлықтастармен (зырылдауықтармен) мыжылып тарамдалады, содан соң арнаулы аппарат — голлендермен цемент суға араластырылып, асбоцементті қосынды қажетті пішіндер жасайтын папп-машиналарға жіберіледі. Асбоцементтік қосындыдан асбестцементтік табақтар, плиталар, шиферлар және құбырлар құйылып жасалады. Бұл қосындының негізгі өнімдері болады. Асбестцементтің әр түрлі қалыпқа оңай келетін қасиеттері олардан күрделі құрылыс-архитектуралық пішіндер мен үлгілерді құюға мүмкіндік береді. Асбестцементтік табақтар үйлердің, сарайлардың сыртқы және ішкі қабырғаларын, төбесін жабуға, едендеріне төсеуге, балкондар мен баспалдақтарды қоршауға, жазғы демалыс үйлерін, оранжереяларды, құс фермаларын, гараждарды жасауға пайдаланылады. Асбестцементтік табақтар желдеткіштердің түзу бұрышты немесе дөңгелек цилиндр түріндегі қабын, күмбез тәріздес иілген пионер үйлері мен туристер базасын салуға арналған элеменеттер, метрополитендердің төбесін судан қорғайтын шатырлар т. б. қолданылады.

Соңғы жылдары ірі панельді ені 1,2—1,5 м, ұзындығы 3—6 м. асбестцементік плиталардан үйлер салу да

жиі қолға алына бастады. Асбестцементтік шиферлердің басқа жабу материалдарынан ерекшелігі — олар әрі жеңіл, әрі ұзақ мерзімге шыдайды. Асбестцементтік шиферлердің салмағы бетоннан жасалған шиферлерден үш есе аз болады. Асбестцементтен жасалған үй шатырларының конструкциясы бетоннан жасалған конструкциялардан әлде қайда арзанға түседі. Амозит, крокидолит, термолит-асбестердің қысқа талшықтарын қосып жасаған арнаулы асбестцементтік плиталар мотордың дірілі мен шуын азайту үшін самолеттердің ішкі қабырғаларына орнатылады.



20-сурет.
Асбестцементтік трубалар.

Асбестцементтік құбырларды (20-сурет) дайындау әдісімен асбестцементті де дайындауға болады. Асбестцементтік құбырдың авторы Италиядағы «Этернит СПА» фирмасының негізін қалаушы инженер А. Мацца еді. Ол 1913 жылы ұзындығы 4 метрлік құбыр жасайтын құралдарға патент алып, 1916 жылы асбоцементтік құбырларды өндірістік мөлшерде шығара бастады. Бұл құбырлар 1928 жылдан бері үлкен қысым арқылы су ағызу үшін пайдаланылып келеді. Қазір өздерінің тот басуға, температураның ауысуына, электр әсеріне және қысымға беріктігіне байланысты олар металдан жасалған құбырларды ығыстыруда.

Асбестцементтік құбырлардың тағы бір ерекшелігі — олар жеңіл және кәдімгі арамен-ақ оңай кесіледі. Бұл құбырлар өте берік: болаттан жасалған құбырлар шыдайтын қысымға төтеп бере алады, тұзды ерітінділер

мен газдарды, мұнайды, суды т. б. сұйықтарды өткізбейді. Асбестцементтік құбырлар көмілген электр немесе телефон кабельдерін қорғауға да жиі қолданылып жүр, электр тогін мүлдем өткізбейтін крокидолит және амозит-асбестен жасалған құбырлар мұнай және газ құбырларының орнына кең пайдаланылуда.

Асбестцементтік бұйымдардың ең басты артықшылығы — олар арзанға түседі. Мысалы, тұрғын және қоғамдық үйлерді асбестшифермен жабу металл қаңылтырлармен жабудан гөрі екі есе арзан. Асбестцементтік құбырлар да шойын және болат құбырлардан бірнеше есе арзан. 1 *кг* асбестцемент орташа алғанда 1,5—2,5 *кг* металды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Асбестцементтің осындай тамаша қасиеттерін есепке ала отырып, елімізде дербес асбестцементтік өндіріс саласы құрылды. Бұл өндіріс Россияда XIX ғасырдың аяғына таман пайда болған. Тек Совет өкіметі орнағаннан кейін ғана асбестцементті өндіру қарқыны арта түсті. Мысалы, 1913 жылы Россияда 9 миллион шифер және асбестцементтік табақтар өндірілсе, 1969 жылы олардың саны 5 209 миллионға жетті. Оның үстіне 44 986 $км^2$ әр түрлі құбырлар, 32,0 мың электроқшаулағыш тақталар өндірілді. Біздің республикамыздың Жетіқара асбест кен орнының шикізатын пайдаланатын бірнеше қалаларда (Семей, Қарағанды) асбестцементтік бұйымдар заводы іске қосылып, өнім беруде.

Асбест және резина. Кең байтақ республикамыздың өндіріс салалары әр алуан. Соның бірі — Шымкент қаласындағы салынып жатқан асборезина бұйымдары заводы. Қазір мұнда тағы бір жаңа завод — автомобильдерге шиналар жасайтын завод салынуда. Жаңа құрылған бұл екі завод та «Чимкентшина» өндірістік бірлестігіне қарайтын болады. Одақ бойынша мұндай заводтар көптеген қалаларда бар.

Асбестрезина бұйымдары халық шаруашылығына көптеп пайдаланылады. Асборезиналық табақтардан

жоғары қысымда жұмыс істеуге, отқа, қышқылдар әсеріне төзімді және өте ыңғайлы, машина бөлшектері мен құбырлардың қиылысқан жеріне қойылатын аралық бұйымдар жасалады. Мұның құрамына енетін II, III және IV сорт негізгі материал болып, асбест талшықтары мөлшері 40 проценттен 75 процентке дейін жетеді. Құрамындағы 10—20 процент резина цемент орнына жүреді. Кейбір бұйымдардың құрамдас бөлегі ретінде асбест талшықтары орнына жұмсақ металл сымдары қосылған асбест маталар жұмсалады.

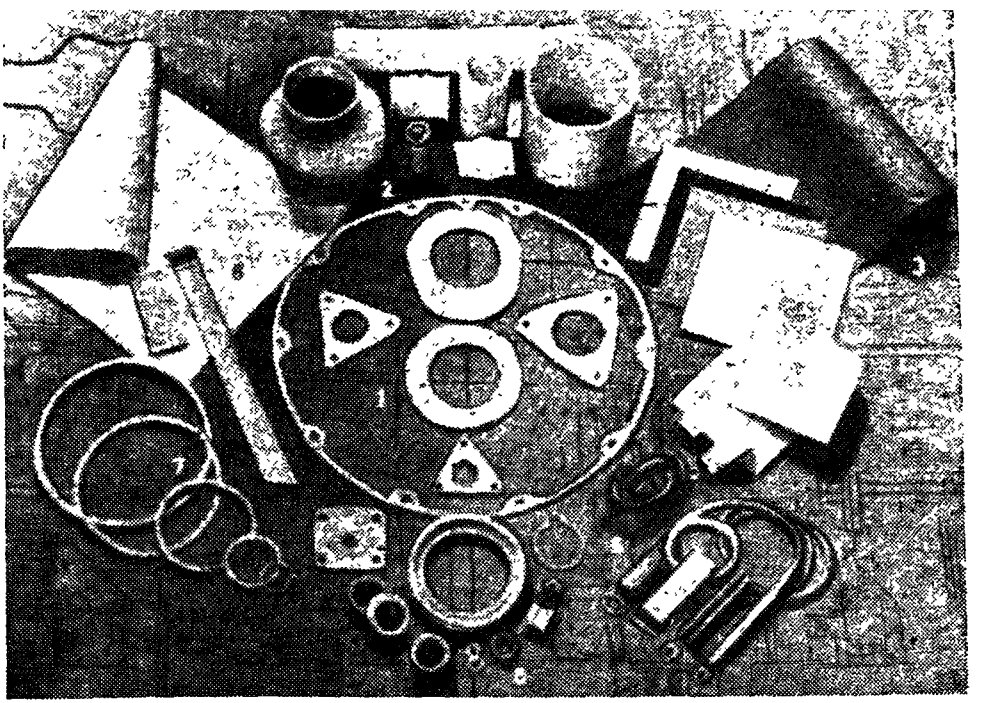
Көптеген фабрикалар машиналардың және басқа да аппаратуралардың майлайтын жабдықтарын тығыздайтын үш түрлі — өрілген, оралған және дөңгелектелген асбестрезиналық құрсаулар өндіреді. Асборезиналық материалдардың асбестен, каучуктен және басқа қосындылардан дайындалатын түрін паронит деп атайды. Паронит әр түрлі көлемді және конфигурациялы металл конструкциялардың қиылысқан жерін нығыздауға қажетті аралық бұйымдар жасауға қолданылады.

Бұл аралық бұйымдардың төзімділігі, беріктігі ерекше. 50 *кг/см*^{2} қысыммен 450°С қайнаған су мен бу, 40 *кг/см*^{2} қысыммен, 400°С дейін қыздырылған мұнай және мұнай өнімдері, 2,5—2,5 *кг/см*^{3} қысыммен — 182°С дейін суытылған сұйық газ тәрізді оттегі өтетін құбырларды жалғастыруда парониттен шыдамды аралық материал әлі табылған жоқ.

Жанбайтын қағаз ақша және асбесткартондар. Асбестен қағаз жасау — ең бір маңызды кезеңдердің бірі болды. Бұл өнер 1700 жылдан бастап белгілі болса да, оны өндірістік мөлшерде өндіру тек XIX ғасырдың бірінші жартысында ғана қолға алынды.

Алғашқы қолдан жасаған асбест қағаздарына қаламмен немесе қарындашпен ғана жазуға болатын еді, бірақ баспа өндірісіне жарамайтын. Кейіннен олардың сапасы біршама жақсарып, Европаның бірнеше елдерінде асбест қағазының отқа жанбайтын қасиеттеріне сүйене

отырып, қағаз ақша да жасалды. Тіпті біздің заманымыздағы қағаз ақшалардың құрамында да біраз мөлшерде асбест бар. Аса маңызды мемлекеттік документтердің бәрі де асбест қосылған қағаздарға жазылады. Өткен ғасырдың орта шамасында Италияда асбестен жасалған қағаздарды жапсырма ретінде қолданған және оларды кітапты қаптау үшін және линолеум жасауға пайдаланған.



21-сурет.
Асбест қағаз және одан жасалған бұйымдар.

Асбест қағаздар мен картондар асбестің 5 және 6 сортынан аздап желім және каолин қосып жасалады. Асбест қағаз бен түрлі картонның пайдаланылатын салалары көп (21-сурет). Өндірістің көптеген салаларында олардан жылуды сақтайтын, электр тогы мен

оттан қорғайтын оқшаулағыштар, құбырлардың түйіскен жеріне салатын цилиндрлердің, электрмоторлардың, трансформаторлардың, генераторлардың бөлшектеріне араластыра төселетін аралық материалдар жасалынады. Өзіміз телевизордан жиі көріп жүрген ғасырдың құрылысы боп есептелетін Уренгой-Батыс Европа газ құбырларын орауға жұмсалатын май сіңірілген жұқа ленталар — битум мен асфальтқа малынған, асбест қағаз. Ал газ және мұнай, су және бу ағатын үлкен диаметрлі металл құбырларды тоттанудан, шіруден сақтап қалу халық шаруашылығына қаншама үнем әкелетінін түсінікті.

Электротехника өндірісі — асбест қағаз-картондарды көптеп пайдаланатын шаруашылықтың бірі. Қазір мұнда қолданылатын ең сапалы асбест қағаздарының бірі — көп қабатты асбогетинакс. Ол жұқа асбест қағаздарының арасына шайыр салып желімдеп, сығымдау арқылы алынады.

В. Е. Синклердің * айтуынша қазіргі әскери противогаздардың бәрі де амфибол-асбестен жасалған фильтр-картондармен жабдықталған. Бұл картондар радиоактивтік тозаңдар мен газдарды, улы бактериялар мен түтіндерді өткізбейді, сөйтіп адамды радиациядан, уланудан сақтайды. Мұндай фильтрлер химия өндірісінде де жаппай қолданылуда.

Асбест пен пластмасса — асбопластик. Ғылым мен техниканың қарқындап өсуі өмірге асбест қосылып жасалған құнды материалдардың жаңа түрлерін әкелуде. Солардың бірі асбест пен әр түрлі шайырлардың арасынан шыққан берік, жеңіл, ыстыққа төзімді «будандар»— асбопластиктер.

Асбопластиктер бірнеше түрге бөлінеді: асбест матасы қосылып жасалғаны — асботекстолит, асбест қағаз қосылғаны — асбогетинакс, асбесткартон қосылғаны — асболит, ал бос асбест талшықтарынан жасалған асбо-

* *Sinclair W. E.* Asbestos, its origin, production and utilization. Mining Publiations, London, 1959.

пластиктер — асбоволокнит деп аталады. Асбопластиктерді фенол-формальдегидті шайырлар мен фуран шайырларын (30—40) асбестпен араластырып, жоғары қысым мен температурада сығымдап немесе белгілі бір қалыптарға құйып жасайды. Асбопластиктер қолданылатын салаларды түгелдей атап шығу өте қиын. Химия өндірісінде олар фаолит* деп аталып, қышқылдар әсеріне төзімді аппараттар, құбырлар, ванналар, плиталар т. б. бөлшектер жасауға жұмсалуда. Қызуға төзімді асбопластиктерден самолеттердің фюзеляждары, қанаттары, бензин бактары да жасалады.

Асбопластиктерден сумен жылытылатын электр станциялардың және атом электр станцияларының электр машиналары, өлшеу приборлары мен басқару пульті орнатылған тақталар, метроның электр поездары мен самолеттер тежеуіштерінің қалыптары, кәдімгі өзіміз күнде көріп жүрген аккумулятор батареяларының жәшіктері дайындалады.

Мұхит айдынында жүзіп келе жатқан алып кеменің каютасында отырсыз делік. Көңіл-күйіңіз тамаша, әсем сазды музыка тыңдап отырсыз. Кенеттен «Өрт!» деген суық сөз саңқ ете қалып, үрейленіп, дүрліккен жолаушылар палубаға көтеріліп, лапылдап жанып жатқан корабльді көрді. Тексере келгенде өрт электр сымдарының оқшаулағышының нашарлығынан шығыпты. Ерте кезде су ортасында келе жатса да өрт шыққан кемені құтқарып алу өте қиын еді. Қазіргі өртке қарсы техниканың дамыған кезінде жағдай мүлде басқаша. Бірақ қандай өрт болса да ол психологиялық, моральдық және материалдық шығынға ұшыратары сөзсіз ғой. Соңғы жылдары кемелерде болатын өрт қаупі асбест материалдарын қолдану арқасында мейлінше азайды.

Өрт қаупін азайтатын жаңа материалдар ішіндегі ең қолайлысы американ ғалымы Джонс Мэнсвил ойлап

* *Егоров И. А.* Кислотостойкий фаолит «Химия», Ленинградское отделение. Л., 1971. с. 3—70.

шығарған маринит деген материал. Ол теңіз суының әсеріне төзімді крокидолит-асбест талшықтарынан, кремнийден және қызуға төзімді пластмассадан жасалған, отқа жанбайды. Осы қасиеттеріне байланысты одан балқыған металдар құятын резервуарлар да жасалып жүр. Маринит өндіретін заводтар Глазгода, т. б. қалаларда жұмыс істеуде. Бұл заводтар шикізат ретінде Оңтүстік Африканың көк асбестісін пайдалану үшін «Кап асбестос» бірлестігімен шарт жасасқан.

Асбест және автомобиль. Егер автомобиліңіз бар болса, салонға төселген кілемді көтерсеңіз, оның асты түгелдей қара замазка жағылып, тегістелгенін көресіз. Оның жабысқақтығы соншалық, тіпті пышақпен қырып алудың өзі қиын. Өйткені ол асбест қосылған битумнан жасалған. Ал енді кузов қанаттарының астына үңілсеңіз, бұдыр-бұдыр қалың замазка шашырата жағылып, үсті бояумен жабылған. Бұл дыбыс өткізбейтін асбест қосылған полимерлі бітеуіш пен бояу. Қораптың үстіне қараңыз. Сіздің машинаңызды тот бастырмайтын, қарағанда адамның жүзі көрінетін, айнадай жарқыраған эмаль-бояудың құрамында да асбест бар.

Бұл асбест бояулар мен бітеуіштердің бір ғана қасиеті. Бірде-бір автомашина, станок, трактор, комбайн, танк, самолет, ракета, велосипед... завод цехтарынан боялмай шықпайтынын ескерсек, асбест бояулар мен бітеуіштер аса маңызды кәделерге жаратылатынын сеземіз. Әрине, бояудың бәрі асбест қосылып жасала бермейді. Бірақ арнаулы мақсаттар үшін: металл беттерін және құбырларды, химиялық аппараттарды, күбілер мен кеспектердің жіктерін бітеу, темір жол цистерналарын тот баспау үшін гуммирлеу, қышқылдар тасылатын және сақталатын металл ыдыстардың ішін сылау, сұңгуір қайықтарды, әскери корабльдердің астын, ылғи су астында болатын темірден жасалған бөліктерін бояуға тек асбест (әсіресе амфибол-асбест) қосылған бояулар мен асбозамазкалар қолданылады.

Асбестің ұсақ талшықтары (микроасбест) аса зор техникалық маңызы бар асбобитумды бояулар мен асболактар жасауға пайдаланылуда. Бұл бояулар әсіресе жерге көмілген су, мұнай, газ, бу құбырларын тоттанудан сақтауда таптырмайтын материал.

Сан қырлы асбестің оқшаулағыштық қасиеттері. Асбест оқшаулағыштарының түрі де көп, қолданылатын салалары да сан алуан. 1862 жылы асбест пен каолиннің және асбест пен диатомиттің қосындысынан алғашқы жылу оқшаулайтын материал алынды. Кейін осы материалдардан сығымдап жасалатын «суперекс» деген жоғары сапалы оқшаулағыш АҚШ-та өндіріле бастады.

1966 жылы оқшаулағыштар тобына «85 процеңттік магнезия» деген жылу сақтайтын асбооқшаулағыш материал қосылды. Бұл оқшаулағыш, сол кездің өзінде-ақ бу қазандарын, құбырларын, суыту камераларын, т. б. орауға жұмсалды. 1873 жылы АҚШ-тың «Кисби энд Мэттисон компани» фирмасы асбомагнезиялық жылу оқшаулағыш шығарумен айналысты.

Жер асты транспортының пайда болуы үйлерді метропоездардың шуынан сақтайтын оқшаулағыштарды қажет етті. Бұған да асбесті пайдалануға тура келді. Қорғасыннан жасалған жапсырмалар оралған асбест табақтар теңдесі жоқ дыбыс оқшаулағыш болып шықты. Кейіннен асбест қосылып жасалған дыбыс өткізбейтін плиталар пайдаланыла бастады. Асбобитумдық материалдар судан және басқа сұйықтардан қорғау ролін атқаруда.

Жылуды оқшаулайтын материалдар жасау үшін көбінесе амфибол-асбестер пайдаланылады. Өйткені түтілген кезде олардың көлемі хризотил-асбест талшықтарының көлемімен салыстырғанда әлдеқайда үлкейеді де, соған сәйкес талшықтар арасындағы жылу өткізбейтін ауа да көбейеді. Соның нәтижесінде бұл материалдар жылуды жақсы ұстайды. Асбестен жасалған

оқшаулағыш материалдар сан алуан болып келеді. Соның ішіндегі ең көп тараған түрі асбест қағаздары. Олар жылуды ұстайтын, электр тогынан және судан қорғайтын оқшаулағыштар.

Жылу оқшаулағыштардың тағы бір түрі — асбест ленталары. Олар, әсіресе жоғары температуралы жылуды сақтау. мақсатымен су мен бу құбырларына екі қабатталып оралады. Ұзын талшықты амозит-асбестен жасалған өте жұмсақ және кеуек арқандар жылуды жақсы ұстайды. Олар көбінесе бу қазандарын орауға ыңғайлы болады. Асбест құбырлары электр және телефон кабельдерін бүлінуден сақтайтын тиімді оқшаулағыш болып саналады. Жоғары температуралы сұйықтар өтетін асбест құбырлары, жылу электр орталықтарында қолданылатын блоктар өте тығыз және берік келеді. Сондықтан олар алысқа тасығанда сынбайды. Оқшаулағыш массалар амозит-крокидолит-асбестердің қысқа талшықтарынан магний карбонаты, кремнозем және 10 проценттей саз балшық қосылып жасалады. Оқшаулағыш массалар химиялық цехтарды сылауға және химиялық ыдыстарға жағуға да пайдаланылады.

Асбест оқшаулағыштардың тағы бір түрі — дыбыс пен суды өткізбейтін, дымқылдыққа төзімді желім қосылған — «шашырататын асбест» деген қоспалы материал. Ол үйдің сырт қабырғаларына, автомобильдер салондарының астына, кемелер каютасының қабырғаларына шашылады.

Асбест және авиация, ракеталар, космос корабльдері... Аталмыш тамаша қасиеттерінің арқасында құпия сырлы «сиқырлы тас» — асбест авиация, ракета, космос корабльдеріне арналған берік бөлшектер жасауға жұмсалатын материалдарға айналды. Америка Құрама Штаттары қорғаныс министрлігінің байқауға алған тізімінде СССР-ге және басқа социалистік мемлекеттерге сатуға тыйым салынған минералдардың ішінде асбестің

болуы да тегін емес. Самолеттер және басқа да ұшатын аппараттар үшін асбопластиктерден жасалған бөлшектердің маңызы зор. Алюминий қорытпаларынан жасалған қанаттары мен фюзеляждарына қарағанда асбопластиктен жасалған осындай материалдар 10 процент тиімді және бірнеше есе арзан болып шықты. «Бристоль Эйркрафт» фирмасының мәліметтері бойынша, асбопластиктер әскери самолеттерге кең пайдаланылуда *. Мысалы, ауыр бомбалаушы самолеттердің истребительдердің өрт қаупі төнген жағдайда әуе кеңістігінде ұшып жүргенде-ақ лақтыратын жанармай бактары, кең аланды зақымдайтын бомбалардың корпустары асбестпен араластырылған пластмассадан жасалады. «Нэшанл Рисерч» фирмасы асбест «киізін» қосып жасаған асбофенопласт «Британия» лайнерінің қанаттары мен еденін, «Комета» самолеті жеделдеткіштерінің корпусын, «Вайскаунт» самолеттерінің шарикті подшипниктерін жасауға пайдаланылуда. Асбофенолды құрамалар самолет және ракеталар бөлшектерін жасауға және олардың бір-бірімен жалғасқан жерін нығыздау үшін қолданылуда. Мұндай аралық бұйымдар 760 градусқа дейінгі температураға төтеп бере алады.

Самолеттердің бензин және май жүретін түтіктері өрт тию қаупі күшті бөлшектері болып есептеледі. Егер олар 95°С температурамен 0,02 *кг/мм*^{2} қысымда от жалынына 15 минут шамасында төтеп берсе, онда отқа төзімді болғаны.

Асбест талшықтары самолеттердің электр жүйесін жабдықтауда да кеңінен қолданылуда. Мысалы, «Хенли Телеграф Уоркс Компани» фирмасы жасап шығарған «докразил» кабелі, Германия Федерациялық Республикасының «Монет Асбестбрахт» фирмасы шығаратын

---

* *Каррол-Порчинский Ц.* Материалы будущего. Изд-во «Химия», М., 1966, с. 127—164.

электр сымдарын оқшаулайтын «Монасбест» препараты пластмасса және желім қосындыларынан жасалған. Мұндай сымдарды самолеттердің реактивтік двигательдеріне де қолдануға болады.

Азаматтық әуе флотындағы және әскери авиациядағы самолеттер жылдамдығының күн санап артуы оларды жасайтын конструкциялық және оқшаулағыш материалдардың қызуға өте төзімді болуын талап етеді. «Джонс Мэнсвил-Корпорейшн» фирмасы жасап шығарған жылуды өте аз өткізетін, 815°С қызуға шыдайтын жаңа материал — «MIN—К» осы талапқа сәйкес жасалған деп ұйғарылуда. «Камко 400» деп аталатын тағы бір материалды жасағанда алдын ала қышқыл ерітіндісімен жуылған амфибол-асбест талшықтары С-271 маркалы силикон желімімен араластырылған. Бұл материал реактивтік самолеттердің ыстық ауа жүретін түтіктерін оқшаулайды.

Асбестен жасалған фрикциондық материалдардан ауыр салмақты самолеттердің тежегіштеріне қалыптар жасау кейбір басқа материалдарды пайдаланғаннан тиімдірек болып отыр. Сондай-ақ ыстық-суыққа бірдей төзімді, тотығудан бұзылмайтын, асбестердің асбофенол қосындысынан әр түрлі климаттық жағдайға жарамды радиолокация техникасының бөлшектері де жасалады. Бұған асбест «киіз» бен фенолдық шайырдан жасалған дюрестос пайдаланылуда. «Хэйвег Корпорейшн» фирмасы іші үш қабат асбофенопластпен астарланған ракета двигателінің жану камерасын жасаған. Ал осы әдіспен жасалған ракетаның от шығатын трубасы 2200°С ыстыққа, жылдамдығы 0,7—1,5 *м/сек* ұйтқыған газ ағысына төтеп береді.

Асбест қосылған материалдардан бөлшектер жасау соңғы жылдары ракета және космос техникасында да кеңінен өріс алуда. Асбестке қосу — қоспалы материал-

дардың оқшаулағыш абляциялық * және конструкциялық сапасын жоғарылататыны анықталған.

Ал енді асбестің абляциялық қасиеті қалай байқалады екен, енді соған тоқталайық.

Асбестердің ең көп тараған түрі хризотил-асбестің құрамында 14 процент су бар. Асбесті 490 градусқа дейін қыздырғанда ол судың бірсыпырасы бөлініп шығады да, суытқанда қайта сіңіріледі. 500°С температурадан артық қыздырғанда су қалмай бөлініп кетеді де асбест осал күйге түсе бастайды. Бірақ асбестің осы қасиеті ракета техникасына өте көп пайда келтіріп жүр. Өйткені, ракетаны сыртқы үйкелістен қорғайтын асбофенолды жапқыштар қызған кезде хризотил асбестен бөлініп шығатын су және фенол шайырының ыдырауы суытуға әсер етеді. Ұзын талшықты хризотил-асбестен тоқыған матаға керамика сіңіріп жасаған асбопластарды 1300—1430 градусқа дейін қыздырумен шыңдағанда асбест пен керамика арасындағы болған реакциядан өте берік және тұтқыр 1600°С жоғары температураға төзімді ракета бөлшектері мен оқшаулағыштар жасауға болатын материалдар алынған.

Осындай қасиеттерге ие болған асбест космос аппараттарына кигізілетін абляциялық белдемшелер жасауға да жарамды болып шықты. Олар асбест және әйнек талшықтарын фенол шайырымен араластырып, 140°С температурада шыңдау арқылы жасалады. Мысалы, осындай белдемшелер АҚШ-та «Титан» ракетасын жабдықтауға жұмсалады. Сондағы «Рейбестос Манхеттен Компани» фирмасы асбест пен әйнек талшықтары-

---

* Абляция — латынша «ablatico» — сыпырып алу. Денелердің үстінен өткен қызған ауа, газ ұйытқымаларының әсерінен массаның азаюы. Абляциялық материалдар космос аппараттарының сыртын, ракета двигательдерінің ішін қатты қызған газ, атмосфераның қалың қабаттарынан өткенде пайда болатын үйкеліс әсерінен қорғайды.

ның қосындысынан «Новоасбестос» деген абляциялық қасиеті бар қағаз және ленталар жасап шығарған. Бұл материалдар ракеталардың ыстық өтетін түтіктерін және арнаулы шағылдырғыш жасауға да, космонавтар кабинасына оқшаулағыш астарлар жасауға да пайдаланылып отыр.

Көп бөлшектер мен оқшаулағыш материалдар ракеталарды бірнеше рет пайдаланғанда да тозбай, берік күйінде қалғаны байқалуда. Мәселен, «Зиппар Тюбинг Компани» фирмасының мәліметтеріне қарағанда «Термозип» деп аталатын электр кабельдері оралған асбест өрмелері 1100 градусқа дейінгі қызуға шыдап, бір космос ракетасын екі рет пайдалануға мүмкіндік берген. Бірнеше рет қайта пайдалануға есептелген «Шаттл» системасындағы космос кораблінің көп бөлшектері асбест қосылған құрама материалдардан жасалған.

Асбест және әшекей бұйымдар. Ал енді кәдімгі өзіміз талдап өткен асбестімізден әшекей бұйымдар қалай жасалады? Ендігі әңгіме сол жайында болсын. Асбестің табиғатта цементтелген қатты түрлері бар. Міне, сол қатты асбестер зергерлік және әшекей бұйымдар жасау үшін нағыз бағалы материалдар екені дәлелденген.

Көне заманнан бері тұрмыста қолданылып келе жатқан жасыл және ақ түсті нефрит сіресіп, тұтаса біткен тремолит-асбест талшықтарынан тұрады. Нефриттен жасалған жүзік-сақиналар, моншақтар, әр түрлі бейнелер қандай көркем десеңізші!

Оңтүстік Африканың крокидолит-асбест кен орындарының жоғарғы жиектерінде кездесетін крокидолиттің жел мен судың әсерінен мүжіліп, кремнеземмен цементтелген түрі — алтын түсті гриквалландитке зергерлер «жолбарыс көзі» деген ат беріп, өте жоғары бағалаған. Ал сол жиектерде кездесетін қатты крокидолиттің көгілдір түстісі — «қыран көзі» деп аталып кеткен. Оңтүстік Африка асбест провинциясының Когас-Вестерберг

ауданында қатты крокидолит өндіретін арнаулы рудниктер жұмыс істеуде *.

Біздегі Жезқазған және Хакас автономиялы облысындағы Оңтүстік Минусинск ойпаттарына шоғырланған родусит-асбест кен орындарында көптеп кездесетін тығыз родусит те декорациялық және зергерлік сапасы жағынан нефрит пен гриквалландиттен кем емес. Қумола кен орнында жүргізілген арнаулы зерттеулер нәтижесінде тығыз родуситтің Қумола синклиналдық құрылымын құрайтын, пермь дәуірінде жаралған тұнба тау жыныстарының (үшбұлақ свитасы) арасында орасан зор көлемде (90 $км^2$) кездесетіні көрінді.

Желілерде тығыз родусит көлемі 0,5—0,7 $м^3$ кесектер күйінде кездеседі. Бұл кесектерде ешбір жарықшақ, қуыс және басқа ақаулар болмайды. Жонып өңдеген кезде тығыз родусит өзімен бірге кристалданған кремнеземнің мөлшеріне қарай «қыран көзі», «волосатик», «Лизеганг сақинасы» деп аталатын текстуралы түрлерге жіктеледі. Олар қысымға, созуға және жонуға өте берік керемет әсем материалдар. Бұл қасиеттері жағынан тығыз родусит нефриттен кем емес.

1960—1961 жылдары академик Қ. И. Сәтбаев атындағы Геология институтының шеберханасында жұмыс істейтін тас өңдеу шебері, бармағынан бал тамған, тастан түйін түйетін Галина Андропова родуситтен жүзім, балерина бейнелерін, сақина, моншақ, запонкалар жасап, бұл минералдың декорациялық және зергерлік құндылығын қосымша дәлелдеді. Сөйтіп тығыз родусит асыл тастар тізіміне жатқызылып, өмірге жолдама алды.

Тығыз родуситтен жасалған әшекей бұйымдардың әдемілігінде шек жоқ.

---

* *Cillers I. I., Freeman A. C., Hodgson A., Taylor H. F. W.* Crocidolite from the Koegas-Westerberg Area, South Africa.—«Economic Geology», v. 56, № 8, 1961.

Қазір тығыз родуситті Бүкілодақтық «Кварцсамоцветы» өндірістік бірлестігінің Талдықорған қаласында орналасқан 111-экспедициясы өндіріп, одан сан алуан бұйымдар жасауда.

Қазақстандағы асбест кен орындары және асбест рудаларын комплексті пайдалану проблемалары

Қазақстан территориясының көлемі жағынан да, қазба байлықтарының молдығы жағынан да Одақ бойынша Россия Федерациясынан кейін екінші орында тұрады. Республиканың жер қойнауынан табылған 90-нан астам пайдалы қазындылардың бірі — асбест. Бізде қазір оның хризотил-асбест, антофиллит-асбест, актинолит-асбест, родусит-асбест, катофорит-асбест және эденит-асбест деген жеті түрі табылды. Бұлардың ішіндегі хризотил, антофиллит, актинолит, родусит-асбестердің ірі өндірістік кен орындары бар. Ал амфибол-асбестердің жаңа түрлері — катофорит және эденит-асбестер алғаш Қазақстан жерінен табылып отыр.

Республика территориясында қазір 20-дан аса ірі асбест кен орындары, 300-ден аса асбест белгілері бар. Сайып келгенде Қазақстан дүние жүзіндегі ірі асбесті өлкелердің бірі екенінде ешбір күмән жоқ. Хризотил-асбест қорының мөлшері жағынан республикамыз Советтер Одағы бойынша екінші орын, ал антофиллит, актинолит, родусит-асбест кендері байлығынан бірінші орын алады. Одақ бойынша өндірілетін хризотил-асбестің төрттен бірін Қазақстан беріп отыр. Республикамызда басқа асбестердің түрлерін өндіруге де толық мүмкіндік бар.

Бүкіл жер шарындағы асбест кендерінің орналасу заңдылығын және ерекшеліктерін мұқият зерттеу нәтижесінде олардың бірнеше өлкелерге бөлінетіні, мәселен,

СССР территориясында Карелия-Кола, Курск-Кривбасс, Кавказ, Орал, Қазақстан, Орта Азия, Алтай-Саян, Алдан, Приморье сияқты 9 асбест өлкесі бар екені анықталды. Ал бұлар жеке асбестік аймақтарға бөлінеді. Аймақтар әр түрлі формацияларға орналасқан кен орындарын территориялық принцип бойынша біріктіреді. Қазақстанда Мұғалжар, Аққарға—Жетіқара, Көкшетау, Жезқазған—Ұлытау, Шу—Іле, Оңтүстік Алтай және Шар деген 7 асбесті аймақ бар. Бұл аймақтарда асбест кендері түгелдей мұқият зерттеліп барланды деп айтуға болмайды. Ол — келешектің ісі. Республикада территориялық өндіріс комплекстерінің өркендеп дамуы, күрделі құрылыстардың, завод-фабрикалардың көбеюі, жаңа химия, мұнай өнеркәсіптерінің пайда болуы бұл игілікті істің қарқынды жүргізілуін талап етеді.

Енді Қазақстан асбест өндірісінің қалыптасуына негіз болып отырған кейбір ірі кен орындарының ерекшеліктері, олардағы асбест рудаларын комплексті пайдалану жолдарын табудың кен орындарын игеруге тигізетін пайдасы туралы әңгімелейік.

Арқадағы асбест алыбы. Қазақстанды асбест қоймасы деп те атауға болады. Республикамыздағы асбест кендерінің ең ірісі — Сарыарқаның солтүстік батысына таман орналасқан Жетіқара хризотил-асбест кені.

1926 жылы А. Н. Гейслер ашқан бұл кен өзі аттас ультрамафитті сілемдерде орын тепкен. Қазіргі кен өндіріп жатқан учаскелер Қостанай облысындағы Жетіқара теміржол станциясынан оңтүстікке қарай 6 *км* жерде. Жетіқара ультрамафитті сілемдерінің геологиялық құрылысы мен онда асбестің жайласу заңдылықтары ірі ғалымдар мен тәжірибелі геологтардың / К. Е. Тарасов, П. М. Татаринов, 1935; Н. Д. Меркурьев, 1942; П. И. Кутюхин, 1948; 1960 т. б. / қатысуымен ұзақ жылдар зерттелген.

1951 жылдан 1964 жылға дейін Н. С. Черемных, Н. С. Круцко, А. П. Степанов, В. Р. Артемов, В. И. Шко-

дин, А. С. Черников және басқалар кірген геологтар коллективі жүргізген іздеу және барлау жұмыстарының нәтижесінде кен орындарының орналасу заңдылығын, морфологиясы және рудалардың түрлері, заттық құрамы мен сапасы туралы көп деректер алынды. 1963 жылы геология-минералогия ғылымдарының докторы В. Р. Артемов басқарған геологтар тобы (А. Р. Ниязов, Л. Я. Шишкова Н. С. Черемных, А. И. Наумов) кен орнын қайта бағалап, асбестің қорын анықтады. 1965 жылдан бері Жетіқара кенінен үзбей асбест өндірілуде.

Жетіқараның асбесті сілемдері протерозой дәуірінде жаралған марьинск кен қабаттарын құрайтын гнейстер мен кварциттер арасына еніп, төменгі палеозой дәуірінде таралған эффузивті және тұнба тау жыныстарынан тұратын қабаттарымен жабылып жатады. Жетіқара ультрамафит алаптары маңайында гранитоидтық интрузиялар кең тараған. Олар ұзындығы 50 *км*, көлденеңі 10 *км* Милютинск батолитін құрайды.

Жаратылу жолдары жағынан Жетіқара кен орны гидротермальдық үлгіге жатады. Профессорлар В. П. Петров пен В. Р. Артемов Жетіқараны граниттік магманың ультрамафиттерге тиюі әсерінен пайда болған асбест кен орындарының ең ірісі деп есептейді. Жетіқара хризотил-асбест кені барланған қоры жағынан Одақ бойынша екінші орын алады. Руда мұнда ашық карьерлік әдіспен өндіріледі. Қазір карьердің терендігі 160 метрге жетті. 1981 жылы 9810 мың тонна руда, оның ішінде 389,4 мың тонна асбест өндірілді.

Аққарғаның болашағы. Жетіқара кенін ашып, оны ел игілігіне жаратқан геологтар мұндағы еңбек табысына қанаттанып, асбест комбинатының ұзақ жылдар жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін жаңа асбест кендерін іздеуге зор ынта-жігермен кірісті. «Алтынды шыққан жерінен іздe» дегендей, олар Жетіқара және оларға едәуір жақын орналасқан Батпан, Аққарға ультрамафит алаптарында іздеу жұмыстарын жүргізе бастады.

Аққарға алабында жүргізілген жұмыстар кезінде геологтар ұзынталшықты ақ асбестке ерекше көңіл бөлді. Ол бойлай қалыптасқан талшықты желілер мен кішігірім теңбілдер түзейтіні белгіленді. Асбест кездесу жағдайлары жағынан да, түсі мен беріктігі жағынан да кәдімгі хризотил-асбестке ұқсас болмай шықты. Бұрын-соңды мұндай асбесті бұл маңайдан кездестірмеген геологтар Қазақ минералдық шикізаттар ғылыми-зерттеу институтына жіберді. Институт ғалымдарының жан-жақты зерттеулері нәтижесінде оның тремолит-асбест екені анықталды.

Бұл асбест сапасының жоғарылығы институт ғалымдарын қызықтырды. 1978 жылдың жазында олар тремолит-асбест кенін көріп, бағалап, қорытынды жасау үшін Аққарғаға барған. Көршілес «Волгоград» совхозының бульдозеристері асбест табылған жердің маңайынан су тоқтататын қазан шұңқыр қазған. Ол орын ультрамафиттегі ақ асбест желілеріне толы болып шыққан.

Мұғалжар антофиллит-асбест кені — қышқылға төзімді асбестердің жаңа базасы. Антофиллит-асбест — асбестердің ішіндегі қышқыл мен сілтінің әсеріне ең төзімдісі. 25 проценттік тұз қышқылына салып, екі сағат бойы үзбей қайнатқанда антофиллит-асбестің бар болғаны 1,5—2 проценті ғана ериді.

Антофиллит-асбест кендері жер шарында өте сирек кездеседі. СССР-де тек Оралдың Сырсерть кен орнында ғана аз мөлшерде антофиллит-асбест өндіріліп, ол түгелдей Владимир химия заводына фаолит жасау үшін жөнелтіледі. Басқа өндірістер Финляндиядан әкелінген антофиллит-асбесті пайдалануда. Сондықтан геологтар алдындағы мақсат — ірі антофиллит-асбест кендерін тауып, қышқылға төзімді асбестердің шикізат базасын нығайту болып отыр.

Бұл проблеманы шешуге Қазақстан геологтары да жаппай ат салысуда. Республикамыздың батысында 1960—1970 жылдары ашылып, зерттелген Мұғалжар

антофиллит-асбесті ауданы асбест өндірісінің жаңа шикізат қорына айналды. Бұл ауданда қазір Бөгетсай, Қитарсай, Ұлыталдық, Қайыңды және басқа да кен орындары барланып, көптеген асбест белгілері табылды.

Мұғалжардағы антофиллит-асбест кен орындарының бәрі де Орал қатпарлы жүйесінің оңтүстік бөлігі боп есептелетін Шығыс Мұғалжар дөңесінде орналасқан. Академик А. А. Абдуллин бұл дөңесті өте қатпарланып, дислокациялық қозғалыстарға, метаморфизмге ұшыраған тау жыныстарынан құралған Орал-Тобыл антиклионорийді деп дәлелдеді. Ультрамафиттердің метасоматикалық өзгеруі оларды қоршаған тау жыныстарының метаморфизмінің ерекшеліктеріне, сатысына байланысты болса, әдетте, бұл тау жыныстары гранулиттік немесе амфиболиттік сатыға дейін өзгерген.

Өзгерген ультрамафиттердің құрамы полиминералды метасоматиттерден тұрады. Осы метасоматиттердің бәрінде де белгілі мөлшерде антофиллит-асбест бар. Антофиллит-асбест рудалары осы метасоматиттердің құрамына, сыртқы пішініне (морфологиясына) қарай ірі жұлдызды, уақ жұлдызды және шоғырлы боп бірнеше түрге бөлінеді. Олардың талшықтануы және талшықтарының өзара орналасуы паркет, шырша, тетраэдр, ромб тәріздес болып келеді.

Антофиллит-асбесті өндіру технологиясы біршама жетілдірілген. Асбестің Владимир химия заводында фаолит бұйымдарын жасау үшін сыналуы жоғары нәтижелі болып шықты. Электроқшаулағыш қағаздар, полимерлік материалдар компоненті ретінде сынаулар да Мұғалжар антофиллитінің сапасы өте жоғары екенін көрсетуде. Мұндағы антофиллит-асбест кендері қоры жағынан Терісуыт кенінен кейінгі екінші орында, ал оның ресурсы Орал кен орындарының қорынан мол деп болжанып отыр.

Мұғалжар антофиллит-асбест рудалары да комплекс-

ті пайдалануға өте қолайлы. Олардың құрамында асбестин, тальк, вермикулит сияқты байыту процестерінде бірге бөлінетін пайдалы компоненттер көп. Антофиллит-асбест кендерін ашық карьерлік әдіспен өндіруге толық мүмкіндік бар. Олардың ішіндегі ең ірісі Бөгетсай кені Батыс Қазақстан темір жолының Ембі станциясына жақын орналасқан. Кен орындарының орналасу жағдайлары Орал кен орындарына қарағанда өндірістік игеруге әлдеқайда қолайлы. Солай бола тұрса да, бұдан 12 жыл бұрын барланып біткен Мұғалжар антофиллит-асбест кен орындарын игеру мәселелері күн тәртібіне қойылмай отыр.

Ешкіөлмес жөнінде бірер сөз. Асбестің әрбір генетикалық үлгілерінің өзіндік ерекшеліктері бар екені мәлім. Мұндай асбестер жер шарының бірнеше континенттерінде ірі кен орындарын түзейтіні де анықталуда. Ол АҚШта, Канадада, Родезияда т. б. елдерде игеріліп, көптеген кәсіпорындарға асбесті жеткізіліп жатады. Осындай немалитті асбест кен орындары Қазақстанның Жезқазған-Ұлытау рудалы ауданында да бар. Солардың бірі хризотил-асбестің карачай генетикалық үлгісіне жататын кен орындарының ішіндегі ең ірісі Ешкіөлмес кен орны болып саналады. Ол өзі аттас ультрамафит алабына орналасқан. Алапты құрайтын перидотиттер мен пироксениттер толық серпентениттенген. Олар родингиттермен және габброның өзгеруінен жаралған пироксен-цоизит-амфибол құрамды метасоматикалық тау жыныстарымен араласып жатады. Асбест бойлай қалыптасқан талшықты агрегаттар түрінде тектоникалық процестерге ұшырап, мыжылған және жарықшақталған серпентиниттерде желілер түзейді. Желілерде асбест талшықтарының орналасу бағытына қарай бойлай қалыптасқан асбест талшықты және көлденең талшықты болып екіге бөлінеді. Кеннің құрамында бар болғаны 5 процент қана көлденең талшықты (уақ желілі) асбест болады. Асбестің рудадағы мөлшері 2,5—2 процентке жетеді, ол 7 сорт-

қа бөлінеді. Осы сорттардың бәрінде де немалит бар. Бірақ оның мөлшері әр сортта әр түрлі. Мәселен, 1 және 2 сорттарда ол 50—70 процентке дейін жетеді. Төменгі сорттарда 5—7 процентке кемиді. Өйткені немалит ерекше сынғақ болғандықтан руданы байытып, асбест бөлу процестерінде іріктелініп, ұсақталып кетеді.

Асбест кендері батыс және шығыс асбесті серпентинеттері деген екі иірімнен тұрады. Асбестің барланған қоры байыту кезіндегі асбестің азаюына енгізілген түзету коэффициентін ескере отырып есептегенде 20 миллион тоннаға жуық. Асбестің мұндай қоры бар кен орындары көптеген елдерде бірден игерілуде. Тіпті алысқа бармай-ақ өзіміздің Жетіқараны алайық. 1961 жылы бұл кен орнынан асбест өндіріле бастағанда оның қоры 11,5 миллион тонна ғана еді. Сонда да игеру кідіріс тапқан жоқ.

Ендеше Ешкіөлмес кені неге бірден игерілмеді? Мұндай сұрақтар, әсіресе осы асбест кені барланып біткен соң көбірек қойылды. Ешкіөлместің тағдырын көп ойлайтын әсіресе жергілікті халық емес пе? Олар сол кен орнын барлауға тікелей қатысып, шурфтар қазған, шахталарда істеген, скважиналар бұрғылаған. Кен орны игеріле бастаса карьерде, фабрикада жұмыс істеп, жаңа өндіріс орталығын салуға да қатысады. Кезінде Жезқазған, Қарсақпай, Марганец (Жезді) сияқты қалаларды олар өз қолдарымен тұрғызған ғой.

Қазақ ССР Ғылым академиясының алғашқы президенті академик Қаныш Имантайұлы Сәтбаев бастаған геологтар мен ғалымдар тобы бұл кенді өндіріске өткізу үшін көп еңбек еткен жоқ па? СССР Мемлекеттік жоспарлау комитеті арқылы ол бірнеше арнаулы мекемелерді Ешкіөлмес кенін қайта бағалап, оны пайдалану жолдарын анықтау ісіне жұмылдырған еді ғой. Жалпы алғанда Ешкіөлмес кенін зерттеп ашқан 11 ғылыми және өндірістік мекемелердің қыруар еңбегін біз бағалаймыз. Өкінішке орай, бұл жұмыстар айтарлықтай нәтиже

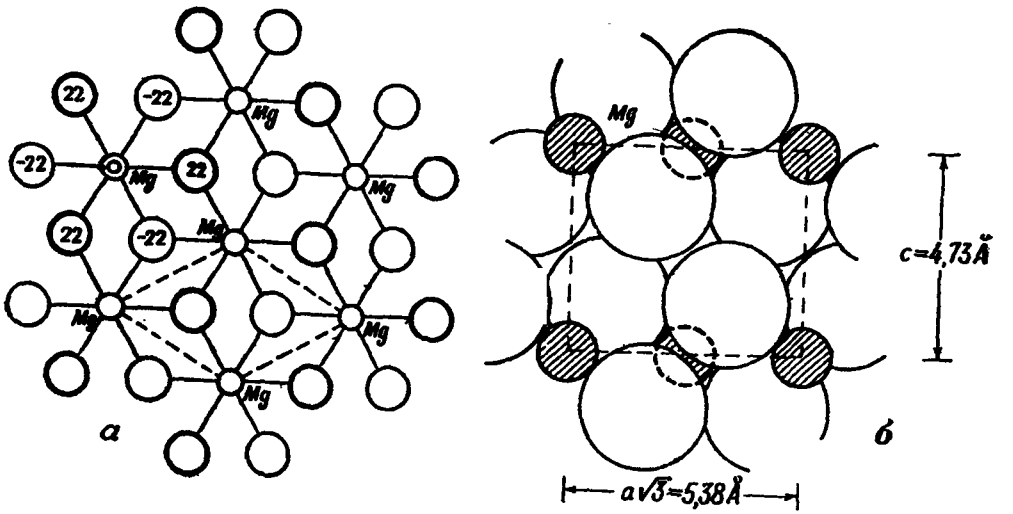
берген жоқ. Зерттеушілер Ешкіөлмес асбестінің сапасының төмендігі құрамында немалит болғандықтан деген қорытындыға келген.

Асбест — серпінді, берік талшықты минерал. Ал немалит асбестпен тұтаса өсіп, асбест талшықтарын цементтейді. Сондықтан осы асбестен жасалған асбестцементтік бұйымдардың созылуға және қысымға төзімділігін сынағанда асбест талшықтары немалитпен жалғасқан жерлерінен оңай опырылып, заттың беріктігін төмендетеді де оны іске жарамсыз етеді. Бірақ осы мекемелердің ешқайсысы да асбесті немалиттен тазалау проблемасымен айналыспаған.

Әрине, бұл проблеманы шешуде Қазақ минералдық шикізаттар ғылыми-зерттеу институты да тыс қалған жоқ.

1963 жылы басталған бұл жұмыстарға институт ғалымдары талдау жасай келіп, асбест пен немалитті бірбірінен бөлу үшін олардың қасиеттерін, құрылымын, ішкі құрылысын салыстыра зерттеді. Осылайша жүргізілген ғылыми және эксперименттік жұмыстар жемісті болып шықты. Істің тетігі осы екі минералдың физикалық және физикалық-химиялық қасиеттерінің қарамақарсы өзгешеліктерінде екен. Мысалы, асбест оңай уатылмайды, немалит тез уатылады, асбест қызуға төзімді, немалит қызуға осал, асбестке қарағанда өте төмен температурада ыдырайды. Асбест төмен қышқылдар ерітіндісіне берік, ал немалит мұндай ерітінділерде толық ериді. Асбест пен немалиттің бұл ерекшеліктері олардың кристалдық-химиялық қасиеттеріне байланысты болады екен. Екі минералдың кристалдық торының құрылысын салыстырғанда мынандай қорытындыға келуге болады: немалиттің кристалдық торында магний және гидроксил иондары тығыз текше боп орналасқан. Қабаттар гидроксил иондары (0001) көлбеуіне қосарласа жататын екі беттен және олардың арасына орналасатын магний иондары бетінен құралады (22-сурет).

Немалит құрылымындағы мұндай ерекшеліктер минералдың оңай уатылатынын, еритінін және төменгі температураларда ыдырайтынын көрсетеді.



22-сурет.
Немалиттің құрылымы. (У. Брегг, 1967).

Ал хризотил-асбестің кристалдық торында магний иондары гидроксил иондарымен жартылай ғана байланысқан. Олар, көбінесе оттегі иондарымен байланысып, берік кремний оттегі қабаттарының арасына орналасқан. Мұндағы магний мен аниондар арасындағы байланыстар немалиттегіге қарағанда әлдеқайда мықты. Сондықтан хризотил-асбест механикалық әсерлерге, қызуға және қышқыл ерітінділері әсеріне немалитке қарағанда әлдеқайда төзімді келеді.

Осы теориялық қағидалар алдымен лабораториялық жағдайда эксперименттер жасап тексерілді. Соның нәтижесінде асбестің қасиеттері толық сақтала отырып, оны немалиттен тазалауға мүмкіндік беретін үш әдіс ұсынылды. Оның бірі — асбест концентратын қышқылдардың сұйық ерітінділерін салып шайқау арқылы не-

малитті іріктеп еріту; екіншісі — асбест концентратын 400 градусқа дейін қыздыру арқылы немалитті іріктеп ыдырату; үшіншісі — асбест концентратына механикалық әсер етіп, немалитті іріктеп уату әдістері.

Лабораториялық жағдайда жасалған бұл әдістерді өндіріске енгізу үшін көлемді тәжірибелер жасап, қайта тексеру қажет болды. Бұл жауапты іске автордан басқа институттың тәжірибелі мамандары: инженер-химик И. А. Соколова, инженер-технолог К. А. Белобородова, жас маман М. Е. Жүсіпов қатысып, өз үлестерін қосты. Институттың Гранитогорск тәжірибе-методикалық экспедициясында жүргізілген жартылай өндірістік сынаулары ұсынылған әдістердің дұрыстығын дәлелдеді.

Осы зерттеулер нәтижесінде Ешкіөлмес асбестінің сапасының төмендігі немалитпен бірігіп кеткенінде ғана емес, оның тектоникалық процестер кезінде өзгеріске ұшырап осал күйге түсуінен де болатындығы анықталды. Олай болса немалитті асбестен бөлу үшін ең қолайлы әдісті таңдап алу керек. Ол үшін химиялық әдіс қолдану қажет. Немалит 5 процент тұз қышқылы, 2—5 процент азот, 5—0,05 процент күкірт, 10—20 процент сірке қышқылдары ерітінділерімен тез шайылып кетеді. Бірақ одан да тиімді жол ізделді. Жезқазған өңірінде судың аз болатыны да ескерілді. Сонымен тұжырымдаған ой мен қабылдаған шешім былай болды: біріншіден, қышқылдың аты қышқыл. Шайқау процестерінде ол асбестке де әсер етіп, оның сапасын төмендетуі мүмкін. Екіншіден, Жезқазғанда тұз, азот, сірке, күкірт қышқылдарын өндіретін цехтар жоқ. Олай болса бұл қышқылдарды сырттан әкелу — асбестің өзіндік құнын жоғарылатады. Сонда не істеу керек?

Жезқазған мыс комбинатының құбырларынан мыс рудаларын қорытқанда бөлініп, ауаны бұзып жатқан күкіртті газ бар. Егер осы газ асбест тазартуға пайдаланылса, асбесті шаю режимі өзгеріп, оның қасиеттерін түгел сақтап қалуға, ауаны зиянды газдан тазартуға,

сырттан қышқыл тасу мұқтаждығынан құтылуға мүмкіндік туады.

Су үнемдеу мәселесіне де назар аударған жөн. Асбест концентраты салынып, су толтырылған реакторға белгілі мөлшерде күкіртті газды жібергенде, біртіндеп күкірт қышқылы пайда болып, немалитті еріте бастайды. Тазарған асбесті вакуум сүзгі арқылы сүзіп алған соң, сол су тағы да немалит шаюға он рет пайдаланылуға жарайды. Бұл процесте су үнемделумен қатар, магнийдің жаңа қоры да алынады. Суды қайтадан пайдаланған сайын немалит ерігенде пайда болған магний сулфатының концентрациясы ұлғайып, ерітінді қоюлана бастайды. Он рет айналған соң осы тұзға қоюланған ерітінді цех ішіндегі арнаулы ыдыста буландырылады. Бу суға айналады да, тұнған магний сульфаты магний өндірілетін шикізат ретінде жинала береді. Сөйтіп, бастапқы кездегі «зиянкес» немалит енді магний өндірілетін пайдалы шикізатқа айналдырылады. Экономистердің есептеуі бойынша, асбесті немалиттен тазарту процестері кезінде магнийды қосымша алу жылына 6,5 миллион сом үнем береді екен. Енді Ешкіөлмес хризотил-асбест кені ғана емес, комплексті асбест-немалит кеніне айналуы болжанып отыр. СССР өнертабыстар мен жаңалықтар ашу істері жөніндегі мемлекеттік комитеті осы асбесті немалиттен тазарту әдістерін жаңалық деп тауып, оларды 5 авторлық куәлікпен бекітіп, тізімге тіркегенін де айта кеткен жөн.

Немалиттен тазартылған асбест жақсы тарамдалады. Оның талшықтары өте жіңішке, жібек жіптей сербінді және берік. Лабораториялық және жартылай өндірістік сынаулар арқылы тазартылған асбестің жіп иіріп, мата тоқуға, қағаз, асборезиналық және асбестцементтік бұйымдар жасауға жарамдылығы да анықталды. Тек асбоцементтік бұйымдар жасағанда Ешкіөлмес асбестін басқа асбестерге қарағанда цементке көбірек қосу керек екені байқалды. Институттың арнау-

лы технологиялық ғылыми және өндірістік мекемелермен бірлесе жүргізген зерттеулері Ешкіөлмес асбестін немалиттен тазартпай-ақ пайдалану жолдарын да табуға септігін тигізді. Мысалы, асбестке қарағанда немалитте конституциялық су екі жарым есе көп (32 процент). Бұл немалитті асбест қосылып жасалған бұйымдардың қызуға, отқа төзгіштігін екі есе арттыратын көп эксперименттермен дәлелденген. Сондықтан да немалитті асбест қызуға және отқа төзімді герметиктер, отқа жанбайтын бояулар жасауға бірден-бір керекті материал болып отыр.

Ешкіөлмес өте ыңғайлы географиялық жағдайда, өндіріс индустриясы өркендеген Жезқазған-Ұлытау өлкесінде орналасқан. Арқалық-Жезқазған автотрассасы оның солтүстік учаскесін кесіп өтеді.

Ал Ұлытау өңірінде Ешкіөлмес сияқты ультрамафитті алаптар аз емес. Олар Ешкіөлмеске жақын орналасқан. Бұл алаптардың бәрінде де асбест бар екені анық. Ешкіөлмес кенін игеру — арқадағы екінші асбест алыбының тууына жол ашуы ықтимал.

Жезқазған родуситі — әмбебап асбест. Қойнауы қазба байлыққа толы Жезқазған жерінің тағы бір қазынасы 60-жылдары барланып, 1982—1983 жылдары қайта бағалаудан өткен көгілдір асбест — родуситтің кен орындары болатын. Олар Жезқазған ойпатының батыс шетіндегі Қумола синклиналдық құрылымында орналасқан. Мұндағы родусит рудалары қатал стратиграфиялық және литологиялық ерекше жағдайда төменгі пермь дәуірінде тек тайыз су бассейндерінің шөгінділерінен пайда болған, Үшбұлақ сілемін құрайтын ала түсті тұнба тау жыныстарына шоғырланған. Осы сілемде көлденең кесілген жерде алма-кезек кездесіп отыратын мергель, аргиллит, алевролит құмтас, т. б. аралас тау жыныстарының түрлері бірде сұр, қара-сұр, қара, бірде қоңыр қызғылт, қызыл, ақсары болып өзгерген.

Аэрофото және космос кеңістігінен түсірілген суреттерде немесе мұқият жасалған геологиялық карталарда Үшбұлақ сілемін құрайтын тау жыныстары синклиналь немесе антиклиналь құрылымдарының қанаттарында қысқа тербелісті жарылыстарда кесілген уақ қатпарлар түзейді. Ал синклиналь шегіндегі родусит рудалы тау жыныстары жеке-жеке көлдердің көмескі орындарын бейнелейтін құрылымдарға бөлінеді. Осы бір фактінің өзі қазіргі родусит кендері орналасқан тау жыныстарының пермь дәуірінде Қумола синклиналінің орнында болған тайыз теңіз бұғаздары мен лагуналар шөгінділерінен пайда болғанын айқындай түседі.

Родусит рудалары конкреция, псевдоморфты теңбілдер және ірі-ұсақ желілер күйінде кездеседі. Үшбұлақ сілемін құрайтын тау жыныстарының ішінде руданың және родусит түрлерінің таралу заңдылықтары ерекше көзге түседі. Мысалы, родуситтің конкрециялық түрде кездесуі бұл минералдың тау жыныстарының шөгінділерден қалыптасуының бастапқы сатысы — диагенез процестерінің әсерінен пайда болғанын байқатады. Родусит псевдоморфозаларының тау жыныстары қабаттарының үстіңгі учаскелерінде кездесуі және осы қабат терендеген сайын псевдоморфозалардың сиреқсуі псевдоморфозалардың алғашқы көзі глауберит пен тенардиттің тек тайыз лагуналарда кристалданғанының белгісі болып табылады.

Бұл екі тау жынысы физикалық қасиеттеріне қарай родуситтің талшықты түрі көбінесе аргиллиттерде, ал тығыз түрлері құмтас жиектерінде кездеседі. Жер сілкіну, қатпарлану процестерінде аргиллит өте тығыз болғандықтан тек сұйық коллоидты ерітінділерді ғана өткізеді де, коллоидтен, жарықшақтарға тұнған гельден родусит-асбест талшықтары кристалданады. Ал құмтас саңылаулары кең болғандықтан ол арқылы қою коллоид ерітінділері де өтіп, жарықшақтарға толған гельден әр түрлі кезеңдерде тығыз, түйіршікті, картон тәріздес

және борпылдақ родуситтер пайда болады. Ең алдымен родусит конкрециялары, содан соң псевдоморфозалар, ең соңында тығыз, түйіршік родусит желілері жаралған. Родусит рудаларының осылайша сатылап жаралуын кен орнының учаскелерін картаға түсіргенде немесе шурфтар мен карьерлерді жан-жақты тексергенде толық анықтауға болады.

Академик А. В. Сидоренко минералдық шикізаттарды комплексті пайдалану проблемасына көп көңіл бөлген ғалымдардың бірі. Бұл проблема шешілсе «...жақын арада қазба байлықтардың бәрі де комплексті өндірілетін болады; рудалардағы «басты минерал», «қалдық» деген түсініктер жойылады — тек керек компененттері көп немесе аз рудалар деген ұғымдар қалады» — деп жазды ол *.

Кен орындарын барлық пайдалы компоненттерді ескере отырып бағалауға, рудаларды комплексті пайдалануға, руда өндіруде қалдықсыз технология принциптерін нығайтуға, СССР Геология министрлігі мен Қазақ ССР геология министрлігі мыңдаған геологтар мен кен өндірушілер коллективтерін бағыттауда.

Партиямыздың XXIV, XXV, XXVI съездерінің қарарларында, СССР Министрлер Советінің қаулыларында, СССР Жоғарғы Советінің сессияларында қазба байлықтарды комплексті және толық пайдалану маңызы аса зор жалпыхалықтық іс деп атап көрсетілген. Осы тұрғыдан алғанда Жезқазғанның родусит кендерін комплексті пайдалануды онан әрі жетілдіре түсу кезек күттірмейтін мәселе.

Микроталшықты родусит-асбесті жиектердің үстіңгі және астыңғы қабатындағы учаскелерде, көбінесе өнікті жиектерден жоғарыда ұшырасады. Кейбір жерде оның мөлшері 50 процентке дейін жетеді. Асбесті мол жиектерде микроталшықты родуситтің мөлшері родусит-

* *Сидоренко А. В.* Геология — наука будущего. «Знание», М., 1964; стр. 50.

асбест мөлшерінен 10—20 есе көп болуы мүмкін. Сондықтан оның қоры әбден барланған және алдын ала барлау жүргізілген кен орындарында родусит-асбестен кем дегенде 100 есе артық болатыны іс жүзінде көрінуде.

Қазақ минералдық шикізаттар ғылыми-зерттеу институтының арнаулы мекемелермен бірге жүргізген көп жылдық ғылыми-зерттеулері нәтижесінде микроталшықты родусит пайдаланылатын 20-дан аса салалар анықталып, 30-дан аса тұтынушылар белгіленгенін, микроталшықты родуситтің техникалық документтері жасалып, өндірістік сыннан өткізіле бастағанын да айта кеткен жөн. Микроталшықты родуситті келешекте жылдық пайдалану мөлшері қазір 3—4 мың тоннаға жуық болады деп шамаланып отыр. Бұл келтірілген фактілерге қарап родуситті амфибол-асбестер ішіндегі әмбебап асбест десе де болады.

Родуситтен жасалған бұйымдарды СССР өнертабыстар мен жаңалықтар ашу істері жөніндегі мемлекеттік комитеті жаңалықтар тізіміне тіркеп, бірнеше авторлық куәліктер бергені мәлім.

Тәжірибе алмасу мақсатымен Бүкілодақтық халық шаруашылығы жетістіктері көрмесіне қойылған Қазақстан асбестері, минералогия-технологиялық зерттеу жөніндегі экспонаттар алтын, күміс, қола медальдарға ие болды, Қазақстан халық шаруашылығы жетістіктері көрмесі бұл зерттеулер үшін институт ғалымдарына бірінші және екінші дәрежелі дипломдар берді.

Жасанды асбест өндіру. Асбест ресурсы аз елдерге жасанды асбест өндірумен шұғылдануға тура келді. Ең алдымен ғалымдар бұл үшін асбест құрамына кіретін тотықтарды жеке-жеке жинап, оларды синтезделетін минералдағы (асбестегі) стехиометриялық мөлшерге сәйкес араластырып, белгілі бір температура мен қысымда кристалдандырды. Мұны жүзеге асыру үшін көп жыл эксперименттер жүргізу қажет болды.

Жасанды асбест алу жолындағы алғашқы экспери-

мент ең алдымен Германияда жүргізілді. Бұл зерттеулердің мақсаты — асбестпен жұмыс істейтін өндіріс саласын шетелдерге тәуелдіктен құтқару болатын. Осы бағытта аянбай еңбек еткен неміс ғалымдары Людке мен Шейман 30 жылдары крокидолит типті амфибол-асбест талшықтарын пневматолиттік әдіспен синтездеді. Бұл әдісті қолдана отырып, Германияда жартылай өндірістік масштабта сілтілі фторамфибол-асбест өндіру жүзеге асырылды. Деректерге қарағанда, мұнда екінші дүние жүзілік соғыс жылдары жылына 100 тонна асбест өндіретін қондырғы жұмыс істеген. Людкенің жасанды асбестерінің сапасы табиғи асбестерге қарағанда әлде қайда нашар болған еді.

Жасанды асбест алуға арналған ғылыми зерттеулерге Жапонияда да көп мән берілуде. Мұнда Х. Сайтонның жүргізген эксперименттері нәтижесінде талшықтарының ұзындығы 1 см. жететін фторкрокидолит алынды.

АҚШ-та жасанды асбест өндіру мақсатында көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілуде. Вашингтондағы Карнеги институтында стратегиялық мақсаттар үшін қажетті көгілдір асбестерді синтездеу кезінде рибекит, магнезиорибекит және глаукофан секілді минералдардың белгілі бір дәрежедегі қысым мен температурада пайда болатындығы анықталды. Синтезделген асбестің родуситке ұқсас екендігі дәлелденді.

Біздің елімізде де жасанды асбест алу үшін көптеген ғылыми-зерттеу жұмыстары, лабораториялық және жартылай өндірістік эксперименттер жүргізілуде. СССР Ғылым академиясының Ленинградтағы Н. В. Гребенщиков атындағы Силикаттар химиясы ғылыми-зерттеу институтында (А. Д. Федосеев, А. Ф. Григорьева, Т. М. Макарова, Э. М. Қорыткова, О. Г. Чигарева), СССР Ғылым Академиясы Геология және геофизика институтының Сібір бөлімшесінде- (Д. В. Калинин, Н. Д. Денискина, Г. Г. Лохова) рихтерит, актинолит, ферроактинолит т. б. амфибол-асбестер алынып, олардың қасиеттері зерттелді.

Амфиболдардың кристалл торындағы X және У позицияларда тұрған (12-сурет) Na, Mg, Ca иондарын Co, Ni, Ce иондарымен ауыстыру нәтижесінде асбестің табиғатта бұдан бұрын кездеспеген күлгін, сары, қызғылт түрлері алынды.

Амфибол-асбест пирогендік және гидротермалдық әдіспен алынады. Асбест кристалдарының өсу жолдары, құрамы әр түрлі. Алғашқы тотықтардан жинақталған шихтаны қорыту арқылы синтезделгендіктен пирогендік асбестер құрамында су болмайды. Гидроксил тобы мұнда түгелдей фтормен ығыстырылады.

Асбест жасымық, ине тәрізді, бір ортадан жан-жаққа тараған және ұйысып тұтасқан талшықтар түрінде кристалданады.

Жасанды асбестердің пайдалы қасиеттері табиғи асбестерден кем емес. Олардың құрамында зиянды қоспалар, шаң-тозаң жоқ. Экспериментті белгілі бір мақсатпен жүргізе отырып, алынатын асбестің қасиеттерін алдын ала белгілеуге болады.

Тағы бір айта кететін жай, синтезделген амфибол-асбест күні бүгінге дейін тотықтарды минерал стехиометриясына сәйкес белгілі бір пропорциямен қосып жасаған шихталарды балқытып немесе қыздыру арқылы алынып келеді. Асбесті өндірістік жағдайда өндіру қажет болған кезде реакциялық қосындылар жинап, шихта құру өте көп шикізат пен қаржыны керек ететіні даусыз. Мұндай қосындылардан алынған асбестің өзіндік құны да тым жоғары болады. Ендеше жасанды асбест өндіру үшін бұдан басқа ұтымды әдіс бар ма? Әрине, бар.

Ұзақ жыл жүргізілген зерттеулер өте тиімді әдіс табуға мүмкіндік берді. Егер біз жасанды асбестерді реакциялық қосындыларды өңдеу арқылы емес, асбестке құрамы жақын, табиғи магнезиялдық силикаттарды қайта кристалдандыру арқылы алу әдістерін тапсақ, жасанды асбестердің құны 10 есе төмендейтін болады. Ал кристал-

дық амфиболдар мен магнезиалды тау жыныстарының қоры біздің елімізде мол.

Осы ұсыныстың дұрыстығын дәлелдеу мақсатында біз амфибол-асбестің табиғатта кең тарап, өмірде пайдаланып жүрген түрлерінің химиялық құрамын амфиболдардың талшықтанбаған түрлерінің құрамымен салыстырудан бастадық. Көптеген анализдерді «Минск-32» электрондық-есептеу машинасының көмегімен теңестіре өңдегенімізде, бұл минералдар морфологиясының айырмашылығы химиялық құрамына тікелей байланысты екенін байқадық. Амфиболдың морфологиясы оның химиялық құрамындағы компоненттерінің мөлшеріне байланысты болып шықты. Амфибол-асбест пен кристалдық амфиболдарды салыстырып, алынған тотықтардың орта санын теңестіргенде өзара айырмашылықты көрсететін белгілі бір сан алынды. Оны біз «талшықтану коэффициенті» деп атадық.

Бір сөзбен айтқанда жасанды асбест өндіру әлі күнге дейін лабораториялық тәжірибеден аса алмай отыр. Бұл проблеманы шешу «сиқырлы тастың» терең жатқан сырларын ашып, оны мол өндіруге жол ашпақ.

Асбестің болашағы

Асбесті пайдаланатын салалардың көбеюіне байланысты одан бұйымдар жасау технологиясы мен аппаратуралары жаңартылып жақсаруда.

Соңғы жылдары асбест темір жол төсемдеріне кеңінен пайдаланылуда. Ағаш шпалдарды асбест-цемент шпалдарға ауыстыру — олардың пайдалану мерзімін арттырып, көп қаржы үнемдеуге көмектесуде.

Темір жол және метро вагондарының сырғанап ашылатын есіктерін, траверстерін, букс жақтарын, тағы сол сияқты үйкеліс әсеріне көп ұшырайтын бөлшектерді қорғау үшін жаңа «феробестос» атты асбопластиктерді қолдану көптеген металдарды үнемдеуге көмектесуде.

Асбест қосып жасалған жаңа фрикциондық және оқшаулағыш материалдар көп-ақ. Олар ракеталар, самолет, спутниктер жасауға пайдаланылуда.

Мыңдаған километр асбест-цемент құбырлар су, бу, мұнай, газ, ауа жүргізу үшін, электр және телефон кабельдерін қорғау үшін төселуде. Олар отқа жанбайды, тоттанбайды, бүлінбейді. Су мен ауаны бактериялардан қорғайды.

Асбестің әмбебап минерал екенін мына бір жайлардан да көруге болады. Мәселен, оның кәдімгі сигареттерге фильтрлер жасауға қолданылатынын әркім біле бермейді. Ал асбест ұнтақтарын хирургтар жүрекке операция жасағанда пайдаланады дегенге сену қиын. Бірақ бұл — шындық.

Алаулап жалын атып, от шашып тұрған жанартаулардың кратеріне геологтар тек асбест костюмін киіп қана бара алады. Ал фильмдер түсірген кезде жанып жатқан оттан өтіп, «соғыс» қимылдарына араласу артистер мен каскадерлерге асбест костюмінсіз мүмкін емес.

Асбестің болашағы өте зор. Ең алдымен асбест — адамдар үшін нағыз қорғаныс материалы. Ол адамдарды радиациядан, әр түрлі бактериялардан, оттан, қызудан, электр тогынан, шудан, қышқыл мен сілтілер әсерінен қорғайды. Асбест — техникалық прогрестің шарты. Техниканың қай саласы болса да асбестсіз өркендей алмайды.

Табиғи асбестер әлі көп жылдар бойы болашақтың әмбебап материалы болып қала бермек. Өйткені, осы уақытқа дейін жасалған талшықты материалдар асбестерді барлық қасиеттері жағынан толық ауыстыра алмайды. Ал жасанды асбестер өндіру жұмыстары лаборатория табалдырығынан аттап шыға алмай келеді. Дегенмен келешекте үміт күттіретін материалдар осы жасанды асбестер. Тек солар ғана асбестердің орнын баса алады.

Сондықтан асбест кендерін іздеп тауып, олардың қорын көбейту жұмыстарын мұқият жүргізумен қатар, жасанды асбест алу бағыттарындағы зерттеулерді де тоқтатпаған жөн. Әсіресе, жасанды асбестердің қоры шексіз мол табиғи тау жыныстары мен материалды қайта өңдеу арқылы алу әдістерін жетілдіру өз жемісін беріп, адам келешекте асбестің сан алуан түрлерін өзіне керек мөлшерде қолдан жасап алатын болады. Сөйтіп, бұл жұмбақ тас адам баласына ғасырлар бойы қызмет ете беретініне кәміл сенеміз.

Пайдаланылған терминдер мен ұғымдардың қысқаша түсіндірмелері

АКСИНИТ — құрамында бор қышқылы бар күрделі силикат; магматикалық, метаморфтық және тұнба тау жыныстарында желі және теңбілдер түзеді.

АЛЕВРОЛИТ — құрамында 50 процентке дейін, ірілігі 0,01 мм сынба бөлшектер бар біртұтас қалыптасқан тұнба тау жынысы.

АЛЬБИТ — дала шпаттарын құрайтын изоморфтық қатардағы сілтілі метасоматиттер, пегматиттер, эффузивтер және желілі тау жыныстары — альбититтер құрамына кіретін минерал.

АМФИБОЛДАР — магматикалық, метаморфтық және тұнба тау жыныстарында жиі кездесетін магний, темір, алюминий, натрий, кальций силикаттарын құрайтын минералдар тобы.

АМИАНТ — талшықты амфиболдардың жинақы аты.

АМОРФТЫ МИНЕРАЛДАР — атомдары мен иондары ретсіз орналасқан минералдар тобы. Бұл минералдар уақыт өткен сайын кристалдық қалыпқа ауысып отырады.

АМФИБОЛИТ — амфиболдар мен дала шпаттарынан тұратын метаморфтық тау жынысы.

АНДЕЗИТ — құрамында андезин, биотит, пироксен, кейде кварц кіретін орта негізді тау жынысы.

АНТИКЛИНАЛЬ — тұнба, метаморфтық және эффузитивтік тау жыныстарының қалыптасу формасы — астыңғы (ішкі) жағы көне, сырты кейін пайда болған тау жыныстары қабаттарының дөңбектене иілген қатпарлары.

АПОГИПЕРБАЗИТТІК ПРОЦЕСТЕР — ультранегізді тау жыныстарының (дунит, перидотит, пироксенит) серпентинитке айналуы.

АПОСЕРПЕНТИНИТТІК ПРОЦЕСТЕР — серпентиниттердің тальк-карбонатты, тальк-тремолитті, акинолит — хлоритті метасоматиттерге айналуы.

АРГИЛЛИТ — су тигенде езілмейтін, диагенез және эпигенез процестері кезінде сазбалшықтың сығымдалып тығыздалуынан пайда болған тұнба тау жынысы.

АРФВЕДСОНИТ — сілтілі амфибол. Магматикалық сілтілі тау жыныстары мен пегматиттерде кездеседі.

БЕРИЛЛ — құрамында алюминийі мен бериллийі бар күрделі силикат, граниттер мен пегматиттер қуысында алты қырлы жасыл, мөлдір кристалдар түрінде кездеседі.

БИОТИТ — қоңыр түсті слюда, калий, магний, темір және алюминий силикаты.

БИМЕТАСОМАТОЗ — үйлесе қалыптасқан химиялық құрамы әртүрлі екі тау жыныстарының өзара метасоматикалық процестерге ұшырауын бейнелейтін термин.

ВЕРМИКУЛИТ — жез түсті слюдаға ұқсас минерал. Әртүрлі метосоматиттер құрамында слюдалы минералдардың гидраттануынан пайда болады.

ВИСКЕРСТЕР — жасанды түрде алынатын жіп тәріздес минералдар. Синонимы — «жасанды мұрттар».

ВУЛКАН — жотасында кратері (тесігі) бар жер қойнауынан атқылап шыққан лавалар мен пластикалық материалдардың (тау жынысы сынықтары) үйілуінен пайда болған төбелер.

ГЕНЕТИКАЛЫҚ ҮЛГІ — белгілі бір ұқсас жағдайда пайда болатын кен орындарының тобы.

ГАББРО — негізгі құрамды магматикалық тау жынысы: құрамында пироксен және плагиоклаз сияқты минералдар бар.

ГАЛИТ — қайнатпа ас тұзы.

ГЕЛЬ — поллоидты бөлшектердің тұнуынан пайда болатын өте ұсақ дисперсті система.

ГЕОХИМИЯ — химиялық элементтердің жер қыртысында тарау (топталу және шашырау) және қозғалу процестерін зерттейтін ғылым.

ГИДРОКСИЛЬДІК БАЙЛАНЫС — кристалдар құрамындағы катиондардың гидроксиль иондары арқылы жалғасуы.

ГИДРОТЕРМАЛЬДЫ ЕРІТІНДІЛЕР — жер қыртысына енген магмалардың суынуы немесе қатаюы кезінде бөлініп шығатын су ерітінділері.

ГИДРОЦИКЛОН — асбест талшықтарын уатылған тау жыныстарынан суда бөлетін аспап.

ГЛАУБЕРИТ — тұзды тұнбаларда кездесетін кальцийдің және натрийдің қоспа сульфаты.

ГЛАУКОФАН — сілтілі амфиболдар тобына жататын натрий, магний, алюминий силикаты.

ГНЕЙС — кварц пен плагиоклаздан тұратын тақта тасқа ұқсас метаморфтық тау жынысы.

ГРАНИТ — кварц, дала шпаты, биотит, мусковиттен тұратын толық кристалданған магматикалық тау жынысы.

ГРАНИТОГНЕЙС — сырттай гнейске ұқсап тақталанған гранит

ГРИКВАЛАНДИТ — кремнеземмен цементтелген немесе ығыстырылған крокидолит.

ГРЮНЕРИТ — темір және магний құрамды грюнерит-куминг-тонит изоморфтық қатарына кіретін амфибол.

ДАЛА ШПАТТАРЫ — минералдар. Қаркасты силикаттар то-

бына кіретін альбит — анортит және калийлі шпаттар қатарын түзетін минералдар тобы.

ДАТОЛИТ — бор мен кальцийдің сулы силикаты. Эффузивті тау жыныстарында, скарндарда кездеседі.

ДЕВОН ДӘУІРІ — палеозой эрасындағы төртінші геологиялық период. Ұзақтылығы 60 миллион жыл.

ДЕГИДРАТАЦИЯ — минералдардан немесе тау жыныстарынан судың бөлініп шығу процесі.

ДЕЛЬТА — өзеннің теңізге құяр жеріндегі бір шеті ғана теңіз суымен шайылып жататын құрлық. Сырт пішіні гректің дельта әрпіне ұқсастығына байланысты аталған.

ДЖЕСПИЛИТ — терең метаморфталған тұнба және вулканогендік тұнба кварц-магнетитті немесе кварц-гематитті тау жыныстары.

ДЕЛЮВИЙ — қырқалардан жауын және қар суларынан шайылып тау етегіне үйілген құмтас, сазбалшықтар жиынтығы.

ДИАГЕНЕЗ — теңіз немесе көл түбіне шөккен тұнбалардың біртіндеп нығыздала келіп қатты тау жыныстарына айналу процесі.

ДИАГНОСТИКАЛЫҚ БЕЛГІ — минералды анықтаудағы оның ерекшеліктері, тану белгілері.

ДИАТОМИТ — құрамында 50 процентке дейін су жәндігі диатомий тас қабығы бар ақ түсті кремнийлі тұнба тау жынысы.

ДИСЛОКАЦИЯ — тектоникалық қозғалыс күштерінің әсерінен жер қыртысының жеке учаскелерін құрайтын тау жыныстары көлемі мен формасының өзгеруі.

ДОЛОМИТ — минерал, кальций мен магнийдің көміртек қышқылды қоспа тұзы; доломиттен құралған хемогендік тұнба тау жынысы.

ДУНИТ — оливиннен құралған ультрамафитті тау жынысы дуниттерде 3 процентке дейін хром минералы — хромшпенелидтер кездеседі.

ЖАДЕИТИТ — моноклиндік пироксен жадеиттен құралған тау жынысы. Әшекей және зергерлік бұйымдар жасауға қолданылады.

ЖЕДРИТ — антофиллит-жедрит изоморфтық сериясына кіретін амфибол.

ЖЕЛІ — тау жыныстарындағы жарықшақтарды минералдар агрегаттарының толтыруынан пайда болған геологиялық дене.

ИЗОМОРФИЗМ — кристалдар мен минералдар құрамына кіретін химиялық элементтердің бірін-бірі ығыстыру қасиеттерін бейнелейтін құбылыс.

ИНТЕГРАЦИЯ — мемлекетаралық экономикалық одақтардың құрылуы.

ҚАЛЬЦИТ — минерал, карбонаттар класына кіретін кальцийдің көміртекті тұзы.

ҚАОЛИН — магматикалық тау жыныстарының (гранит, гранодиорит, габбро т. б.) мүжілуі әсерінен пайда болған минерал каолиниттен тұратын сазбалшық тәріздес тау жынысы.

ҚАРБОНАТ — құрамында көміртек қышқылы бар минералдар кальцит, доломит, магнезит, т. б. тұратын тау жыныстарының жинақы аты.

ҚАРЬЕР — жердің үстіңгі қабатына шығып жататын немесе жер бетіне жақын орналасқан кендерді ашық әдіспен шығаратын орын.

ҚВАРЦ — минерал, кремний қышқылы.

ҚОЛЛОИДТЫҚ ЕРІТІНДІЛЕР — қос фазалы ертінділер системасы. Дисперстік фаза (өте ұсақ, қатты бөлшектер) және дисперстік ортадан (сұйық, мысалы су) тұрады.

ҚОНГРЕССИТ — нефелин (75 процент) мен биотиттен (25) тұратын сілтілі магматикалық тау жынысы.

ҚОНКРЕЦИЯ — сырт пішіні шарға, бүйрекке немесе дискіге ұқсас тұнба тау жыныстарында кездесетін минералдық денелер.

ҚОНЦЕНТРАТ — рудаларды байыту кезінде бөлініп алынатын пайдалы минералдар жиынтығы.

ҚУММИНГТОНИТ — моноклиндік амфибол; магний мен темірдің силикаты.

МАГГЕМИТ — магнетиттің өзгеруінен пайда болған минерал; қасиеті жағынан магнетит пен гематитке бірдей ұқсас.

МАГМА — оттай қызып балқыған жер мантиясы мен жоғары қыртыстарында пайда болған, суығанда магматикалық тау жыныстарын құратын тұтқыр сұйық зат.

МАГМАТИКАЛЫҚ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ — магманың жер қыртысына еніп немесе жер бетіне көтеріліп, суып кристалдануынан пайда болатын тау жыныстары.

МАГНЕЗИТ — минерал, қарбонаттар тобына жататын магнийдің көміртекті тұзы; магнезиттен тұратын тұнба және метасоматикалық тау жынысы.

МАГНЕТИТ — минерал, темір тотығы; магниттік қасиеті өте күшті темір өндірілетін руданың басты минералы.

МЕРГЕЛЬ — карбонат пен саз балшықтан тұратын хемогендік тұнба тау жынысы.

МЕТАМОРФИЗМ — жоғары температура мен қысымның әсерінен тау жыныстарының терең өзгеруі (мысалы, әктастың мәрмәрға, аргиллиттің гнейске айналуы).

МЕТАУЛЬТРАМАФИТТЕР — магматикалық тау жыныстары — ультрамафиттердің өзгеруінен пайда болған метасоматиттер.

МЕТАСОМАТОЗ — гидротермальдық ерітінділердің әуе суларының әсерінен минералдардың (тау жыныстарының) басқа минералдармен ығыстырылу процесі.

МИГМАТИТ — магманың бұрын пайда болған тау жынысына

жартылай еруінен пайда болатын, құрамы өте күрделі тау жынысы.

МИНЕРАЛ — жер қыртысының терең қойнауында немесе жер бетінде, космос денелерінде жүретін әртүрлі геологиялық процестер нәтижесінде пайда болатын табиғи химиялық қосынды.

МИНЕРАЛДАР АССОЦИАЦИЯСЫ — белгілі бір физикалық-химиялық жағдайда пайда болып, бірге кездесетін минералдар тобы.

МИНЕРАЛОГИЯ — минералдар туралы ғылым.

МИТҚАЛЬ — ұзын талшықты асбестен тоқылған түрлі-түсті берік мата; жіптерінің қалыңдығына және тоқу мәнеріне байланысты миткаль шыт, сәтен және бөз түрінде өндіріледі.

МОНТАЗИТ — өте жоғары сапалы амозит-асбестің бір түрі.

МОНЦОНИТ — сиенит пен габброның арасынан орын алатын сілтілі және кальцийлі дала шпаттарынан тұратын магматикалық тау жынысы.

МРАМОР — әктастың жоғары температура әсерінен қайта кристалдануынан пайда болған карбонатты тау жынысы.

НЕЙВИТ — альбит пен амфиболдан тұратын желілер түрінде кездесетін магматикалық тау жынысы.

НЕМАЛИТ — магнийдің сулы тотығы, бруситтің талшықты түрі.

НЕФРИТ — талшықты амфиболдар тремолит пен актинолиттен тұратын өте тұтқыр метасоматикалық тау жынысы.

ОЛИВИН — ультрамафитті тау жыныстары құрамында кездесетін минерал, темір мен магнийдің силикаты.

ОРТОАМФИБОЛИТ — метаморфизм әсерінен өзгерген амфиболит.

ОРТОПИРОКСЕН — минерал, ромбалық сингонияда кристалданатын пироксен.

ПАРОНИТ — асбесті каучукпен қосып сығымдау арқылы дайындалған төсемдік материалдар.

ПЕГМАТИТ — өте ірі кварц дала шпаты агрегаттарынан тұратын магматикалық процестердің ең соңғы кезеңдерінде кристалданатын желілер түрінде кездесетін денелер. Пегматиттерде ірі слюда, асыл тастар кристалдары кездеседі.

ПЕРИДОТИТ — оливин және пироксен, кейде амфиболдардан тұратын ультрамафит қатарына жататын тау жынысы.

ПЕРМЬ ДӘУІРІ — палеозой эрасының ұзақтылығы шамамен 45 млн. жылға созылатын геологиялық дәуір.

ПЕТРОГРАФИЯ — тау жыныстары туралы ғылым.

ПИРОКЛАСТЫҚ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ — жанартау атқылауы кезіндегі тау жыныстары сынықтарының жерге шөгіп қалыптасуынан пайда болған тұнбалар.

ПИРОКСЕН — тізбелі силикаттар тобына жататын натрий, магний, темір, кальций құрамды минерал.

ПИРОКСЕНИТ — пироксендерден тұратын ультранегізді тау жынысы.

ПОРФИРИТ — негізді немесе орта негізді плагиоклаз, амфибол немесе пироксен кристалдарының ірі теңбілдері бар көне үлгідегі эффузивтердің жалпы аты.

ПРОТЕРОЗОЙ ДӘУІРІ — ұзақтылығы 2,2—2,9 млрд. жылға созылған геологиялық дәуір.

ПСЕВДОМОРФОЗА — сумен ерітіліп кеткен кристалдардың қалған қуыстарды толтырып, өзіне жат бұрынғы кристалдың сырт пішініне ие болған минералдар.

РИБЕКИТ — сілтілі амфибол, натрий мен темірдің силикаты.

РОДИНГИТ — негізгі тау жыныстары габбройдтардың өзгеруінен пайда болған метасоматикалық тау жынысы.

РОМБАЛЫҚ СИНГОНИЯ — кристаллографиядағы төменгі категорияға жататын кристалдарға тән сингония. Бұл кристалдарда үшке дейін жеке-дара кристаллографиялық бағыт болғанмен, симметриялық ось екіден аспайды.

РУДА — халық шаруашылығына керекті металдар немесе минералдарды технологиялық жолмен өндіруге болатыны экономика жағынан пайдалы екені дәлелденген минералдық шикізаттар.

САРЖА — жіптері өзара тігінен қабаттаса саржа әдісімен тоқылған астарлық, көйлектік және техникалық маталар.

СВИТА — белгілі бір геологиялық ауданда физикалық-географиялық жағдайда пайда болған және сол жерде дербес стратиграфиялық орын алатын тұнба тау жыныстарының жынтығы.

СЕРПЕНТИН — серпентин тобына кіретін минералдардың (лизардит, хризотил, антигорит) жинақы аты.

СЕРПЕНТИНИТ — ультрамафиттердің метасоматикалық өзгеруінен пайда болған, серпентин минералдарынан тұратын тау жыныстары.

СИЕНИТ — құрамында кварц жоқ, тек сілтілі дала шпаттары мен амфибол ғана бар магматикалық тау жынысы.

СИНГОНИЯ — бірнеше ұқсас элементтер симметриясы бар кристалдар әлеміндегі симметрия түрлері.

СИНКЛИНАЛЬ — ортасы (ядросы) төмен қарай иілген тұнба, метаморфтық және эффузивтік тау жыныстарының қатпары.

СКАРН — силикатты және карбонатты тау жыныстарының үйіліскен жерінде өзара химиялық реакциясы әсерінен пайда болатын метасоматикалық тау жыныстары.

СИЛИКАТТАР — құрамында кремний қышқылы бар табиғи химиялық қосындылар — минералдар.

СПОДУМЕН — құрамында литий мен алюминий бар пироксен.

ТАЛЬК — ультрамафиттердің аспосерпентиттік өзгеру сатысында пайда болатын минерал, магнийлі силикат.

ТЕРАЛИТ — сілтілі габбролар тобына жататын магматикалық тау жынысы.

ТИНГУАИТ — эгирин-нефелиндік сиенитке жататын сілтілі тау жынысы.

ТРАХИТ — сиениттің жанартау копарылысында лава боп құйылған эффузивтік түрі.

ТҰНБА ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ — магмалық және метаморфтық тау жыныстарының әртүрлі жолмен мүжілу процестерінің нәтижесінде сол ұсатылған минералдар сынықтарының теңіз түбіне шөгіп қалыптасуынан пайда болған тау жыныстары. Олар механикалық, хемогендік және органогендік болып үш түрге бөлінеді.

ТУРМАЛИН — натрийдің, алюминийдің, хромның, күрделі силикаты. Көбінесе пегматиттерде кездеседі.

ТУФОАГЛОМЕРАТ — жанартау атқылағанда пайда болатын тау жыныстары сынықтарының жерге қайта түсіп сықпалануынан жаралған тұнба тау жынысы.

УЛЬТРАМАФИТ — жер мантиясынан көтерілген магмалардың суып кристалдануынан пайда болған магматикалық тау жыныстары (дунит, перидотит, пироксениттер).

ФАОЛИТ — резольдық смола мен антофиллит-асбест қосып жасалынатын қышқыл мен сілтілер әсеріне өте төзімді пластмасса.

ФРИКЦИОНДЫҚ МАТЕРИАЛДАР — машина мен механизмдердегі үйкелу мен сырғанау әсеріне төзімді бөлшектерді дайындауға жұмсалатын материалдар; көбінесе асбест пен каучук, шайыр қосындысынан жасалады.

ФЮЗЕЛЯЖ — самолеттің корпусы.

ХАЛЦЕДОН — минерал, кремнеземнің жартылай аморфты түрі.

ХЛОРИТ — минерал. Калий мен магнийдің, темірдің, алюминийдің силикаты.

ХРОМИТ — минерал. Темір мен хромның тотығы.

ЦОИЗИТ — минерал. Кальций мен алюминийдің күрделі силикаты.

ШОНКИНИТ — сілтілі дала шпаты мен пироксеннен тұратын сілтілі габбролар тобына жататын магматикалық тау жынысы.

ШТОКВЕРК — әртүрлі бағытталған желілерден тұратын рудалы дене.

ШТОЛЬНЯ — жер астындағы руда өндіру немесе барлау үшін қазылған көлденең шұңқыр.

ШУРФ — кен іздеу, барлау, кейде өндіру үшін қазылған шұңқыр.

ЭЛЮВИЙ — мүжілген тау жыныстары өнімдерінің бұзылмай қалған түпкі тау жыныстары маңында орналасуы.

ЭНСТАТИТ — минерал. Ромбалық сингонияда кристалданатын пироксен.

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз 3
Асбест туралы аңыздар мен тарихи деректер 5
Асбест деген не? 22
Асбестің түрлері, химиялық құрамы және табиғатта кездесуі 23
Асбест кен орындары қалай жаралған, оларды іздестіру жолдары 48
Асбест қалай өндіріледі? 60
Асбест өндірудің даму хронологиясы 64
Асбестің негізгі қасиеттері 71
Асбест қолданылатын салалар 88
Қазақстандағы асбест кен орындары және асбест рудаларын комплексті пайдалану проблемалары 116
Асбестің болашағы 133
Пайдаланылған терминдер мен ұғымдардың қысқаша түсіндірмелері 136

ТАЛШЫҚТЫ ТАСТЫҢ СЫРЫ

ОСПАН БЕЙСЕЕВИЧ БЕЙСЕЕВ

ТАЙНЫ ВОЛОКНИСТОГО КАМНЯ

(На казахском языке)

Редакторы *Н. Бөрекешов, Ж. Сапаров*
Суретшілері *О А. Еремкин, В. Попов*
Көркемдеуші редакторы *Д. А. Безруков*
Техникалық редакторы *Г. В. Герасименко*
Корректоры *М. Бурамбаева*

ИБ № 2635

Теруге берілген күні 18.01.85. Басуға қол қойылған күні 11.05.85. УГ16084. Форматы 70×108$^{1}/_{32}$. Қағазы № 2. Гарнитурасы әдеби. Шығыңқы баспа. Шартты баспа табағы 6,2 Шартты баспа бояу әріп таңбасы 6,56 Есепке алынатын баспа табағы 6,64. Тиражы 1500 дана. Заказ № 1078. Бағасы 20 тиын.

Қазақ ССР Баспа, полиграфия және кітап саудасы істері жөніндегі мемлекеттік комитетінің Халықтар достығы орденді «Қазақстан» баспасы, 480124, Алматы қаласы, Абай проспектісі, 143.

Ордена Дружбы народов издательство «Қазахстан» Государственного комитета Казахской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 480124, г. Алма-Ата, пр. Абая, 143.

Қазақ ССР Баспа, полиграфия және кітап саудасы істері жөніндегі мемлекеттік комитетінің «КІТАП» полиграфиялық кәсіпорындары өндірістік бірлестігінің билет-бланк және жедел өнімдер баспаханасы, 480016, Алматы қаласы, Карл Маркс көшесі, 15/1.