

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

ӘОЖ 528.02: 622.83

Қолжазба құқығында

## **КӨПЖАСАРУҒЫ ҚОСҚАНАТ**

**Таужыныстары массивінің геомеханикалық жағдайын зерттеу және  
кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыздандыру  
(Ақбақай кеніші жағдайында)**

6D070700 – Тау-кен ісі

Философия докторы (PhD)  
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер:  
Нұрпейісова М.Б. т. ғ.д, профессор  
Шашенко А.Н. т. ғ.д, профессор

Қазақстан Республикасы  
Алматы, 2017

## МАЗМҰНЫ

<b>НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....</b>	<b>5</b>
<b>КІРІСПЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>1 РУДАЛЫҚ КЕН ОРЫНДАРЫН ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН ИГЕРУДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІ ЗЕРДЕЛЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Кендерді құрама тәсілмен игеру технологияларын және осының салдарынан сілемде туындайтын геомеханикалық үдерістерді талдау....	9
1.2 Құрама тәсілмен кен игерудегі тау-кен қазбаларының орнықтылығына әсер ететін факторлар.....	15
1.2.1 Карьер беткейлерінің орнықтылығына әсер ететін факторлар.....	16
1.2.2 Кенорындарын жерасты тәсілімен игерудің жылжу үдерісіне әсер ететін негізгі факторлар.....	18
1.3 Кендерді құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық үдерістерді зерделеудің тәжірибесін талдау.....	21
1.4 Ақбақай кенорнының кен-геологиялық және кен-техникалық жағдайы .....	26
1.5 Ақбақай кенорны таужыныстары сілемінің жай-күйіне геомеханикалық мониторинг жүргізудің әдістемесі.....	32
1.6 Зерттеулердің мақсаты мен міндеттері.....	37
<b>2 ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....</b>	<b>39</b>
2.1 Тау жыныстарының қасиеттері және оларды зерделеудің әдістері..	39
2.1.1 Таужыныстары құрамы мен құрылымы.....	39
2.1.2 Тау жыныстарының қасиеттері.....	41
2.1.3 Тау жыныстарының механикалық қасиеттері.....	45
2.2 Тау жыныстарының беріктік қасиеттері және оларды анықтау.....	45
2.2.1 Тау жыныстарының беріктік қасиеттері туралы мәлімет.....	44
2.2.2 Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау .....	44
2.2.3 Тау жыныстарының беріктігін табиғи жағдайда анықтау.....	47
2.3 Таужыныстарының беріктік қасиеттерін анықтаудың әдістерін жетілдіру.....	49
2.4 Таужыныстарының құрылымдық ерекшеліктері және оларды зерделеу.....	55
2.4.1 Таужыныстардың құрылымдық ерекшеліктерін зерделеудің дәстүрлі әдістері.....	55
2.4.2 Таужыныстардың жарықшақтылығын зерделеудің әдістерін жетілдіру .....	57
2.4.3 Таужыныстары массивінің жарықшақтарын түсірудің нәтижелерін өңдеу әдістемесін жетілдіру.....	62
2.5 Массивтің құрылымдық ерекшеліктерінің жылжу процесіне	

тигізетін ықпалы.....	67
Екінші тарау бойынша тұжырым.....	72
<b>3 ТАУЖЫНЫСТАРЫ СІЛЕМІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҚ</b>	
<b>ЖАҒДАЙЫН МОНИТОРИНГТЕУ.....</b>	<b>72</b>
3.1 Тау жыныстарының кернеулі-деформациялық күйі және оны зерделеудің әдістері.....	72
3.1.1 Тау жыныстарының кернеулі-деформациялық күйі туралы жалпы мәлімет.....	71
3.1.2 Ашық және жерасты тау-кен қазбаларының өзара әрекетінен туындайтын геомеханикалық үдерістерді зерделеудің әдістері.....	77
3.2 Ақбақай кенорны таужыныстарының жай-күйін геомеханикалық мониторингтеу .....	84
3.2.1 Ақбақай кенорны таужыныстарының кернеулі-деформациялық күйін зерттеу.....	84
3.2.2 Таужыныстары сілемінің орнықтылық жағдайын аспатық мониторингтеу.....	87
3.2.3 Тазарта қазып алу қазбаларының төбесінде түзілетін опырылыс күмбездерін зерттеу.....	93
3.3 Ақбақай кенорнындағы геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтары.....	99
Үшінші тарау бойынша тұжырым.....	103
<b>4 ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН</b>	
<b>ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ШАРАЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ.....</b>	<b>104</b>
4.1 Геомеханикалық үдерістерді басқарудың негіздемесі.....	104
4.2 Карьер қиябеттеріндегі геомеханикалық процестерді басқарудың дәстүрлі әдістері .....	107
4.2.1 Тау жыныстарының құрамын, құрылымын және қасиеттерін өзгертпейтін бекіту тәсілдері.....	107
4.2.2 Тау жыныстарының құрамын, құрылымын және қасиеттерін жартылай өзгертей бекіту әдістері.....	108
4.2.3. Тау жыныстарының құрамын, құрылымын және қасиеттерін барынша өзгертетін әдістер.....	109
4.2.4 Кеңді ашу схемасын, қазу жүйесін және тау-кен жұмыстарының тәртібін өзгерту арқылы деформациялық үдерістерді басқарудың тәсілдері.....	110
4.3 Тау жыныстары массивінің геомеханикалық жай-күйін басқарудың әдістерін жетілдіру.....	111
4.3.1 Ақбақай кенішіндегі геомеханикалық үдерістерді басқару әдістерін жетілдіру.....	111
4.3.2 Ақбақай кеніші терең қабаттарында тау-кен қысымын басқару.....	113
4.3.3 Жарықшақталған таужыныстарын нығайту ертіндісін жасау.....	116
4.3.4 Жарықшақталған таужыныстарын нығайтудың өндіріс қалдықтары қосылған ертіндісінің тиімділігі.....	119
Төртінді тарау бойынша тұжырым.....	121

<b>ҚОРЫТЫНДЫ.....</b>	<b>122</b>
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....</b>	<b>123</b>
<b>ҚОСЫМШАЛАР .....</b>	<b>132</b>

## НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста стандарттарға сәйкес сілтемелер көрсетілген:

«Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы» Қазақстан Республикасы заңы.– Алматы, 2010.

Қазақстан Республикасының экологиялық кодексі. – Алматы: ЮРИСТ, 2007. – 164б.

Қазақстан Республикасының жер кодексі. – Алматы: ЮРИСТ, 2008. – 104б.

Инструкция по наблюдению за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями при разработке рудных месторождений. – М.: Недра, 1989.–105 с.

## КІРІСПЕ

**Диссертация тақырыбының өзектілігі.** Елімізде кенорындарын игеру өте жақсы дамуда. Себебі республиамыздың барлық саласы үшін тау-кен кәсіпорындарының өнімдеріне деген сұраныстың тек ішкі экономикасына ғана емес, сырт мемлекеттермен қатынасы үшін де маңызы зор.

Кен орындарын игерудің осы күнгі деңгейі пайдалы қазбаларды барынша толық қазып алу, өндірістік және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету кен қазу процестерін механикаландыру және автоматтандыру жұмыстарын қатар жүргізмен байланысты болып отыр. Күрделі тау-кен геологиялық жағдайда орналасқан кенорындарын игеру – тау жыныстары кернеулі күйінің өзгеруімен, деформациялануымен және бұзылуымен байланысты геомеханикалық үдерістерді туындатады. Осындай геомеханикалық үдерістердің кері әсерлерінен сырт мемлекеттер мен Қазақстан Республикасының көптеген жер қойнауын пайдаланушы нысандар, өндіріс аймақтары мен жер беті зиян шегуде.

Кенорындарын құрама тәсілмен игеруде геомеханикалық үдерістерді басқару, тау-кен жұмыстарының өндірістік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесіне көптеген ғалымдар өз үлестерін қосуда, олардың қатарына В.В.Ржевский, К.Н.Трубецкой, Д.Р.Каплунов, Б.Р.Ракишев, Д.Г.Бөкейханов, Н.С.Буктуков, Ә.Бегалинов, А.Н.Шашенко, М.А.Иофис, Л.С.Шамганова, М.Б.Нұрпейісова және тағы да басқа ғалымдар жатады.

Бұл мәселеге Қазақстан Республикасының «Жер қойнауы және оны пайдалану» Заңында ерекше көңіл аударылған. Заңда барлық тау-кен кәсіпорындарына кен игеру кезінде тау жыныстары массивінің жай-күйін үнемі қадағалап отыруды, тау-кен жұмыстарының өндірістік және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүктелген.

Демек, бұл диссертациялық жұмыс тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен өндіріс көрсеткіштерін қамтамасыз ететін өзекті ғылыми-техникалық мәселеге арналғандығының айқын дәлелі.

Диссертацияның маңыздылығының тағы бір дәлелі – ол зерттеу жұмыстарының Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-нің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының жүргізіп отырған «Техногендік апаттардың тәуекелін басқарудың инновациялық әдістерін жасақтау жолымен төмендету» атты №757 Білім және Ғылым министрлігінің грантық қаржыландыру жобасы бойынша жүргізілуі.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты.** Тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін жоғарылатуға мүмкіндік беретін инновациялық технологиялар мен әдістерді қолдану арқылы таужыныстары сілемінің жай-күйін зерттеу және тау-кен қазбалардың орнықтылығын қамтамасыз ету.

**Диссертациялық жұмыстың идеясы** Ақбақай кенорнына тән геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтарын анықтауда мониторингтеудің әдістері мен жабықтарын жетілдіруге негізделген.

**Зерттеудің нысаны.** Ақбақай кенорны таужыныстарының сілемі.

**Зерттеудің мәні.** Сілемдегі геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтарын зерттеу.

**Зерттеу әдістері.** Алға қойылған мақсаттарға жету үшін геомеханикалық үдерістерді зерттеу саласындағы әдебиет жинақтарында бай тәжірибеге талдау жасап, геомеханикалық мониторинг жүргізудің әдістерін, өлшеу әдістерінің дәлдігіне баға беруді, қауіпсіздікті қамтамасыз етудің заманауи тәсілдерін жетілдіруді қамтитын кешенді әдістер пайдаланылды.

**Диссертациядағы шешілетін негізгі мәселелер**

- құрама әдіспен кен игерудегі геомеханикалық процестерді зерделеудің отандық және шет елдік тәжірибелеріне талдау жасау;

- геомеханикалық мониторингтеуде қолданылатын заманауи технологиялар мен әдістерді зерделеу;

- кен орнындағы геомеханикалық процестердің даму заңдылықтарын анықтау;

- тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін анықтаудың әдістерін зерделеу және жетілдіру;

- тау-кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыз етудің әдістерін зерделеу және жетілдіру;

- зерттеу барысында алынған нәтижелерді өндіріс пен оқу процесіне енгізу.

**Диссертацияда қорғалынатын ғылыми қағидалар**

1. Таужыныстарының орнықтылығысілемнің құрылымдық элементтерінің (физикалық-механикалық қасиеттері, жарықшақтылығы, тереңдігі, кен мен оны қоршаған таужыныстарының құлама бұрыштары, табиғи кернеулі күйі және т.б.) кен қазудың тереңдігіне қарай өзгеру заңдылығына тікелей байланысты.

2. Бүрікпобетонды ерітінді - жарықшақты тау жыныстары массивтері мен кентіректерді беріктеуге мүмкіндік туғызады.

**Диссертациядағы ғылыми жаңалықтар**

1. Таужыныстарының беріктік қасиеттері мен сілемнің кернеулі күйі арасында графиктік-аналитикалық байланыстың алынуы және ол түзу сызықтық байланыс арқылы массивтегі кернеулі-деформациялық күйдің болжанылатындығы;

2. Жарықшақталған тау жыныстары массиві мен кентіректерді беріктеудің байыту фабрикасының қалдықтары қосылған жаңа ерітіндінің алынғандығы (Патент РК №93790).

**Ғылыми нәтижелер мен қорытындылардың негізделгендігі және сенімділігі** өндіріс жағдайында жүргізілген геодезиялық өлшеулердің көлемімен, олардың математикалық өңделуімен, алынған нәтижелердің Ақбақай кенорнында қолданыс табуымен және оқу құралдарының оқу үдерісіне енгізілудің оң нәтижелігімен расталады (қолдану актілері).

**Жұмыстың ғылыми маңыздылығы** техногендік жүйелер нысандарының жай-күйін бақылаудың геодезиялық әдістерін заманауи аспаптарды қолдану

арқылы жетілдіруден және геодезиялық түсіріс нәтижелерін бағалаудан тұрады.

**Жұмыстың тәжірбиелік маңыздылығы** геомеханикалық мониторинг жүргізудің жетілдірілген әдістерін қолдану, зерттеу барысында алынған нәтижелерін өндіріс пен оқу үдерісіне енгізуі.

**Автордың жұмыстағы жеке үлесі**

- мәселені шешудің міндеттерін құру, олардың бағыты мен әдістерін анықтауы;

- техногендік жүйедегі нысандар көлемдерін анықтаудағы қателіктің сканерлеудің тәртібіне байланыстылығын алуы;

- кентіректерді беріктеудің байыту фабрикасының қалдықтары қосылған жаңа ерітіндінің;

- таужыныстарының беріктік қасиеттері мен сілемнің кернеулі күйі арасында графика-аналитикалық байланыстың алынуы.

**Жұмыстың жариялылығы.** Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері келесідей халықаралық ғылыми-техникалық конференцияларда баяндалып талқыланды: «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (Москва, ИПКОН РАН, 2014, 2015); «Табиғи ресурстарды басқарудың геокеңістіктік мәліметтерін жинау мен өңдеудің инновациялық технологиялары» (Алматы, ҚазҰТУ, 2014); «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии» (Алматы, ҚазҰТУ, 2015). «Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын іске асырудағы жас ғалымдардың рөлі мен орны» атты халықаралық Сәтбаев оқулары конференциясында (2015); «Маркшейдерия және геодезиядағы инновациялық технологиялар» (Алматы, ҚазҰТУ, 2015); «Тау-кен-металлургия кешендерінің инновациялық дамуын ғылыми және кадрлық қолдау» (Алматы, ҚазҰТЗУ, 2017); «Машанов оқулары» атты республикалық ғылыми-тәжірибелік конференцияда (Алматы, ҚазҰТУ, 2014, 2015); ҚазҰТУ-дың «Тау-кен ісі» кафедрасының ғылыми семинарында (2017 ж) баяндалып талқыланды.

**Жұмыс нәтижелерінің басылымдарда жарық көруі.** Диссертацияның жұмыс бойынша 16 ғылыми жұмыс, соның ішінде 3 мақала Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда, 3 мақала Ресей Федерациясы білім және ғылым ЖАК ұсынған журналдарында, 5 мақала халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында, 2 мақала республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында, 2 мақала Scopus базасы мәліметінде жарияланған және 1 монографияда жарық көрді.

**Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, 4 тараудан және қортындыдан құрастырылған 135 беттен, 65 сурет, 21 кестеден, 147 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.



# 1 РУДАЛЫҚ КЕН ОРЫНДАРЫН ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН ИГЕРУДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІ ЗЕРДЕЛЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

## 1.1 Кендерді құрама тәсілмен игеруді және онда туындайтын геомеханикалық үдерістерді талдау

Отандық және шетелдік практикада пайдалы қазынды құрама, яғни бір кен орнында ашық және жерасты кен қазу жұмыстарын жүргізу қарастырылған. Бұл тәсіл кен игеруде күннен-күнге кеңінен қолданылуда. Бұл жағдайда минералдық шикізат қорын толық алу және оны қазып алудың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту қамтамасыз етіледі [1,2].

Тау-кен ісі саласындағы ғалымдар өткен ғасырдың 60-жылдарында құрастырылған тәсілмен игерілетін кен орындарын 3 топқа бөлді:

1) алғаш ашық, содан кейін жерасты тәсілімен қазып алынатын (Бакал, Дегтяр –Ресейде, Шолақтау, Ақсай, Ақбақай – Қазақстан және т.б.);

2) алғаш жерасты, содан кейін ашық тәсілмен (Шелеин, Блявин, Норильск-1 - Ресей, Юнайтед Верде – АҚШ және т.б.);

3) бір мезгілде ашық және жарасты тәсілдермен игерілетін (Высокогорный, Алтын-Топқан, Медвежий ручей – Ресей, Эрцберг – Австрия және т.б.).

Кендерді құрама технологиялармен игеру тәжірибесіне жүргізілген талдау шет елдердің 110 кеніштерінің 60% - түсті металдар мен алмаз рудаларын игеретін; 16% - темір рудалары; 10% - руда емес шикізаттар (эктастар, құрылыс материалдары, азбест, магнезит); 7,4% - уран рудаларын өндіретін кәсіпорындар екендігін көрсетті[4,5].

Сонымен қатар, осы кеніштердің 60-65% карьер астындағы қорларды және 15-18% карьер кемерлері жағдауларындағы қорларды қазып алатын кәсіпорындар. Кеніштердің 25% жуығы карьерден алыстау жерде орналасқан жеке кен орындарын, карьермен байланыссыз технологиялық схемалармен игеретіндер.

Құрама тәсілмен кен қазу тәсілдерінің ішіндегі ең кеңінен таралғаны – алғаш ашық, кейіннен жерасты тәсілімен игеру. Оның бір дәлелі Қазақстандағы Васильков алтын кен орнын игеретін «Altuntau-Kokshetau» компаниясы. Дәл қазір Васильков карьерінің тереңдігі 80 м болса, әрі қарай бұл кен орнын жерасты тәсілімен қазып алу жобаланып отыр.

Кен орындарын құрама (біріктірілген) тәсілмен қазып алу тау-кен кәсіпорындарын жобалағанда, салуда және пайдалануда тау-кен жұмыстарын жүргізуге қауіп төндіретін келесідей негізгі факторларды ескерген жөн:

- кен орнын пайдалануда массивтегі тау жыныстары механикалық қасиеттерінің өзгеруін; жерасты қазба жұмыстарының әсерінен карьер түбінде жылжу зоналарының, жарықшақтардың, шұңқырлардың пайда болуына әкеліп соғатын, тау жыныстарының жылжуы және деформациялануы;

- массивтегі тау жыныстарының тау-кен қысымына бейімділігі;

- карьердегі және жерасты кенішіндегі жаппай аттырулардың әсері (тау жыныстары массивінде кернеулі күй туындататын сейсмикалық әсер және т.б.);

- ашық және жерасты тау-кен жұмыстарының арасындағы аэродинамикалық байланыс;

- кен қазу кезінде өрт шығуы, өздігінен жануға бейімділік;

- карьер мен жерасты кен қазбаларын кенеттен су басып кетуі.

Қазақстан өнеркәсібі дамуының басты бағыты – кен байлықтарымызды игеру, оның қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсері де аз емес, яғни, тау-кен кәсіпорындарының дамуы жер, орман, пайдалы қазбалар, су ресурстарын мейлінше кең көлемде пайдалануды ұлғайтады. Әлбетте бұл қарқынды даму табиғи ресурстарды азайтып қана қоймай, қоршаған ортаның ластану мәселесін тудырады және адамзаттың табиғатпен қарым-қатынасын ерекшелендіре түседі [6].

Өндіріс орындары шоғырланған аймақтарда, оның ішінде кең ауқымды жер қойнауын игеру геомеханикалық үдерістерді тудырып, техногендік апаттарға әкеліп соғатындығына көз жеткіздік. Қазақстанда тау-кен өндірісінің қарқынды дамуы жекелеген аймақтарда, атап айтсақ Мойынқұм-Төменгі Шу, Қаратау, Батыс және Орталық Қазақстан, және т.б. аймақтарда техногендік әсерден жер қойнауы мейлінше зиян шегіп, ол үлкен мәселелерінің бірі болып отыр.

Қазіргі кезде минералдық шикі заттарды игеру өте күрделі тау – кен техникалық жағдайларда жүргізілуімен сипатталады, яғни қазып алатын кен орындарында кенеттен тау – кен соққысы, қысымының күшеюі, тау жыныстардың жылжуы сияқты жағдайлар пайда болуда. Осыған орай, соңғы жылдары Республикамызда, жақын және алыс шетелдерде Жер қойнауы мен қоршаған ортаны қорғау мәселесіне көп көңіл бөлінуде [7].

Сонымен қатар, қазір күн тәртібінде Қазақстанның әлемдегі бәсекеге қабілетті 35 елдің қатарына кіру мәселесі тұр.

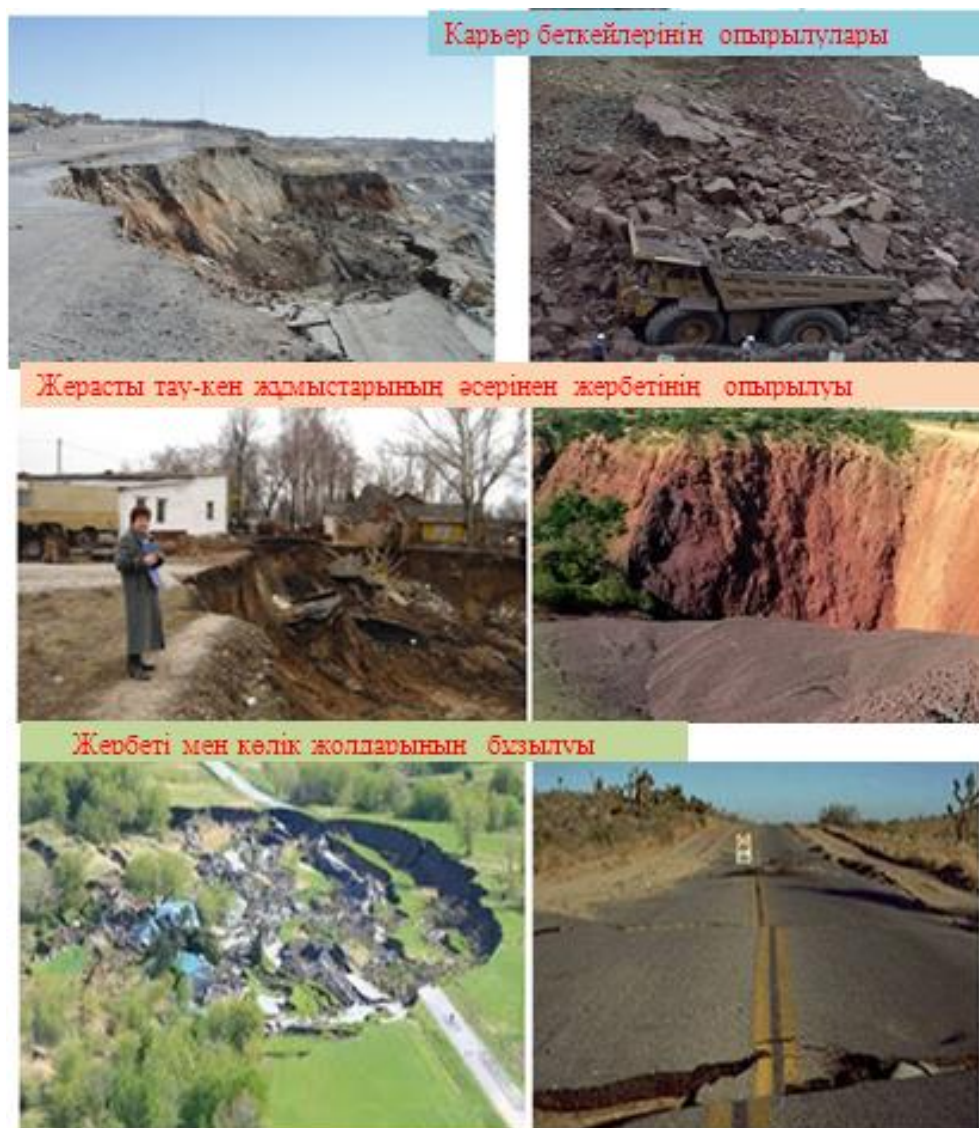
«Ол үшін Қазақстанның пайдалы ресурстарын әлемдік рынокқа жеткізу, тау-кен-металлургия кешендерін осы заманғы инженерлік және бағдарламалық қамтамасыз етумен қатар, халықаралық стандарттарға сай қоршаған ортаны қорғау қажет» - делінген Қазақстан Республикасы Президенті Н.Ә.Назарбаевтың 2015 жылғы халыққа Жолдауында. Демек, Жер қойнауын игерудің табиғи ортаға тигізетін зиянды әсерлерін геодезиялық заманауи аспаптармен қадағалау, алдын-ала болжау және оларды азайту, бүгінгі күннің өзекті мәселесі. Сондықтан да, тау-кен кәсіпорнының өндірістік және экологиялық ортасын қалыпты жағдайға келтіру, заманауи технологиялардың деңгейін көтерумен және де бақылаудың геодезиялық әдістерін жетілдірумен тығыз байланысты деп білеміз [7-8].

Пайдалы қазындыны құрама тәсілмен игеру жер қойнауында күрделі геомеханикалық процесті туындатады. Ол процесті сипаттайтын басты ерекшелік - кен қазу жұмыстары (ашық және жер астында) бір мезгілде немесе бірінен кейін бірі жүргізілгенде, тау жыныстары массивіне бірнеше рет жүктеменің түсуі. Осының салдарынан, кен орындарын игерудегі іс-әрекеттер - таужыныстарының кернеулі күйінің өзгеруімен, деформация-лануымен және

бұзылуымен байланысты геомеханикалық үдерістерді туындатады. Бұл үдерістер техникалық және экологиялық зардаптарға әкеліп соқтырады.

Осындай геомеханикалық үдерістердің кері әсерлерінен шетелдерде және Қазақстан Республикасының көптеген жер қойнауын пайдаланушы нысандары, өндіріс аймақтары мен жер бетінің учаскелері зиян шегуде[9-11].

Өте қалың және тіктеу орналасқан рудалық кендерді қазып алуда таужыныстары әлсіз беттер арқылы сырғу үдерісіне ұшырап, жер бетінде опырылған шұңқырлар пайда болады және көлік жолдары да бүліне бастайды (1.1-сурет).



Сурет 1.1– Құрама тәсілмен кен игерудің зиянды әсерлері

Жерасты қазба жұмыстарының әсерінен тау жыныстарының жылжуы бірқатар мәселелерді қамтиды. Жерасты қазбаларын(әсіресе тазалау қазбаларын) жүргізу кезінде, жоғарғы қабаттағы тау жыныстарының табиғи тепе-теңдігінің бұзылуын туындататын, үлкен қуыстар пайда болады. Бұзылған тау жыныстары біртіндеп деформацияланады және қазылған

кеңістікті толтыруға тырысып ығыса бастайды.

Осының нәтижесінде қазба төбелері мен бүйірлері бұзылып құлай бастайды, қалтырылған кентіректер жаншылады, жерасты қазбалары қирап, қазбаларды қоршаған тау жыныстары мен жер бетінде жаппай жылжулар басталады. Осындай жылжу аймағының ішінде қалған тау-кен қазбалары, кендер, құрылыстар және басқада нысандар деформацияға ұшырып, кей уақытта, мүлдем пайдалануға жарамай қалады. Міне осындай күрделі процесті *тау жыныстарының жылжуы* деп атайды [12,13].

Тау жыныстарының жылжу кен қазбаларының бекітпелерін деформациялайды, олардың қималары кішірейеді, кей уақытта құлап қалады. Мұның бәрі, әлбетте, жер үстінде және жер астында орналасқан тау-кен қазбаларына, құрылыстарға, айналадағы ортаға экономикалық, материалдық нұқсан келтіреді. Тау жыныстарының құрамына, жатыс жағдайына, қазу жүйесіне және басқа да себептерге байланысты, кеніштегі жылжу процесі жерасты қазбасы төбесінің төмен түсуімен, жарықшақтар пайда болып жыныстардың қабышақталуымен және құлаумен ерекшеленеді.

Қатпарланған құрамды кен орындарында тау жыныстарының жылжуы қазба төбесінің иілуінен басталады. Қазылып алынған кеңістіктің ауданы ұлғайған сайын, иілу үлкейе түседі, тау жыныстарының көптеген қатпарлары жылжу процесіне ұшырайды, әлсіз беттер арқылы тау жыныстары сырғи бастайды. Әрі қарай массивте жарықшақтар пайда болып, төбедегі қатпарлар жекелеген блоктарға бөлініп құлай бастайды.

Кен қазу жұмыстарының әсерінен қазба табанындағы тау жыныстары да жылжуға ұшырайды, кей жерлерде көтеріледі. Тау жыныстарының көтерілуін және қазылып алынған қуыс жаққа ығысуын - оған жоғарғы қабаттан түсіп тұрған жүктеменің азаюы және тау-кен қысымының таралуы деп түсіндіруге болады. *Тау-кен қысымы* деп кен қазбасын қоршап тұрған массивте пайда болған күшті атайды.

Жылжу процесі кезінде тау жыныстарының көлемі өзгеріске ұшырайды: кен қысымы зонасында жыныстар көлемі тығыздалып кішірейеді, ал опырыла құлау зонасында – қопсып ұлғая түседі. Қопсыған тау жыныстарының көлемі өсіп, қазылып алынған кеңістікті толтырады және үстіңгі қабат қатпарларына тіреу түзіледі.

Кен қазу жұмыстарының әсерінен туындайтын геомеханикалық үдерістер, әлбетте жер асты қазбаларында пайда болады. Жерасты қазбаларының төбесіндегі (әсіресе тазалау қазбалары төңірегінде) тау жыныстарының тұтастығы бұзылып, біртіндеп массивтен ажырап, опырылады. Кен қазбалары төңірегінде кернеулі-деформациялық күй туындайды да тау-кен қысымы пайда болады. Құрама әдіспен кен игеру кезінде карьер түбінен немесе жоғарғы қабаттан жерасты кен қазбаларын су басып кету қауіпі де болады.

Пайдылы қазбаларды жерасты әдісімен игеру кезінде геомеханиканың шешетін мәселелеріне тау-кен қысымы мен тау жыныстарының жылжуын басқару, жыныстар массивінің қазба тіреулерімен өзара байланысы, жылжу аймағына кіріп кеткен құрылыстар мен ғимараттарды қорғау, кентіректер мен

казылып алынған кңістіктердің орнықтылықтары, жерасты кен қазбаларын су басып кетін тоқтату, тау-кен қысымы мен кен соққысына қарсы күрес және т.б. жатады.

Жылжу процесін зерттеу жұмыстарының ірге тасын қалаған профессор И.М.Бахурин: «Тау-кен ісінің барлық тарихы, кен қазудың ең тиімді жүйелерін таңдаудың тарихы – тау жыныстарының жылжуымен күрестің, тау-кен қазбалары мен табиғи нысандарды қорғау шараларды іздестірудің тарихы» - деп жылжу процесіне сипаттама бергенін еске сала кеткен дұрыс[14]. Сөйтіп, тау жыныстары мен жер бетінің жылжуы өте маңызды мәселелер қатарына жатады. Тау жыныстары мен жер бетінің жылжуы - тау-кен инженерлерінің күнделікті практикалық қызметінде сөзсіз болып отыратын және шұғыл шешуді талап ететін маңызды мәселе деп білеміз.

Қазіргі кезде мұндай мәселелерді шешу оң жолға қойылған. Десекте, пайдалы қабаларды жерасты әдіспен игерудегі тау жыныстары мен жер бетінің жылжуын зерделеуге баса көңіл аударамыз.

Жаңа кенорындарын игеруде және ескі кеніштерді қайта құруда тау-кен өндірісінің табиғатқа тигізіп жатқан әсер ықпалының күннен-күнге өсуі, жер қойнауында әртүрлі механикалық өзгеріс күйлерінің пайда болуына әкеліп соғады. Сілемдегі таужыныстарының, жер бетінің жылжу заңдылықтарын анықтау, геомеханикалық үдерістердің кен қазбалары мен жер беті құрылыстарына, айналадағы ортаға тигізетін зиянды әсерлерін қадағалап, олардың алдын алу жолдарын іздестіріп, тау-кен жұмыстарын жүргізудің қауіпсіздігін қамтамасыз ету – тау-кен ғылымы мен өнеркәсібінің негізгі міндеттерінің бірі. Жылжу үдерісін жүйелі түрде зерттеу – қысқа мерзімдік науқан емес. Ол кеніштегі тау-кен жұмыстары тоқталмайынша күн тәртібінен түспейтін тұрақты мәселе. Сол себепті, кен өндірудің қоршаған орта мен жер қойнауына тигізетін зиянды әсері бар екендігіне көз жеткіздік. Әрине, бұл қарқынды даму табиғи ресурстарды азайтып қана қоймай, жер қойнауында геомеханикалық процестерді туындатады, табиғи ортаның ластану мәселесі тудындайды және адамның табиғатпен қарым-қатынасын ерекшелендіре түседі.

Құрама тәсілмен кен игерудің (1.2-сурет) қоршаған ортамен қарым-қатынас схемасына көз салсақ, биосфераның барлық элементтері, оның ішінде жер қойнауы мен жер ресурстары көп зиянға ұшырайтынын байқаймыз[15].



Сурет 1.2- Құрама тәсілмен кен игеруден туындайтын үдерістер

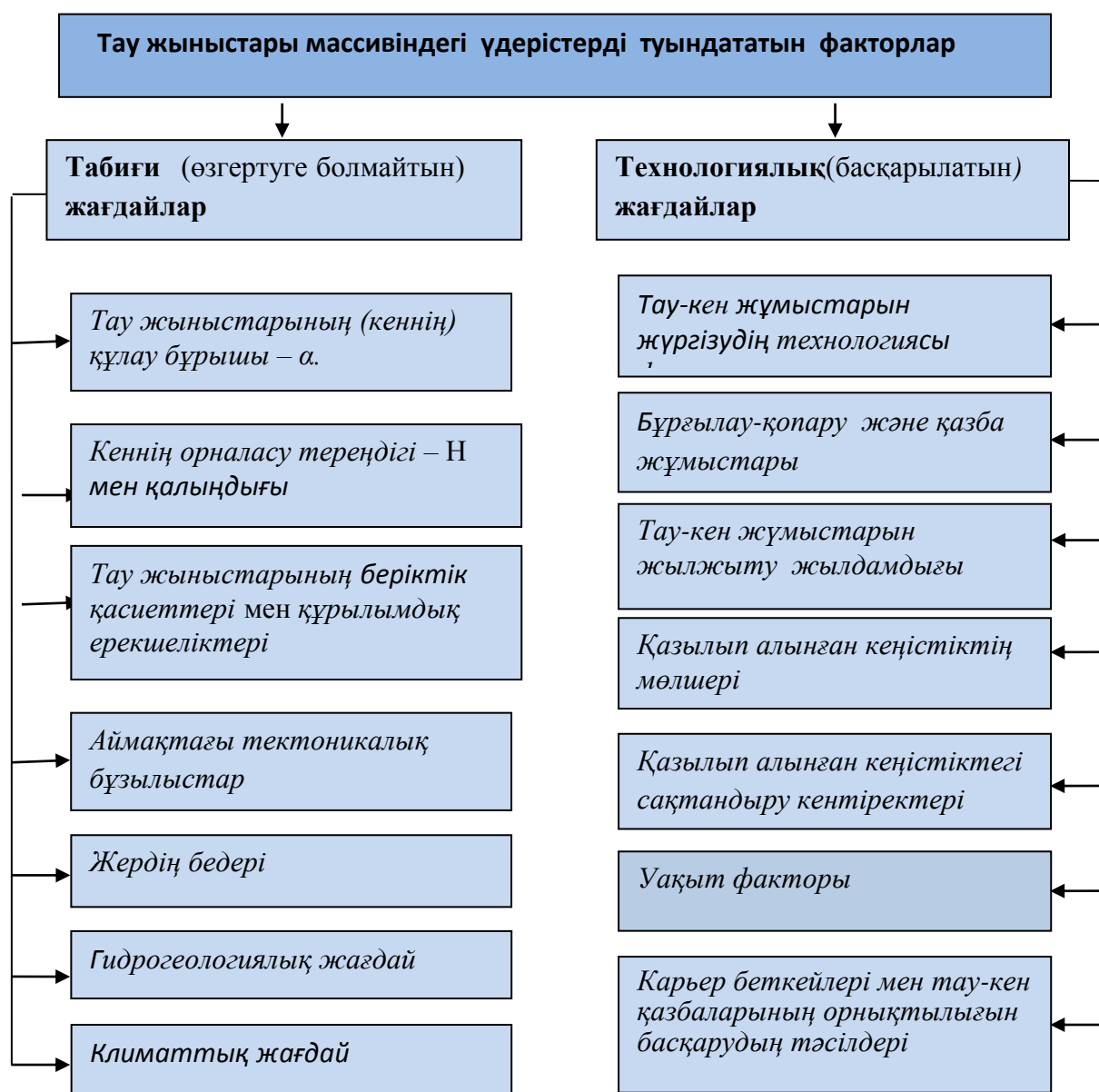
Кен өндіру, өңдеу және тасымалдауда жер қойнауынан алынатын шикізаттың көбі әртүрлі қалдықтар түрінде жоғалады және қоршаған ортаны ластайды. Табиғатты ластау өнеркәсіптің барлық сатыларында, яғни геологиялық барлаудан бастап ең соңғы пайдалануға дейінгі кезеңдерде жүріп жатады. Қоршаған ортаның жай күйін ғылыми тұрғыдан толық зерттеген академик В.И.Вернадский кезінде «адамның табиғатқа тигізетін әсері геологиялық күшке пара-пар және дүниенің бір пұшпағы бүлініп жатқанда, оның басқа тұстары да өзін қолайсыз сезінеді» деп бағалаған болатын[16].

Тау-кен жұмыстарының жер бетіне тигізетін әсерін сипаттайтын жылжу процесінің параметрлері тау-кен кәсіпорындарын тиімді орналастыру және елді-мекенді жерлер мен табиғи нысандардың астында кенді оңтайлы игеру мәселелерін шешуде қолданылады

Геомеханикалық процестерді зерттеуді жүргізбес бұрын тау жыныстарының жылжуына бірден-бір әсер ететін факторларды білу қажет.

## 1.2 Құрама тәсілмен кен игерудегі кен қазбаларының орнықтылығына әсер ететін факторлар

Тау – кен жұмыстары жүріп жатқан кездегі тау жыныстары массивінде пайда болатын механикалық процестер өте күрделі және олардың даму заңдылықтары сол ортаның жай-күйі мен мына факторларға байланысты болып келеді. Кенорны орналасқан ортаның жай-күйін жасанды түрде өгертуге болмайды, ол *табиғи жағдай*. Ал, *технологиялық факторларды* өзгерту адамзаттың қолында. Сондықтан, оларға әсер ете отыра жер қойнауында жүріп жатқан геомеханикалық процестерді басқаруға болады. Осы айтылған екі топқа жеке-жеке тоқталамыз (сурет 1.3).



Сурет 1.3 - Құрама тәсілмен кен игерудегі үдерістерге әсер ететін факторлар

### 1.2.1 Карьер беткейлерінің орнықтылығына әсер ететін факторлар

Карьерлер беткейлері мен кертпештерінің орнықтылығы кернеулік екі күштің, яғни кертпешті ұстап тұратын және сырғытатын күштердің арақатынастарына байланысты. Осы екі күштердің шамасына көптеген факторлар ықпалын тигізеді.

Карьер беткейлері құлама бұрыштарының орнықтылығы шекті тепе-теңдік теориясына негізделген. Карьердің беткей аймағындағы тау жыныстарының тепе-теңдік жағдайын түсіну үшін 1.4-суретке көз салалық. Мұнда карьер кертпешінің сырғып кетуіне ықтимал ABC үшкілі горизонтқа  $\beta$  - бұрышымен көлбеңкі жатқан AC жазықтық бетімен жылжиды делік. Енді осы сырғытын ABC үшкілінің тепе-теңдік жағдайын, яғни қай жағдайда сырғымай, орнықты тұратынын қарастырамыз. ABC үшкілінің салмақ күші – Q екі құраушыға жіктеледі: тік  $N = Q \cos \beta$

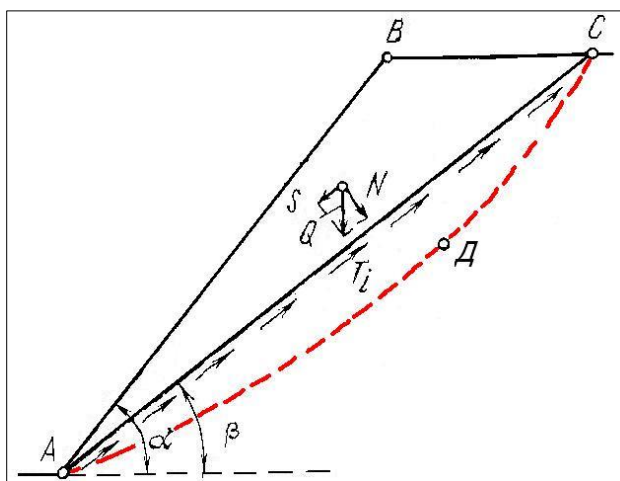
және жанама  $S = Q \sin \beta$ .

Сонымен қатар, бұл ABC учаскесіне үйкеліс коэффициенті -  $f = \operatorname{tg} \rho$  мен  $kL$ -мен сипатталатын тау-

жыныстарының бір-бірімен ілінісуі де әсер етеді [17].

Егер ABC үшкілін AC жазықтығы бойынша сырғытатын күштердің қосындысы  $S_{\text{сыр.}} = \sum S_i$ , тең десек, онда кертпештің ABC бөлігіндегі тау жыныстарының тепе-теңдігін ұстап тұратын күштер қосындысы былайша өрнектеледі:

$$S_{\text{yc}} = \sum N \operatorname{tg} \rho + \sum kL \quad (1.1)$$



Сурет 1.4 - Карьер қиябетінің орнықтылығын есептеу схемасы

Ұстап тұратын барлық күштер  $\sum S_{\text{yc}}$  мен сырғытатын күштер  $\sum T_{\text{сыр}}$  арақатынасын – қиябеттің *орнықтылық қорының коэффициенті* –  $n$  деп атайды, ол мынаған тең:



$$n = \frac{\sum S_{уд}}{\sum T_{сдв}} = \frac{\sum F_{тр} + \sum F_{сц}}{\sum F_{сдв}} \quad (1.2)$$

мұндағы  $\sum S$  – ұстап тұратын күштердің қосындысы, МПа;

$\sum T$  – сырғытатын күштердің қосындысы, МПа;

$Q$  – сырғитын үшкілдің салмағы, МПа

$N$  – жылжу бетке әсер ететін тік күш, МПа;

$S$  - жылжу беттегі жанама күш, МПа;

$\rho$  – ішкі үйкеліс бұрышы, градус;

$k$  - тау жыныстарының өзара ілінісуі, МПа;

$L$  - сырғу беттің ұзындығы, м.

$\sum F_{үй} = f \cdot \sum N$  – үйкеліс күші, МПа.

$\sum F_{іл} = k \cdot L$  – ілінісу күші, МПа.

Орнықтылық қоры коэффициентінің –  $n$  үлкен болғаны, қиябетті көлбеулетуге тура келеді, яғни карьердегі аршыма жыныстар көлемінің ұлғаюына әкеліп соғады. Жартасты тау жыныстарынан тұратын карьер қиябеттерін жобалауда орнықтылық қорының коэффициентін  $n \geq 1,3$  деп алады.

Тау жыныстарының екі сипаттамалар ( $\rho$  және  $k$ ) ашық кеніш кемелерінің орнықтылығын және жылжу процесінің параметрлерін есептегенде кеңінен пайдаланады. Осы екі сипаттаманың қос үш түрі барлығын айта кеткен жөн, олар:

1.Тау жыныстарының үлгісіне сәйкес ішкі үйкеліс бұрышы -  $\rho_{үл}$  және ілінісуі -  $k_{үл}$ .

2.Тау жыныстарының сілемдегі ( $\rho_m, k_m$ ) сипаттамалары.

3.Тау жыныстарының әлсіз беттердегі ( $\rho_{әл}, k_{әл}$ ) сипаттамалары.

Зерттеулер нәтижесінде алынған мәліметтерге қарасақ, осы екі сипаттаманың ішінде ішкі үйкеліс бұрышы -  $\rho$  айтарлықтай өзгере қоймайды. Ал жыныстардың сілемдегі ілінісуіне –  $C_m$  олардың жарықшақтылық дәрежесі, жыныстар блоктарының өлшемдері жарықшақтығы әсер етеді.

Дегенмен карьер кемерлерінің орнықтылығына тек тау жыныстарының беріктілік қасиеттері ғана әсер етіп қоймайды, ол кен орнының *геологиялық* және *гидрогеологиялық* жағдайлары, сонымен қатар табиғи және кен-техникалық факторларына тікелей байланысты.

*Геологиялық жағдайларға* тау жыныстарының құрамы, құрылымы және қасиеттері, карьер алаңындағы жер бедері жатады. Олар массивтің деформациялану ерекшеліктерін сипаттайды және орнықтылықтың есептеу схемаларын, деформацияға қарсы шараларын таңдауда қолданылады.

*Гидрогеологиялық жағдайлар* тау жыныстары массивінің беріктігі мен деформациялануына әсер етеді. Оған жер бетіндегі сулардың карьер алаңы арқылы өтуі және олардың карьерді салу эксплуатациялауды қиындатуы жатады.

*Табиғи факторлар тобына* жауын-шашынның мөлшері, аймақтың климаты, температуралық режим, ауа-райы жағдайы, жел, т.б. жатады.

*Кен-техникалық факторлар:* кен орнын игеру әдісіндегі бұрғылап-жару, копару жұмыстарын жүргізу тәсілдеріне кенді игерудің ұзақтығына (уақыт факторына) байланысты.

Кейінгі кезде алдыңғы қатарлы автоматтандырылған механизмдерді пайдалану кен игеру жұмыстарының қарышты қарқынмен дамып, ашық кен орындары тереңдігінің ұлғая түскені белгілі. Тереңдіктің артуы жыныстар массивін кернеулік-деформациялық күйге келтіріп, карьер кемерінің орнықтылығын бұзады. Жанама кернеулер әсерінен тау жыныстары жылжу бет арқылы сырғанап опырылады және қирайды. Сөйтіп, тау жыныстары массивінің тепе-теңдігі бұзылатынынан хабардар болдық. Тау жыныстарының жылжуы өндірістің экономикалық және еңбек қауіпсіздігі көрсеткіштерін төмендетіп, құлаған тау жыныстары кесектерінен кемерлерді аршу, жиек учаскелерін нығайту сияқты қосалқы жұмыстар жүргізуге мәжбүр етеді.

Беткей қиябеттері бұзылуының алдын алу мақсатымен, маркшейдерлер жүйелі түрде аспаптық бақылаулар жүргізіп және оның нәтижелерінен беткей орнықтылығының бұзылу сипаты мен себептерін анықтап отырады.

### 1.2.2 Жерасты кен қазудағы жылжу процесіне әсер ететін негізгі факторлар

Тау-кен жұмыстары жүріп жатқан кездегі тау жыныстары массивінде пайда болатын механикалық процестер өте күрделі және олардың даму заңдылықтары сол ортаның жай-күйі мен мына факторларға байланысты болып келеді. Кен орны орналасқан ортаның жай-күйін жасанды түрде өзгертуге болмайды, ол табиғи жағдай. Ал технологиялық факторларды өзгерту адамзаттың қолында. Сондықтан оларға әсер ете отырып, жер қойнауында жүріп жатқан геомеханикалық процестерді басқаруға болады. Осы айтылған екі топқа жеке-жеке тоқталамыз.

Табиғи (өзгертуге болмайтын) жағдайларға мыналар жатады:

1. *Тау жыныстарының (кеннің) құлау бұрышы* –  $\alpha$ . Кеннің құлау бұрышы  $\alpha$  жылжу бұрыштарына және жер бетінің деформациялануына әсер етеді. Тіктеу орналасқан кендерге жыныстардың сырғуы тән. Мульда ішіндегі жылжудың қауіпті аймағы құлау бұрышына тікелей байланысты.

Кен сілеміндегі денесінің құлама бұрышы  $\alpha < 5^\circ$  болса, орын ауыстыру мульдасы кеннің бойлығындағы максималды шөгу нүктесі арқылы жүргізілген жазықтыққа симметриялы болып келеді. Әрі қарай кеннің құлама бұрышы ұлғайған сайын бұл симметриялық өзгереді және  $45^\circ$ -тан  $70^\circ$  дейінгі құлама жылжу мульдасының ішінде созылу деформациясы байқалады. Ал кеннің құлау бұрышы  $70^\circ$ -тан жоғары болғанда, симметриялық біртіндеп қайтадан келе бастайды және  $\alpha = 90^\circ$  жылжу мульдасы қайтадан симметриялы түрге келеді.

2. *Кеннің орналасу тереңдігі* –  $H$  және қалыңдығына –  $m$  байланысты. Жер беті шөгуінің, деформацияларының максимал мәндері мен жылжудың жылдамдығы кеннің қазылып алынатын қалыңдығына тура пропорционал

екендігі дәлелденген жағдай. Кен неғұрлым тереңде орналасса және қалыңдығы кіші болса, соғұрлым деформациялар және жер бетінің шөгуі аз болады. Егер тау-кен жұмыстары жер бетіндегі нысандарға әсерін тигізбейтін тереңдікте жүргізіліп жатса, ондай тереңдікті *қазба жұмыстарының қауіпсіз тереңдігі* деп атайды.

Кен қазу жұмыстары тереңдеген сайын жер бетіндегі деформациялардың барлық түрлері азаяды. Оны жылжу мұлдасының қисықтығынан байқауға болады, яғни қисықтық –  $k$  кен қазу тереңдігінің квадратына кері пропорционал болады. Ал тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын, кен қысымы, керісінше жоғарылай түседі, кейбір учаскелерде деформациялар мен кернеулер өте қауіпті.

3. *Тау жыныстарының механикалық қасиеттері мен құрылымдық ерекшеліктері* жылжу процесіне, жылжу бұрыштарына және жер бетінің деформациялану ерекшеліктеріне үлкен әсерін тигізеді. Мәселен, гранит, порфирит және басқа да берік тау жыныстарының сығылуға, сынуға деген кедергілері өте жоғары. Сондықтан олар жылжу процесінің дамуын тежейді. Жұмсақ тау жыныстарында жылжу процесі көбіне бірқалыпты жүреді, ал берік және жартасты-жарықшақты тау жыныстары, ең алдымен иіліп, біраз уақыт ілініп тұрады, одан кейін күрт опырылып құлайды. Жұмсақ тау жыныстарындағы жылжу бұрыштары бекем жыныстарға қарағанда көлбеулеу келеді.

Ал, ұсақ тау жыныстары (күмдар, күмды тастар) жылжу процесінің ағымды дамуына, яғни шұңқырлар мен воронкалардың пайда болуына әсер етеді. Жылжу процесінің сипаты мен ұзақтығы тау жыныстары массивінің құрамына тікелей байланысты. Осындай байланысқа негізделген кен орындарының жіктемесі де жасалған [18] және ол жіктеменің анықтаушы принциптерінің бірі – тау жыныстарының беріктік қасиеттері. Тау жыныстары мен жер бетінің жылжуларын зерттеудің Нұсқаулары [19] осы принципке негізделіп жасалған.

4. *Тектоникалық бұзылыстар және жарықшақтар*, яғни тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктері деформациялардың мәндеріне де және олардың мұльда ішінде таралуына әсер ететін басты фактор. Массивтегі бұзылымдар геологиялық және техногендік процестер әсерінен болады. Мәселен, жер бетіне шыққан күрт құлама тектоникалық жарылымдар мен жарықшақтардан пайда болған деформациялардың шамалары, жай деформацияларға қарағанда әлдеқайда үлкен болып келеді. Тектоникалық жарықшақтар шахтаға судың ағып келуіне себепкер болады.

5. *Тасындылар (топырақ) қалыңдығы*. Біршама қалың тасындылар жылжу процесін жұмсартады, жылжулар мен деформациялар біркелкі болмайды және мұльда ішінде жарықшақтар пайда болуын азайтады. Жер бетінің пішінін өзгертуге топырақ қалыңдығы мен жер бедері әсер етеді. Топырақ жылжу процесін күшін жұмсартып, негізгі жыныстардың жылжу деформациясын азайтады.

6. *Жердің бедері және гидрогеологиялық жағдайы* жылжу мұльдасындағы пішінін өзгертуінің шамасына және олардың мұльда ішінде таралуына едәуір әсерін тигізеді. Биік аймақтардағы тау жыныстары жылжып, сырғу процесін тездетеді. Суланған тау жыныстары жағдайында кен жұмыстары кезінде көшкіндер пайда болады. Ал тау жыныстарының су өткізгіштігі жарықшақтарға, капиллярлық қуыстарға ірі тектоникалық бұзылыстарға тәуелді.

Басқарылатын (технологиялық) факторларға мыналар жатады:

1. *Қазба, бұрғылау-қопару жұмыстарының* әсерінен тау жыныстарының бұзылуы, жылжу процесінің дамуы жылдамдай түседі. Тау жыныстары жарықшақтанып, көлемдері әртүрлі блоктарға бөлініп кеңістіктерге құлай бастайды. Жарықшақтардың құлау бұрыштары жылжу процесіндегі опырылу бұрыштарымен тікелей байланыстылығы тікелей аналитикалық зерттеулер арқылы дәлелденіп отыр. Жарықшақтардың жиілігі опырылу зонасының үлкейе түсуіне әкеліп соғады.

2. *Кен-технологиялық факторлар*: жерастында қолданып жатқан кен игеру әдісі, тау қысымын басқару, кенді ұтымды түрде қазып алу, тазалау жобаларының бағыты және жүргізу жылдамдығы және т.б. жылжу процесінің жылдамдығына, заңдылығына және жер бетінде орналасқан нысандарға әсер етеді. Мәселен, геомеханикалық процестердің сипатына тау-кен жұмыстарын жүргізудің тәртібі мен кен қазбаларының өзара орналасуы біршама ықпалын тигізеді. Алғашқы тазалау қазбасы тау жыныстарының кернеулі күйін өзгертеді, жер қойнауында жоғары және төменгі қысымдардың түзілуін, жарықшақтардың пайда болуын туындатады.

3. *Қазылып алынған кеңістіктің мөлшері* жер бетінің шөгуіне, жылжулардың абсолюттік шамаларына, жылжу процесінің сипатына және бұрыштық параметрлеріне үлкен әсер етеді.

4. *Қазылып алынған кеңістіктегі сақтандыру кентіректері* тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйіне және жылжу мұльдасында деформациялардың таралуына әсерін тигізеді. Кентіректер камераларда тиімді орналастырылған жағдайда тау жыныстарының деформациялануы жер бетіне әсер етпейді, керісінше деформациялар кентіректер үстіне шоғырланады.

5. *Тау-кен қазбасы төбесін басқарудың тәсілі* жер қойнауындағы және де жер бетіндегі геомеханикалық процестердің дамуына зор әсер етеді. Мәселен, қазба төбесін құлатуда жылжу процесі күшті дамиды, ал қазбаны бос жыныстармен толтырмалағанда – бірқалыпты дамиды. Қатайғыш толтырымды қолдану арқылы тау жыныстарының жылжу деформацияларын 10 ретке дейін, ал гидравликалық, пневматикалық толтырымдарды 2-3 рет азайтуға болады.

Мінекей, жылжу процесіне әсер ететін факторлардың көптігінен және рудалық кендердің кен-геологиялық жағдайларының күрделілігінен, бұл мәселені шешудің бірден-бір жолы ол тау жыныстары массивіне геомеханикалық баға беру, яғни тау жыныстарының қасиеттерін, кернеулік-деформациялық күйлерін жергілікті жерде тікелей зерттеу. Мұнсыз аталмыш

процеске әсер ететін басты факторды ерекшелену және көптеген кен-техникалық мәселелерді шешу мүмкін емес.

### **1.3 Кендерді құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық үдерістерді зерделеудің тәжірибесін талдау**

Пайдалы қазындыны құрастырылған тәсілмен игеру жер қойнауында күрделі геомеханикалық процесті туындатады. Ол процесті сипаттайтын басты ерекшелік - кен қазу жұмыстары (ашық және жер астында) бір мезгілде немесе бірінен кейін бірі жүргізілгенде, тау жыныстары массивіне бірнеше рет жүктеменің түсуі.

Қазіргі кезде Геомеханикалық үдерістерді зерттеу және басқару мәселелердің шешу оң жолға қойылған.

Жылжу процесін зерттеу жұмыстарының ірге тасын қалаған профессор И.М.Бахурин[14]: «Тау-кен ісінің барлық тарихы, кен қазудың ең тиімді жүйелерін таңдаудың тарихы – тау жыныстарының жылжуымен күрестің, тау-кен қазбалары мен табиғи нысандарды қорғау шараларды іздестірудің тарихы» - деп жылжу процесіне сипаттама бергенін еске сала кеткен дұрыс. Сөйтіп, тау жыныстары мен жер бетінің жылжуы өте маңызды мәселелер қатарына жатады. Тау жыныстары мен жер бетінің жылжуы - тау-кен инженерлерінің күнделікті практикалық қызметінде сөзсіз болып отыратын және шұғыл шешуді талап ететін маңызды мәселе.

Академик С.Г.Авершин[17], асты кеуленіп қазылып жатқан карьер кемерінің сырғу бетін анықтауда, ең бастысы тау жыныстарының ілінісуі мен ішкі үйкеліс бұрышын ескеру қажеттігін дәлелдеген. Сөйтіп, қиябетті сырғытушы және ұстап тұратын күштерді есептей келіп, сырғу бетті графиктік түрде анықтаудың әдістемесін қалыптастырған. Құрастырылған әдіспен кен қазуда орнықтылық қорының коэффициентін 1,5-тен 2-ге дейінгі аралықта алу керек деп ұсынған.

Н.Н.Куваев Ресейдің Криворожец бассейніндегі барлық кендерді жер бетінің деформацияларына және олардың карьер кемерлерінің орнықтылығына тигізетін әсеріне байланысты үш түрге бөледі[20]:

- карьер кемерлері немесе оған жақын жатқан жерлер деформацияға ұшырамайды, яғни олардың орнықтылығына әсер етпейді;
- карьер беткейлері мен кемерлерінде шұңқырлар пайда болуына және күртқұлама опырылып құлауларға әкеліп соғады, сөйтіп тау-кен жұмыстарын жүргізуді қиындата түседі;
- карьер алаңындағы жер бетінің біршама бұзылуын тудырады және карьер кемерлерінің орнықтылығын нашарлатады.

Сонымен қатар, жерасты кен қазудың әсерінен массивтің тұтастығы, орнықтылығы бұзылады және әлсіз беттердегі тау жыныстарының ілінісуі азаяды, нәтижесінде карьер беткейлерінің құлама бұрыштары көлбеуленетіндігі туралы Н.Н. Куваев тұжырым жасаған.

В.Г. Сапожников пен В.И. Пушкарев[21] және басқалар құрастырылған тәсілмен кен қазудағы массивтегі тау жыныстарының ілінісуін зерделеп,

олардың 1,5-2 еседей азаятындығын дәлелдеген. Тау жыныстары массиві беріктігінің төмендеуі оны түзетін құрылымдық блоктардың өзара байланысының әлсізденуінен туындайды.

Массивтің әлсіздену коэффициенті -  $\lambda$  (Г.Л. Фисенко еңбектерінде): аргилиттерде 0,056-дан 0,121 дейін, алевролиттерде 0,068-ден 0,148-ге дейінгі аралықтарда өзгеріп отырады. Әлсіздену коэффициентінің ең кіші шамасы – 0,12, қазылып алынған кеңістік контурынан 15-25 м қашықтықта орналасқан массивте, ал ең үлкені,  $\lambda = 0,20-0,25$  қазылған кеңістіктен 40-50 м жердегі массивте анықталған [22].

Карьер мен жерасты қазбаларына қабысып жатқан аймақтардағы тау жыныстары массивінің жай-күйі мен тау-кен жұмыстары контурларының арасындағы байланысты Г.И.Черный өз еңбектерінде дәлелдеді[23]. Десекте, карьер астындағы қорларды қазып алудағы тазалау жұмыстары параметрлерінің тау-кен қысымының түзілу сипатына әсерін зерделеу әлі күнге дейін жеткіліксіз жүргізілуде.

М.Б.Нұрпейісованың жұмыстарында [15,24,25] Қаратау бассейні кеніштері мен Ақбақай кенішінде жүргізілген маркшейдерлік бақылаулардың нәтижелері келтірілген. Алғашқы бақылаулар карьердегі жұмыстар аяқталып, жер астындағы екінші қабат игеріліп жатқан кезеңде басталған. Көпжылғы бақылаулар нәтижесінде құрама тәсілімен кен қазудағы автордың көпжылғы бақылаулары нәтижесінде тау жыныстарының массиві алғаш жарықшақталып, тік жарлар пайда болып, кейін әлсіз беттер арқылы сырғитыны дәлелденді.

Норильск-1 кен орнын құрама тәсілмен игерудің тәжірибесі өте құнды деуге болады. Мұнда блокты қопара құлатып қазу жүйесі қолданылады. Жылжу процесін бақылаулар карьерде және жерасты кенішінде ұзақ уақыт аралығында жүргізілген. Аспаптық бақылаулардың нәтижесінде бірнеше заңдылықтар анықталды:

- жер бетінің максимал шөгүлері 7-12 м-ге тең, яғни алынатын кен қалыңдығының 1,3-тен 1,2 бөлігіне тең;

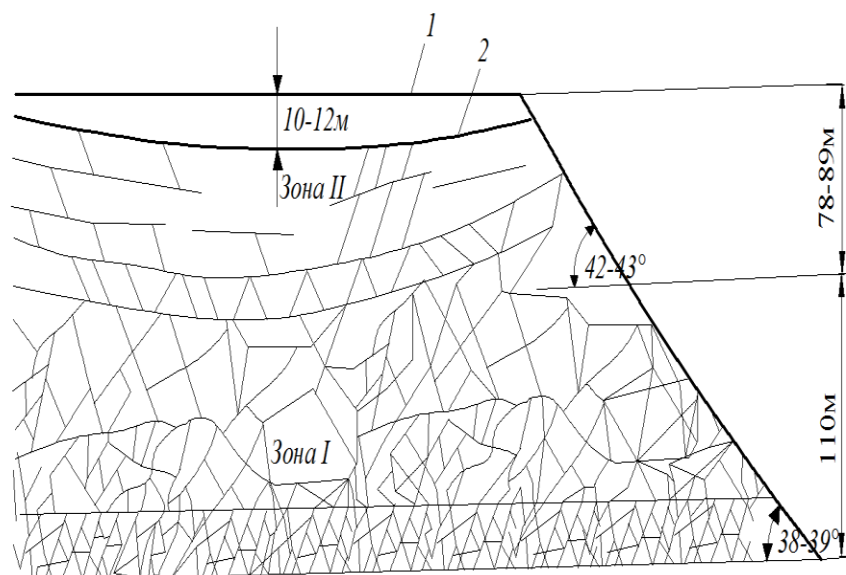
- жер бетінде жарықшақтар біртіндеп пайда бола бастайды, олардың аралары 1-2 м дейін жетіп жығылады.

- кен қазбалары төбелерінің 30-35 м дейін бастапқы опырыла құлаулары өлшемдері 10 м шамасындағы құрылымдық блоктар арқылы, содан кейінгі бұзылулар 100 м биіктікке дейін таралады. Мұндағы тау жыныстарының қопсу коэффициенті 1,05-1,10 тең.

Норильск кен орнында геомеханикалық зерттеулер жүргізген ғалымдар М.А.Иофис пен И.А.Мальцевалар[26], жылжу процесі аяқталғаннан кейін, тау жыныстары массивінде (төменнен жоғары қарай) екі зона пайда болатындығына көз жеткізді (сурет 1.5):

1) биіктігі 110 м дейінгі массивтің тұтас бұзылу зонасы, оған биіктігі 19-20 м қазылып алынған кеңістік те кіреді;

2) биіктігі 80-90 м-лік жарықшақталған тау жыныстарының жайлап бірқалыпты иілу зонасы.



1 – жылжу процесіне дейінгі жер беті; 2 – жылжу процесінен кейінгі жер беті

Сурет 1.5- Қазылып алынған кеңістік үстіндегі тау жыныстарының массиві

Суретте көрсетілген екі зонаның арасында белгілі бір шекара бар деп айтуға болмайды. Екінші зона астындағы тау жыныстары қабыршақталып бөліне бастайды және астыңғы зона жыныстарына барып шектеседі. Бұл учаскелердегі карьер кемерлерінің орнықтылығын есептеу үшін жоғарғы зона тау жыныстарының беріктік қасиеттері екінші зонаның дәл осындай қасиеттері көрсеткіштеріне жақын деп алуға болады.

Төменгі зона тау жыныстарының орнықтылығы көбіне массивтің ішкі үйкеліс бұрыштармен анықталады, ал ілінісуі өте төмен болады. Сондықтан құрама тәсілмен кен қазуда карьер беткейінің контуры ойық болып келеді: төмегі жағында көлбеу, жоғарғы жағында – күрт ұлама.

Елбасымыздың «Халықаралық стандарттарға сәйкес жер қойнау мен қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз ету» деген сөзі Қазақстан Республикасының өндірістік қауіпсіздік пен экологиялық саясатты дамытудың негізі болып қалыптасты. Осыған орай, Қазақстанның құрама тәсілмен игерілетін «Молодежный», «Акбақай», «Майқайын», Кенді Алтай кенорындарында өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласында Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің (ҚазҰТЗУ) ғалымдары бірталай зерттеу жұмыстарын жүргізіп келеді. Ол зерттеулердің нәтижесінде Қазақстанның бірқатар кенорындарында өз шешімін тапқан геомеханиканың бірегей мәселелері жайлы келесі параграфтарда қарастырылады.

Сонымен қатар, «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы» Қазақстан Республикасы заңына [7] сәйкес тау-кен өндірістерінің маркшейдерлік қызметіне жұмысты қалыпты технологиялық циклмен қамтамасыз ету және қауіпті жағдайларды болжау үшін «таужыныстары

массивінің жай-күйіне жүйелі геодезиялық бақылау жүргізу, ғимараттар мен имараттарға тау-кен жұмыстарының кері әсерлерін жою» жүктелген. Осыған орай тау-кен жұмыстарын жүргізудің қауіпсіздігін және пайдалы қазбаларды игеру тиімділігін арттырудың негізі ретінде бағалау әдістерін өндіру маңыздылығы дәлелденген.

Тау-кен өндірісі дамуының қазіргі кезеңі Қазақстан Республикасы және көптеген шет елдерде кен өндіру үдерісінің қарқынды дамуымен және кеніштердің тереңдігінің артуымен ерекшеленеді. Осы кездегі таужыныстарының жылжуы және қысымның артуы кенді өндіру шарттарын айтарлықтай қиындатады, кенорнын игеру тиімділігін төмендетеді, кеніштерде қауіпті кентехникалық жағдайларды қалыптастырады.

Жерасты қазба жұмыстарының әсерінен таужыныстарының жылжуы бірқатар мәселелерді қамтиды. Жерасты қазбаларын (әсіресе, тазалау қазбаларын) жүргізу кезінде, жоғарғы қабаттағы таужыныстарының табиғи тепе-теңдігінің бұзылуын туындататын үлкен қуыстар пайда болады. Бұзылған таужыныстары біртіндеп деформацияланады және қазылған кеңістікті толтыруға тырысып ығыса бастайды.

Осының нәтижесінде қазба төбелері мен бүйірлері бұзылып құлай бастайды, қалдырылған кентіректер жаншылады, жерасты қазбалары қирап, қазбаларды қоршаған таужыныстары мен жер бетінде жаппай жылжулар басталады. Осындай жылжу аймағының ішінде қалған тау-кен қазбалары, кендер, құрылыстар және басқа да нысандар деформацияға ұшырып, кей уақытта, мүлдем пайдалануға жарамай қалады.

Қазіргі уақытта жылжу үдерісін зерделеудің негізгі екі бағыты қалыптасқан, олар: тау-кен қысымы және таужыныстары мен жер бетінің жылжуы [27].

Бірінші бағыт бойынша ең бастысы таужыныстары мен кен қазбаларының орнықтылығын, тау-кен қазбаларын қоршап тұрған таужыныстарының жылжуын және деформациялануын, қазбалар тіреулерінің кен сілемімен өзара байланысын зерделеу. Мұндай зерттеулер негізінде таужыныстарының қыртысында және кен қазбаларында жүргізіледі.

Екінші бағыт бойынша күрделі кен қазбалары мен құрылыстарды қорғау шараларын жасау мақсатында жер бетінің жылжуы зерттеледі. Мұндай жағдайда жер бетінің жылжуын және оның бұрыштық параметрлерін анықтау, көбінесе көпжылдық аспаптық бақылаулар негізінде жүргізіледі.

Десек те, нарықтық экономика жағдайында көпжылдық бақылаулар жүргізбей-ақ жылжу бұрыштарын тез арада анықтау, әлі күнге дейін шешімін таппаған мәселе. Оған себеп, рудалық кендердің кен-геологиялық жағдайларының әрқилылығы, күрделілігі және жылжу процесіне әсер ететін факторлардың көптігі. Сондықтан бұл аталмыш мәселені шешудің бірден-бір жолы – ол таужыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін, физикалық-механикалық қасиеттерін жергілікті жерде тікелей зерттеу және геомеханикалық мониторинг жүргізудің геодезиялық әдістерін уақыт талабына сай жетілдіре түсу.



Қазақстанда таужыныстарының жылжуын бақылау Лениногор және Зырян кенорындарында 1940 жылдардан бастау алып және ВНИИЦветметпен (П.К.Кекух, А.С.Баженов) және (П.А.Шишков, М.П.Палий, В.А.Прокофьев және т.б.) сынды комбинат қызмекерлеріңмен жүргізілген.

Рудалық кенорындарындағы геомеханикалық зерттеулердің әдістемесін дамыту және жетілдіру саласында ленинградтық, мәскеулік және қазақстандық геомеханиктердің ғылыми мектептері үлкен жұмыстар атқарды [28-35]. Жергілікті жерде геомеханикалық өлшеулер жүргізудің жалпы әдістемесі С.Г.Авершин [17], И.М.Бахурин [14], В.И.Борщ-Компониец [36], М.Е.Певзнер [37], В.Н.Попов [38], М.Б.Нұрпейісова [39], Ф.К.Низаметдинов [40], А.Н.Шашенко [41, 42] және т.б. еңбектерінде кеңінен орын алған.

Десек те, үлкен масштабтағы тау-кен жұмыстарын жоғары кернеулі, жартасты-жарықөшақты тау жыныстары массивтерінде жүргізу – тек техникалық-экономикалық апаттарға ғана емес, кей уақытта адам өмірін жоюға әкеліп соғатын, маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Техногендік жер сілкіністер Германия, АҚШ, Оңтүстік Африка республикаларында, Польша, Чехословакияда болды[43,44]. Ресейде бұл мәселе теміркенді Таулы Шория кеніштерінде, Верхнекаменский калий тұздары кенорындары, Хибиндағы апатит-нефелинді кеніштерде [45-48] өте күшті шиеленіскен.

Қазақстандық ғалымдар: А.Ж.Машанов, Ж.С.Ержанов, И.И.Попов және олардың шәкірттері тау жыныстарының жарықшақтық тектоникасымен байланысты іргелі ғылыми жұмыстар жүргізді. Бұл жұмыстардың бір ерекшелігі, оларда деформациялану процесінде тау жыныстарының жарықшақтылығын ескеру мәселесі өте орынды және дер кезінде қойылғандығында[33-40].

Қазіргі уақытта тау жыныстары массивінің геомеханикалық күйіндегі өзгерістерді бақылауды әртүрлі мекемелер әрқилы әдістермен жүргізеді, және дәлдіктері де біркелкі болмағандықтан, мониторинг нәтижелерін салыстыру, қортындылау және пайдалану іс жүзінде мүмкін емес. Бұл мәселе әлемдік практикада негізінде екі түрлі бағытта шешіледі: геомеханикалық мәліметтерді жинау үшін жергілікті жердегі өлшеулерде жаңа техникалық жабдықтарды (мәселен, лазерлік аспаптар, GPS-технологиялар т.с.с.) және өлшеу мәліметтерін компьютерлік өңдеудің жаңа әдістерін, әсіресе тау жыныстары деформацияларының профильдік таралуларын шешуде Фурье-талдауын қолдану. Бұл мәселелерді шешудегі Ресейдің [49] және Германияның [50] атқарып жатқан жұмыстары ерекше орын алады.

Сонымен қатар, Қазақстанның бірқатар кенорындары (Ақбақай, Үшқатын-III, Итауз, Николаев, Ақжал, Соколов, Васильков және т.б.) құрама әдіспен игеру жүйесіне көшуғне байланысты, осы жұмыста Қазақстанның алтын кенорындарын (Бестөбе, Жолымбет, Степняк, Октябрь) және Жезқазған ТКМК кеніштеріндегі ертеректе жүргізілген бақылау нәтижелері негізінде жасалған Нұсқаулар пайдаланылды [51-53]. Кейінірек Қазақстанда жылжу үдерістерін бақылау Қарағанды қаласындағы ҚазҒИИ қызметкерлерімен көмір

кенорындарында және ҚазҰТУ қызметкерлерімен кенді кенорындарында жүргізіліп [54-56], нәтижесінде түрлі кеніштерге арналған ғимараттарды қорғау Нұсқаулары құрастырылған.

Бұл тұрғыда жоғарыда айтып кеткен ғалымдардың ғылыми еңбектерін зерделеп, жүргізіліп жатқан зерттеу жұмыстарына талдау жасап, олардың теориялық және практикалық жағынан жетілдіре түсуде Ақбақай кен орнында атқарылып жатқан зерттеу жұмысы ерекше орын алады.

#### **1.4 Ақбақай кенорнының кен-геологиялық және кен-техникалық жағдайы**

*Кен-геологиялық жағдай.* Жоғарыдағы қарастырылып отырған техногендік жүйелердің бірі, осы зерттеу жұмыстарына арқау болып отырған Ақбақай техногендік жүйесі. Құрамында 2 карьер, 1 кеніш, тау-тау болып жатқан үйінділер, байыту фабрикасы және өзіндік инфроқұрылымы бар Ақбақай жүйесі қоршаған орта мен жер қойнауына күшті антропогендік әсерін тигізіп отыр және жан-жақты зерттеуді қажет ететін бірден бір аймаққа айналып отырғаны сөзсіз.

Алтынкенді Ақбақай кеніші Қазақстан Республикасының Жамбыл облысы, Мойынқұм ауданында орналасқан. Кенорнының координаталары: 47°07'25" солтүстік ендік; 72°40'36" шығыс бойлық. Кенорны аудан орталығы Мойынқұмнан 90 шақырым солтүстікке қарай және Тараздан 260 шақырым жерде солтүстік шығысқа қарай кететін жерде орналасқан [57].

Ақбақай аймағы Ащысай свитасы мен Шубалхаш интрузивтерінің түзілімдерінен тұратын жоғары кернеулі бірыңғай қатпарлы жүйеге кіреді. Алтынды Ақбақай кен сілемі күрт құлама, кеңге созылған, қалыңдығы 0,2-4,0 м желілі рудалық денелерден тұрады.

Рудалық желілердің ұзындығы 100-680 метр аралығында.

Кесте 1.1 - Желілердің параметрлері

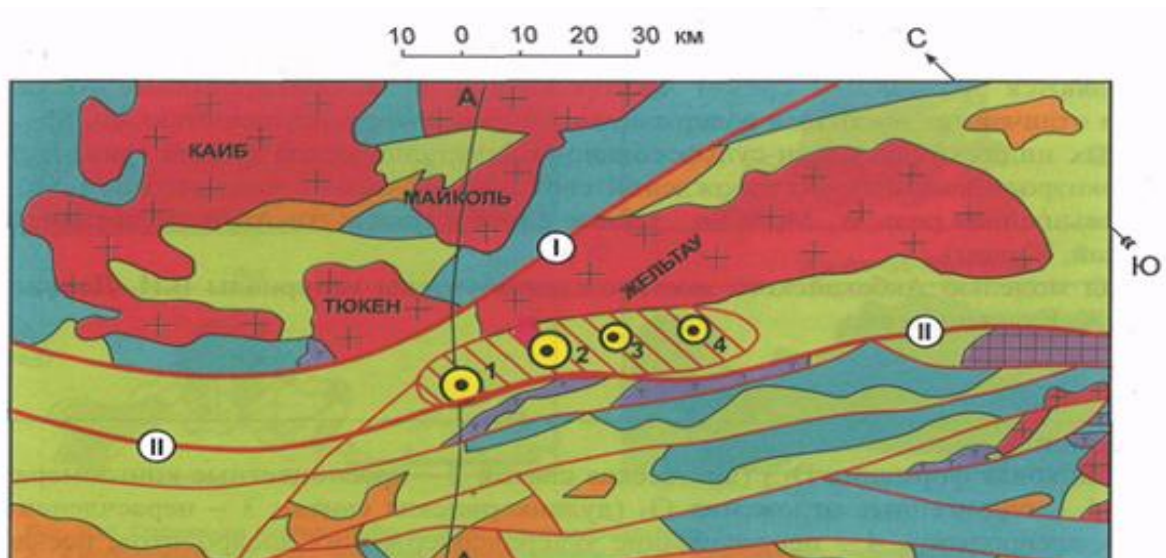
Желілердің аттары	Құлама бұрыш	Орталау қалыңдығы, м	Бойлық ұзындығы, м	Орналасу тереңдігі, м
Главная	70°-85°	1,33	680	460
Төкен	60°-65°	1,61	365	340
Октябрь	40°-45°	1,51	520	580
Фролов	70°-85°	1,43	275	580
Пологая	45°-50°	1,92	630	460
Ескерту - Дереккөз [26]				

Кенорнындағы руда кварцты, арсеннолитериммен, алтынмен, жартылай металдан құралған. Рудадағы бағалы металл болып есептелетін алтын және күміс. Қоршаған таужыныстары: гранодиориттердің Протодьяконов шкаласы

бойынша беріктік коэффициенттері  $f=14-16$ , оның ішінде: березиттер - ( $f=11-14$ ), кварциттер- ( $f=16-18$ ) тең.

Алтын желілерінің негізгі ұзындығы 250 метрден 600 метрге дейін ал қалыңдығы 1,5 сантиметрден 2 метрге жетеді.

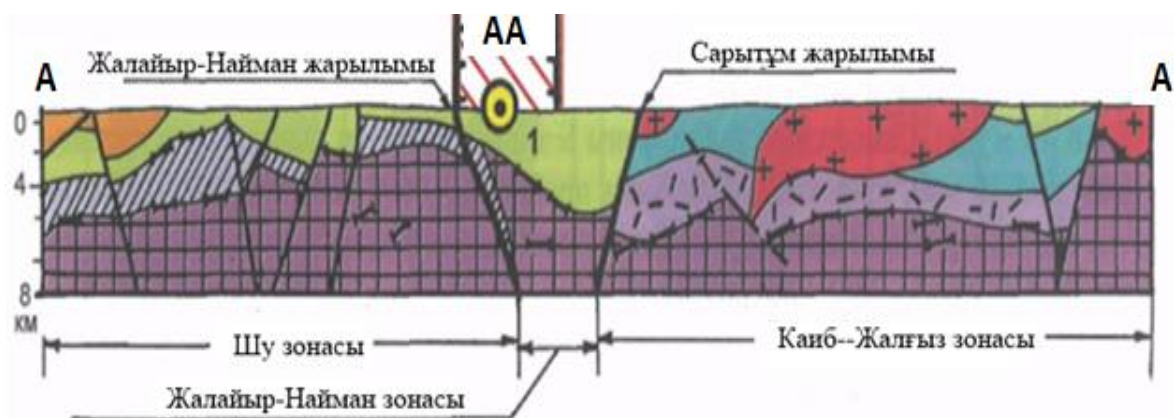
Ақбақай кенорнының геологиялық картасы 1.6-суретте көрсетілген.



Сурет 1.6 –Ақбақай кенорнының геологиялық картасы

Ақбақай, Бескемпір, Карьерное және тағы сол сияқты кенорындары орналасқан Ақбақай зонасы күрт құлама және оны қиып өтетін көлденең көлбеу жарылымды (Жалайыр, Сарықұм) бұзылыстарымен ерекшеленеді.

Кен сілемінде аралары бір метрге дейінгі жерлерде орналасқан көлденең жарылысты бұзылымдар геологиялық картаның А-А қимасы бойынша көрсетілген (сурет 1.7).



Сурет 1.7 - Геологиялық картаның А-А сызығы бойынша қимасы

Жалпы кенорнындағы инженерлік-геологиялық ізденістер бұл – болашақ құрылыс салынатын ауданның табиғи және экономикалық жағдайларын, құрылыс нысандарының оны қоршаған ортамен өзіндік байланысын, оларды

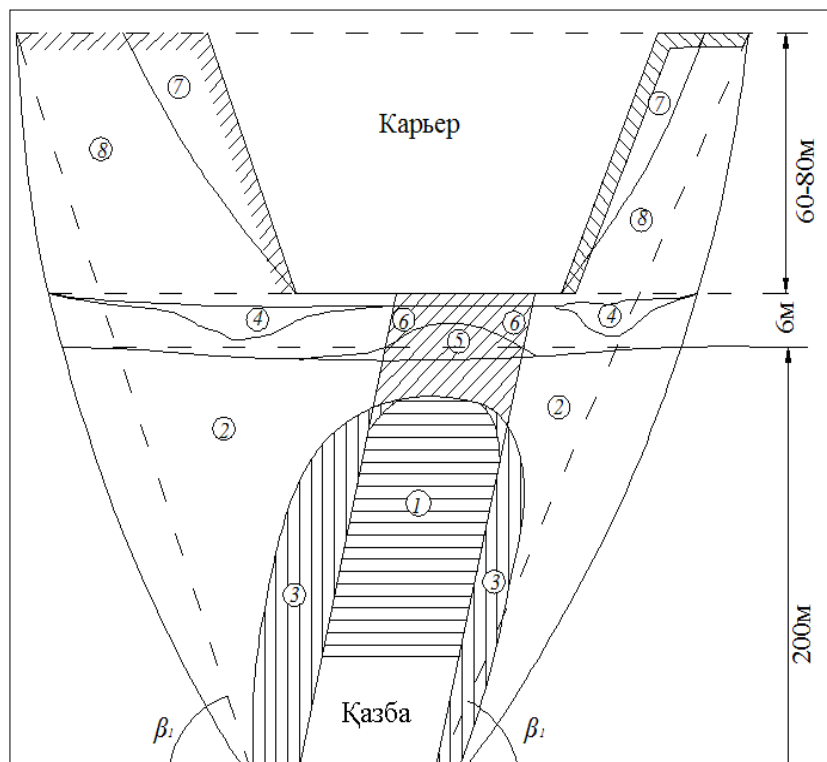
корғаудың инженерлік жолдары және адам өміріне қауіпсіз болуын қамтамасыз ететін далалық, зертханалық және камералдық жұмыстардан құралатын кешенді жұмыс [58].

Бастапқы мәліметтер сапасына (топырақтың қасиеті және құрамы, геологиялық түзілімі, гидрогеологиялық жағдайы, тектоникалық бұзылымдары және т.б) болашақтағы кенорынды, ғимараттар мен имараттарды ұзақ уақытты пайдалану байланысты.

Ақбақай кенорнын игерудің бір ерекшелігі жоғарыда қарастырылған, яғни кен жер бетіне шығып жатқандықтан, оны 60-80 м тереңдікке дейін ашық әдіспен, ал қазір жерасты кенішімен, яғни құрама әдіспен игерілуде.

Таңдап алынған ашу тәсілінің тиімді түрі қазбаларды желдетуді, өндірілетін сілемдегі кеннің жоғарғы тиімділігін, ашу мерзімін қысқартып, тазалау жұмысын тездетіп жоспарлы кеніш қуатын орындауды қамтамасыз етуі шарт. Ашу тәсілін таңдауға негізінен ықпал ететін факторлар: кеніштің жаралымы, кен-геологиялық жағдайы, техникалық даму деңгейі және экономикалық көрсеткіштер.

Ақбақай кенорнының құрама тәсілмен игерілуі 1.8-суретте көрсетілген.



Жылжу аймақтары : 1- опырыла құлау; 2- иілу ; 3 – кернеулегген жағдай; 4, 5, 6 – карьер астындағы қабаттағы созылу және сығылу; 7- сырғу үшкілі; 8 –карьер беткейі массиві; А-Б –7 және 8 аймақтарын бөлір түрген сызық

Сурет 1.8 –Ақбақай кенорнын игерудегі тау жыныстарының деформациялану сұлбасы

Осы жағдайда тау жыныстарының және жер бетіндегі жылжу процесстері, геомеханикалық үдерістердің дамуына – тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын, тереңдігі бойынша тірегін жоғалтып, беріктігінің бұзылуына әсерін тигізіп, опырылып бос қуыстарға қарай құлай бастауы тікелей әсер етеді.

Таңдап алынған ашу тәсілінің тиімді түрі қауіпсіздікпен қазбаларды желдетуді, өндірілетін кеннің жоғарғы тиімділігін, жұмсалатын күрделі қаржы мен эксплуатациялық шығынды үнемдеуді, ашу мерзімін қысқартып, тазалау жұмысын тездетіп жоспарлы кеніш қуатын орындауды қамтамасыз етуі шарт.

Ашу тәсілін таңдауға негізінен ықпал ететін факторлар: кеніштің жаралымы, кен-геологиялық жағдайы, техникалық даму деңгейі және экономикалық көрсеткіштер. Мұндай жағдай таужыныстарының және жер бетінің жылжуы, яғни геомеханикалық үдерістердің дамуына – тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын, таужыныстары бүкіл созылымы және тереңдігі бойынша тірегін жоғалтып, беріктігі бұзылады да, опырылып бос қуыстарға қарай құлай бастауы тікелей әсер етеді .

Ақбақай кенорнын игеру үшін құрама тәсіл қолданылған. Кен орнында ашық тау-кен жұмыстары жүргізілуде, қазіргі карьердің тереңдігі шамамен 60-80 метрдей.

Таңдап алынған ашу тәсілінің тиімді түрі қауіпсіздікпен қазбаларды желдетуді, өндірілетін кеннің жоғарғы тиімділігін, жұмсалатын күрделі қаржы мен эксплуатациялық шығынды үнемдеуді, ашу мерзімін қысқартып, тазалау жұмысын тездетіп жоспарлы кеніш қуатын орындауды қамтамасыз етуі шарт.

Кеніште аланды ашу дегеніміз жер бетінен бастап жүргізілген күрделі қазбалардың кен қабатына жетіп, оны дайындау жұмысын бастауға мүмкіндік тудыруды айтады. Ашу тек жер бетінен басталатын тау-кен қазбаларымен шектеліп қоймайды. Кей жағдайда руда өндіріліп жатқан тұстан жаңа горизонттарға күрделі қазбалар жүргізіліп, дайындау жұмысына да жол ашады. Сөйтіп ашу қазбаларының арқасында жер асты жұмысы жеңілдетіліп, сыртпен транспорт қатынасы қамтамасыз етіледі. Кеніш басты және қосалқы қазбалармен ашылады. Ашу тәсілін таңдауға негізінен ықпал ететін факторлар: кеніштің жаралымы, кен-геологиялық жағдайы, техникалық даму деңгейі және экономикалық көрсеткіштер. Таңдап алынған ашу тәсілінің тиімді түрі қауіпсіздікпен қазбаларды желдетуді, өндірілетін кеннің жоғарғы тиімділігін, жұмсалатын күрделі қаржы мен эксплуатациялық шығынды үнемдеуді, ашу мерзімін қысқартып, тазалау жұмысын тездетіп жоспарлы кеніш қуатын орындауды қамтамасыз етуі шарт.

Осындай жағдайда тау жыныстары әлсіз беттер арқылы сырғу үдерісіне ұшырап, жер бетінде опырылған шұңқырлар пайда болады (сурет 1.9).



Сурет 1.9–Жерасты тау-кен жұмыстарының әсерінен жербетінің опырылуы, шұңқырлардың пайда болуы

Кен қазу жұмыстарының әсерінен туындайтын геомеханикалық үдерістер, әлбетте жер асты қазбаларында пайда болады.



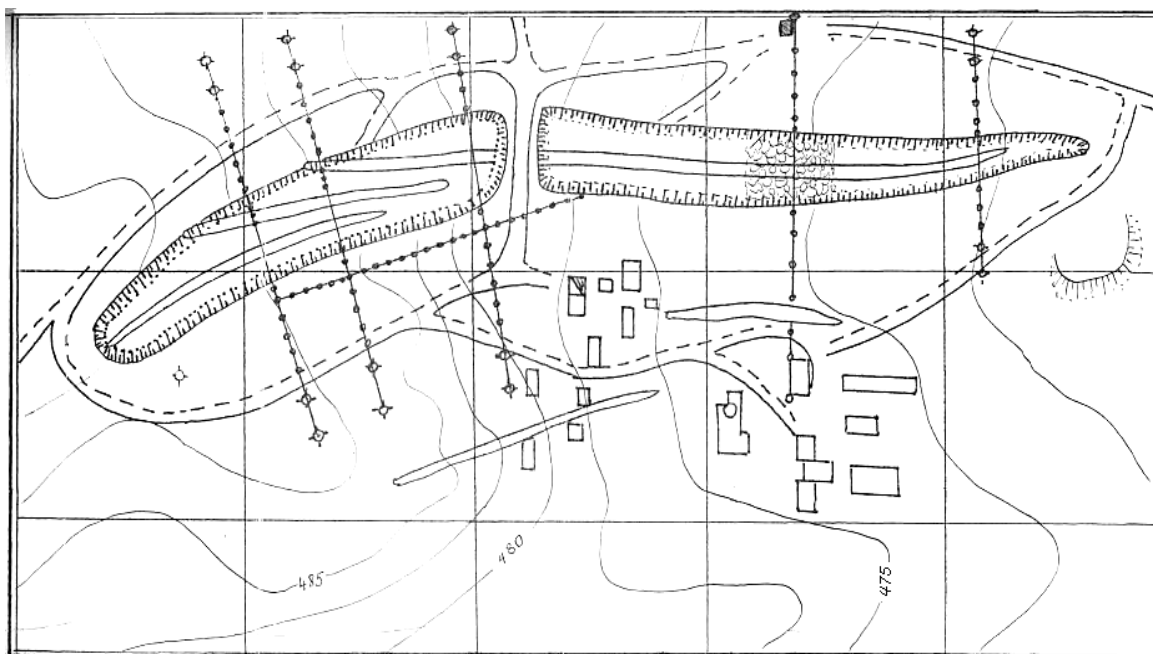
Сурет. 1.10–Жерасты қазбаларындағы геомеханикалық үдерістер көрінісі

Қазақстан өнеркәсібі дамуының басты бағыты – кен байлықтарымызды игеру, оның ішінде диссертацияның нысаны болып отырған Ақбақай алтын кенорнын халық игілігіне жұмсау.

Өндіріс орындары шоғырланған аймақтарда, оның ішінде кең ауқымды жер қойнауын игеру геомеханикалық үдерістерді тудырып, техногендік апаттарға әкеліп соғатындығына көз жеткіздік. Қазақстанда тау-кен өндірісінің жылдам қарқынмен дамуы кейбір аймақтарда, мәселен Кенді Алтай, Батыс және Орталық Қазақстан, Мойынқұм-Төменгі Шу, Қаратау және т.б. жерлерде техногендік әсерден жер қойнауы мен жербетінің учаскелері мейлінше зиян шегіп, ол сын көтермейтін бүгінгі күннің көкейтесті мәселелерінің бірі болып отыр.

Қазіргі кезде минералдық шикі заттарды игеру өте күрделі тау – кен техникалық жағдайларда жүргізілуімен сипатталады, яғни қазып алатын кен орындарында кенеттен тау – кен соққысы, қысымының күшеюі, тау жыныстардың жылжуы сияқты жағдайлар пайда болуда. Осыған орай, соңғы жылдары Республикамызда, жақын және алыс шетелдерде Жер қойнауы мен қоршаған ортаны қорғау мәселесіне көп көңіл бөлінуде.

Мінекей осындай, алғаш ашық, кейін жерасты кен игеріп жатқан Ақбақай кенорнында жылжу процессін зерттеу жүргізу 1990 жылдан басталды. Профессор М.Б.Нұрпейісованың жетекшілігімен 1990-1995 жылдар аралығында доцент Г.С.Мадимарова Ақбақай кенішінде жербеті және жерасты бақылау стансаларын салып, геодезиялық аспаптық бақылаулар жүргізді[59]. Ақбақай кенорнындағы жербеті бақылау стансаның планы 1.11-суретте көрсетілген.



Сурет 1.11 - Ақбақай кенорнындағы жербеті бақылау стансасының планы

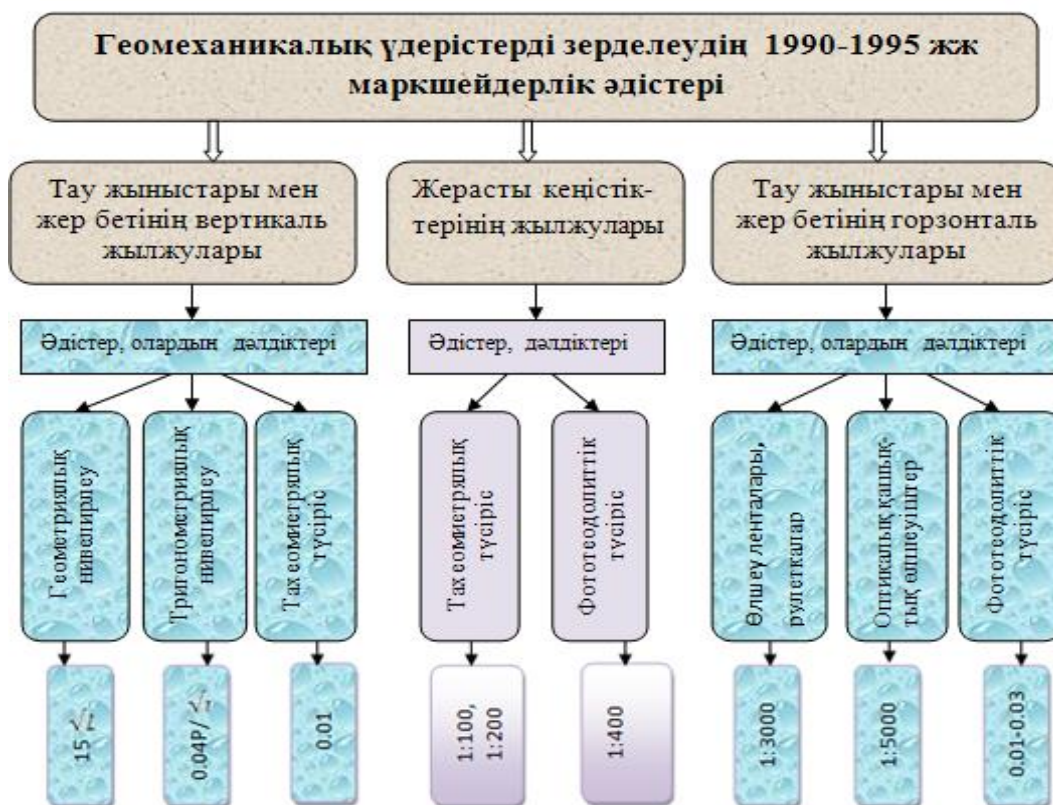
1.11-суреттегі бақылау станциясының профильдік сызықтары тау-кен жұмыстарының жүріп жатқан жеріне және бақылаудың мақсатына байланысты салынды. Станция кеннің бойлығына кесе көлденең 5 профильдік және бойлық бойынша 1 профильдік сызықтардан тұрады.

1990-95 жылдар аралығында Ақбақай кенорнында геодезиялық бақылаулар барысында жербетінде Германияның «Карл Цейсс Иена» фирмасының Redta-002 редукциялық тахеометрі, ал жерасты қуыстарын түсіруге Д-1М жарық-сәулелі тахеометрлері қолданылған[60].

Әртүрлі жағдайларға байланысты Ақбақай кенорнында 1996-2004 жылдар аралығында ешқандай бақылау жұмыстары жүргізілген жоқ.

2005 жылдан бастап Ақбақай кен металлургиялық комбинатының сұранысы бойынша геомеханикалық үдерістерді зерттеу (01.07.2005 жылғы №158 келісім шарт бойынша «Ақбақай кенішінің төменгі қабаттарында станция салу және бақылаулар жүргізу» қайтадан жүргізіле басталды. Ол жұмыстарды техника ғылымдарының кандидаты К.Т.Менаяқов жүзеге асырды [61]. Геодезиялық бақылаулар алғаш ТаЗМ электронды тахеометрі, кейін нәтижелерін салыстыру мақсатымен «Leica Geosystem» фирмасының TCR1200 тахеометрі арқылы орындалды.

1990-95 жылдардағы аспаптық бақылауларда қолданылған өлшеу әдістері мен олардың дәлдіктері 1.12-суретте келтірілген.



Сурет 1.11 – 1990-95 жылдарда қолданылған маркшейдерлік аспаптар және олардың дәлдіктері

«Ақбақай КМК»-мен 01.09.2008 жылғы жасалған «Ақбақай КМК-на заманауи аспаптарды енгізу» №735 келісім шартына сәйкес, қазір Ақбақай кенорнында карьерлері және жерасты кеніші заманауи аспаптармен қамтамасыз етілген [62,63].

### 1.5 Ақбақай кенорны тау жыныстары массивінің жай-күйіне геомеханикалық мониторинг жүргізудің әдістемесі

Аталмыш кенорнындағы геомеханикалық үдерістерді мониторингтеу осы уақытқа дейін жүргізіліп жатыр және ол сол кәсіпорнындағы GPS технологиялары, электронды тахеометрлер, лазерлік нивелир, лазерлік



рулеткалар, лазерлік сканерлермен жүзеге асырылуда. Жалпы, мониторинг дегеніміз (латынның monitor – күні бұрын ескерту, сақтандыру деген сөзінен алынған) – жылжу үдерісінде – таужыныстары массивінің кен қазудың әсер-ықпалынан өзгеруін бақылау, бағалау, болжау және құрылыстар мен жер қойнауын қорғаудың шараларын жасау.

Геомеханикалық мониторингті (бақылаулар) инженерлік-геологиялық кен-техникалық зерттеулермен біріктіріп кешенді жүргізу–деформациялар-дың алдын алады, олар өз кезегінде жылжу үдерісінің уақыт аралығында және кеңістікте дамуын болжауға, сонымен қатар қауіпті деформацияларды болдырмаудың шараларын жасауға мүмкіндік береді.

Шамалы уақыт аралығында және ең төменгі шығында нысандар туралы шұғыл ақпараттар алуға арналған ғаламдық навигациялық GPS жүйелері, лазерлі сканерлер мен роботталған электрондық тахеометрлер табиғатты қорғаудың бірқатар мәселелерін шешуде үлкен қолданыс табуда. Ал, маркшейдерлік түсірімдерде лазерлік сканерлерді қолдану, көптеген геологиялық-маркшейдерлік мәселелерді шешу кен-техникалық жүйелердің үш өлшемдік 3D модельдерін жасау арқылы жүзеге асырылуда[64-67].

Жер қойнауын пайдалануда ғылыми қызметті мемлекеттік тұрғыдан қолдау және Қазақстан республикасының индустриялық-инновациялық дамуын жылдамдатуда [68-70] тау жыныстары массивіндегі деформациялық процестер мен құбылыстарды зерттеу мен болжаудың әртүрлі тәсілдерін қолдану қарастырылған. Бүгінде адамзаттың табиғи орта мен жер қойнауына қарқынды кірісуі болжап болмайтын жағдайларға ұшыратуы мүмкін.

Мәселен, тау-кен жұмыстарын жоғары кернеулі массивтерінде (Кенді Алтай, Батыс және орталық Қазақстан, Мойынқұм-Төменгі Шу, Қаратау және сол сияқты аймақтарында) және жоғары сейсмикалық Іле Алатауы қойнауында метрополитен жүргізу апаттық жағдайларға әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан, осы диссертациялық жұмыстағы қарастырылып отырған кенді жоғалымсыз толық игеру, жер қойнауын игерудің қауіпсіздігі, тау-кен жұмыстарының қоршаған ортаға тигізетін әсерінің дәрежесі көбінесе массивтің геомеханикалық жай-күйін сенімді бағалауға, деформациялық процестерді бақылаудың дәлдігіне және деформацияларды жою мен азайту шараларын жасаудың жылдамдығына тәуелді болып келеді.

Сөйтіп, геомеханикалық процестерді басқарудың инновациялық әдістері саласындағы зерттеулерді талдау – техногендік апаттар тәуекелін төмендетуге және жалпы кен қазудың экономикалық тиімділігін жоғарылатуға бағытталған бұл жұмыста және геомониторинг жүргізудің инновациялық әдістерін қабылдау мен тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйлерін (КДК), тау-кен-металлургия кешендерінің (ТМК) қалдықтарын іске асыру және компьютерлік модельдеудің әдістемесін жасаудың алғы шарттарын дайындауға себепкер болды.

Міне осы айтылғандар нешінде диссертациялық жұмыстың мақсаты, идеясы, шешілетін мәселелері тұжырымдалып тиянақталып және тиімді аспаптары мен әдістері таңдалды.

Алға қойылған мақсатқа жетудің дұрыс жолы жер қойнауын игерудегі тау жыныстары массивінің жай-күйі жайында толық мәліметтер жинау. Жер қойнауын игерудегі қауіпті құбылыстарды болжауда геомониторингі жүргізудің жаңа әдістерін жасау - төтенше жағдайлардағы деформациялардың алдын алу шараларын ойдағыдай жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Осыған байланысты, қазіргі заманғы тау-кен өндірістерінің талаптарын қанағаттандыруда, тау-кен жұмыстарын жүргізудегі өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің *өзекті мәселесі* болып жер қойнауындағы тау жыныстар массивінің жай-күйі жайындағы сенімді мәліметтер болып саналады. Сондықтан, тау жыныстары массивін күйін болжау мен бақылау - геомеханикалық мониторинг жүргізудің инновациялық әдістерін енгізу және тау-кен өндірісінің нысандарын компьютерлік модельдеудің жаңа әдістемелерін жасау негізінде дұрыс шешімін табады.

Диссертациялық жұмыстың *ғылыми жаңалығы* - тау-кен кәсіпорнының өндірістік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, жер қойнауын қорғау және жалпы тиімділікті көтеру мақсатымен, тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйінің геокеңістіктік мәліметтер қорын құру үшін геомониторинг жүргізудің инновациялық әдістерін жасау болмақ. Диссертациялық жұмыстың *әлеуметтік және экономикалық* мағынасы да бар. Оны жүзеге асырудың *әлеуметтік тиімділігі* алдымен, геомеханикалық процестер мен техногендік апаттардың алдын алуында деп білеміз. Ал *экономикалық тиімділігі* кері техногендік апаттардың зардаптарын жоюға жұмсалатын шығынды төмендететін, геомеханикалық процестерді басқарудың инновациялық әдістер мен жабдықтарын жасаумен байланысты.

*Жергілікті жердегі геодезиялық бақылаулар әдісі* жылжу үдерісін зерттеудің бірінші кезеңінде басты рөл атқарады және осы уақытқа дейін өзінің маңызын жойған жоқ. Таужыныстарының жылжу үдерісін тікелей жергілікті жерде, яғни тау-кен жұмыстары жүріп жатқан жерде зерделеуде зерттелетін учаскеге, жер бетіне және қажет болған жағдайда жерасты қазбаларынада көптеген реперлерден тұратын бақылау стансасы салынады. Жүйелі түрде жүргізілетін аспаптық бақылаулар арқылы салынған реперлердің уақыт аралығындағы және кеңістіктегі орындарын анықтайды.

Реперлердің конструкциясы және орнату тәсілі олардың таужыныстарымен сенімді байланысын және ұзақ мезгіл сақталуын қамтамасыз етуі қажет. Реперлердің конструкциялары ВНИМИ-дің Нұсқауларында [71] ұсынылған.

Геодезиялық аспаптық бақылаулар карьер кемерлерінің, жербеті мен жерасты қазбаларының деформациялары туралы деректер алудың негізі және олардың орнықтылығын болжаудың ең сенімді әдісі болып саналады. Жылжу үдерістерін бақылау екі кезеңнен тұрады.

Бірінші кезеңге жылжуға, опырылуға бейім учаскелерді табу және сол осал жерлерде бақылау жұмыстарын жүргізу, ал екінші кезеңге жылжу үдерісін азайту шараларын дайындау және оларды жүзеге асыру жатады.

Карьерлер мен жербетіндегі геодезиялық бақылаулардың нәтижелері мына

мәселелерді шешу үшін пайдаланылады:

1) қиябеттердегі ығысуларды, деформациялардың, жылжу үдерісі жылдамдығының шамаларын және деформациялану шекараларын анықтау;

2) беткей жағдауындағы массивтің бұзылу деформацияларының түрлерін анықтау;

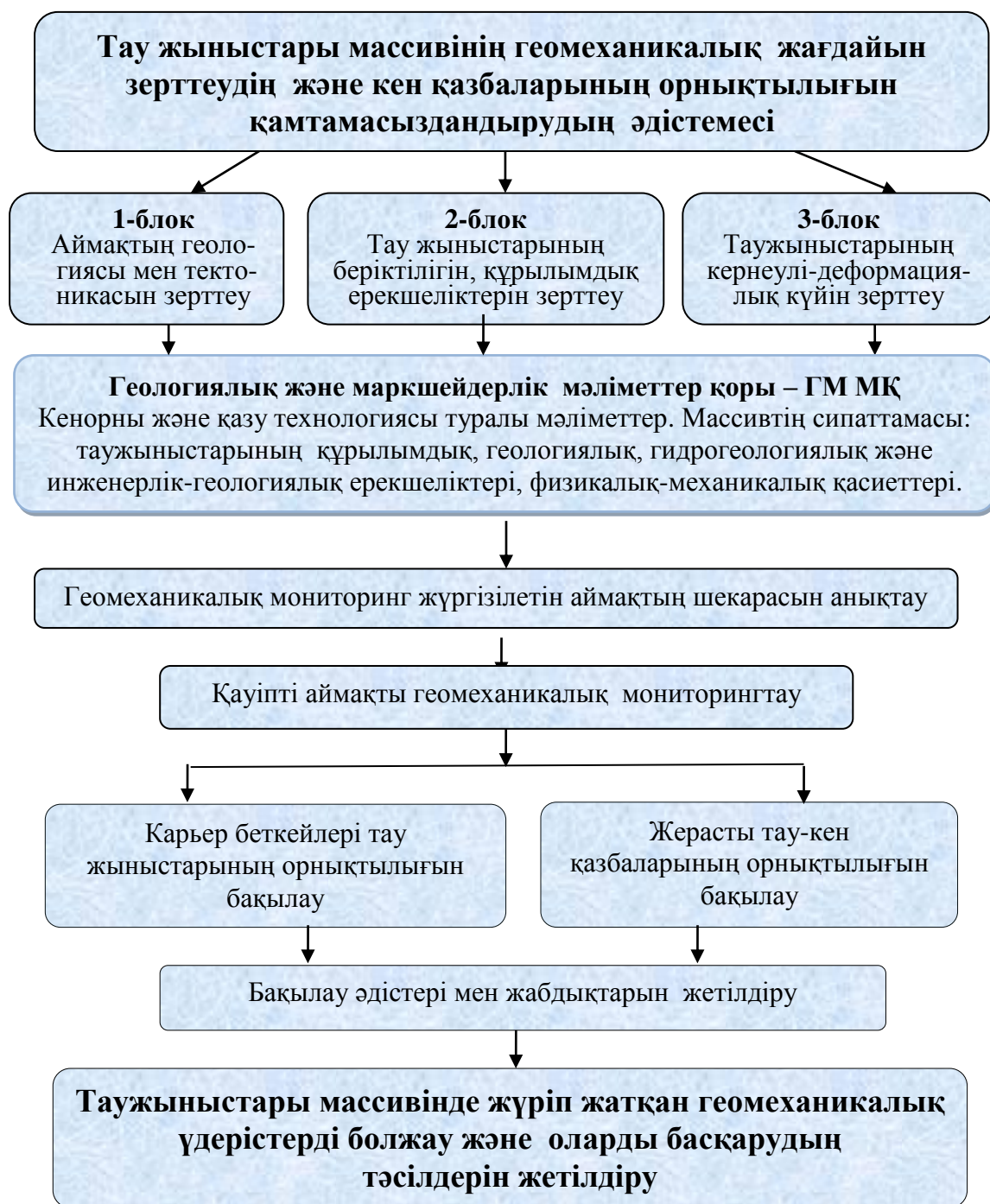
3) деформацияға ұшыраған беткейлер мен үйінділердегі тау-кен жұмыстарының қауіпсіз жүргізілуін қадағалау;

4) карьер қиябеттерінің орнықтылығына әсер ететін факторлар мен деформациялану үдерісі арасындағы өзара байланысты анықтау;

5) деформацияларға қарсы шаралардың тиімділігін анықтау.

Бақылау стансасын салудың тәртібі мен бақылаулар жүргізудің әдістемесі ВНИМИ-дің (Одақтық маркшейдерлік ғылыми-зерттеу институтының) жасаған арнайы Нұсқауларында [51,72] толық жазылған.

Карьер кемерлерінің алаңшаларына салынатын жұмыс реперлерінің арақашықтықтары профильдік сызықтың орналасқан жеріне байланысты әрқилы болып келеді. Әр алаңшадағы (бермадағы) жұмыс реперлерінің саны екіден кем болмауы қажет.



Сурет 1.12– Тау жыныстары массивінің геомеханикалық жағдайын зерттеудің және кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыздандырудың әдістемесі

Ескерту – Дереккөз [35]

Ұсынылып отырған бұл кешенді әдістемеді тау жыныстары массивінің жай-күйіне баға беруде геомеханикалық зерттеулерді жергілікті жерде жүргізудің келесідей үш негізгі әдістері кеңінен қолданылады, олар:

- 1) кенорны игерілетін аймақтың геологиясын, тектоникасын зерделеу;

2) таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін, құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу және олардың жылжу параметрлеріне әсерін анықтау[73]. олардың кеңістіктегі мен уақыт аралығында өзгерістерін алдын ала болжау;

3) таужыныстары массивінің кернеулі-деформациялық күйін зерделеу және олардың тау-кен жұмыстарының тереңдігімен байланысты өзгерістерін алдын ала болжау;

Бұл үш топтың әрқайсысына тән өз әдістемелері бар және барлығынан алынған мәліметтер кенорны және қазу технологиясы туралы мәліметтері, массивтің сипаттамалары яғни, таужыныстарының құрылымдық, геологиялық, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық ерекшеліктері, физикалық-механикалық қасиеттері жинақталып, геологиялық және маркшейдерлік мәліметтер қорын құрайды.

### **1.6 Зерттеулердің мақсаты мен міндеттері**

Өте күрделі тау-кен геологиялық жағдайда орналасқан кенорындарын игерудегі, соның ішінде құрама әдіспен кен қазу іс-әрекеттері - таужыныстарының кернеулі күйінің өзгеріске үшірауын туындатады. Бұл үдерістер өте қиын техникалық және экологиялық зардаптарға әкеліп соқтырады. Осындай геомеханикалық үдерістердің кері әсерлерінен шетелдерде және Қазақстан Республикасының көптеген жер қойнауын пайдаланушы нысандар, өндіріс аймақтары мен жер бетінің учаскелері зиян шегуде.

Мұндай жағдайда, яғни карьерлерде тау-кен қазбаларының қиябеттерінің, кемер және үйінділердің және кеніштерде жерасты қазбаларының жоғарғы төбелерінің, табандарының, кентіректердің жағдайларын аспаптық бақылауға және техногендік барлық тау-кен құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз етуге, яғни геомеханикалық мониторинг жүргізуге көп көңіл аударылады. Жалпы геомеханикалық мониторинг кешенінде бақылаудың геодезиялық әдістері ерекше орын алады.

Геомеханикалық мониторинг жүргізуде қолданылатын дағдылы аспаптық бақылаулар осы күнгі тау-кен өндірісінің талаптарына сай келмей жатады, өйткені олар өте көп еңбекті қажет етеді және деформациялық үдерістерге қарсы шараларды жасауға қажет таужыныстары массивінің жай-күйі туралы толық мәліметтер алуға мүмкіндік бермейді. Сондықтан да, геомеханикалық мониторингті жүргізуде заманауи геодезиялық аспаптарды (электронды тахеометр, лазерлі сканерлер) қолдану, олармен жұмыс істеу тәртібін жетілдіру – инновациялық әдістердің деңгейін көтерумен тығыз байланысты деп білеміз.

Бұл мәселеге Қазақстан Республикасының «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы», «Экологиялық кодексі», «Жер кодексі», «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы», «Инновациялық қызмет туралы», Заңдарында ерекше көңіл аударылған [65-75]. Заңдарда тау-кен кәсіпорындарына геодезиялық заманауи аспаптарды енгізуді және пайдалануды; жерүсті және

жерасты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз етуде геодезиялық, топографиялық және басқа да арнаулы жұмыстар жүргізу жүктелген.

Сонымен қатар, бұл жұмысты жүзеге асыру Қазақстан Республикасы Президентінің 19.03.2010 ж. қабылданаған «Қазақстан Республикасының индустриалды –инновациялық дамуын жылдамдату бағдарламасы», Ел басының «Республикамыздың индустриалды –инновациялық қызыметін мемлекеттік қолдау туралы заңы» және Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә.Назарбаевтың 2017 жылдың 31 қаңтарындағы «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: бәсекеге қабілеттілік» атты халыққа жолдауына да тікелей байланысты.

Демек, бұл диссертациялық жұмыс массивтың жай-күйін геомеханикалық мониторингтауда заманауи геодезиялық аспаптарды қолдануға және техногендік жүйелер нысандарының үшөлшемді модельдерін құруға арналған өзекті ғылыми-техникалық мәселеге арналғандығының айқын дәлелі.

Тау-кен жұмыстары атқарылып жатқан уақытта жер қойнауында түзілетін геомеханикалық үдерістердің кері әсерлері мен оларды азайтудың жолдары және геомеханикалық мониторинг жүргізудің геодезиялық әдістері мен онда қолданылатын дағдылы және заманауи аспаптары саласындағы орындалған ғылыми-техникалық әдебиеттерді, техногендік жүйеде геомеханикалық мониторинг жүргізудің сұлбасы жасап алынды (1.12-сурет).

Ұсынылып отырған сұлбаға сәйкес, зерттеудің басты **мақсаты** – тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін жоғарылатуға мүмкіндік беретін инновациялық технологиялар мен әдістерді қолдану арқылы тау жыныстары массивінің жай-күйін зерттеу және қазбалардың орнықтылығын қамтамасыз ету.

**Диссертациялық жұмыстың идеясы** заманауи аспаптарды қолдану арқылы геодезиялық әдістерді жетілдіруге негізделген техногендік тау-кен нысандарының орнықтылық жағдайын мониторингтаудың бірыңғай жүйесін жасауға негізделген.

Зерттеу жұмысында қойылған мақсатқа сәйкес төмендегі **мәселелерді шешу** көзделіп отыр:

- құрама әдіспен кен игерудегі геомеханикалық процестерді зерделеудің отандық және шет елдік тәжірибелеріне талдау жасау;
- геомеханикалық мониторингтеуде қолданылатын заманауи технологиялар мен әдістерді зерделеу;
- кен орнындағы геомеханикалық процестердің даму заңдылықтарын анықтау;
- тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін анықтаудың әдістерін зерделеу және жетілдіру;
- тау-кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыз етудің әдістерін зерделеу және жетілдіру;
- зерттеу барысында алынған нәтижелерді өндіріс пен оқу процесіне енгізу.

## 2 ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ

### 2.1 Тау жыныстарының қасиеттері және оларды зерделеудің әдістері

#### 2.1.1 Тау жыныстары құрамы мен құрылымы

Егер тау жыныстарының құрамы, құрылымы, қасиеттері және жай-күйі, сонымен қатар уақыт факторын ескергендегі осы қасиеттердің арасындағы өзара байланыстар анықталған болса, онда тау жыныстары жан-жақты зерттелген деп есептеледі.

Шешілетін мәселелерге байланысты тау жыныстарын зерттеуде анықталатындар: *гранулометриялық, микроагрегаттық, минералдық және химиялық құрамдары.*

*Гранулометриялық құрам* деп тау жынысы құрамында үлкендігі (фракциясы) әртүрлі бөлшектердің, құрғақ тау жыныстының абсолют массасына шаққандағы % шамасы.

Тау жыныстарының *микроагрегаттық* құрамы – ондағы үлкендігі әртүрлі микроагрегаттардың (органикалық және минералдық бөлшектері), құрғақ тау жынысының абсолют массасына шаққандағы % мөлшері. Микроагрегаттық құрам тау жыныстарының табиғи дисперсиясын, яғни дисперсиялық дәрежесін көрсетеді.

Тау жыныстары дисперсиялық дәрежесіне қарай [76] келесідей жүйеленеді: бөлшектері 0,002 мм кіші – өрескел дисперсиялар; 0,002-0,0001 мм – жұқа дисперсиялар; коллоидты – 0,00010-000001 мм; молекулярлық жүйелер – 0,000001 мм-ден кіші. Дененің дисперсиялығы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым ол белгілі бір жағдайда басқа бөлшектермен активті араласа түседі.

Тау жыныстарының гранулометриялық және микроагрегаттық сынақтар нәтижелерін бір-бірімен салыстыра келе, олардың құрылымдық ерекшеліктерін анықтауға болады.

Тау жынысының *минералдық* құрамы деп ондағы әртүрлі минералдардың пайыздағы шамасын айтады. Минералдық құрамына қарай қатты тау жыныстары мономинералдар (мрамор, гипс, т.б.) және полиминералдар (көпшілік тау жыныстары) болып бөлінеді. Тау жыныстарының минералдық құрамын зерттегенде, сол жыныстағы минералдарды, олардың басқа компоненттермен байланысын, кристалдардың түрлерін анықтайды. Цементтелген шөгінді тау жыныстарында, ең бастысы олардың құрамы, желге бұзылу (моруы), бөлшектеліп сыну дәрежесін анықтау. Бір-бірімен байланысқан тау жыныстарында олардың балшықты фракциясының минералдық құрамы анықталады.

Балшықтар, өте ұсақ (0,002 мм) бөлшекті минералдардан тұратындықтан, оларды балшықты деп атайды. Негізгі балшықты минералдарға: монтмариллонит, каолинит және гидрослюдадар жатады. Балшықты минералдардан басқа, балшықтардың құрамында кальцит, дала шпаты сияқты

балшықты емес минералдар да кездеседі. Көптеген балшықтардың құрамына органикалық заттар және суда еритін тұз да кіреді.

Тау жынысының *химиялық* құрамы – сол тау жынысындағы химиялық элементтер және олардың қосындыларының % шамасы. Тау жынысының химиялық құрамын зерттегенде, оның түзілуінің геохимиялық жағдайына, желдің әсерінен бұзылу процесіне және массивті бекітудің химиялық тәсілін таңдауға басты назар аударылады.

Тау жынысының құрамында көбінесе (әр түрлі мөлшерде)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_{\text{ор}}$  сияқты компоненттер болады деп есептейді және оларды анықтайды.

Тау жынысының құрамы оның құрылымымен, текстурасымен және кеуектілігімен анықталады.

Құрылым дегеніміз – тау жынысы құрамының мөлшері, пішіні және құрамындағы заттардың (минералдар және шыны) бір-бірімен байланысын сипаттайтын ерекшелік.

Тау жынысының құрылымы мынаған байланысты:

- 1) кристалданған дәрежесіне;
- 2) құрамындағы заттардың абсолюттік және салыстырмалы мөлшерлеріне;
- 3) құрамындағы заттың пішініне (кристалданған түріне; түзілуіне, кристалдануына, қатты ертінділердің ыдырауына, қатқанға дейінгі өзгеруіне).

Цементтелген шөгінді тау жыныстары құрамы: псефиттік (өрескел сынғыш)  $>2$  мм; псаммиттік (құмдақ) 2-0,05 мм; алевриттік 0,05-0,001 мм, пелиттік (балшықты)  $< 0,001$  мм; аралас – үгітілген бөлшектердің көлемі әртүрлі болып жіктеледі.

Ал, метаморфиялық тау жыныстарының құрамы: изометриялық; роговикті – ұсақ кристалдардан тұратын; тіс тәрізді; миолиттік болып бөлінеді.

Тау жынысының *текстурасы* – оның құрамындағы заттардың кеңістікте таралуымен және орналасуымен анықталады.

Тау жынысының текстурасы мынаған байланысты:

- 1) бөлшектердің орналасуына және таралуына;
- 2) ертіндіден қатқанға дейін немесе кристалдану кезіне;
- 3) сыртқы күштердің әсерінен кристалдану кезінде немесе аяқталғаннан кейінгі жеке бөлшектердің түрлеріне.

Магмалық тау жыныстары текстурасының негізгі түрлері: массивті, флюидті, тақтатасты және көпіршікті.

Метаморфтік тау жыныстары текстурасы: тақтатасты, гнейсті, ірі көзді және бүрмелі болып бөлінеді.

Шөгінді тау жыныстары бөлшектерінің өзара бағдарлануына байланысты инженерлік геологияда текстура үш түрге ажыратылады: ретсіз, микроқабыршақты және флюидтәрізді.

Тау жынысының *кеуектілігі* деп қатты минералдар арасында пайда болған қуыстардың түрлері мен мөлшерінің жиынтығын атайды.

Кеуектіліктің ашық, жабық, тиімді және жалпы түрлері болады.



*Ашық кеуектілік* – зат пен ауа арасындағы қуыстар көлемімен  $V_a$  анықталады және ол ашық кеуектілік коэффициентімен  $K_{к.а}$  бағаланылады:

$$K_{к.а} = V_o / V, \quad (2.1)$$

мұндағы,  $V$  – тау жынысының жалпы көлемі.

*Жабық кеуектілік* жабық қуыстар көлемдерінің қосындысымен  $V_ж$  анықталады және ол жабық кеуектілік коэффициентімен  $K_{к.ж}$  бағаланады:

$$K_{к.ж} = V_{ж} / V_o, \quad (2.2)$$

*Тиімді кеуектілік*  $V_m$  – табиғи қысым градиенттері салдарынан сұйық зат пен газдардың ағынан пайда болған қуыстар.

Тиімді кеуектілік коэффициенті мына формуламен анықталады:

$$K_{м.к} = V_m / V \quad (2.3)$$

*Жалпы кеуектілік*  $V_a$  жабық және ашық қуыстар көлемдерінің қосындыларымен анықталады және жалпы кеуектілік коэффициентімен  $K_{о.к}$  бағаланады:

$$K_{о.к} = (V_a + V_{ж}) / V \quad (2.4)$$

$$K_{о.к} = (V_a + V_{ж}) / [V - (V_J + V_{ж})]; \quad (2.5)$$

### 2.1.2 Тау жыныстарының қасиеттері

Тау жыныстары массивтегі геомеханикалық процестерді зерттеу кезінде ең басты рөл атқаратыны ол – тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері. Себебі кенді ашудың, қазудың тәсілдері, механизациялау жабдықтары, бұрғылау-аттыру жұмыстарының параметрлері және карьер беткейлерінің орнықтылығы осы қасиеттерге тікелей байланысты болып келеді.

Тау жыныстарының қасиеттері – оның табиғи құбылыстар мен технологиялық процестерден туындаған сыртқы өрістер әсерінен өзгеріске ұшырайтын сапалық жағын сипаттайды. Тау жыныстарының қасиеттері оның жай-күйін, құрамы мен құрылымын және геологиялық тарихын дәл көрсетеді.

Тау жыныстары қасиеттерінің сандық сипаттамаларын білу үшін (алға қойылған мақсатқа байланысты) оның әрқилы көрсеткіштері пайдаланылады.

Тау жыныстары қасиеттерінің сандық сипаттамаларын зерделеу оларды жіктеу және ол жіктер арасындағы ішкі өзара байланыстарды анықтау арқылы жүзеге асырылады. Жіктеу қисынды екі операциялар: түсініктің (заттың) көлемін бөлу және жіктеу, яғни бөлінген нысандарды кластарға реттеу арқылы жүргізілетіні бұрыннан белгілі. Бірақ тау жыныстары қасиеттерінің жіктемесін жасаудың өзіндік қиындығы бар, ол мына жағдайларға байланысты:

- 1) біріншіден, тау жыныстары қасиеттерінің жаратылысы өте күрделі;

2) екіншіден, нақтылы жағдайда тау жынысы бір мезгілде бірнеше өрістердің әсерінде болуы мүмкін, ал ол кезде тау жыныстарының қасиеттері мүлдем өзгеруі және жаңа сапалық қасиеттердің ашылуы мүмкін;

3) үшіншіден, тау жыныстарын зерттеудің аппараттары мен әдістерінің жетілдірілуі жіктемеде еске алынбаған қосымша сандық сипаттамаларды алуға мүмкіндік туғызады.

Осы күнгі ғылыми-техникалық әдебиеттерде таужыныстары қасиеттерінің бірнеше жіктемелері бар. В.В.Ржевский[77] таужыныстарының физикалық қасиеттерін: тығыздылық, механикалық, акустикалық, гидравликалық және газодинамикалық, термиялық, электромагниттік (оның ішінде радиациялық), технологиялық деп бөледі.

И.А. Турчанинов [78] өз еңбегінде тау жыныстары қасиеттерін 5 класқа бөлген: тығыздылық (гравитациялық, құрылымдық), механикалық (беріктілік, акустикалық, реологиялық, кен-техникалық), жылулық (жай-күйінің қасиеті, фазалық ауысудағы тұрақтылықтары), электромагниттік (электрлік, магниттік), радиоактивтік.

Инженерлік геологияда тау жыныстары қасиеттері үш класқа бөлінген: *физикалық-химиялық* (дисперсиялығы, электрөткізгіштігі және электр зарядының шамасы, көлемдік сіңіру сыйымдылығы), *физикалық* (меншікті және көлемдік салмақ, кеуектілік, жылу физикалық қасиеттер, су ұстағыштық, дымқылдық, ісінулік және семулік, иілулік және жабысқақтық) және *механикалық* (деформацияланғыштық және беріктілік сипаттамалары).

Тау жыныстарының қасиеттерін М.М.Протоdjяконов [79] келесі кластарға бөледі: механикалық, гидравликалық, пневматикалық, жылулық, электрлік және магниттік, химиялық, ядерлік, технологиялық.

В.Д. Ломтадзе [76] тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін: физикалық (меншікті және көлемдік салмақ, беріктік, дымқылдық), сулық (суға орнықтылық, капиллярлық, су өткізгіштік), механикалық (беріктік, реологиялық және компрессиялық қасиеттер) деп жіктеген.

Осы жіктемелерді талдау – оларда келесідей кемшіліктерді анықтауға мүмкіндік берді:

1) тау жыныстары қасиеттерін топтарға бөлуде айқын көрініп тұрған жіктемелеу принципіннің жоқтығы;

2) нақтылы қасиетті сипаттап тұрған терминнің айқын еместігі.

Бұл оқулықта, жоғарыда айтылған кемшіліктер ескерілген, М.Е. Певзнер жасаған жіктеме келтірілген. Мәскеу мемлекеттік тау-кен университетінің профессоры М.Е.Певзнер, А.Ж.Машанов, Ш.С.Бекбасаров, М.Б.Нұрпейісовалармен бірге Қазақстанның көптеген кен орындары тау жыныстарының қасиеттерін зерттеген [33, 81]. Әрі қарай сол зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілетін болады.

Ұсынылып отырған тау жыныстары қасиеттерінің жіктемесін құрастыру: «қасиеттің түрі – қасиеттің класы – қасиет – қасиеттің сандық көрсеткіші» схемасымен жүргізілген. Тау жыныстарының қасиеттерін бөлуде негізгі

жіктемелік белгі болып, тау жынысына әсер ететін өрістің түрі есептеледі. «Өріс» деген сөз, әдетте физикада қолданылады. Ондағы физикалық құбылыс жүретін бір кеңістік немесе оның бір бөлігі «өріс» деп аталынады.

Біз қарастырып отырған нақтылы тау жыныстарының ортасында «өріс» деп тау жынысының ерекше бір өзгеріске ұшырайтын кеңістік ішіндегі орны.

Өрістің екі түріне сәйкес тау жыныстары қасиеттері де екі түрге бөлінеді:

- химиялық өріс – тау жыныстары химиялық өзгеріске ұшырайтын өріс.

Бұл өрістегі тау жыныстарының қасиеттерін *химиялық қасиеттер* деп атайды;

- физикалық өріс-тау жыныстарының химиялық өзгеріске ұшырамайтын өрісі және ондағы пайда болатын қасиеттерді *физикалық қасиеттер* деп атайды.

Тау жыныстарының химиялық қасиеттеріне: тотығу-қайта қалпына келу реакцияларына қабілеті, ерулік, сорбция және т.б. жатады. Бұл оқулықта тау жыныстарының химиялық қасиеттері қарастырылмайды.

Тау жыныстарының белгілі бір физикалық өрістердегі өзара қатынастарын анықтайтын физикалық қасиеттері 8 класқа бөлінеді: гравитациялық, гидравликалық, механикалық, акустикалық, жылулық, электрлік, магниттік, радиациялық.

Өз кезегінде, сол физикалық өріспен байланысын сипаттайтын, әрбір класта өзіндік қасиеттер ерекшеленеді. Оқулықта физикалық қасиеттердің жоғарыда келтірілген кластарының 7-еуі қысқаша қарастырылады және механикалық қасиеттері жете талданады.

Тау жыныстарның **гравитациялық** қасиеттері класына Жер күшінің гравитациялық өрісімен қатысында пайда болатын салмағы мен тығыздығы жатады.

Тау жыныстарның **гидравликалық** қасиеттері деп тау жыныстарының айналасындағы сұйық заттар, бу және газдармен өзара байланысын айқындайтын қасиеттерін атайды. Гидравликалық қасиеттерге: дымқылдық, субергіштік, сүткізгіштік, суға беріктілік, капиллярлық, ісінулік, отырулық, батулық, жабысқақтық, суланулық, адсорбция және абсорбция жатады.

**Акустикалық** қасиеттер – тау жыныстары арқылы дыбыс толқындары өткен кезде, оларда пайда болатын қасиеттер және аларға кіретіндер: дыбыс өткізгіштік пен дыбыс сіңірулік қасиеттер.

**Жылулық** қасиеттер – тау жыныстарының жылу өрісімен араласқан кезде туындайтын қасиеттер. Жылулық қасиеттерге жататындар: жылуөткізгіштік, жылу сыйымдылық, жылулық созылу (ығылу), фазалық өзгерістерге бейімділігі.

Тау жыныстарның **электрлік** қасиеттері – олардың электрлік өріспен байланыстан пайда болатын қасиеттері және оларға: электрөткізгіштік, электрлік беріктік және поляризациялық қасиеттері жатады.

Тау жыныстарның **магниттік** қасиеттері – олардың магниттік өріс пен өзара байланысынан туындаған қасиеттері. Магниттік қасиеттерге: магниттік төзімділігі және магниттелгендік қалдығы жатады.

Тау жыныстарының **радиациялық** қасиеттері класына – радиациялық

өріспен байланысынан туындайтын қасиеттер, оған: табиғи радиоактивтілігі және бойына сіңушілік қабілеті жатады.

### 2.1.3 Тау жыныстарының механикалық қасиеттері

Массивтегі кернеулі-деформациялық күйді және ондағы жүріп жатқан геомеханикалық процестерді, сонымен қатар оларды басқарудың тиімді әдістерін зерделеу үшін тау жыныстарының **механикалық** (оның ішінде беріктілігін) қасиеттерін білу қажет. Тау жыныстары механикалық қасиеттерінің жіктемесі 2.1-кестеде келтірілген.

Кесте 2.1- Тау жыныстары механикалық қасиеттерінің жіктемесі

Механикалық қасиеттер	Механикалық қасиеттерді сипаттайтын көрсеткіштер
Серпімділік	Серпімділік модулі Пусассон коэффициенті Сырғу модулі Жан-жақты сығылу коэффициенті
Иілімділік	Иілімділік коэффициенті Иілімділік дәрежесі Иілімділіктің жоғары шегі Иілімділіктің төменгі шегі
Компрессиялық қабілеттілік	Тығыздылық коэффициенті Отыру модулі Толық деформациялану модулі
Омырылғыштық	Омырылғыштық коэффициенті
Сырғымалылық	Реологиялық теңдеулер
Беріктілік	Бір осьтік сығылудың беріктік шегі - $\sigma_{сығылу}$ Бір осьтік созылудың беріктік шегі - $\sigma_{созылу}$ Беріктілік коэффициенті - $f$ Ішкі үйкеліс бұрышы - $\rho$ Ілінісуі - $K$
Қаттылық	Қаттылық коэффициенті Қаттылықтың статикалық көрсеткіші Қаттылықтың динамикалық көрсеткіші
Жемірлік	Жемірліктің көрсеткіші Жемірліктің коэффициенті
Тиксотроптық	Тиксотроптық беріктелу коэффициенті Құрылымдық беріктіктің шегі
Бұзылу тұтқырлығы	Кернеулердің қарқындылық коэффициенті Деформация энергиясы

**Серпімділік** - тау жыныстарының жүктеме алынғаннан кейін, өзінің бастапқы түрі мен өлшеміне қайтадан келу қабілеттілігі.

**Иілімділігі** - сырттан күш әсер еткен және күшті алып тастаған кездерде,

тау жыныстарының тұтастығы бұзылмай өзінің пішінін сақтай білу қабілеттілігі.

**Компрессиялық қабілеттілік** - тау жыныстарының вертикаль жүктеме кезінде, бүйірлік созылу мүмкіндігі болмаған жағдайда көлемінің кішірею қабілеттілігі.

**Омырылғыштық** – тау жыныстарының серпімділік деформацияларын жинауға және қайқалмайтын иілімділік деформациясыз кенеттен морт бұзылуға бейімділігі.

**Сырғымалылық** - тау жыныстарының ұзақ уақыт бойы тұрақты жүктемеде деформациялануға бейімділігі.

**Беріктілік** - тау жыныстарының сыртқы күштер әсерінен бұзылуға қарсы кедергісі, яғни бұзылмай, қирамай ұсталып тұру қабілеттілігінің шегі.

**Қаттылық** – тау жыныстарының жергілікті әсерге қарсы тұру қабілеттілігі.

**Жемірлік** – механикалық әсер кезінде тау жыныстары беттерінің үйкелістен майдалануы.

**Тиксотроптық** – динамикалық әсер және тұрақты ылғалдық кезінде, колоидты фракциялары бар тау жыныстарының қатты күйден сұйық күйге ауысу қабілеттілігі.

**Бұзылу тұтқырлығы** – тау жыныстарының жарықшақтар дамуына кедергі жасау қабілеттілігі.

## 2.2 Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін анықтау

2.2.1 Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау

Геомеханикалық процестерді зерттеуде және оларды қадағалап басқарып отыруда ең басты көңіл аударатынымыз – ол тау жыныстарының механикалық, оның ішінде беріктік қасиеттері.

Беріктілік деп тау жыныстарының (тастардың) белгілі бір кернеулі күйде қирамай ұсталып тұру қабілетінің шегін атайды. Тау жыныстарының беріктілігі деген түсінік екі түрде болады: бірі кесек таста – үлгідегі, екіншісі табиғи жағдайда, яғни массивтегі қасиеттері.

Тау жыныстарының беріктілік қасиеттері олардың құрылымына және кернеулік күйлеріне байланысты әрқилы болып келеді. Мәселен, сулы құм қиыршықтарының бір-бірімен ілінісуі жоқ, яғни  $k=0$ , ал үйкеліс коэффициенті  $K = \operatorname{tg}\alpha = 0,60 - 0,65$  екендігі, ал құрылымы ұсақ жыныстырда  $k=100$  МПа және  $K=0,2$  болып келетіндігі тәжірибе жүзінде мәлім.

Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зертханалық және жергілікті жерде анықтаудың көптеген әдістері мен жабдықтарын отандық және шетел ғалымдары жасап, өндіріске енгізді. Әрі қарай сол әдістерге тоқталамыз.

***Беріктілік шектерін бірнеше рет шағын уату және сығу арқылы кешенді анықтау.***

Бұл сынақ тау жыныстарын сығу және шағу әдісімен жүргізіледі. Әдісті қолдану және алынған нәтижелердің сенімділігін бағалау Е. И.Ильницкая және

т.б. еңбегінде [80] толық баяндалған.

Сынақ жүргізу үшін платина тәрізді, қалыңдығы 2-3 см және екі беті де шлифталған үлгілер даярланады. Даярланған үлгілерді (пластинкаларды) сынақтан өткізу үшін арнайы сыналар немесе диаметрі цилиндр тәрізді стержендермен екі жағынан ұрып шағады.

Тау жыныстары үлгісінің ұрып-шаққандағы беріктілік шегі келесі формуламен анықталады:

$$\sigma_{ш} = P_{max} / (2l), \quad (2.6)$$

мұндағы,  $P_{max}$  - бұзатын максимал жүктеме, кгс;  
 $l$  – бұзылған сызықтың ұзындығы, см.

Физикалық шамалар мен бірліктерді белгілеу үшін оқулықта СИ жүйесі қолданылған ( $1 \text{ кг} \approx 10 \text{ Н}$ ;  $1 \text{ кгс/м}^2 = 10 \text{ Па}$ ;  $1 \text{ кгс/см}^2 = 10^5 \text{ Па} = 0,1 \text{ МПа}$ ).

Тау жыныстары үлгісінің сығылудағы беріктілік шегі келесі формуламен анықталады:

$$\sigma_{сығ} = P_{max} / F, \quad (2.7)$$

мұндағы,  $P_{max}$  - сығылудағы максимал жүктеме, кгс;  
 $F$  – тау жынысы үлгісі қимасының орташа ауданы,  $\text{см}^2$ .

#### ***Тау жыныстары үлгілерін қиғаш матрицаларда сынақтау әдісі***

Бұл әдісте кернен таңдалып алынған және дайындалған цилиндр тәрізді үлгілерді өлшеп, салмағын анықтайды. Кейін үлгілерді екі топқа бөледі: бірінші топтағы үлгілерді  $60^\circ$ , ал екінші топтағыларды  $45^\circ$ -тық бұрышпен кеседі. Тау жыныстарының ілінісуі –  $k$  мен ішкі үйкеліс бұрышы -  $\rho$  сынайтын үлгіні  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  көлбеу бұрыштармен кескендегі қима ауданына түсетін күштер арқылы: тік -  $\sigma$  және жанама -  $\tau$  кернеулерді тауып анықталады.

Кескен кездегі тік және жанама кернеулерд анықтау формулалары:

$$\sigma_m = \frac{P}{S} \cdot \cos \alpha \quad ; \quad \tau = \frac{P}{S} \cdot \sin \alpha \quad (2.8)$$

мұндағы,  $P$  – кескен кездегі, престен түскен күш, кг;  
 $S$  – кесінді ауданы,  $\text{см}^2$ ;

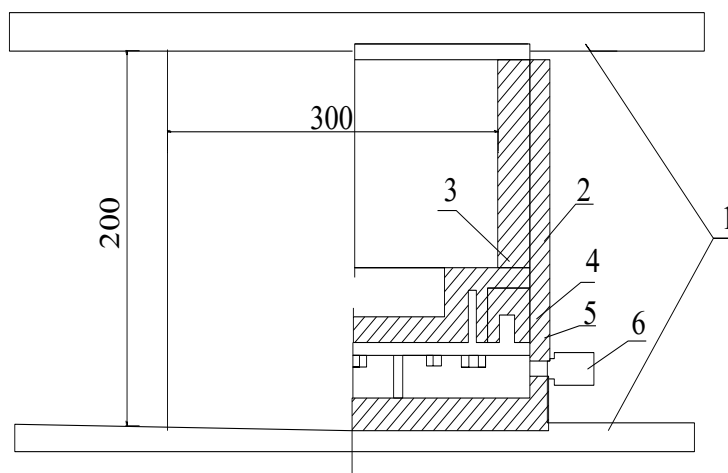
$\alpha$  - түскен күш бағыты мен нормаль арасындағы бұрыш, градус.

Әрі қарай нәтижелерді өңдеу былайша жүргізіледі: (2.7) формулалары бойынша, бірінші және екінші топтағы тау жыныстары үшін,  $\sigma$  мен  $\tau$ -дың арифметикалық орташа мәндері анықталады.  $\tau$  және  $\sigma$  координаталар жүйесі арқылы  $\tau = f(\sigma)$  байланысын құрады. Бұл байланыс – кернеулердің шекті шеңберлері орамаларына жүргізілген жанама (түзу) сызық болып келеді.

### 2.2.3 Тау жыныстарының беріктігін табиғи жағдайда анықтау

Массивтегі тау жыныстарының беріктігі мен орнықтылығы оның құрылымына, тақтатастылығына, жарықшақтылығына, тектоникалық бұзылыстарына және осы шөгінділердің түзілуі мен жатыс жағдайларына байланысты болып келеді. Сондықтан да сынақтарды тікелей тау жыныстарының массивінде, яғни табиғи жағдайда жүргізу қажет.

Табиғи жағдайда массивтегі тау жыныстарының беріктігін сынақтау үшін ВНИМИ-де жасалынған келесі жабдықтар кешені қолданылады (1.1-сурет). Ол: гидродомкраттан, поршеньнің жұмыс алаңынан  $F = 606 \text{ см}^2$ , гидродомкратқа тіреу болатын, размерлері 40x50 см пластинкалардан, поршеньді ГН-60 қол насосынан тұрады.



1 – плиталар; 2 – сыртқы цилиндр; 3 – поршень; 4 – манжет; 5 – сақина; 6 – штуцер

Сурет 2.1 - ВНИМИ-дің гидравликалық домкраты

Гидродомкратты массивтегі алдын ала даярланған кемердегі қуысқа екі платина арасына қысып орнатады. Бос қуыстарды құм немесе балшықтармен толтырады. Сонымен қатар, тау жыныстары призмасының барлық элементтері (қырларының өлшемдері, құлама бұрышы) өлшенеді.

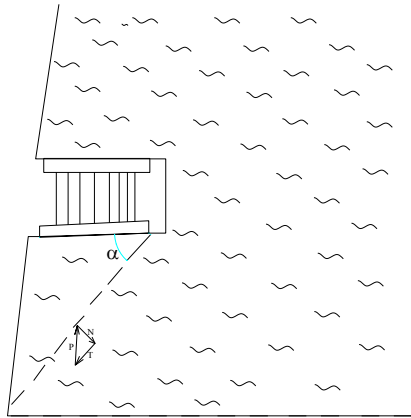
Содан кейін насостың көмегімен гидродомкратқа жұмыс сұйығын (арнайы май) жібереді. Кемерге түскен қысымның ұлғаюы насосқа орнатылған манометр арқылы қадағаланады. Егер қысым жоғарылағанын тоқтатса немесе төмендей бастаса, онда сынақ аяқталды деп есептейді. Осы кезде массивтегі призманың бұзыла бастағаны да байқалады.

Әрі қарай, домкратты қуыстан алып, бұзылған призма элементтерін, массивтің құрылымын өлшейді және дымқылдығына сынақ алады.

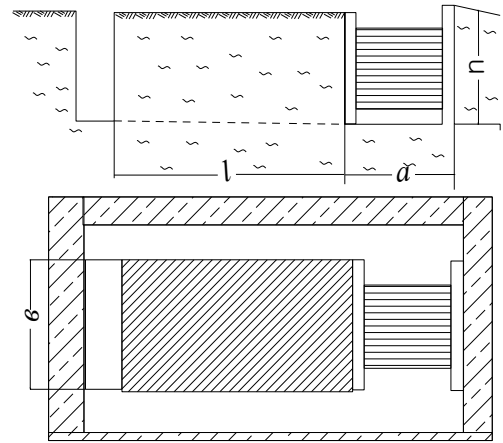
Жергілікті жерде зерттеулер екі схема бойынша жүргізіледі.

*А схемасы* – қиғаш кесу, яғни сырғу бетке бұрыштық бағытпен түскен кездегі жағдайы (сурет 2.2).

*Б схемасы* – тегіс кесуде жанама кернеуді кесілетін бетке параллель бағыт бойымен түсіргенде (сурет 2.3).



Сурет 2.2 - Тау жыныстарының беріктігін А схемасы бойынша табиғи



Сурет 2.3 - Тау жыныстарының беріктігін Б схемасы бойынша табиғи сынау

А схемасы бойынша сынақтар жүргізгенде кесілген бетке түсірілетін күшті мына формуламен анықтайды:

$$P = D \cdot F \cdot t + \Delta P, \quad (2.9)$$

мұндағы,  $D$  – гидродомкраттағы сұйықтың меншікті қысымы,  $\text{кг}/\text{см}^2$ ;  
 $F$  - гидродомкрат цилиндрінің ауданы,  $\text{см}^2$  ;  
 $t$  – қысым берудің коэффициенті;  
 $\Delta P$  – призма мен гидродомкрат салмақтары үшін түзетпе.

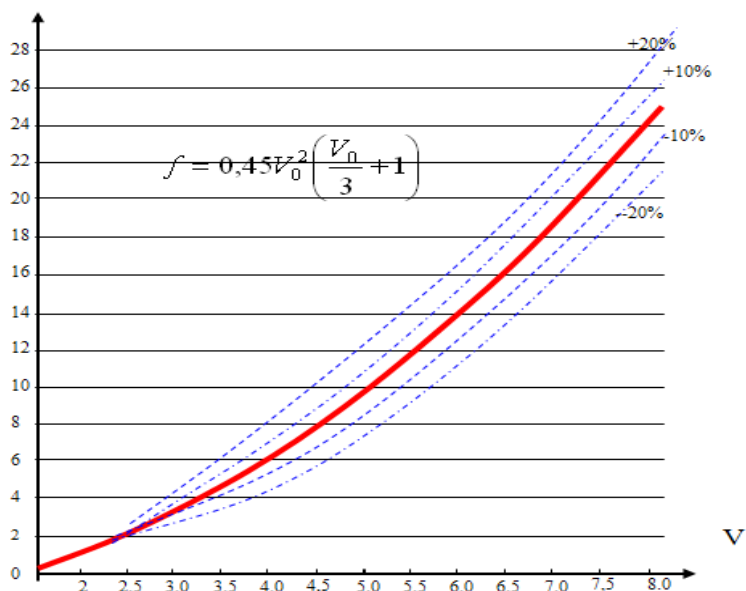
Көп жылғы зерттеулер нәтижесінде айқындалған мәліметтерге қарасақ, бұл екі сипаттаманың ішінде ішкі үйкеліс бұрышы -  $\rho$  көп өзгере қоймайды, яғни олардың үлгідегі және массивтегі мәндері бір-біріне жақын болып келеді.

Ал, жыныстардың массивтегі ілінісуіне -  $k_m$  олардың жарықшақтылық дәрежесі, жыныстар блоктарының түрлері әсер еседі.



### 2.3 Таужыныстарының беріктік қасиеттерін анықтаудың әдістерін жетілдіру

Міне осындай тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зерделеу, карьер кемерлерінің орнықтылығын зерттеудің бір кезеңі болды. Зерделеу жұмыстары зертханалық және далалық жағдайларда жүргізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша таужыныстарының М.М.Протодьяконов шкаласы бойынша беріктігі- $f$  мен ультрадыбыстық толқындардың массив арқылы таралуы арасындағы байланыс анықталды. Бойлық толқындардың таралуын зертханалық жағдайда анықтау үшін, әр қабаттардан алынған, әр түрлі тау жыныстарының үлгілері жасалынып, сынақтар жүргізілді [168]. Сынақ материалдарын және басқа ең орындарында жүргізілген зерттеулер саласындағы әдебиет көздерін жан-жақты талдау негізінде, ультрадыбыстық толқындардың таралу жылдамдығының-  $V_0$  тау жыныстары беріктігімен - $f$  графиктік-аналитикалық байланысы алынды (сурет 2.4).



Сурет 2.4 - Беріктік коэффициенті-  $f$  ультрадыбыстық толқындар жылдамдығы -  $V$  арқылы анықтаудың графигі

Бұл байланыс келесі формуламен өрнектеледі

$$f = 0,45V_0^2, \quad (2.11)$$

мұнда:  $V_0$  - ультрадыбыс толқындарының таралу жылдамдығы, км/с.

Екі шама арасындағы ( $f$  пен  $V_0$ ) алынған байланыс, тау жыныстары беріктік қасиеттерінің кеңістікте таралуы, олардың табиғи және инженерлік факторларға байланысты өзгеру динамикасы саласындағы мәселелерді бір негізде шешуді байқатады. Сонымен қатар, массивтің беріктігіне сай келетін кернеулер  $R_m$ , тау жыныстарының ең маңызды беріктік сипаттамасы болып есептеледі және ол келесі формуламен анықталады:

$$R_m = \sigma_{сж} \cdot \lambda_c, \quad (2.12)$$

мұнда:  $\sigma_{сж}$  – үлгідегі тау жынысының сығылуға деген беріктігі;  
 $\lambda_c$  - құрылымдық әлсіздену коэффициенті.

Тау жыныстарының әр кен орындарына тән құрылымдық әлсіздену коэффициенттері  $\lambda_c$  жайлы Г.Л.Фисенко еңбектерінде толық жазылған

Көптеген зерттеулерден [22,33,34], тау жыныстарының кедір-бұдыр беттеріндегі ішкі үйкеліс бұрышы, зертханалық жағдайда тегіс бетте анықталған ішкі үйкеліс бұрышынан тек 1-3° кіші болып келеді. Сондықтан массивтегі бет жарықшақтар бетіне сәйкес келмеген жағдайда, массивтің орнықтылығын есептеуде зертханада анықталған ішкі үйкеліс бұрышы –  $\rho$  алуға болады. Ал тау жыныстарының тығыздығы –  $\gamma$  геологиялық ұңғымалардың керндері арқылы анықталады, сондықтан барлық орнықтылық есептеулері үшін зертханалық сынақ нәтижелері алынады.

Жарықшақтардағы ілінісуді -  $k'$  көп жағдайларда анықтау қиынға соғады. Сонда оны нөлге тең деп алсақ, яғни  $k'=0$ , онда (2.11) формуласы былайша түрленеді:

$$K_m = K_0 \cdot \lambda \quad (2.13)$$

мұндағы,  $\lambda$  – жыныстардың құрылымдық әлсіздену коэффициенті және ол әрбір тау жыныстары үшін және орналасу тереңдігіне байланысты Г.Л.Фисенко әдісімен анықталады [29]:

$$\lambda = \frac{1}{1 + a \cdot \ln \frac{H}{\ell}} \quad (1.14)$$

мұндағы,  $H$  – құлайтын призманың биіктігі, м;

$\ell$  – жыныстарының мөлшерлері немесе жарықшақтылықтың жиілігі;

$a$  – массивтегі жыныстардың жарықшақтылық және беріктілігіне байланысты коэффициенті.

$a$  коэффициентінің мәндері 2.2-кестеде келтірілген.

Кесте 2.2 - Жартасты және жартылай жартасты тау жыныстары үшін ( $a$ ) коэффициенттерінің мәндері

Тау жыныстарының аттары және жарықшақтардың сипаттамалары	Үлгідегі ілінісудің шамасы	$a$ коэффициентінің шамасы
1	2	3
Қаттылығы орташа, қатпарланған, жарықшақты тау жыныстары	100-150	3
	150-170	4
	170-200	5

## 2.2 - кестенің жалғасы

1	2	3
Қатты, орташа жарықшақты тау жыныстары	200-300 300	6 7
Өте қатты, қиғаш қиып өтетін жарықшақтар дамыған тау жыныстары	200	10

Келесі 2.3-кестеде Г.Л.Фисенко анықтаған және 2.4-кестеде Ақбақай кен орнында ҚазҰТУ-дың анықтаған тау жыныстарының әлсіз беттердегі ілінісу коэффициенттерінің мәндері келтірілген.

Кесте 2.3 - Әлсіз беттердегі ілінісудің мәндері

Әлсіз беттер	Ілінісудің мәндері $K_{эл}$ МПа
Қатпарлары арқылы сырғитын беттер	0,02 – 0,05
Аздаған тақтатастары бар қатпарлы беттер	0,10 – 0,18
Жарықшақтар, тектоникалық бұзылыстар көп	0,05 – 0,10

Кесте 2.4 - Ақбақай кен орны массивіндегі ілінісудің мәндері

Тау жыныстарының аттары	Ілінісудің орташа мәндері	Анықталу жағдайлары
Долмиттер	0,026	Жарықшақтарды түсіру
Балшықты тақтатастар	0,019	Қабыршақталып құлаған жерлерді түсіру
Мәрмәрланған әктастар	0,060	Тау жыныстары массивіне көлденең сынақтар жүргізу
Тақтатастар	0,020	Жарықшақтарды түсіру

Тау жыныстарының көптеген қасиеттерінің ішіндегі геомеханикалық процестерге әсер ететін механикалық қасиеттеріне: тау жыныстарының беріктігі, тығыздылығы, сығылуға және созылуға қарсы кедергілері, ілінісуі мен ішкі үйкеліс бұрышы жатады. Бұлардың ішіндегі – тау жыныстары ілінісуінің массивтегі мәні үлгідегіден, ал әлсіз беттердегісі – массивтегіден бірнеше есе кемдігіне көз жеткіздік.

Тау жыныстарының қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау оңай емес, өйткені сынақтар өткізу үшін өндірістен әртүрлі тау жыныстарын алып келіп, олардың үлгілерін даярлау қажет. Ал табиғи жағдайда, яғни массивтегі тау жыныстарының қасиеттерін тікелей сол жерде анықтау өте қиын. Тау жыныстарының қасиеттерін зерттеудегі көпжылғы нәтижелерден, тау жыныстарының кейбір қасиеттерін анықтау үшін бір осьтік сығылуға кернеу шамасын -  $\sigma_{сж}$  пайдаланса да болатындығы анықталды. Тау жыныстарының басқа параметрлеріне қарағанда -  $\sigma_{сж}$  анықтау біршама жеңіл.

Ақбақай кен орындарында тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу жұмыстарының нәтижелері, тау-кен жұмыстарының тереңдігіне байланысты біршама өзгеретіндігіне көз жеткізді (2.5-кесте).

Кестеде келтірілген екі түрлі тау жыныстарының бір осьтік сығылуға деген орташа кедергісі 100-ден 170 МПа, ал созылудағы кедергілері 13-тен 16 МПа аралығында өзгеретіндігін, сонымен қатар олардың беріктік қасиеттері де біршама өсетіндігін байқауға болады[81].

Тау жыныстарының тығыздығы – 90, беріктілігі – 50, бір осьтік сығылу мен созылу кедергілері – 170, ілінісі – 30 шақты үлгілерде анықталды. Тау-кен жұмыстарының тереңдігіне байланысты серпімділік модулі 2,7 есе, ал Пуассон коэффициенті 0,21-ден 0,31 аралығында өзгеретіндігі анықталды.

Тау жыныстарының беріктік қасиеттерінің осындай өзгеретіндігінің жалпы заңдылығын анықтау үшін алынған мәліметтер математикалық статистика және корреляциялық талдау әдістерімен өңделді.

2.5-кесте. Ақбақай кенорнындағы таужыныстарының беріктік қасиеттері туралы анықтама

Сілемдегі тереңдігі, үлгілерді іріктеп алу, м	Тау жыныстарының атаулары	Бір осьтік сығуындағы беріктік $\sigma_{сығ}$ , МПа	Бір осьтік созылуындағы беріктік $\sigma_{соз}$ , МПа	Тығыздық, $\gamma \cdot 10^3$ кг/м <sup>3</sup>	Үлгідегі ілінісу К, МПа	Ішкі үйкеліс, град.	Тау жыныстарының беріктілігі, f
50,1-51,8	Әктастар	110	13,0	2,66	25	32	8,0
52,6-53,0	Әктастар	112	13,6	2,66	27	31	8,1
83,5-84,0	Әктастар	125	14,0	2,67	28	32	8,3
112,0-113,0	Әктастар	126	14,3	2,68	32	31	8,6
152,6-153,0	Әктастар	139	14,5	2,71	34	31	9,2
170,0-170,8	Әктастар	140	14,8	2,72	34	29	9,5
218,1-218,6	Әктастар	140	14,8	2,73	35	31	9,6
53,1-54,0	Диорит	137	16,0	2,62	36	31	7,6
53,6-54,0	Диорит	138	16,0	2,62	36	30	7,6
115,0-115,6	Диорит	160	16,8	2,65	42	30	8,2
155,0-156,0	Диорит	170	16,0	2,67	46	30	8,8
200,0-201,5	Диорит	171	16,2	2,69	48	30	9,0
Ескерту - Дереккөз [45]							

Арада нәтижеде таудың тұқымының әрекеттестігінің және тереңдікпен графикалық сипаттарының талдағыш байланыстар (2.6-кесте).

Кесте 2.6 - Акбақай кенорны доломиттері қасиеттерінің орналасу тереңдігімен байланысы

Тау жыныстары-ның қасиеттері	Байланысты теңестіру	Корреляция коэффициенті	Тереңдік Н шегі
Ілінісуі, МПа	$K=28,1+1,8H-0,05H^2$	$r = 0,82$	$225>H>25$
Беріктігі	$f=85,0+0,04H-0,01H^2$	$r = 0,67$	$175>H>25$
Тығыздығы, г/см <sup>3</sup>	$\gamma=2,35+0,06H-0,002H^2$	$r = 0,69$	$175>H>25$
Сығылу кедергісі	$\sigma_{\text{сығ.}} = 80,93+7,95H - 0,18H^2$	$r = 0,68$	$225>H>25$

Алынған байланыстың тығыздығын бағалау және оның сенімділігі математикалық статистика формулаларымен анықталды [82]:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.14)$$

$$V = \frac{\sigma}{x} \cdot 100, \% \quad (2.15)$$

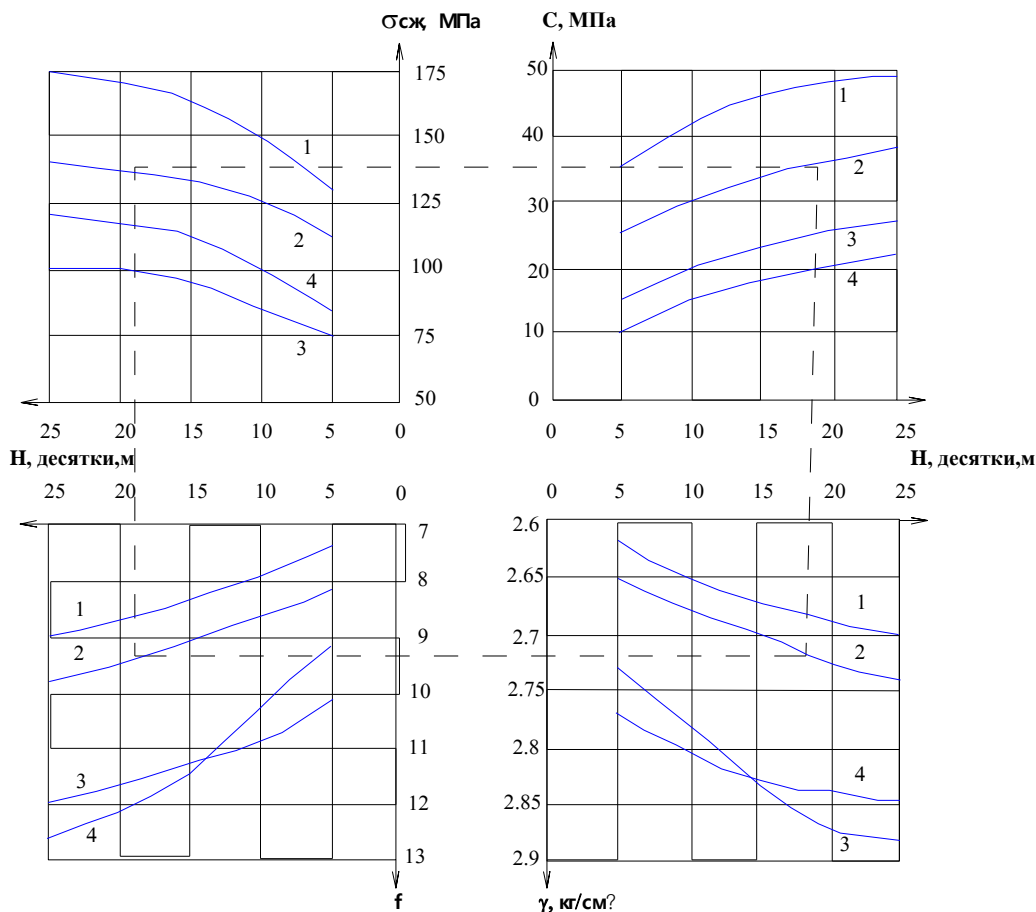
$$m_v = \frac{V \cdot \sqrt{0,5 + \left(\frac{V}{100}\right)^2}}{\sqrt{n}}, \quad (2.16)$$

- мұндағы  $\sigma$  – стандарт;  
 $x_i$  – белгісінің мәні;  
 $\bar{x}$  - белгінің арифметикалық орташа мәні;  
 $n$  – бақылаулар саны;  
 $V$  – вариация коэффициенті;  
 $m_v$  - вариация коэффициентін есептеудің сенімділігі.

Егер  $3 m_v < V$  жағдайы орындалса, онда алынған нәтижелерді сенімді деуге болады. Сонымен қатар, корреляция коэффициенттері де ( $r=70\div 88$ ) сенімділікті көрсетеді.

Алынған (кесте 2.6) аналитикалық байланыстағы теңдеулер тау жыныстары қасиеттерінің жер қойнауында өзгеруіне сандық және сапалық жағынан баға беруге мүмкіндік туғызды.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде массив құрылымының біртекті еместігін, тау жыныстары механикалық қасиеттерінің кеңістікте (жер қойнауындағы іс-әрекеттерге, процестерге байланысты) өзгеріп отыратындығы және алынған байланыстар - әр кен орнындағы тау жыныстарының беріктік қасиеттерін алдын ала болжауға негіз болды.



1 – Шолақтау кен орны (доломиттер); 2 – Ақсай кен орны (шакпақ тастар);  
 2 – Ақсай кен орны (доломиттенген әктастар); 4 – Ақбақай кен орны (диоритер)

Сурет 2.4 - Тау жыныстары қасиеттерінің өзара және тереңдікпен байланыс графигі

Сөйтіп, алынған графигтік-аналитикалық байланыс арқылы, тау жыныстарының белгілі бір қасиеті бойынша, мәселен, тығыздық –  $\gamma$  арқылы ілінісуін және т.б. анықтауға болады. Демек, бұл графигті (2.4-сурет) пайдаланып, кен орындары тау жыныстарының қасиеттерін болжауға мүмкіндік туғандығы. Болжау үшін тау жынысының аты, тереңдігі және ең жеңіл анықталатын бір қасиеті (мысалы, тығыздығы) белгілі болса жеткілікті.

Зерттеу нәтижелері тау жыныстарының ішкі үйкеліс бұрыштары тереңдікке байланысты өзгермейтіндігін байқатты.

Сөйтіп, тау жыныстары қасиеттерінің өзара және жер қойнауында орналасу тереңдігімен графигтік-аналитикалық байланыстары бірыңғай математикалық жүйеге келтірілді. Бұл байланыс жүйесі кен орындары тау жыныстарының беріктік қасиеттерін болжауға мүмкіндік туғызды, яғни тау жыныстарының беріктіктің шегін -  $\sigma_{сж}$ ; ілінісуін – K; тығыздығын –  $\gamma$  және М.М.Протодьяконов шкаласы бойынша беріктігін - f анықтау негізделді.

Осы тарауда алынған тау жыныстарының сипаттамалары ашық және жерасты кеніштерінде инженерлік есептерді шешуде (карьер беткейлерінің орнықтылығын, блокаралық, төбелік және сақтандыру кентіректерін есептеуде), жылжу процесінің параметрлерін болжауда, сонымен қатар аспаптық бақылау нәтижелерін тұжырымдап, геомеханикалық процестерді басқарып отыруда қолданылады.

## **2.4 Таужыныстардың құрылымдық ерекшеліктері және оларды зерделеу**

### **2.4.1 Таужыныстардың құрылымдық ерекшеліктерін зерделеудің дәстүрлі әдістері**

Қазіргі кезде тау-кен өнеркәсібінің ашық кеніш кемерлерінің тұрақтылығы, жерасты әдісімен кен қазудағы жыныстардың жылжуы және тау-кен қысымы сияқты көкейтесті мәселелерін массивтің құрылымдық ерекшеліктерін ескермей шешімін таба алмайтынына көз жетіп отыр. Осы мәселені алғаш көтеріп, зерттеп және оның нәтижелерін өндірісте пайдалануда ерінбей еңбек еткен Қазақстан ғалымдары А.Ж. Машанов, Ж.С. Ержанов, И.И. Попов және Қазақстан кен орындарында осындай зерттеу жұмыстарын жүргізген мәскеулік ғалымдар П.А. Рыжов, В.И. Борщ-Компониец, М.Е. Певзнер, В.Н. Поповтардың еңбектеріне ерекше көңіл аударылды.

Егер тау жыныстары массивіне алыстан, құс ұшатын биіктіктен қарайтын болсақ жарықшақтарын да, блок бөліктерін де көре алмас едік. Нақтылы кен орны жағдайында, жер қойнауындағы тау жыныстары бөлшектенген жарықшақты денелерден тұрады. Жарықшақтардың жазықтықтары мен беттерінің жүйесі өзіне тән кеңістіктік тор деуге болады. Массивтегі блоктардың құрылымы осынау жарықшақтардың жазық беттерінің жүйесінен пайда болып бөлінгендіктен, оларды тау жыныстарының жеке-жеке жарықшағы дейді.

С.Г.Авершин «тау жыныстарының жылжуына әсер ететін басты фактор – жарықшақтылық» - деп атап өткен болатын [17]. Міне, содан бері геология, гидрогеология және тау-кен ісі саласындағы әртүрлі мәселелерді шешуде тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеу қарқынды түрде қолға алынды. Тау жыныстарының жарықшақтылығын зерделеудің басты мақсаты: кен орнындағы (кеніштегі) негізгі әлсіз беттердің бағытын және сипатын анықтау; негізгі жарықшақтар жүйелерінің кеңістікте орналасуы мен созылымын анықтау; карьердегі немесе кеніштегі жарықшақтармен ерекшеленген учаскелерді бөліп алып бақылау; тау жыныстарындағы жарықшақтардың даму заңдылықтарын анықтау. Сол себепті геомеханикалық процестерді зерттеу – алынған кен орнының дәл геологиялық жағдайын, әсіресе сілемнің құрылымдық ерекшеліктерін сипаттауға мүмкіндік беретін өңдеу тәсілдерін жетілдіру қолға алынды.

Сілемдегі тау жыныстары үнемі көлбеу бағытта жатпайды. Жер қыртысының ішкі күштері әсерінен тау жыныстарының қабаттары өзгеріске

ұшырап, пайдалы кендер желілері қатпарланады, көлбеуленеді. Көлбеу кен денесінің, жарықшақтардың созылым бағытын, құлама бұрыштарын тау жыныстарының жатыс элементтері деп атайды.

Жарықшақтарды түсірмелеуде екі түрлі әдіс қолданылады:

- 1) әлсіз беттердің жатыс элементтерін нүктелік жаппай өлшеу әдісі;
- 2) аудандық құрылымдық түсірім әдісі.

Екі әдістің бірін таңдау массивтегі тау жыныстары құрылымының күрделілігіне байланысты анықталады. Мәселен, Шолақтау кен орны жыныстары массивінің және Ақсай карьерінің солтүстік беткейі құрылымының бірқалыптылығына байланысты онда элементтерді жаппай өлшеу әдісі қолданылды.

Массивтің құрылымы күрделі болса, яғни жарықшақтардың жатыс элементтері әрқилы болғанда және тектоникалық жарылымдар жиі кездесетін жағдайда біршама учаскені ерекше бөліп алып, аудандық түсірім әдісін қолданған ыңғайлы.

Кен алабындағы немесе кен болады деген учаскедегі жарықшақтар жүйесін және оған қатысты геологиялық құрылымына қарап, оның негізгі сипатын анықтауға болады. Мұндайда кеннің геологиялық құрылысы мейілінше толық, математикалық дәлдікпен анықталады.

Жарықшақтарды түсіріске енгізбеудегі негізгі мақсат – ол жарықшақтар жүйелерінің жер қойнауында таралу заңдылықтарын және опырылуға қауіп бар беттердің тереңдікпен байланысын желден бұзылған учаскелердің шекараларын анықтау.

Аудандық түсірімдер карьердің аршылған беткейлері мен қиябеттерінде белгіленген аралықтарда жүргізіледі. Аралық арақашықтықтары жарықшақтардың құрылымына байланысты әртүрлі болып келеді.

Түсірімдер рулетка және компас арқылы жүзеге асырылады.

*Жарықшақтарды тау-кен компасымен зерделеу.* Кеннің және тау жыныстарының жатыс элементтерін тау-кен компасымен өлшейді. Ашық кеніштер мен жерасты қабаттарында компаспен жаппай өлшеулер жүргізумен қатар жарықшақтардан пайда болған блоктардың (ірілі-ұсақты) кесектердің ұзындық өлшемдері анықталады.

Құрылымдық блоктардың өлшемдері (жарықшақтардың арақашықтықтары) қарапайым рулеткамен, созылым азимуты мен құлама бұрыштары – тау-кен компасымен өлшенеді.

Далалық жұмыс істеген уақытта таужыныстарының жарықшақтарының түсірілімдері үшін, ең алдымен тас бетінің кедір-бұдырын тегістеп, топырағын тазалап, көлбеу бағытта ұсталған тау-кен компасты тау жынысының бетіне ұзын қырымен беттестіріп тигізеді (2.5-сурет).





Сурет 2.5 - Карьерде сілемнің жарық пайда болған жерлерін компаспен түсіру

Тау жыныстарының жарықшақтарын тау-кен компасымен өлшеудің қолы, көзі үйреніп машықтанған адамға ешқандай қиындығы жоқ. Адам бір жолы жүздеген жатыс элементтерін түсіре алады. Адам бір түсіріс үшін жасалған жолы жүздеген жатыс элементтерін түсіре алады. Сол себепті, әр кезеңдерде әр түрлі тәсілдер қолданылды.

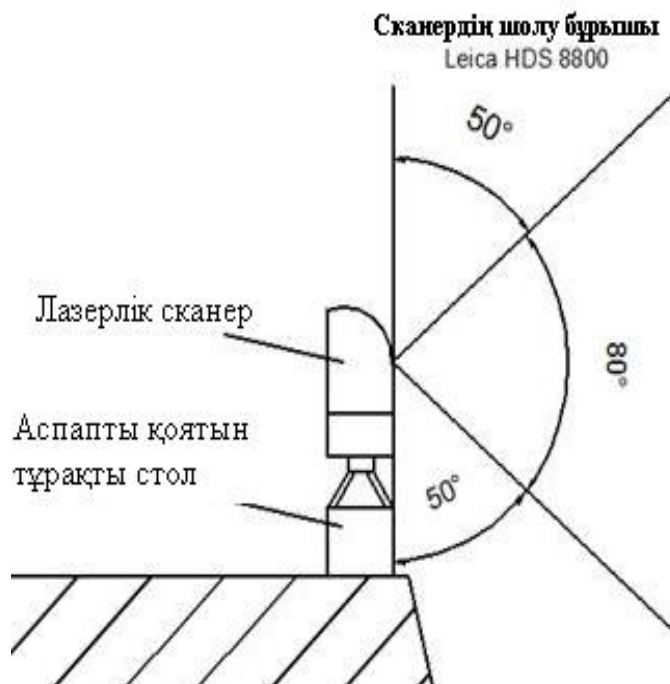
Ал қазіргі кезде тау-кен сілемін зерттеудің жаңа электрондық әдістері пайда болды. Сол арқылы сілемнің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуде кеңінен қолдануға болады. Егер тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктері: компас, сандық фотограмметрия, электронды тахеометрлермен зерттелсе, бүгінде лазерлік сканирлеу әдісі кеңінен қолданылуда.

Әрі қарай Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының швейцарлық Leica Geosystems фирмасының лазерлік сканері арқылы карьердегі пігінін өзгеру әдісін зерттеуде алған нәтижелерін келтірмекпіз.

#### **2.4.2 Таужыныстардың жарықшақтылығын зерделеудің әдістерін жетілдіру**

*Жарықшақтар жүйесін лазерлік сканерлеу арқылы зерделеу [83].* Жарықшақтардың жатыс элементтері мен құрылымдық блоктардың өлшемдерін карьер беткейі массивінен 300 м-ге дейінгі жердегі аспап арқылы анықтауға болады. Тиімді мұндай өлшеулерде қашықтан түсіру аспаптарын пайдалану өте қолайлы, әсіресе ашық кен қазу жұмыстарында қолдануға лайықтап швейцариялық «Leica» фирмасы жасап шығарған лазерлік сканерлер жүйесімен жүзеге асырылады.

«Leica» фирмасының Leica HDS3000 сканерін кез-келген ауа-райы жағдайында жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Leica HDS3000 сканерлеу жылдамдығы жылдам және әрі тахеометр сияқты аспаптың айналасында  $360^\circ$  көлбеу бағыттағы объекттерті түсіруге де мүмкіндік береді. Шолу бұрышы  $80^\circ$  жоғары жылдамдықты осы сканердің құрамында (2.6-сурет): шешімдігі 70 мПкс цифрлы фотокамера, далалық планшеттік компьютер, жұмыс істеу кезінде аспаптың орнықтылығын қамтамасыз ететін оптикалық трегер кіреді.

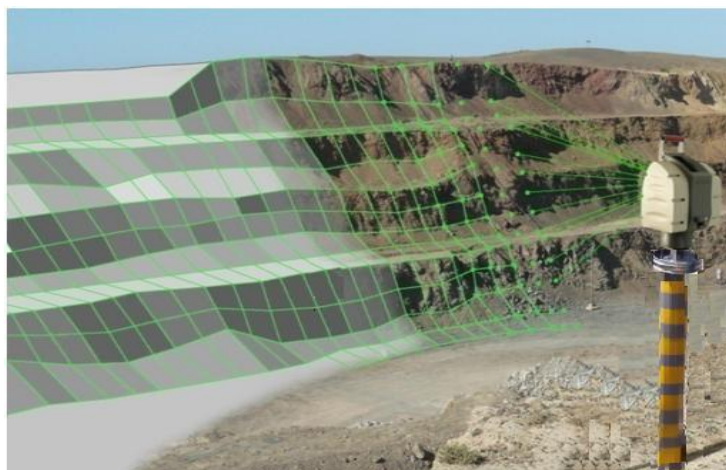


Сурет 2.6 - Сканердің шолу бұрышы

Лазерлік сканерлеу әдісінің бір ерекшелігі – таужыныстары жарықшақтарының элементтері туралы мәліметті сілеммен ешқандай байланысқа түспей-ақ алуға мүмкіндік баруі. Тау жыныстарының жарықшақтылығын зерделеудегі бұл әдістің екінші бір құндылығы – ақпаратты өте жоғары деңгейде алу мүмкіндігіміз.

Тау-кен компасымен жұмыс атқаруға қиындық туғызатын жерлерді, лазерлік сканермен түгелдей дерлік түсіруге болады және жұмыс өнімділігі бірнеше есе артады. Сонымен қатар, компаспен өлшеу жұмыстарын жүргізуге алмайтын темір кенорындарында лазерлік сканермен түсірісті өте оңай орындап шығуға мүмкіндігіміз бар (2.7 - 2.14-суреттер).

Дайындық жұмыстары сканерлеу алдында жүргізіледі. Ол үшін карьердің периметрі бойынша жағалауында және оның кертпештерінде карьер (толық көрінетін жерлерде) тұрақты нүктелер (пункттер) орнатылады және олардың координаталары анықталады. Сканер тұрақты аспаптық үстелге трегер арқылы орнатылады, жұмыс бабына келтіріледі және әрі қарай сканерлеу жұмысы жүргізіледі.



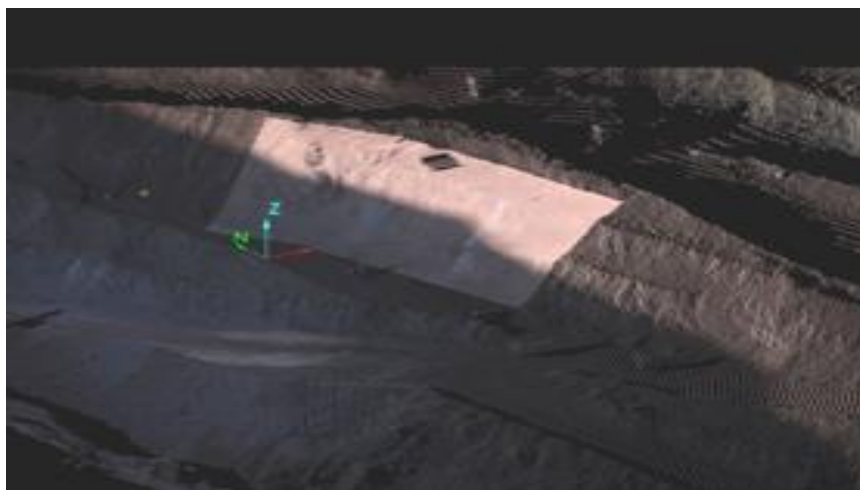
Сурет 2.7- Тұрақты реперге орнатылған сканермен таужынстарының жарықшақтарын түсіру

Жарықшақтардың жатыс элементтері мен құрылымдық блоктардың өлшемдерін карьер беткейі массивінен 800 м-ге дейінгі жердегі аспап арқылы анықтауға болады(2.7-кесте). Мұндай өлшеулерде қашықтан түсіру аспаптарын пайдалану өте қолайлы, әсіресе ашық кен қазу жұмыстарында қолдануға лайықтап жасалған швейцариялық «Leica» фирмасы жасап шығарған лазерлік сканерлер жүйесімен жүзеге асырылады [93].

Кесте 2.7 - Жарықшақтардың жатыс элементтерін түсіру журналы

Нүктелер	Түсірім орындары	Тау жыныстары	Жарықшақтардың жатыс элементтері		Іш.м жердегі жарқшақт. жиілігі
			А	δ	
1	№28-маркшейдерлік нүкте	Порфириттер	260 <sup>0</sup>	70 <sup>0</sup>	8-10
2	№28-нүктеден 5 м жерде	Порфириттер	200 <sup>0</sup>	75 <sup>0</sup>	15
3	№45-маркшейд. нүкте	Сланцы	240 <sup>0</sup>	76 <sup>0</sup>	10

Тау-кен компасымен түсіруге мүмкіншілік болмайтын жерлерді, лазерлік сканермен толық түсіруге болады және жұмыс өнімділігі мен түсіріс көлемі он-жүз рет өседі. Сканер трегер арқылы тұрақты аспаптық стөелге орнатылады, жұмыс бабына келтіріледі және әрі қарай түсіріс жұмысы жүргізіледі. Сканерлеу жұмысы аяқталғаннан кейін, ерекше жарықшақталған, жылжуға ықтимал деген аймақтарға бөлініп алынады (2.8-сурет).



Сурет 2.8–Сканенлейтін аймақтарды бөлу

Ескерту – Дереккөз [56]

Аталмыш жұмыстарды аяқтағаннан кейін, «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасы арқылы компьютерде нүктелер бұлттарына фотобейнені енгізіп, өңдеу жұмыстары басталады. Бұл бағдарлама – мәтінді басқа тілге аудару әдісін еске салады (2.9,*а*-сурет), яғни компьютердің оң жағында карьер беткейінің көлемдік электронды түрін бассаңыз, (2.9,*ә*-сурет) жарықшақтардың жатыс элементтері, бөліну бұзылыстарының параметрлері және жарықшақтар арқылы пайда болған, құрылымдық блоктардың өлшемдері пайда болады.



а)



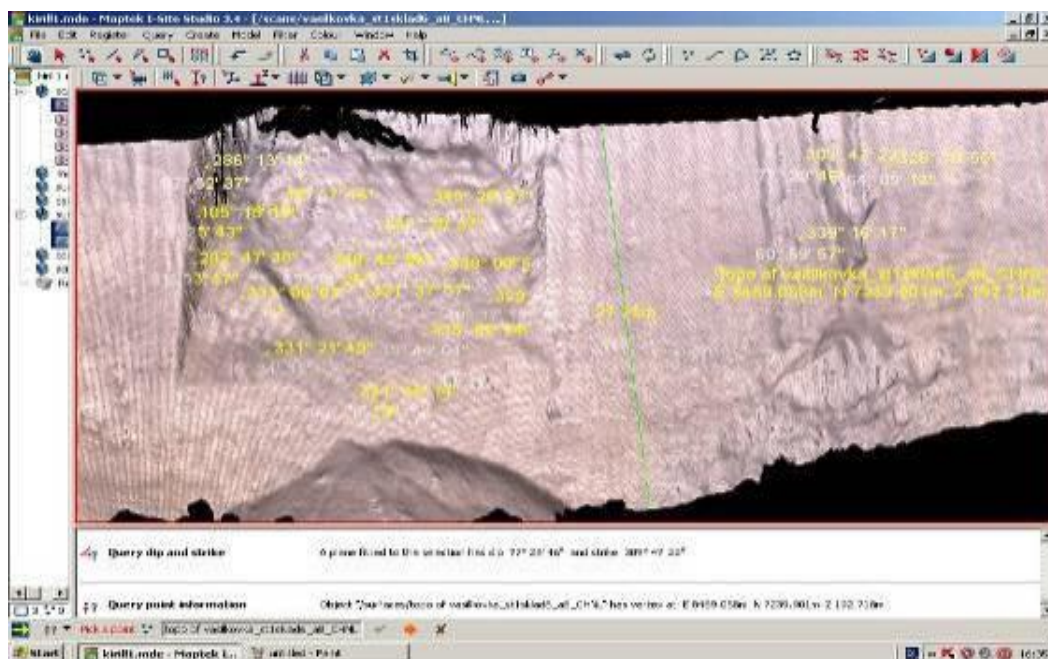
ә)

а- карьер кемері қиябетіндегі жарықшақтар; ә-олардың жатыс элементтері

Сурет 2.9–Тау жыныстары жарықшақтарын зерделеу

Карьер қиябеттерін лазерлік сканерлеуден алынған электрондық деректердің көлемі камералдық жағдайдағы барлық құрылымдық элементтерді: жарықшақтарды, бұзылыстарды, литологиялық айырымдардың

шекараларын, деформацияларды және т.б. алуға, сандық түрде массивтің моделін құруға және оны геомеханикалық есептерге енгізуге мүмкіндік туғызады. Лазерлік сканирлеу нәтижелерін өңдеудің «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасының компьютердегі жұмыс терезесі 2.10-суретте бейнеленген.



Сурет 2.10- «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасының жұмыс терезесі

Дирекциондық бұрыштары мен жарықшақ бетінен алынған нүктелер координаталары арқылы есептеледі (3.11-сурет). Бұл есептеулердің барлығы «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасына енгізілген [84].



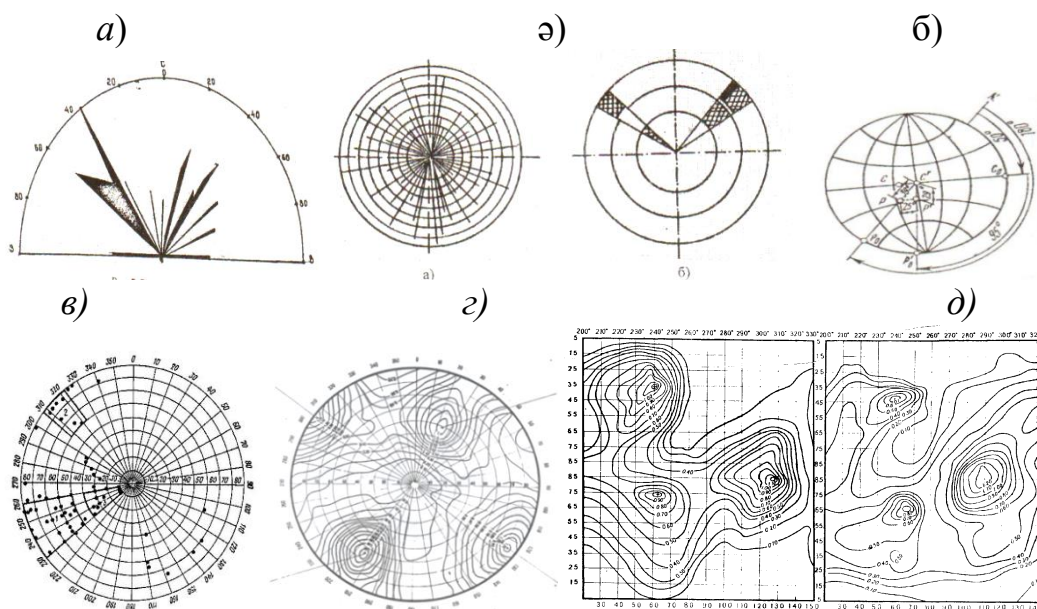
Сурет 2.11–Жарықшақтар жатыс элементтерін анықтау

Карьер қиябеттерін лазерлік сканирлеуден алынған электрондық деректердің көлемі камералдық жағдайдағы барлық құрылымдық элементтерді:

жарықшақтарды, бұзылыстарды, литологиялық айырымдардың шекараларын, деформацияларды және т.б. алуға, цифрлық түрде массивтің моделін құруға және оны геомеханикалық есептерге енгізуге мүмкіндік туғызады.

### 2.4.3. Таужыныстары массивінің жарықшақтарын түсірудің нәтижелерін өңдеу әдістемесін жетілдіру

Тау жыныстарының жарықшақтылығын зерделеу кезінде көптеген мәліметтер алынады және олар геометризациялаудың әртүрлі әдістері бойынша өңделеді. Өңдеу нәтижесінде жарықшақтардың негізгі жүйесі, олардың бағыттары және әр жүйенің максимал шоғырлануы анықталады. Жарықшақтардың жатыс элементтерін өңдеу және тұжырымдау әртүрлі әдістермен жүргізіледі және ол әдістердің дамуы (эволюциясы) бірнеше сатыдан тұрады (сурет 2.12).



а) Ефимовтың роза тәрізді диаграммасы; ә) Соколов пен Смирновтың сәулелі диаграммалары; б) Вульф пен Каврайскийдің экваториалдық торы в) Хабаковтың нүктелік дөңгелек диаграммалары; г) Сухоручкиннің полярлық ортографиялық диаграммасы; д) Борщ-Компаниецтің тік бұрышты диаграммасы)

Сурет 2.12 Жарықшақтар мәліметтерін өңдеу әдістемесінің дамуы

Ескерту – Дереккөз [66]

Сөйтіп, жарықшақтарды далалық түсіру мәліметтерін өңдеу үшін әртүрлі диаграммалар қолданылғандығынан хабардар болыңыздар. Бұлардың әрқайсысының өзіндік кемшіліктері бар. Барлық дөңгелек стереографиялық торлардың кемшілігі – олардың торлары аудандарының әртүрлілігі, әсіресе тордың центр жағында ауданның кіші болғандығынан, онда шоғырланған нүктелерді интерполяциялау қиынға түседі. Мұндай кемшілік тік бұрышты

(төрт бұрышты торлардың аудандары бірдей) диаграммаларда мүлдем жоқ.

Содан кейін алынған терезешелердегі жарықшақтар санын оның ортасына жазады және интерполяция әдісімен жарықшақтар изосызықтарын алады (3.13-сурет). Бұл әдіс 1958 жылдан бастап Жезқазған кенорындары тау жыныстарының құрылымын жан-жақты зерттеген Борщ-Компониец еңбектерінде жарық көре бастады. Содан бергі тәжірибе жұмыстары осы тік бұрышты диаграмманың басқа стереографиялық диаграммаларға карағанда үлкен артықшылығы бар екендігіне көз жеткізді және тік бұрышты диаграмма далалық жарықшақтар мәліметтерін компьютер арқылы өңдеуге негіз болды.

Ғылым мен техниканың соңғы жылдары өркендеп дамуы, біздің күнделікті өмірімізге есептеу машиналарын, компьютерде өңдеу технологиясын енгізді. Сөйтіп, компьютерлік бағдарламалардың бірі – жарықшақтарды тік бұрышты торлар негізінде автоматты түрде диаграмма құру әдістемесі (2.14-сурет).

Бұл әдісте өлшенген жарықшақтар элементтері арасындағы байланыс –  $Z$  тік бұрышты диаграмма арқылы анықталады. Абцисса осіне –  $X$  жарықшақтардың бойлық азимуттары ( $A$ ), ал ордината –  $Y$  осіне құлама бұрыштары ( $\delta$ ) салынады. Сонда нүктенің орнын келесі дискренттік функциямен өрнектеуге болады:

$$Z = (X, Y, n), \quad (2.17)$$

мұндағы:  $X$  – созылым азимуты;

$Y$  – жарықшақтың құлама бұрышы;

$n$  – осы нүктеде анықталған жарықшақтардың жиілігі, саны.

Бұл тәсіл Golden Software Surfer 8.0 бағдарламасы бойынша жүзеге асырылған. Геологиялық, топографиялық карталарын жасауға және олармен жұмыс істеуге арналған бұл Golden Software Surfer 8.0 бағдарламасын біздер тау жыныстары массивінің құрылымдық ерекшеліктерін модельдеуде қолдандық.

Сөйтіп, бұл тәсіл жарықшақтарды өлшеудің бастапқы деректерін бағдарламаға енгізіп, статистикалық өңдеуге, диаграммаларды құруға және принтерден шығаруға арналған. Ал, алынған нәтижелер карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеуде және жылжу бұрыштарын алдын ала болжауға мүмкіндік береді.

Өңдеу нәтижелері бағдарламадан тікелей басылады немесе әрі қарай пайдалану үшін дискіде сақталады.

Бағдарламаның файлы Microsoft Excel форматында немесе Surfer DAT өз форматында сақтауға болады. Файл үш бағанадан тұрады. Бірінші және екінші файлдар  $X$  пен  $Y$  мәндерін, ал үшіншісі  $n$  жарықшақтардың жиілігін көрсетеді.

2.8-кестеде компьютерлік бағдарламаға енгізілетін Ақжал кен орны жарықшақтарын далалық өлшеудің деректері келтірілген.

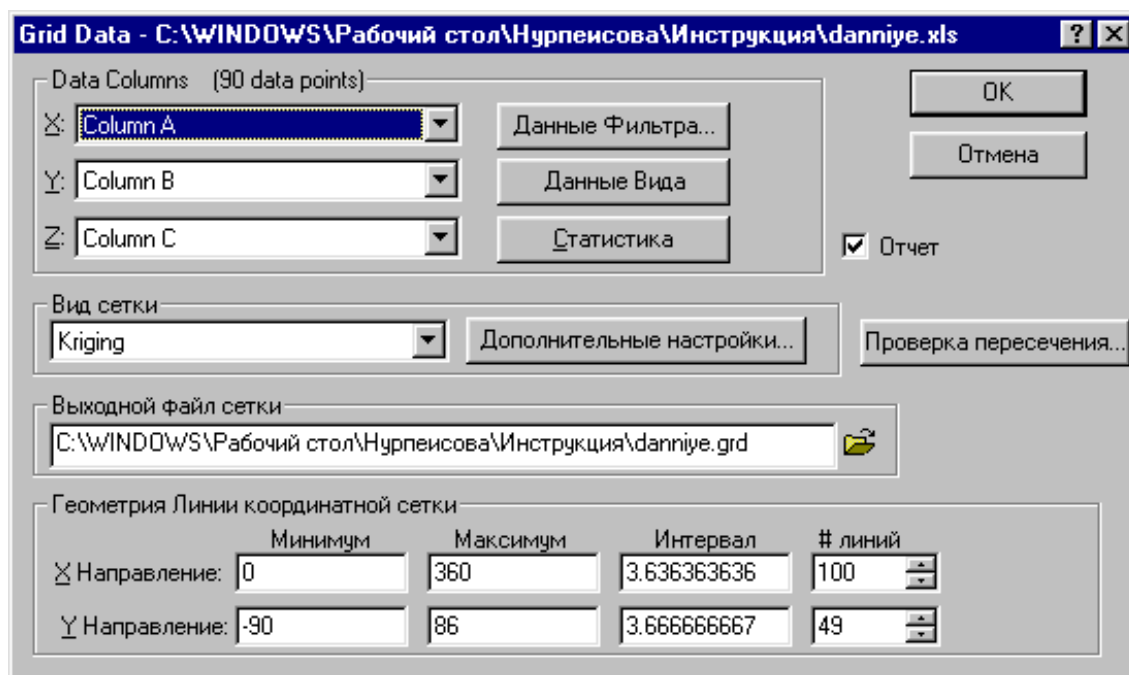
Кесте 2.8 - Бастапқы деректер

№	X, град	Y, град	n, жиілік	№	X, град	Y, град	n, жиілік
1	180	50	1	46	240	80	2
2	190	30	1	47	24	50	11
3	190	30	3	48	50	65	4
4	200	60	6	49	118	85	10
5	200	70	7	50	145	70	5
6	195	90	5	51	310	60	5
7	215	65	12	52	315	90	10
8	217	75	11	53	90	30	2
9	220	80	10	54	130	30	2
10	218	85	8	55	185	85	2
11	230	80	5	56	50	20	2
12	70	50	4	57	50	86	3
13	230	50	5	58	110	80	8
14	250	50	2	59	130	80	10
15	255	35	1	60	65	70	2
16	260	50	1	61	320	65	5
17	250	90	1	62	305	85	12
18	258	86	1	63	225	20	1
19	265	75	1	64	8	55	7
20	270	65	1	65	139	85	8
21	280	45	1	66	20	72	8
22	315	28	1	67	42	60	7
23	340	22	1	68	330	86	5
24	360	20	1	69	0	32	5
25	205	86	6	70	345	28	2
26	305	80	10	71	0	65	5
27	265	90	2	72	330	35	3
28	0	25	2	73	350	35	4
29	25	40	7	74	355	40	5
30	125	83	12	75	348	50	5
31	80	80	2	76	356	62	5
32	70	85	1	77	358	70	4
33	65	81	1	78	340	65	4
34	348	45	5	79	335	86	4
35	282	90	5	80	345	85	2
36	295	86	10	81	20	15	1
37	25	82	7	82	90	20	1
38	82	48	3	83	120	12	1
39	65	60	3	84	160	38	1
40	110	60	5	85	180	60	1
41	60	40	4	86	140	52	3
42	325	53	5	87	150	75	4
43	110	50	3	88	80	60	3
44	220	86	6	89	135	68	7
45	160	85	2	90	96	65	3

Ескерту – Дереккөз [65]



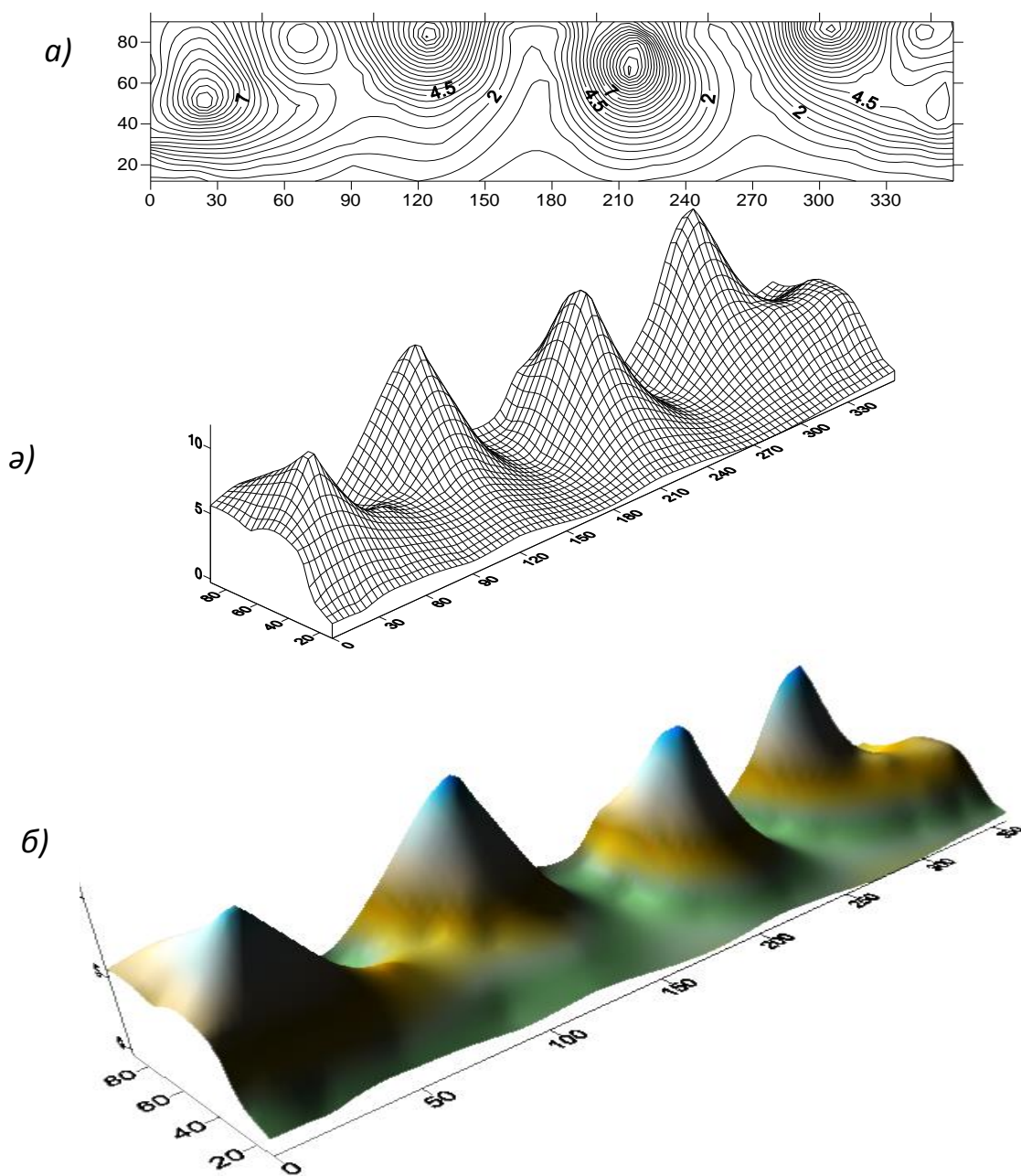
Бағдарлама X, Y, n координаталарын А, В, С бағаналарында іздестіріп табады. Жарықшақтар диаграммасын алу үшін құру файлын (2.14-сурет) жіберу қажет.



	А	В	С
<b>1</b>	180	50	1
<b>2</b>	190	30	1
<b>3</b>	190	30	3
<b>4</b>	200	60	6
<b>5</b>	200	70	7
<b>6</b>	195	90	5
<b>7</b>	215	65	12
<b>8</b>	217	75	11
<b>9</b>	220	80	10
<b>10</b>	218	85	8

Сурет 2.14 - Өңдеу журналы редакторының сыртқы бейнесі

Далада жасалынған өлшеу мәліметтерін компьютерлік өңдеуден алынған диаграмма, тау жыныстары массиві жайында жаңа деректер пайда болған сайын толқтырылып, жаңартылып отырылады. Өңдеу нәтижелері: екі өлшемді (2.15 а-сурет) және үш өлшемді (2.15 ә,б-сурет) диаграмма арқылы бейнеленеді.



Сурет 2.15- Тау жыныстары жарықшақтарын компьютерлік өндеудің нәтижесі

Сөйтіп, Ақбақай кенорны тау жыныстарының жарықшақтарын компьютерде өндеудің нәтижесінде төрт негізгі жүйе ерекшеленді. Олардың жатыс элементтерінің (азимуттары мен құлама бұрыштары) орташа мәндері:

I (30°, 55°), II (125°, 81°), III (220°, 75°) және IV (310°, 89°) анықталды.

*Алынған нәтижелердің сенімділігін бағалау.* Екі әдіспен (дөңгелек диаграммаларда, компьютерде) өңделіп, ерекшеленген белсенді жарықшақтар жүйелерінің нәтижелері бір-бірімен салыстырылып, дәлдігі бағаланады. Екі әдістің салыстырған нәтижелері 3.7-кестеде келтірілген.

Кесте 2.9 - Жарықшақтар жүйелерін салыстыру нәтижелері

Компьютерде алынған нәтижелер, град.		Дөңгелек диаграммаларда алынған нәтижелер, град.		Жарықшақтар жүйелері параметрлерінің ауытқуы, град.	
А	□	А	□	А	□
30	55	30	55	0,	0
125	81	125	85	0	+4
220	75	215	74	-5	-1
310	89	305	88	-5	-1

## 2.5 Массивтің құрылымдық ерекшеліктерінің жылжу процесіне тигізетін ықпалы

Тау жыныстары мен жер бетінің жылжуын зерделеудің көпжылдық тәжірибесі осы процеске массивтің механикалық қасиеттері, әсіресе жарықшақты тектоникасы елеулі ықпалын тигізетіндігін айқындады. Тау жыныстарының жарықшақтығы жылжу процесіне әсер ететін басты фактор екендігін, кезінде С.Г.Авершин атап кеткен болатын. Сондықтан қазіргі кезде массивтің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу тау жыныстарының жылжуы саласындағы жүргізілетін ғылыми-зерттеу жұмыстарының негізгі пункті болып келеді.

Сөз жоқ, жарықшақтар жүйесі жылжу параметрлеріне үлкен әсер етеді. Біріншіден, олар жыныстар массивінің беріктігін төмендетеді, екіншіден, карьер беткейлері массивінің деформациялану кезінде жарықшақтардың кейбір құлау бұрыштары сырғу беттерге айналады. Бұдан біздер жылжу бұрыштарының жыныстар қатпарларының құлама бұрыштарына тікелей байланыстылығына көз жеткіземіз.

Сонымен қатар, вертикаль оқпандарды өтуде, жерасты қазбаларын жүргізуде, аттыру заттарын (АЗ) таңдауда тау жыныстарының жарықшақтылығы ескеріледі және геомеханикалық процестерді басқаруда шешуші рөл атқарады. Мәселен, тектоникалық жарылыстар арқылы өтілген шахта оқпаны кейіннен деформациялана бастауы, жарықшақтары өте көп тау жыныстарын қопаруға өте күшті аттыру заттарын (АЗ) қолдану, жерасты қазбаларын бекіткенде тау жыныстарының әлсіз беттерін ескермеу және тағы басқа жағдайлар жиі кездеседі.

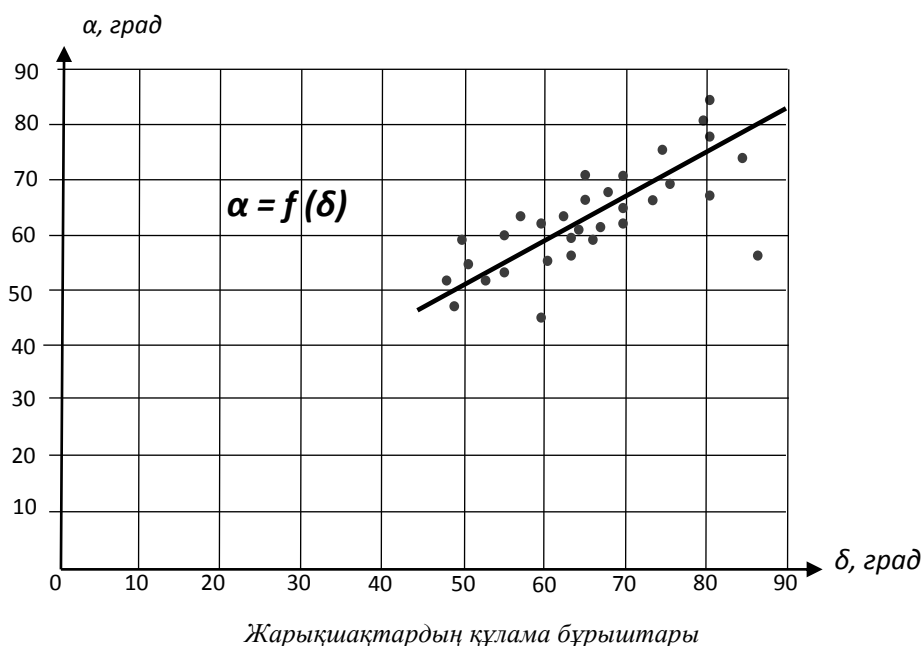
Тау-кен жұмыстарының әсерінен тау жыныстары жылжыған (сырғыған) кезде жаңа әлсіз беттер пайда болмайды. Керсінше, тау жыныстарының табиғи жарықшақтары мен тектоникалық жарылымдары, яғни байырғы әлсіз беттер арқылы жылжиды. Жаңадан пайда болған жарықшақта бойымен сырғу сирек кездеседі. Жылжу процесі массивтің беріктігі, үйкеліс күшіне және жыныстардың бір-бірімен ілінісуіне тікелей байланысты. Әлбетте, бұл элементарлық блоктар арасында болатын жайт.

Құрылымдық блоктардың бұрыштары мен қабырғаларының пропорционал қатынастары әлемдегі барлық геометриялық үйлесімділіктің (гармонияның)

негізгі байланыс жүйесі болып есептелетін «алтын қима» заңдылығына сәйкес келеді.

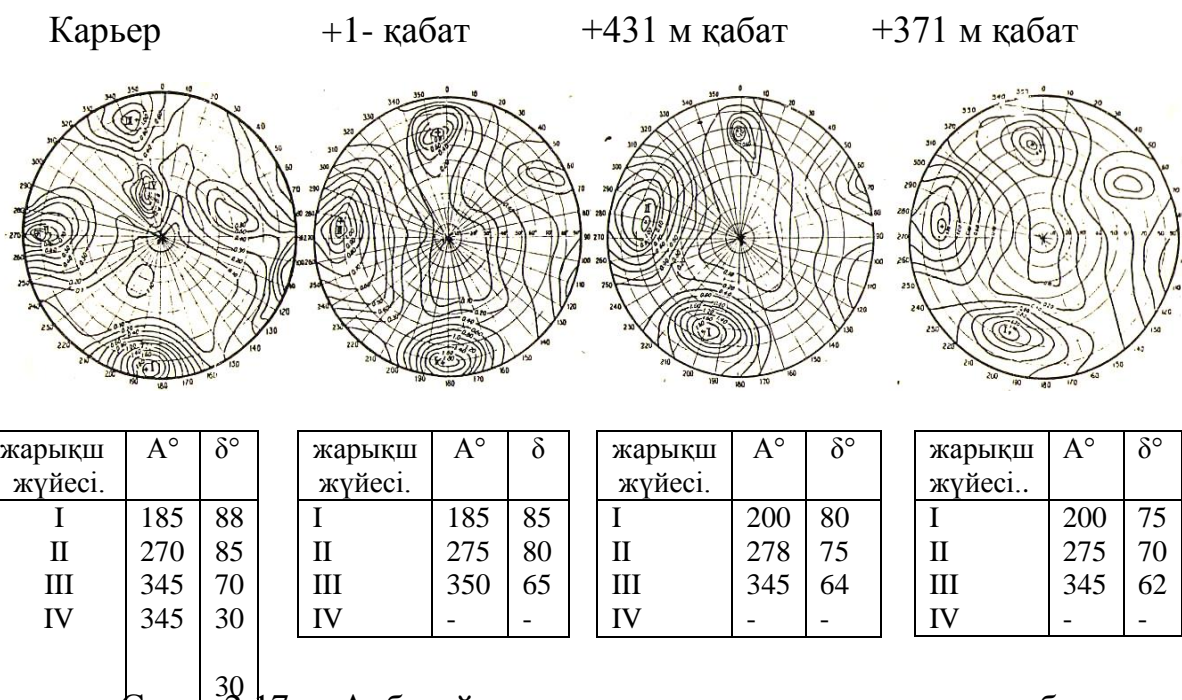
Жалғыз Қаратау бассейні тау жыныстары ғана емес, Қазақстанның басқа да кеніштерінде жүргізілген зерттеулер нәтижесінде жер қойнауында бір үйлесімділіктің барлығына, яғни жарықшақтардың белгілі бір заңдылықпен пайда болатындығына көз жетті. Тау жыныстары массивінде ең жиі кездесетін блоктар пішіні – параллелепед, демек тау жыныстары сырғу деформациясына ұшырайды және сырғу бұрышы тау жыныстарының ішкі үйкеліс бұрыштарына тікелей байланысты.

Тау жыныстарының деформациялануы жарықшақтардың жатыс элементтеріне байланыстылығы карьер беткейлерінің аршылған беттерінен айқын көрінеді. Карьер қиябеті бұрышының жарықшақтардың құлама бұрышымен байланысы – түзусызықтық (2.16-сурет) екендігі, жарықшақтардың құлау бұрышы күрт құлама болса, карьер беткейі қиябетінің бұрышы да тіктеу, ал, керісінше жарықшақтар бұрышы көлбеу болса – карьер беткейінің бұрышы да көлбеулене түсетіндігін көрсетеді.



Сурет 2.16- Карьер қиябеті бұрышының жарықшақтар құлама бұрышына тәуелділігі

Зерделенген кен орындарында тау жыныстарының сырғу бағыттары жарықшақтар жүйелерінің беттеріне сай, яғни жылжу бұрыштары жарықшақтардың құлама бұрыштарына тең болып келеді. Мәселен, карьер түбінде шұңқырлар пайда болғанда ажырау бұрыштары 90°-қа, ал жер бетінде жарықшақтар пайда болғанда  $45 + \rho/2$ -ге жақындайды. Бұл айтқанымызды жарықшақтардың әр қабаттық диаграммаларынан көруге болады (сурет 2.17).



Сурет 2.17 - Ақбақай кенорны жарықшақтарының әр қабаттық диаграммалары

Суреттен «Ақбақай» кеніші тау жыныстары жарықшақтарының әр қабаттық диаграммалары келтірілген. Әр қабаттық дөңгелек диаграммалардан тау-кен жұмыстарының тереңдігі артқан сайын жарықшақтар жиілігінің азая түсетіндігі, демек жылжу процесіне тек төменгі қабаттарға дейін созылып жатқан жарықшақтар ғана әсер ететіндігін айқын көруге болады.

Сонымен қатар, кен қазу жұмыстары тереңдеген сайын жарықшақтар құлама бұрыштарының көлбеуленгені байқалады. Демек, жылжу процесі – жоғарғы қабаттарға күрт құлама бұрыштармен жүрсе, төменгі қабаттарда  $\beta = 60^\circ$  -тық бұрыштармен жүруі мүмкін.

Жарықшақтардың әр қабаттық диаграммаларында (2.17-сурет) құлама бұрышы  $\delta = 75-80^\circ$  және бойлық азимуты  $A = 275^\circ$  жарықшақ жүйесі (II) ерекше көзге түседі. Осы жарықшақ жүйесінің кен денесіне қарай құлайтындығын және осы бағытта одан басқа жарықшақ жүйесінің жоқтығын ескере келе, жоғары қабаттардағы жылжу бұрышы күрт құлама, яғни  $\beta = 75^\circ-80^\circ$  тең болады.

Тау жыныстары жарықшақтарының жылжу параметрлеріне (бұрыштарына) әсер ету сипатын анықтау үшін аспаптық бақылаулар нәтижесінде алынған жылжу бұрыштарын жарықшақтардың құлама бұрыштарымен салыстыру қажет. Егер жылжу бұрыштары мен жарықшақтар жүйесінің құлау бұрыштары бір-біріне тең болғаны дәлелденсе, онда бұл кен орнында жылжу процесі әлсіз беттер арқылы сырғу түрімен жүреді деп тұжырымдауға әбден болады.

Осы айтқанымыздың дәлелі ретінде Урал, Мырғалымсай, Алтай, Қаратау кен орындарында жылжу бұрыштары мен жарықшақтар жүйелерінің арасында тығыз байланыс А.Г.Акимовтың [33], Ж.С.Ержановтың [24], М.А.Кузнецовтың

[34], М.Б.Нұрпейісованың [20] еңбектерінде дәлелденгенін атап өткен орынды. Шын мәнінде, осы жұмыстардағы ажырау бұрыштары  $\beta''$  мен жарықшақтарының құлау бұрыштары -  $\delta$  бір-біріне тең келетіндігі және айырмашылығы  $\pm (2-5^\circ)$ -тан аспайтындығы анықталды (2.10-кесте).

Кесте 2.10 - Рудалық кен орындарындағы бөліну бұрыштары мен жарықшақтарының құлама бұрыштарының айырмашылығын салыстыру

Кеніштер, профилдік сызықтар	Бастапқы параметрлер			Тау жыныстарының сипаттамалары		Жарықшақтар құлама бұрыштары		Ажырау бұрыштары $\beta''$		Айырмашылықтары
	Н, м	б, град	г, т/м	с, град	к, т/м <sup>3</sup>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	жарықшақ	нақтылы	
Салаир, профиль 1-1	240	70	2,5	25	40	75	63	63	65	+2 °
Таштоғоль, Профиль Д	320	90	2,5	25	40	60	50	50	48	-2 °
Чорух-Дайрон, 1-1	210	850	2,8	305	40	80	70	75	75	0
Успен, профиль Ш	250	90	2,7	30	40	85	50	80	84	+4 °
Золотушинск профиль 2	192	78	2,5	25	40	60	45	60	64	+4 °
Текелі, Профиль 2-2	300	70	2,8	32	37	60	55	55	60	+5 °
Молодежн. профиль II-II	340	82	2,8	33	46	75	60	75	75	0
Ақбақай, профиль II-II	300	82	2,7	34	50	85	80	85	85	0
Ескерту – Дереккөз [54]										

Сөйтіп, жылжу процесі сырғу түрінде жүреді, яғни төмбе бүйір тау жыныстары жылжу бұрыштарының – кері жаққа құлайтын жарықшақтар жүйелері, ал жатпа бүйір тау жыныстары жылжу бұрыштарының жаныстар қатпарларының құлама бұрыштары арқылы сырғиды.

Осы айтылғандардан, тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін жан-жақты зерделеу нәтижесінде жарықшақтардың жер қойнауында пайда болуы мен таралуының өзіндік заңдылықтары бар екендігіне және тау жыныстарының деформациялануы сол заңдылықтармен тығыз байланысты екендігіне көз жеткіздік.

Алынған нәтижелер жылжу процессінің заңдылықтары мен бұрыштық параметрлерін болжауға негіз болды.

## **Екінші тарау бойынша тұжырым**

1. Бұл тарауда жүргізілген зерттеулер және оның нәтижесінде алынған нәтижелер бірінші тарауда ұсынылған геомеханикалық мониторинг жүргізу әдістемесінің (1.12 -сурет) 2-блогі «Таужыныстарының беріктік қасиеттері мен құрылымдық ерекшеліктерін зерделеудің» қорытындысы және бұл кенорнындағы жылжу үдерісінің даму заңдылықтарын анықтаудың бастапқы мәліметтері болмақ.

2. Ақбақай кенорны таужыныстарының беріктік қасиеттері зертханалық және табиғи жағдайларда зерттеліп, нәтижесінде олардың жылжу үдерісіне әсер ететін маңызды сипаттамалары анықталды.

3. Ақбақай кенорны таужыныстарының беріктік қасиеттері мен тау-кен жұмыстары тереңдігінің арасындағы графиктік-аналитикалық байланыстар алынды. Бұл байланыстар арқылы басқа да кенорнындағы таужыныстарының беріктік қасиеттерін алдын-ала болжауға мүмкіндік туды.

4. Таужыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеу әдістеріне талдау жасалынды және тек жарықшақтарды түсіру ғана емес, карьер беткейлерінің деформациялануын зерттеуде жербетілік лазерлік сканерлеу технологиясын қолдану және нәтижелерін компьютерлік бағдарламада өңдеу негізделді.

5. Таужыныстары сілемінің құрылымдық ерекшеліктерін зерделеу нәтижесінде кен мен оны қоршаған таужыныстары жарықшақтарының 4 басты жүйесі ерекшеленді және олардың геомеханикалық үдерістерге тигізетін ықпалы анықталды.

6. Күрт құлама таужыныстарына әлсіз беттер арқылы сырғу тән. Сырғу бағыттары негізгі жарықшақтар жүйесіне сай келетіндігі дәлелденді. Тау-кен жұмыстарының тереңдігі артқан сайын, жылжу бұрыштарының көлбеуленетіндігі жарықшақтардың әрқабаттық диаграммаларынан (2.17-сурет) көруге болады.

### 3 ТАУЖЫНЫСТАРЫ СІЛЕМІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН МОНИТОРИНГТЕУ

#### 3.1 Тау жыныстарының кернеулі-деформациялық күйі және оны зерделеудің әдістері

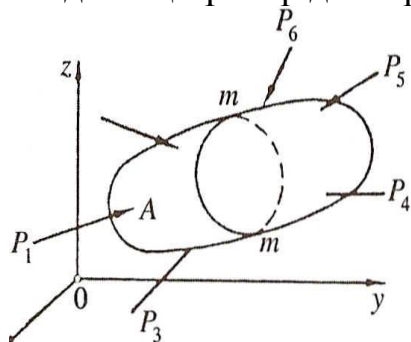
##### 3.1.1 Тау жыныстарының кернеулі-деформациялық күйі туралы жалпы мәлімет

Тау жыныстары массивінің ең бір маңызды геомеханикалық сипаттамасы – ол массивтің табиғи кернеулі күйі. Кернеудің күйінің ту- таудың жұмысының жер қойнауларында. Тау-кен жұмыстары жер астындағы кернеулердің туындауына әсер етеді. Кернеулі күйдің кесірінен жерастында пайда болған қуыстар, таужыныстар сілемінің беріктігін бұзып, тау жыныстары мен жер бетінің жылжуына әкеліп соғады. Мұның бәрі, жер үстінде және жер астында орналасқан құрылыстарға, айналадағы ортаға қаржылай-материалдық шығынға ұшыратуы мүмкін.

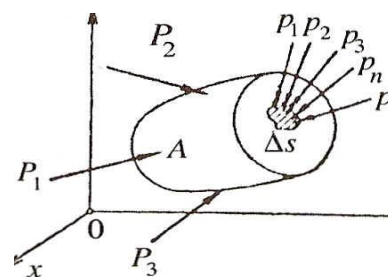
Міне осындай жер қойнауында жүріп жатқан күрделі процесс тау жыныстары массивінде кернеулі-деформациялық күй туындатады. Тау жыныстарының деформациялануына және жылжуына массивтегі гравитациялық күштер де әсер етеді. Жан-жақтан әсер ететін күштерден тау жыныстары деформацияланып, олардың жеке бөлшектері (құрамдары) арасында өзара әсерлеуші күштер пайда болады.

Мысал ретінде, сыртқы  $P_1, P_2, P_3 \dots$  күштерінің әсерінен тепе-теңдік жағдайда тұрған (3.1-сурет) бір денені (затты, тау жынысын) алалық. Осы күштердің әсерінен денеде ішінде әсерлеуші күштер ( $p_1, p_2, p_3 \dots$ ) пайда болады. Осы затты тік қимамен екіге бөліп, оның А бөлігін қарастыралық. Сонда дененің бұл бөлігі сыртқы күштер  $P_1, P_2, P_3 \dots$  және  $m$  қима бетінде таралған әсерлеуші  $p_1, p_2, p_3 \dots$  күштер ықпалынан тепе-теңдік жағдайда тұрады.

Енді осы  $m$  қима бетінен ауданы  $\Delta s$  алаңшаны бөліп алып қарастыралық (3.2-сурет). Бұл алаңшаға шамасы да бағыты да әрқилы көптеген кездейсоқ күштер де әсер етуі мүмкін.



Сурет 3.1 – «Кернеу» түсінігінің схемасы



Сурет 3.2- Күш түскен дененің  $\Delta s$  қимасының ауданы



Сондықтан  $\Delta s$ , алаңшасына әсер ететін күштердің жиынтығын, оларға тең келетін ойдағы жктеме күштермен алмастыру керектігі туындайды.  $\Delta s$  алаңшасына тең бөлінетін, ойдағы бұл жүктеме – орташа кернеуге ( $\sigma_{op}$ ) тең болмақ және ол мына теңдеумен өрнектеледі

$$\sigma_{op} = \Sigma p_i / \Delta s. \quad (3.1)$$

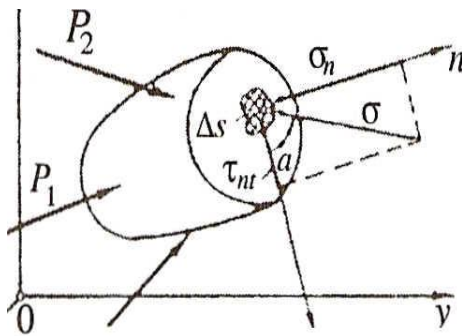
Бұл кернеу вектор ретінде қараладыда екі құрастырушыға бөлінеді (3.3-сурет). Оның бірі  $\sigma_{тік}$ , деп белгіленетін алаңшаға перпендикуляр, ал екіншісі алаңша бетінде жатқан,  $\tau_{жан}$  деп белгіленетін кернеулер. Сонда толық кернеу былайша анықталады

$$\sigma = \sqrt{\sigma_n^2 + \tau_{nt}^2} \quad (3.2)$$

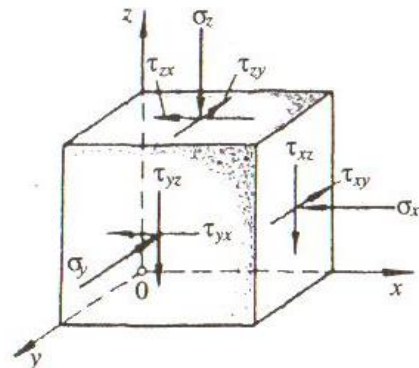
Ал, толық кернеу мен алаңша арасындағы  $\alpha$  бұрышы келесі формуламен анықталады

$$\alpha = arctg(\sigma_n / \tau_{nt}) \quad (3.3)$$

Әлбетте, тау жыныстарының бір нүктедегі кернеулі күйіне түсінік беру үшін қырлары координата жазықтықтарына параллель элементарлық куб алынады (3.4-сурет).



Сурет 3.3 –Толық кернеудің элементарлық  $\Delta s$  алаңшадағы құраушылары: тік кернеу - $\sigma$  және жанама кернеу - $\tau$



Сурет 3.4- Таужыныстары үлгісіне әсер ететін кернеу және оның құраушылары

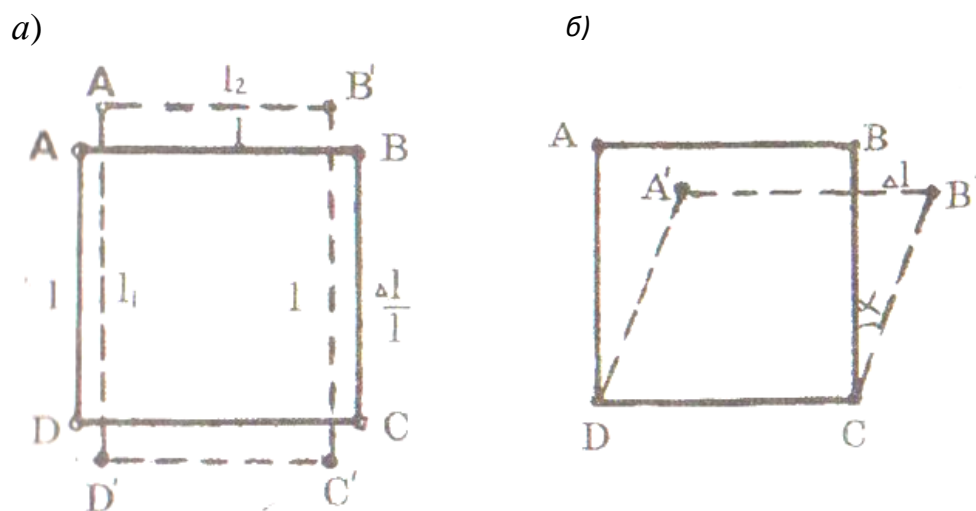
Осы элементарлық кубтың әрбір бетіне әсер ететін толық кернеулер өз кезегінде тік және жанама кернеулерге бөлінеді. Бұларды кернеудің компоненттері деп атайды. Элементарлық кубтың үш қабырғасына бір-біріне перпендикуляр үш компоненттер әсер етеді.

Бұл компоненттер  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  деп белгіленеді және әрі қарай  $\sigma$  -кернеуі алаңшаға тік бағытта әсер ететін бас кернеулер, ал сол алаңшада жатқан компоненттер  $\tau_x$ ,  $\tau_y$ ,  $\tau_z$  жанама кернеулер болып есептеледі есептеледі.

Сөйтіп, нүктедегі *кернеулі күй* деп, сол нүкте арқылы өтетін барлық кернеулердің жиынтығын айтады және ол МПа –мен өлшенеді.

Таужыныстарының формасы мен бастапқы өлшемдерінің өзгеруін оның деформациялануы дейді. Деформациялардың созылу, сығылу, ығысу сияқты түрлері тау-кен жұмыстары практикасында жиі кездеседі.

Сөйтіп, сыртқы күштердің әсерінен тау жыныстарының блогі өзінің бастапқы орнын ауыстыруы мүмкін және сол блоктың әрбір нүктесі басқа орынға көшеді. Мысалы 2.6,а- суретінде көрсетілгендей А нүктесі А' орына, ал АА' кесіндісі нүктенің қаншалықты орын ауыстырғанын сипаттайды.



а – сығылу және созылу; б-ығысу

Сурет 3.5 – Деформациялар

Сыртқы күштер әсерінен А нүктесі А' нүктесіне орын ауыстырғанда, ABCD фигурасының бастапқы биіктігі –  $h$ ,  $\Delta h$  –шамасына қысқарады немесе ұзарады.

Деформациялану кезінде тау жыныстарында бекітілген маркшейдерлік нүктелер арақашықтары да дәл 2.6,а-суреттегідей  $\Delta h$  шамасына ұзарып немесе қысқарады. Созылу немесе сығылу шамасының ( $\Delta h$ ) бастапқы ұзындық ( $h$ ) қатынасын **сызықтық деформация** деп аталады және оны  $\varepsilon$ -әрпімен белгілейді.

$$\varepsilon = \Delta h / h. \quad (3.4)$$

3.6,б-суреттегі жанама кернеу -  $\tau$  әсерінен болған куб жақтарының өзгерістері үзік сызықпен көрсетілген. Мұнда АВ қабырғасы А'В' –қа ығысқан, ал деформацияға дейінгі ADC тік бұрышы  $ADA' = \alpha$  шамасына кішірейген.

Жалпы алғанда, денеге күш түскен кезде оның қабырғаларының ұзындықтары ғана емес, қырлары арасындағы бұрыштары да бұрмаланады және пішіні де өзгереді. Радиан өлшемімен көрсетілген бұрыштық

ығысулардың шамасын- **бұрыштық деформация** деп атайды және оны  $\gamma$  әрпімен белгілейді.

Сөйтіп, нүктедегі деформациялық күй – алты деформация компоненттерімен  $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{xz}$  сипатталады. Тау жыныстарының деформациялық күйін сипаттайтын деформация компоненттерінің жиынтығын **деформация тензоры** деп атайды.

Бұл мәселеге соңғы 25-30 жылдар аралығында зор назар аударылуда. Бұдан 100 жыл бұрын швейцария геологы А.Гейм «жер қыртысының кернеулі күйі - тау жыныстарының жер қойнауында орналасу тереңдігінің функциясы» деген гипотезаны ұсынған болатын [ 85], яғни жер қойнауының кез келген нүктесіндегі кернеулі күй сол нүктенің жер бетінен бастапқы тереңдігінің функциясы болып келеді деген және ол келесі формуламен өрнектеледі

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \gamma H \quad (3.5)$$

мұндағы:  $\sigma_x, \sigma_y$  – горизонталь кернеулер;  $\sigma_z$  – вертикаль кернеу;  $\gamma$  - жоғарғы қабат тау жыныстарының орташа көлемдік салмағы;

$H$  – тау жыныстарды орналасқан тереңдік.

Гейм жер қойнауындағы кернеулі күй гидростатикалық заң бойынша таралады десе, А.Н.Динник тау жыныстары массивінің кернеулі-деформациялық күйінің моделі ретінде серпімділік теориясын қолдануды ұсынды [86], яғни

$$\sigma_z = \gamma H \quad (3.6)$$

$$\sigma_x = \sigma_y = k \cdot \sigma \quad (3.7)$$

мұндағы:  $k = \mu / (1 - \mu)$  – бүйірлік қысым коэффициенті;

$\mu$  - көлденең деформация коэффициенті, немесе Пуассон коэффициенті.

Қазіргі кезде тау жыныстарының бұзылуына немесе иілу деформацияна ұшырауына әкеліп соғатын кернеулі-деформациялық күйді сипаттайтын бірнеше теориялар бар. Оларды беріктік теориялары деп атайды. Олардың ішіндегі кеңінен таралғандары: Галилей—Ренкиннің ең үлкен нормаль кернеулер теориясы; Сен-Венанның ең үлкен кернеулер теориясы; Кулон - Сен-Венанның ең үлкен жанама кернеулер теориясы; энергетикалық теориялар; иілімді деформациялар теориясы; Прандтлдың иілімділік теориясы; Мордың және Мордың беріктілік теориялары; Ержановтың сырғу теориясы және т.б. [87].

Тау жыныстарының беріктігін сипаттайтын көрсеткіштерінің жиынтығы - беріктік паспорты (құжаттары. Беріктік паспорттарын тау жыныстары үлгілерінің бір остік, тегіс және көлемдік кернеулік жағдайларындағы сынақтан өткізу нәтижелері негізінде құрады.

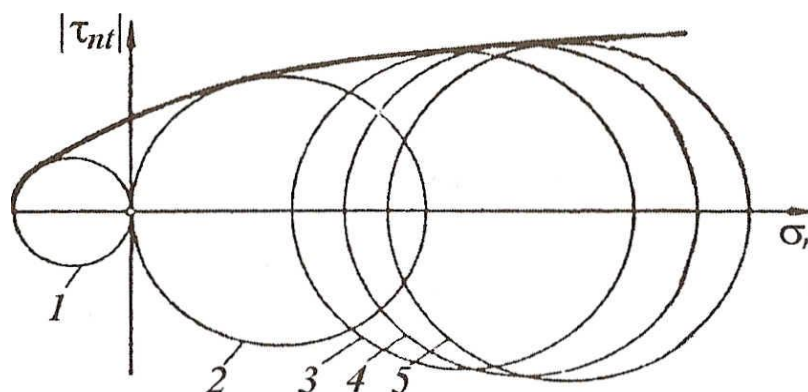
Тау жыныстарын зерделеуде Мор, Губер-Мизес, Сен-Венан және тағы

басқалардың теориялары қолданылады. Бұл теориялар бойынша заттың қирауы, сырғу беттегі жанама кернеу -  $\tau$  сол сырғу беттегі тік кернеуге -  $\sigma$  байланысты, белгілі бір шамаға жеткен кезде бұзыла бастайды.

Басқаша айтқанда,  $\tau$  –кернеуі  $\sigma$  -ның функциясы, яғни  $\tau = f(\sigma)$ . Бұл функция арқылы заттың сырғу беттегі  $\sigma_1, \sigma_2$  және  $\sigma_3$  кернеулері бойынша кез келген нүктенің геометриялық орнын  $P(\tau, \sigma)$  қисығы түрінде бейнелеуге болады.  $\tau = f(\sigma)$  -функциясы бірқалыпты қисық болса да, ол циклоид, параболы, гиперболы, циклоидтың түзу сызыпен біріккен теңдеулерімен өрнектелуі де мүмкін.

Тау жынысын сынақтаудың оның бір остік, жазықтық және көлемдік кернеулері нәтижелері бойынша оның мықтылық паспорты жасалады. Тау жынысының беріктілік паспорты тік және жанама кернеулердің функциялық байланысын көрсететін график. Беруктілік паспорты тау жыныстарын сынақтаудың түрлеріне қарай әртүрлі тәсілдермен құрылады.

Солардың ішіндегі ең қарапайымы: горизонталь осте 0-ден сол жаққа бір остік созылудағы беріктіктің шегі- $\sigma_{\text{соз}}$ , ал оң жағына – сығылудағы беріктік шектері- $\sigma_{\text{сығ}}$  салынады (3.7-сурет). Бір остік сығылуда 2 шеңбер алынады. Өйткені бүйірлік қабырғаларда әсе етуші күштер болмағандықтан,  $\sigma_2 = 0$  болады.



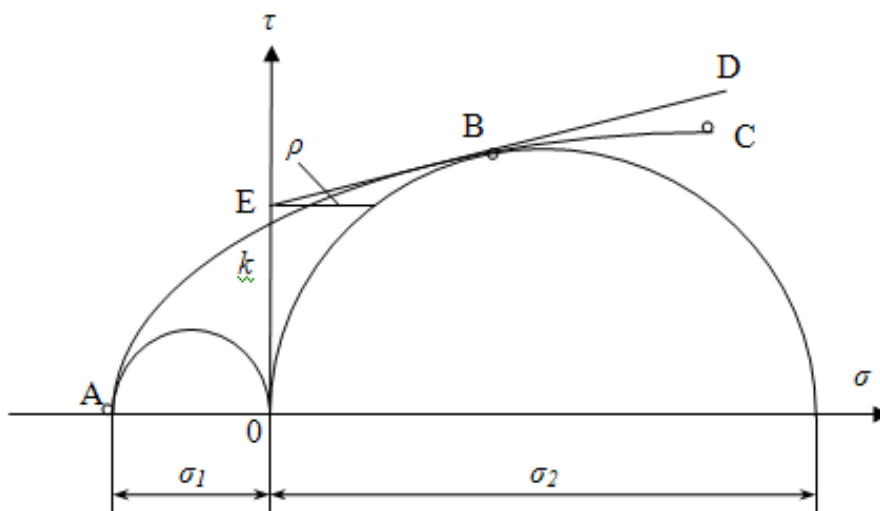
1 - бір остік созылудағы; 2 –бір остік сығылудағы; 3, 4, 5 – екі остік сығылулардағы

Сурет 3.6- Кернеулердің шекті шеңберлері

Бұл шеңберлерді кернеулердің шекті шеңберлері деп атайды. Осы кернеу шеңберлері арқылы орама сызық жүргізіледі. Мұндай ораманы тау жынысы қирауының (бұзылуының) шекті орама сызығы деп атайды. Тау жыныстарының беріктік сипаттамаларын анықтайтын бұл тәсілді ойлап шығарған Отто Мор, сондықтан оны Мор тәсілі деп атайды.

Кернеудің белгілі бір шегінде  $\tau=f(\sigma)$  байланысы түзу сызықпен ауыстырылатынын, яғни  $\tau = \sigma \cdot \text{tg} \rho + k$  тең болатындығын жоғарыда айтып кеттік. Осы функцияға сәйкес 3.7-суретте Мордың жарты шеңберлерінің сызбасы келтірілген.

Екі жарты шеңберлер ( $\sigma_1 = -\sigma_{\text{соз}}$ ) және ( $\sigma_2 = \sigma_{\text{сығ.}}$ ) арқылы орама ABD сызығы жүргізілген. Одан кейін, орама сызықтың  $\sigma_{\text{сығ.}}$  –кернеу шеңберімен қиылысқан нүктесі В арқылы жанама сызық жүргізілген және оның тік кернеу осімен қиылысқан нүктесі Е анықталады.



Сурет 3.7- Тау жынысының беріктік паспорты

Сонда  $\tau$  осінің бойындағы OE кесіндісі– тау жыныстарының ілінісуін  $-k$ , ал ол жанама сызықтың абсцисса осімен құрған бұрышы  $-\rho$  тау жыныстарының ішкі үйкеліс бұрышын көрсетеді.

Тау жыныстарының осы екі сипаттамаларының (ілінісуі-  $k$  мен ішкі үйкеліс бұрышы-  $\rho$ ) қос үш түрі барлығын айта кеткен жөн, оларға:

1. Тау жыныстарының үлгідегі ішкі үйкеліс бұрышы-  $\rho_{\text{үл.}}$  мен ілінісуі –  $k_{\text{үл.}}$ .
2. Тау жыныстарының массивтегі ( $\rho_{\text{мас.}}$  және  $k_{\text{мас.}}$ ) сипаттамалары.
3. Тау жыныстарының әлсіз беттердегі ( $\rho_{\text{әлс.}}$  және  $k_{\text{әлс.}}$ ) сипаттамалары жатады.

Тау жыныстарының осы екі сипаттамалары ашық кеніш беткейлерінің орнықтылығын және жылжу процесінің параметрлерін есептегенде, жалпы алғанда геомеханиканың әртүрлі мәселелерін шешуде кеңінен қолданылады.

### 3.1.2 Ашық және жерасты тау-кен қазбаларының өзара әрекетінен туындайтын геомеханикалық үдерістерді зерделеудің әдістері

Ашық және жерасты тау-кен қазбаларының технологиялық байланысы геомеханикалық үдерістерді өзара әрекетесуге алып келеді. Салдарынан, карьер беткейі қиябеттерінің бұрыштары көлбеуленеді және карьердегі бұрғылау-аттыру жұмыстарының әсерінен жерасты қазбаларының орнықтылығы төмендейді. Осыған орай, пайдалы кендерді құрама технология арқылы қазып алудың тиімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесідей маңызды мәселелерді шешу алға қойылады:

- Ақбақай кенорны жағдайында таужыныстарының жылжу заңдылықтарын, карьер түбінде опырылымдар мен шұңқырлардың (воронкалар) пайда болуын зерттеу;

- ашық және жерасты қазбалары арасында қалдырылатын орнықты тосқауылдық кентіректің өлшемін анықтау;

- қазып алу учаскелері, блоктары және кемерлерінің оңтайлы параметрлерін есептеу;

- қазба төбесін басқарудың тиімді тәсілін таңдау, оның ішінде аршыма таужыныстарын толтырма материалдары ретінде пайдалану;

- аттыру жұмыстарының жерасты қазбаларына сейсмикалық әсерін зерделеу.

Жоғарыда келтірілген мәселелердің бірсыпырасы рудалық кендерді құрама тәсілмен игеруде шешімін табуда. Осы мәселелерді шешу ғалымдардың бірсыпыра еңбектерінде толық жазылған[87-91]. Мұндай зерттеулер тек математикалық моделдеу, оның ішінде ашық және жерасты кен қазу жұмыстарының бір біріне тигізетін ықпалдарын анықтауда соңғы элементтер әдісі бойынша жүзеге асырылады.

Бұл шешілетін мәселелердің маңыздылығы, жерасты кен қазу технологиясының карьер беткейлерінің орнықтылығына тигізетін әсерін зерттеген Г.И.Черный [92] және И.Н.Лось [93] еңбектерінде көрніс тапқан.

Мұндай зерттеулерді жүргізу арнайы бағдарламаға кіретін бірқатар жұмыстардан тұрады:

- массивтің жай-күйі туралы бастапқы мәліметтерді жинақтау;

- бағдарлама пакеттерін қоршаған ортаға бейімдеу;

- математикалық моделдеу;

- моделдеу нәтижелерін талдау және геомеханикалық үдерістің

заңдылықтарын анықтау.

Математикалық моделдеудің негізгі мақсаты – ашық және жерасты тау-кен қазбаларының өзара ықпалдасу кезіндегі таужыныстарының деформациялануын, жылжуын және жер қойнауында кернеулі күйдің туындау заңдылықтарын анықтау. Осындай математикалық моделдеуде біздің диссертациямызға арқау болып отырған Ақбақай кенорны жағдайына жақын келетін Ресей ғалымдарының алған келесідей зерттеу нәтижелеріне талдау жасалық. Моделдей кезінде келесідей параметрлер алынған:

- кеннің құрма бұрышы - 50-89°;

- кеннің қалыңдығы - 1,5- 5 м;

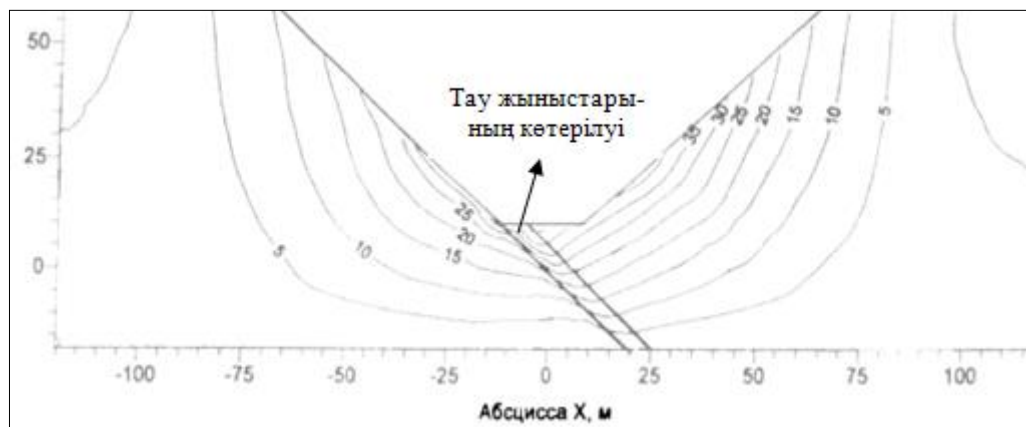
- кен қазу тереңдігі - 50-300 м;

- кеннің беріктік шегі - 5-15 МПа;

- қоршаға таужыныстарының беріктігі – 10-120МПа.

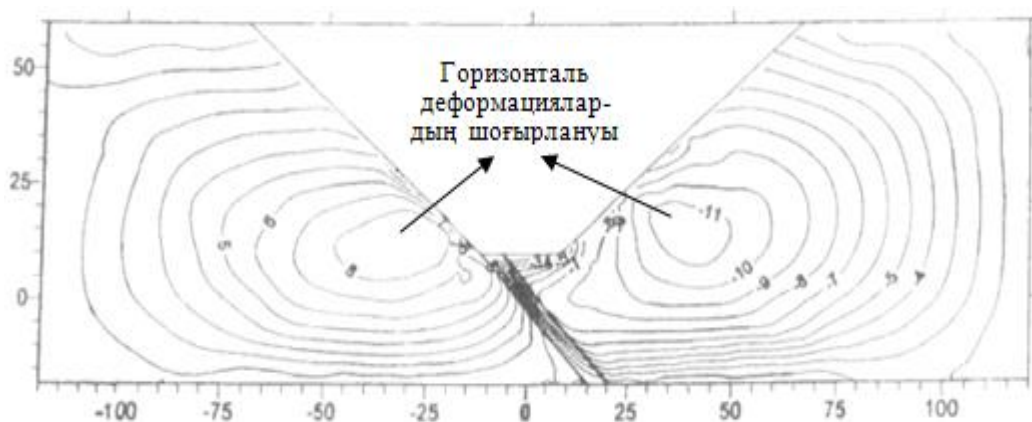
Әрі қарай, осы жағдайды математикалық моделдеуден алынған карьер оржолдарын жүргізу кезіндегі вертикаль жылжулардың изосызықтарына (3.9-сурет) көңіл аударалық. Суреттен, оржолды жүргізіп болғаннан кейін, оржол

түбіндегі таужыныстары массивінің босаңдап, жоғары көтеріле бастағанын айқын көкруге болады.



Сурет 3.8 - Карьер оржолдары мен жерасты қазбалары төңірегіндегі вертикаль жылжулардың изосызықтары

Ашық тау-кен қазбалары горизонталь жылжуларға ең күшті әсерін тизізетіндігі 3.9-суретте бейнеленген. Суреттен горизонталь жылжулар шоғырлануының оржол осіне өлшемі және орналау бойынша симметриялы болып келгенін айқын көруге болады.

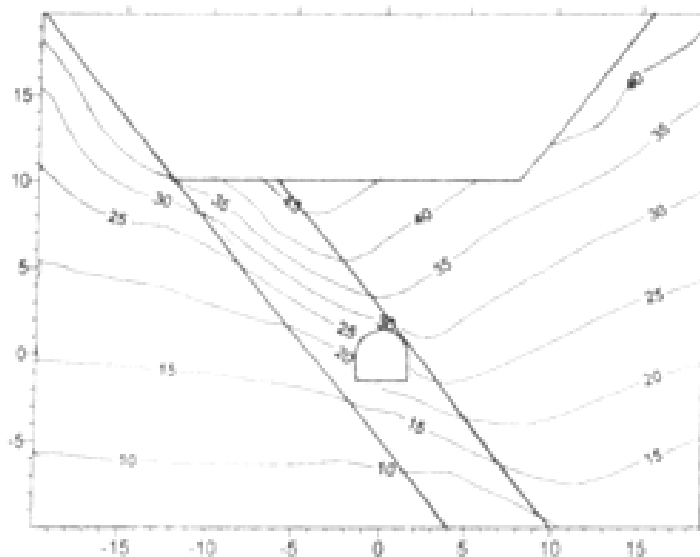


Сурет 3.9- Карьер оржолдары мен жерасты қазбалары төңірегіндегі горизонталь жылжулардың изосызықтары

Сөйтіп, кен қазу сығылу горизонталь деформациялары мен кернеулі-деформациялық күйдің туындылығының басты себепшісі. Мұнда төбелік таужыныстары табандағы таужыныстарына қарағанда 30-40% көбірек жылжиды. Математикалық моделдеудің 3.8 және 3.9-суреттерінен алынған заңдылықтар геологиялық және технологиялық параметрлердің өте кең диапазонда өзертіндігін де дәлелдеген. Демек, карьер түбінен төмен орналасқан жерасты тау-кен қазбалары өте күшті горизонталь сығылу кернеулеріне ұшырайды, ал вертикаль кернеулер - созылуы мүмкін. Мұндай

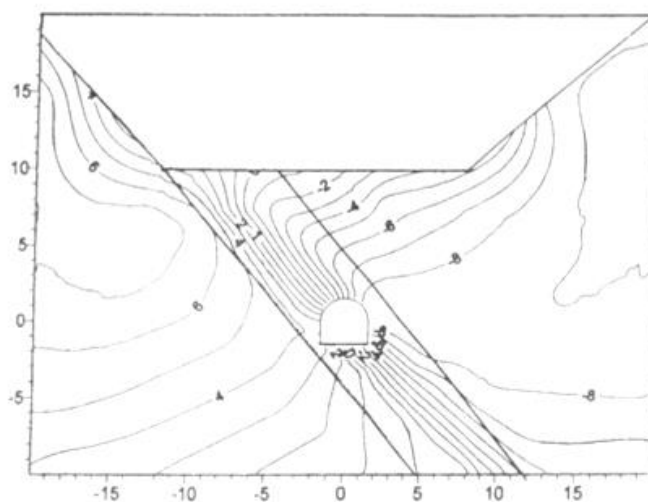
жағдайлар, яғни горизонталь сығылу кернеулері вертикаль кернеулерге карағанда 2-3 есе артық болуы, көбіне, күшті сейсмикалық аймақтарда(Горная Шория, Кузбасс, Кавказ) кен игеру кезінде байқалады.

Жоғарыда айтылған және алынған заңдылықтардың барлығы, карьер түбіненен әжептәур тереңдікте рудалық шрек жүргізген кезде толық дәлелін тапты (3.10 және 3.11-суреттер). Мұнда оржол табанынан төмен орналасқан таужыныстарының көтерілуі онша байқалмайды(3.10-сурет).



Сурет 3.10 - Ашық кен жұмыстары әсерінен жерасты тау-кен қазбасы төңірегінде туындайтын вертикаль жылжулардың изосызықтары

Тау-кен қазбаларына орнықтылығына ең үлкен қауіп төндіретін - ол горизонталь жылжулар (3.11-сурет).



Сурет 3.11- Ашық кен жұмыстары әсерінен жерасты тау-кен қазбасы төңірегінде туындайтын горизонталь жылжулардың изосызықтары

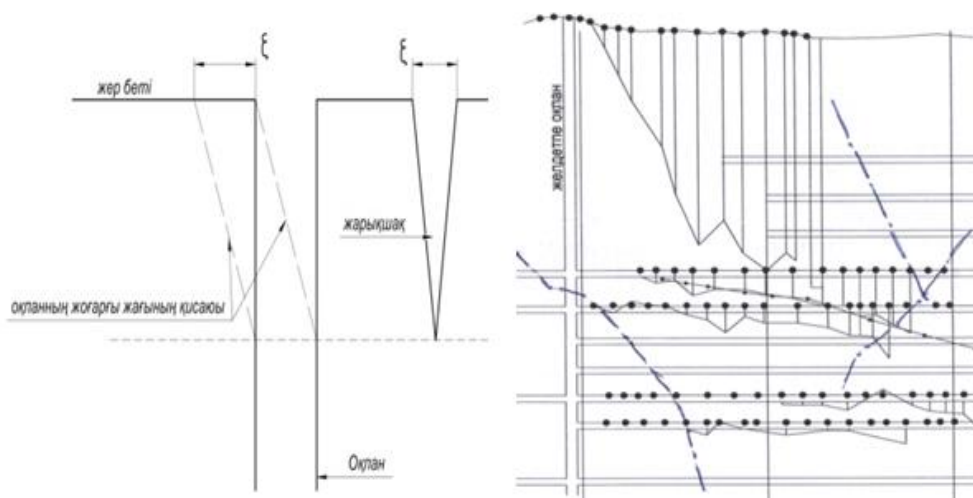


3.11-суреттен алынған нәтижелерге сүйенсек, онда жерасты тау-кен қазбаларының бекітпелерінің түрі мен конструкциясын жобалағанда, бекітпе конструкциясының кенқатпары бағытына перпендикуляр жағын күшейте түсу қажеттігі туындайды.

Бұл мәселеге соңғы 30-35 жылдар аралығында көп көңіл аударылуда. Қазақстанның да бірқатар кенорындарында таужыныстарының кернеулі-деформациялық күйінің зерделенуі А.Ж.Машанов[82,87,94], Б.Р.Ракишев[23, 95], А.Б.Бағалинов[96, 97], Н.С.Буктуков [98], Шашенко А.Н. [41,42] және т.б. ғалымдардың еңбектерінде [15,88,89] толық баяндалған.

Мәселен, **Риддер-Сокольный кен орнына таужыныстарының жылжуын, тау-кен қабаларының деформациялануын зерттеу 1940 жылдары басталған ды. Осы жылдары А.Ж.Машанов «Маркшейдерлік іс» кафедрасының аспиранты болатын. А.Ж.Машановтың алғашқы ғылыми жұмысы геомеханикалық процестердің ішіндегі тік оқпандардың деформациялануын (қисаюын) зерттеу, оған әсер ететін себептерді анықтау және геомеханикалық процеске қарсы шараларды жасау болды. Ол жұмыс 1941 жылы Кенді Алтайда (Риддер кен орнында) басталды. Онда «Северная» кенішінің оқпаны деформацияға ұшырап (қисайып), кеніштің жұмысына зор қауіп туғызады. Кеніш басшылығы, осы деформациялық процесті тоқтатудың жолын табу мақсатымен, институтқа хат жолдаған. Сөйтіп бұл ғылыми жұмысты жүргізу «Маркшейдерлік іс» кафедрасына жүктеледі. Кафедра меңгерушісі, профессор П.А.Рыжов аспирант А.Машановқа үлкен сенім артып осы тапсырманы орындауға Риддер-Сокольный кенішіне алып барған және оқпанның деформациялану себебін анықтау үшін маркшейдерлік түсірістер, өлшеулер жүргізді[94].**

3.12-суретте жер бетінде пайда болған жарықшақтылықтың әсерінен Риддер Сокольный кені оқпанының жоғарғы жағы қисайғанының сұлбасы және оған әсер еткен жарылымдар көрсетілген.



Сурет 3.12- Оқпан қисаюының және оған әсер ететін тектоникалық жарылымдардың бейнесі

Бұл жылдар, Кеңестер Одағының өте ауыр кезеңді (Отан соғысы жылдары) бастан өткеріп жатқан шағы болатын. Елдің Еуропа бөлігіндегі оқ – дәрі, қару – жарақтар жасайтын шикізаттармен қамтамасыз ететін кәсіпорындар түгелдей қирағанды, не болмаса жау қолына өткенді. Мұндай кезеңде қорғасын, мырыш металдарын өндіріп тұрған Риддер-Сокольный тәрізді кеніаштердің бір сағатқа тоқтауы қылмысқа бағаланатын.

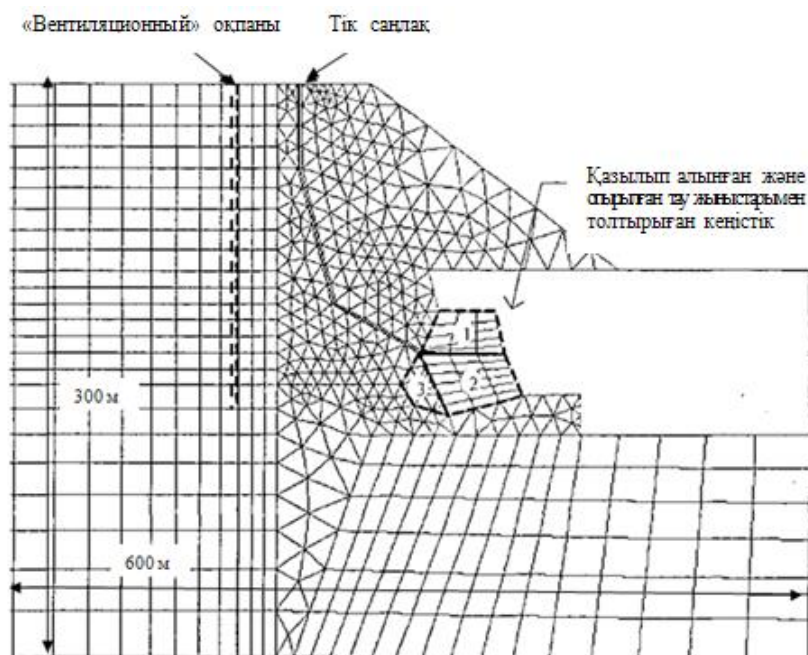
Оқпанның қисаюы жер қойнауының геологиялық құрылымына (тектоникалық жарылымдар), массивтің кернеулі-деформациялану күйіне байланысты екендігі А.Ж.Машанов жүргізген зерттеулердің нәтижесінде белгілі болған. А.Ж.Машанов сол Риддер-Сокольный және Тишин кеніштеріндегі деформациялардың құрылымдық ерекшеліктерін (тектоникасын, жарықшақтарын) зерттеді және тау жыныстары жылжыған кезде жер бетінде жарықшақтар пайда болатындығы және жарықшақтар ұлғайған сайын жер бетіне жақын орналасқан құрылыстардың да деформацияға ұшырайтындығын дәлелдеді. Жүргізіліп отырған осы зерттеудің нәтижелері А.Машановтың кандидаттық диссертациясына негіз болды [102].

А.Машанов зерттеулерінің негізінде, оқпанның деформацияға ұшыраған жеріне қарсы тиісті техникалық шаралар жасалынып, қисайған оқпан түзетілді. Қазірдің өзінде А.Машанов идеясымен тау-кен қазбаларының орнықтылығын зерттеу көптеген («Молодежный», «Ақбақай», «Текелі», «Майқаын» «Дөң» т.б.) кеніштерде жүргізіліп келеді.

Жартасты тау жыныстары механикасының мәселелері саласындағы әдебиет көздеріне талдау жасай келе байқағанымыз таужыныстары массивінің кернеулі күйі туралы түсінімнің әрқилылығынан нақтылы массивтің құрылымы мен оның кернеулі күйі жайлы түсінік бі-бірімен байланыстың жоқтығы. Сондықтан қарастырылып отырған тау жыныстарының массиві жан-жақты эксперименттің ідістермен зерделенді және геомеханикалық процестерді зерттеуден алынған нәтижелерді соңғы (қорытынды) деп атуға болмайды, олар зерттеу жұмыстарының белгілі бір кезеңінің қорытындысы деп қаралмақ.

Мәселен, Малеев және Тишин кенорны тау жыныстарының кернеулі күйін зерттеудің алғашқы сатысында, геологиялық барлау керндерінің материалдарды зерделенді. Жыныстардың механикалық қасиеттерінің жер қойнауында белгілі бір заңдылықпен өзгеріп отыратындығына өндірістік барлау жұмыстары кезінде керненен алынған жыныстар үлгілеріне сынақтар арқылы көз жетті.

Малеев кеніштегі ең қауіпті жер, «Вентиляционный» оқпаны төңірегіндегі жылжу процесінің дамуына нақтылы көз жеткізу мақсатымен соңғы элементтер әдісін қолдана отыры, арнайы «GEOTECH» бағдарламалық кешен бойынша массивтің кернеулі-деформацияланған күйін (КДК) модельдеу орындалды (3.13-сурет).



1 - панель; 2 - кентіректі қазып алудың бірінші кезеңі; 3 - кентіректі қазып алудың екінші кезеңі

Сурет 3.13- Тау-кен массиві ҚДК-ін анықтаудың соңғы-элементтік есептеу сұлбасы

Соңғы элементтер әдісін қолданып жылжуларды есептеу, кен орнын қазып алудың әр сатысын сипаттайтын бірнеше кезеңдерден тұрады. Әр кезеңді сипаттайтын жылжуларды алу үшін, кен қазу алдыңғы сатылары мен келесі сатыларындағы жай-күйінің айырмашылықтары анықталып отырылды [103].

Сонымен қатар, кенді Алтай кен орындарын игерудің табиғи орта мен жер бетінің жылжуына әсер ететін факторлар зерттелінді. Жылжу процесіне әсер ететін көптеген факторлардың ішінде өндірістік экологиялық факторларды және тау жыныстарының құрылымдық –тектоникалық ерекшеліктерін зерделеуге ерекше көңіл аударылды [104]. Зерттеу жұмыстары нәтижесінде құрама әдіспен кен қазу жағдайында тау жыныстары массиві деформациялануының жаңа заңдылықтары алынды. Мәселен, тау жыныстарының кернеулі-деформациялық күйін зерделеу негізінде:

- горизонталь кернеулер мәндерінің вертикаль кернеулерге қарағанда 1,2-1,5 есе артық екендігі анықталды;

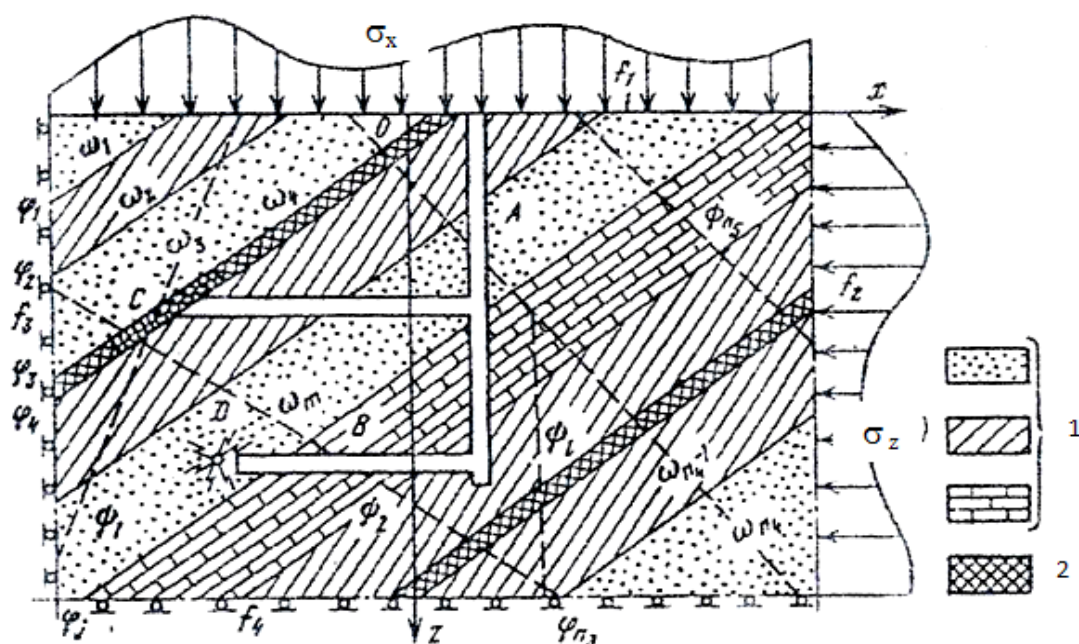
- горизонталь кернеулердің тереңдікке тәуелділік байланысы алынды, ол 3.26 формуласымен сипатталады;

- алынған нәтижелер кен-геологиялық жағдайлары сәкес келетін басқа кеніштерден алынған деректермен салыстырылды және алынған регрессия теңдеулері сенімділігінің жоғары (корреляция коэффициенті  $r=0,92$ ; оның сенімділігі  $\mu =16$ ) екендігіне көз жеткізілді.

## 3.2 Ақбақай кенорны таужыныстарының жай-күйін геомеханикалық мониторингтеу

3.2.1 Ақбақай кенорны таужыныстарының кернеулі-деформациялық күйін зерттеу

Жер қойнауында кернеулі күй біркелкі емес, әр қабатында, әр блогінде, әр нүктесінде әртүрлі өзгеріп отырады. Осыған көз жеткізу үшін, таужыныстың бір блогінің, бір кубтың төңірегінде болған жағдайды жерасты қазбасына және қазба төңірегінде пайда болатын геомеханикалық күштерге аударалық. Жер қойнауында жүргізіліп жатқан қазбалар үш жақтан қысымға ұшырайды және оған уақыт та әсер етеді. Оны мына сызбадан көруге болады (3.14-сурет).



$q(x), q(z)$  сыртқы күштер; А және В қазбалар; С – тазалау қазбасы; D – бұрғылау-копарулар әсері: 1 - әртүрлі тау жыныстар, 2 – пайдалы кен

Сурет 3.14- Кен қазбаларындағы кернеулі күйдің схемасы:

Тау – кен жыныстары массивінің сипаттамасын мына функциямен бейнелеуге болады

$$F=(x, y, z, t) \quad (3.8)$$

мұндағы:  $x, y, z$  – кен қазбасына үш жақтан әсер етіп тұрған сыртқы күштер;  $t$  - уақыт факторы.

Массивтегі кернеулі-деформациялық күйді кеніште өлшеудің бірнеше тәсілдері (радиоактивтік терең реперлер, магниттік датчиктер, геофизикалық, телевизиялық) бар[27, 31,91,100]. Біздер Ақбақай кенішінде таужыныстары

массивінің кернеулі-деформациялық күйін зерделеуде, сол кенорнында қолданыстағы бұрғыланған ұңғыманың қабырғаларын ішін түсіретін, ИПКОН-ның РВП оптикалық аспабын пайдаландық. Айналып тұратын оптикалық жүйесі негізінде, ол ұңғыма қабырғасының ішін толық түсіре алады[102-104].

Ақбақай кенішінде кернеулерді анықтау жұмысы жүзеге асуда. Мұнда, кеншілер ұңғыманы бұрғылап болғаннан кейін, маркшейдер мен геологтармен бірге жүріп, ИПКОНның РВП оптикалық аспабымен кернеулерді анықтайды (3.15-сурет).



Сурет 3.15 - Ақбақай кенішінде кернеулерді өлшеу кезі

Нақтылы кернеулер Ақбақай кенішінің бес қабатында, яғни карьер түбінде – 60 м, және 120 м, 180 м, 240 м, 300 метрлік тереңдіктегі қабаттарда өлшенді. Ұңғымалардың тереңдігі 5,5 – 7,0 м аралығында және әр ұңғымада үш-үштен өлшеулер жүргізілді. Мұндай кернеу өлшеулері кеніштің 12 учаскесінде және әр учаскеде үш бағытта жүзеге асырылды. Сөйтіп, тек бір ғана кеншіте барлығы 36 өлшеулер атқарылды. Алынған кернеулердің қай түрі ( $\sigma_x, \sigma_y$  және  $\sigma_z$ ) болсын, барлығының кен қазу жұмыстарының тереңдігіне байланысты өзгеріп отыратындығы, әсіресе горизонталь кернеулер қосындыларының ( $\sigma_x + \sigma_y$ ) бір заңдылықпен тереңдікке байланысты өсетіндігі

анықталды. Төмендегі 3.1-кестеде кеніштегі табиғи кернеулерді өлшеудің қорытынды нәтижелері келтірілген.

Кесте 3.1- Табиғи кернеулерді өлшеу нәтижелері

Өлшеу орны және қабаттар	Жер бетінен тереңдік Н, м	Кернеулердің орташа мәндері, МПа			Горизонталь кернеулердің қосындылары ( $\sigma_x + \sigma_y$ ), МПа
		$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z = \gamma H$	
1. Карьер	60	5,2	3,3	2,2	8,5
	60	5,0	3,2	2,0	8,2
2	120	7,8	4,4	3,3	12,2
	120	6,3	5,7	3,5	12,0
3	180	9,1	6,6	5,4	15,7
	180	10,5	5,1	5,2	15,6
4	240	12,1	7,1	6,7	19,2
	240	14,0	5,1	7,2	19,1
	240	13,7	5,3	6,8	19,0
5	300	12,2	10,4	8,6	22,6
	300	14,0	9,0	8,2	23,0
	300	13,8	8,8	8,5	22,6

Ескерту -  $\sigma_z$  – кернеулердің вертикаль бағытта әсер ететін орташа мәндері;  
 $\sigma_x$  – тік кернеулердің меридональ бағытта әсер ететін орташа мәндері;  
 $\sigma_y$  – тік кернеулердің бойлық бағытта әсер ететін орташа мәндері

Сөйтіп, табиғи горизонталь кернеулердің мәндері вертикаль кернеулерден 1,2-1,5 есе артықтығы байқалды. Өлшеулер нәтижесіне корреляциялық талдау жасалынып, кернеудің тереңдікке байланыстылығының теңдеуі алынды:

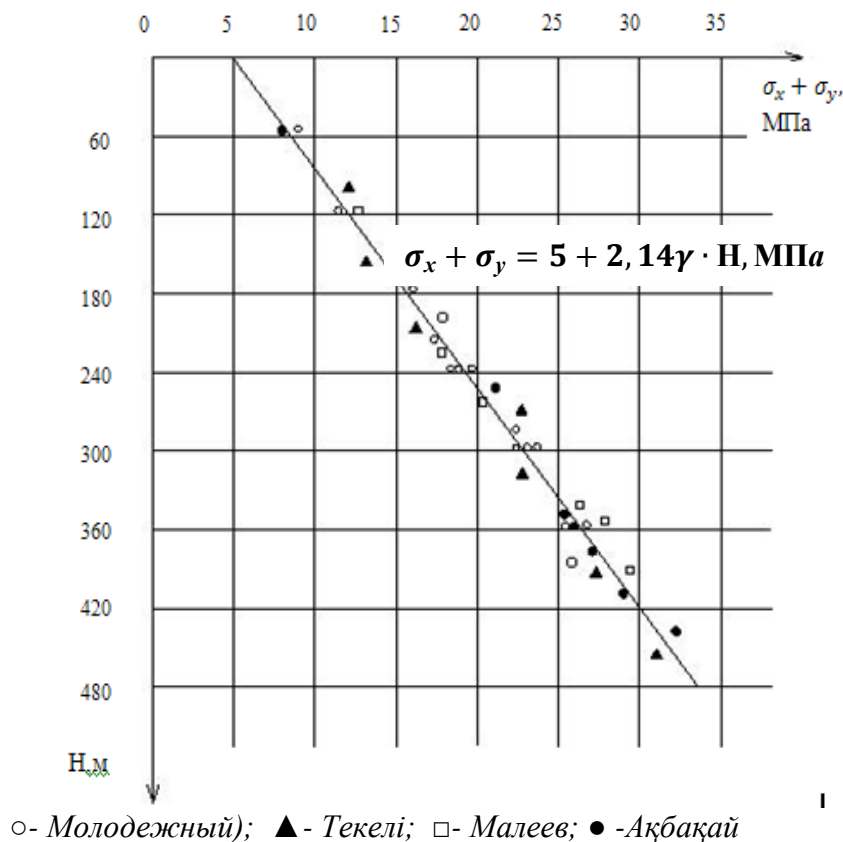
$$\sigma_x + \sigma_y = 5 + 2,14\gamma \cdot H, \text{ МПа} \quad (3.9)$$

Алынған нәтижелер ғалымдардың басқа кенорындарында жүргізген зерттеулері нәтижелерімен салыстырылды және дұрыстығын корреляция коэффициенті  $r = 0,92$  мен оның сенімділігі  $\mu = 16$  айқындайды.

Ақбақай кенішінен алынған 3.1-кестедегі мәндерден және Қазақстанның басқа да кеніштерінен алынған табиғи кернеулерді өлшеудің нәтижелерін талдаудан, тау жыныстары массивіндегі горизонталь кернеулердің бір ерекшеліктерін аңғаруға болады.

Біріншіден, горизонталь кернеулердің мәндері вертикаль кернеулерге қарағанда жоғарылау, екіншіден, бір тереңдіктегі берік тау жыныстарындағы горизонталь кернеулердің мәндері әлсіз тау жыныстарына қарағанда жоғары, үшіншіден, тау жыныстарының беріктігіне қарамастан, вертикаль кернеулердің орташа мәндері -  $\gamma H$  жақын болып келетіндігі анықталды.

Тереңдікке байланысты кернеулердің өзгеретіндігі, әсіресе горизонталь кернеулердің қосындыларының( $\sigma_x + \sigma_y$ ) жер қойнауында белгілі бір заңдылықпен өзгеретіндігін 3.15-суреттен байқауға болады.



Сурет 3.16- Горизонталь кернеулер қосындыларының тереңдікке байланысты өзгеруі

Мәселен, 3.16-суреттегі Ақбақай кенішінен алынған деректер «Қаратау» ОБ мен кенді Алтайдың Малеев және Текелі кеніштерінде алынған нәтижелермен тығыз байланысқан.

3.16-суреттен кернеулер мен тереңдік арасында түзу сызықтық байланыс бар екендігін көруге болады және ондағы корреляциялық байланыс келесі формуламен анықталыды

$$Y = a + \epsilon \cdot X, \quad (3.10)$$

мұнда  $Y$  – бас горизонталь кернеулердің қосындысы, ( $\sigma_x + \sigma_y$ );

$X$  – тау-кен жұмыстарының тереңдігі,  $H$ ;  $a$  және  $\epsilon$  – теңдеулердің параметрлері. Корреляция коэффициенті  $r = 0,92$  және оның сенімділігі  $\mu = 16$  тең болды.

3.2.2 Таужыныстары сілемінің орнықтылық жағдайын аспаптық мониторингтеу

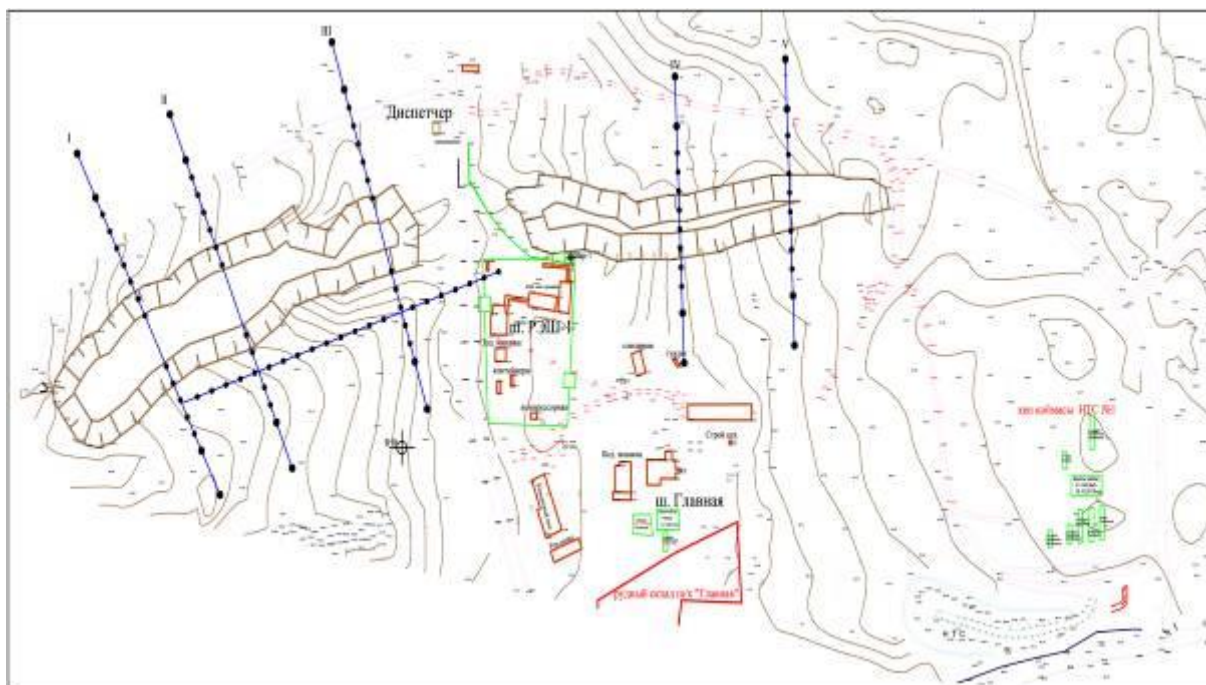
Карьерлер мен олардың үйінділері, жерасты кен өндірудің бір-бірімен қабаттасқан әсер-ықпалдарының көлем екінші қатардағы кернеулер алаңының

күрделі заңдылықтарын туындатады. Бұл құбылыстың бір түрі - вертикаль ығысулар. Сондықтан, мұндай аудандардағы өндірістің әсер етудінің көлемі, геомеханикалық процестердің шектен шығып кететін апаттарынан сақтану үшін аспаптық бақылаулар жүргізіліп отырылады.

Мұндай жағдайда, кен игеру кезінде тау жыныстары массивінде тундайтын геомеханикалық процестердің кеңістік-уақыттық өзгерістерін тек жүйелі бақылаулардан; олардың нәтижелерін математикалық өңдеулерден; массивтің жағдайына талдау жасаудан және болжаудан, кері әсерлерді басқарудың шешімдерін жасаудан тұратын аспаптық мониторинг ұйымдастыру қажет[105].

Ақбақай кенорнының кен-геологиялық жағдайын зерделеудің нәтижелері негізінде жербеті және жерасты бақылау станцияларының жобасы жасалынып, 2012 жылдан бастап бақылаулар жүргізілуде. Доцент Г.С.Мадимарова арнайы бақылау жұмыстарын жүргізу үшін 1990 жылдары, ал Қ.Т.Менаяқовтардың 2005 жылдары салған бақылау станцияларының жойылып кеткен реперлері қайта орындарына келтіру жұмыстарын жүргізді.

Өлшеу нәтижелерін қайтадан компьютерлік өңдеуден өткізу үшін жаңа жоба құрылып, жүйелі түрде бақылау жүргізілді. Сондай-ақ қатар, графикалық құжаттар әр жыл сайын өзгерістермен бақылау стансасының жоспары және әр профильдік сызықтар бойындағы тік қималармен толықтырылып отырылады. Қалпына келтірілген бақылау станциясының жоспары 3.17-суретте келтірілген.



Сурет 3.17- Ақбақай кенорнында қайтадан қалпына келтірілген бақылау станциясының планы



Кенорнында электронды тахеометрлер мен жерсеріктік позициялау жүйесінің GPS қабылдағыштарын пайдалану арқылы аспаптық маркшейдерлік—геодезиялық бақылауларға негізделген мониторинг жүйесін құрылды.

Бақылау жұмыстарын жүргізуде электронды тахеометрлер мен GPS – жүйесі және лазерлік сканерлерді қолдану бүгінгі күннің өзекті мәселелері болып табылады[106].

#### *Электронды тахеометриялық әдіс*

Қазіргі аманға сай құрал-жабдықтардың бірі болып саналатын электронды тахеометрлерді ашық кен орындары жұмыстарында қолдану далалық өлшеулер мен камералдық өңдеулерді әлдеқайда уақыт үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл аспап электронды тахеометрлерлер көбіне жағдайын бақылау үшін де пайдаланылуда. Ашық тау-кен жұмыстарында карьерлердің беткейлері мен жерасты қазбаларының орнықтылығын бақылау үшін Швейцарияның Leica Geosystems фирмасының электрондық TC1201 тахеометрі қолданылды (3.18-сурет).



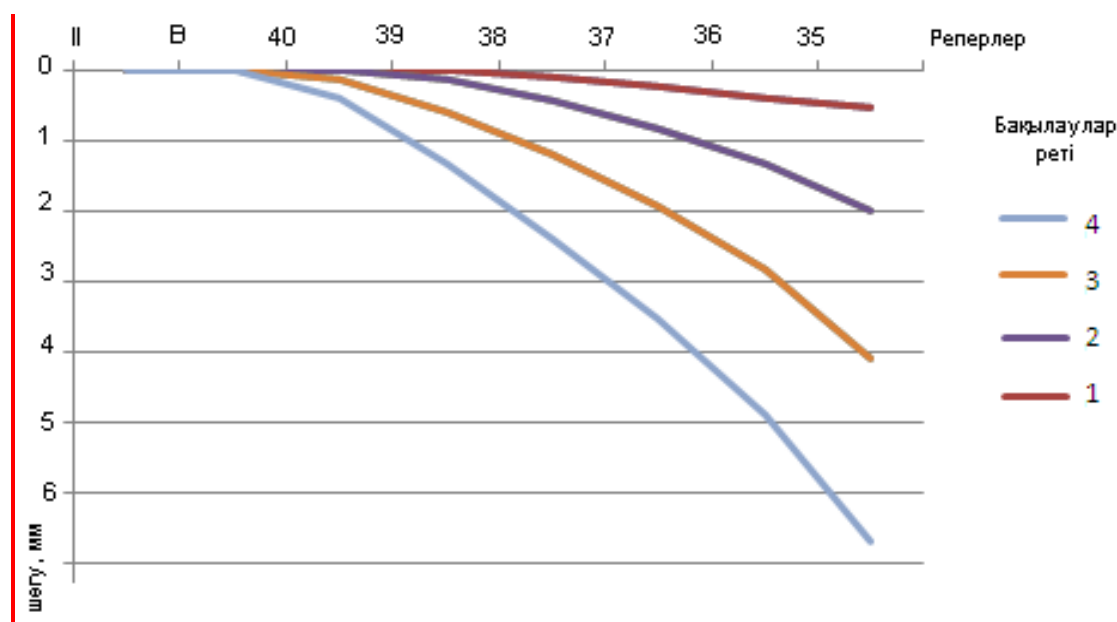
Сурет 3.18–Электронды тахеометрмен мониторинг жүргізу

Ақбақай карьеріндегі стансада 2012-2016 жылдар аралығында қысқа профильдерде 5 рет бақылаулар жүргізілді және олардың нәтижелері 3.2-кестеде, ал шөгү графиктері – 3.19 суреттерде келтірілген.

Кесте 3.2 - Карьеріндегі II-II профильдік сызық арқылы реперлер шөгудері

Реперлер	1-бақылау, м (25.04.14)	2-бақылау, м (20.08.15)	1-2, мм	3- бақылау, м (26.05.15)	1-3 мм	4- бақылау, м (20.09.16)	1-4 мм	5-бақылау, м (14.05.16)	1-5 мм
II	637,725	637,725	0	637,725	0	637,725	0	637,725	0
B	640,675	640,675	0	640,675	0	640,675	0	640,675	0
40	630,525	630,525	0	630,525	0	630,525	0,3	630,524	0,5
39	630,233	630,233	0	630,233	0,3	630,232	0,9	630,259	1,5
38	620,261	620,26	0,2	620,26	0,7	620,26	1,5	620,259	2,4
37	619,86	619,859	0,5	619,859	1,2	619,858	2,2	619,857	3,2
36	610,51	610,509	0,8	610,508	1,9	610,507	3	610,506	4,1
35	610,507	610,506	1,1	610,504	2,9	610,503	4,2	610,502	5,2

Ескерту – Дереккөз [71]



Сурет 3.19–II профильдік сызық арқылы реперлердің шөгудері сұлбасы

3.2 кестеден және 3.19 -суреттен 35 (5,2) репер жылжу мұлдасының ішінде және жер асты тау-кен жұмыстарының 4 - қабатта қарқынды жүріп жатқан аймақта орналасқандығын көруге болады.

Қысқа мерзімде таужыныстар массивінің жай-күйі жайында жылдам мәліметтер алу үшін аспаптық бақылаулармен қатар салыстырмалы деформацияларды көзбен шолу жұмыстары да жүргізілді. Көзбен шолу бақылаулары жарықшақтар жүйелерінің дамуын геофизикалық аспаптар мен жабдықтар арқылы жүзеге асырылады [107- 109].

Электронды тахеометрмен жұмыс жүргізу кезінде, әсіресе бір пункттен екінші пунктке аспаптар жиынтығын (тахеометрдің өзін, штативті және т.б.) тасымалдау еңбек өнімділігін қиындата түседі. Осындай жағдайда біздер тек

аспапты ғана алып келіп, үстіне орната салатын тұрақты грунттық репердің конструкциясын жетілдірдік. Грунттық репер Қотырбұлақ карері беткейінде орнатылып, эксперименттік өлшеулер жүргізілді(3.20-сурет).



Сурет 3.20- Қотырбұлақ карерінде грунттық реперді сынақтан өткізу

Бұл грунттық репер штативті қолдануды қажет етпейді, аспапты центрлеудің дәлдігін жоғарылатады және өлшеу жұмыстарының жылдамдығын арттырады [110, 111].

#### ***Жерсеріктік навигациялық жүйелерді пайдалану әдісі***

Кеніштерді таужыныстары массивінің деформациялануын көпжылдық маркшейдерлік аспаптық бақылаулар тәжірибесі мониторинг жүргізуде GPS құрылғыларын қолданудың әдістемесін енгізуге мүмкіндік туғызды. Ғылым мен техниканың соңғы 10-15 жыл ішінде қарқынды дамуы геодезия мен маркшейдерияға координаталарды анықтаудың жер серіктік жүйесі атты жаңа әдісін дүниеге әкелді. Жер серіктері арқылы алынған координаталарды геодезистер кез келген уақытта пайдаланып, тұрған жерінің орнын анықтай алады.

Сөйтіп, 20 ғасырдың соңында дүниеге келген ғылым мен техниканың маңызды жетістіктерінің бірі - Ғаламдық позициялау жүйесі (GPS-GNSS).

Бүгінде ғаламдық позиционирлеу жүйесін геомеханикалық мониторингта қолдану негізгі бағыт болып отыр [112].

GPS-технологиясы карьерлерде маркшейдерлік тірек торларын құру және карьер беткейлері таужыныстарының жай-күйін мониторингтауда жербеті жылжуларын зерттеуде қолданылады(3.21-сурет).

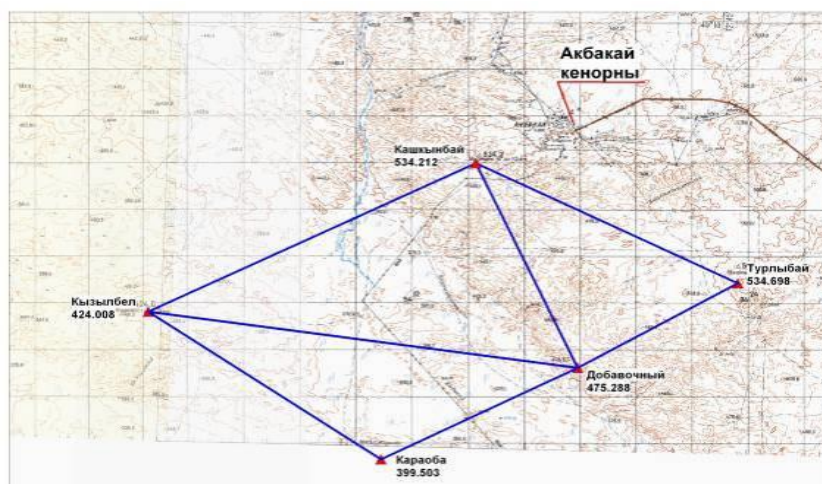


Сурет 3.21- Карьердегі GPS түсірімдер

Жалпы зерттеулерді жүргізу үдерісінде зерттелетін аймақтағы базалық станциялармен қамтамасыз етуде, «тұрақты» тірек пункттерін теңестіруде қиыдықтар да пайда болады. Сол себептен де, геодинамикалық полигондарда және кеніштер аймағында геомеханикалық мониторинг жүргізу үшін жаңа технологияларды енгізу, қазіргі заманауи геодезиялық аспаптармен және бағдарламалық өнімдермен қамтамасыз ету жұмыстары жүргізіліп жатыр.

Жүргізілген GPS–анықтауларының нәтижесінде Ақбақай тау-кен кәсіпорнының «Маркшейдерлік қызметі» координаталары жоғары дәлдікпен анықталған тірек пункттерімен (бұрынғылары және жаңадан салынғандары) қамтамасыз етілді[113, 114].

«Ақбақай» кенорнындағы түсіріс пункттерінің және геодезиялық торап орналасу сұлбасы 3.22-суретте. Ал, арнайы GPS технологиясы арқылы табылған пункттер координаталары 3.3-кестеде келтірілген.



Сурет 3.22 - «Ақбақай» кенорнындағы түсіріс пункттерінің және геодезиялық торап орналасуы

Ескерту – Дереккөз [112]

### Кесте 3.3 - Пункттың координат тізбесі

Пункттер	Координаталар		
	X	Y	H
Тұрлыбай	4993455,446	323687,609	534,698
Қашқынбай	4998214,446	314456,909	534,212
Қызылбел	4991708,246	302559,769	424,008
Қараоба	4985882,546	310687,379	399,503
Добавочный	4989490,346	317564,379	475,288
Ескерту – Дереккөз [111]			

Жерсеріктік әдістерді пайдалану-жоғары дәлдікпен пункт координаталарын жедел алуға және жер қыртысында жүріп жатқан динамикалық үдерістерді едәуір толық зерттеуге мүмкіндік береді.

Кенорнындағы аспаптық бақылаулар жылына екі рет (көктемгі және күзгі мезгілдерде) және геофизикалық әдістер бойынша қосымша өлшеулер жүргізіп отырады. Әрі қарай осы алынған мәліметтер ғарыштық бағдарламалар бойынша кенорны аумағының вертикаль жылжуларын ғарыштық радарлық мониторингтаудан алынған нәтижелермен салыстырылады [115, 116].

#### 3.2.3 Тазарта қазып алу қазбалары төбесінде түзілетін опырылыс күмбездерін зерттеу

Тау-кен қазбаларының орнықтылығына әсер ететін факторларға тарауда тоқталғанбыз. Десекте, сол факторлардың ішінде ерекше көңіл аударғанымыз таужыныстарының жарықшақтар арқылы бұзылуы болды. Тау-кен қазбалары төңірегіндегі таужыныстары массивінің сандық және сапалық сипаттамаларын алу мақсатымен, кеннің де және оны қоршаған таужыныстарының да құрылымдық бұзылыстардың ерекшеліктері жан-жақты зерттелді. Сонымен қатар кеністің геологиялық қызыметі мәліметтері де өңделді. Алынған нәтижелерді статистикалық өңдей нәтижесінде Ақбақай кенорнына тән жарықшақтардың төрт жүйесі бар екендігі айқындалды және ол мәліметтер 2-тарауда келтірілген.

Таужыныстары массивінің беріктігін бағалауда да 2-тарауда айтылып кеткен және анықталған табиғи ортаның жарықшақтылығы, олардың кеңістіктегі бағыттары және морфологиялық ерекшеліктері ескерілді. Ол үшін Л.Г.Фисенко еңбектерінен белгілі –құрылымдық әлсіздену коэффициенті-*Кқ.әл.* анықталды.

Әлсіздену коэффициенті дегеніміз, массив беріктігінің таужынысты үлгісінің зертханадағы беріктігіне қатынасы.

Осы факторларды және таужыныстарының орнақтылығына қарай бес категорияларға бөлінетін жіктемесін (3.3-кесте) ескере отыра Ақбақай кенорны

таужыныстары массивінің орташа орнықтылық коэффициентін -  $K_{орт}$  келесі формуламен анықтадық

$$k_{орн} = \sigma_{сж}^{обр} \frac{10 \cdot m_1 \cdot m_3 \cdot m_4}{m_2 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot m_7} \quad (3.11)$$

мұнда  $m_1, m_2, \dots, m_7$  – массивтің геоструктуралық жағдайын сипаттайтын коэффициенттер.

Кесте 3.4 - Таужыныстары массивінің орнықтылық категориясына қарай жіктелуі

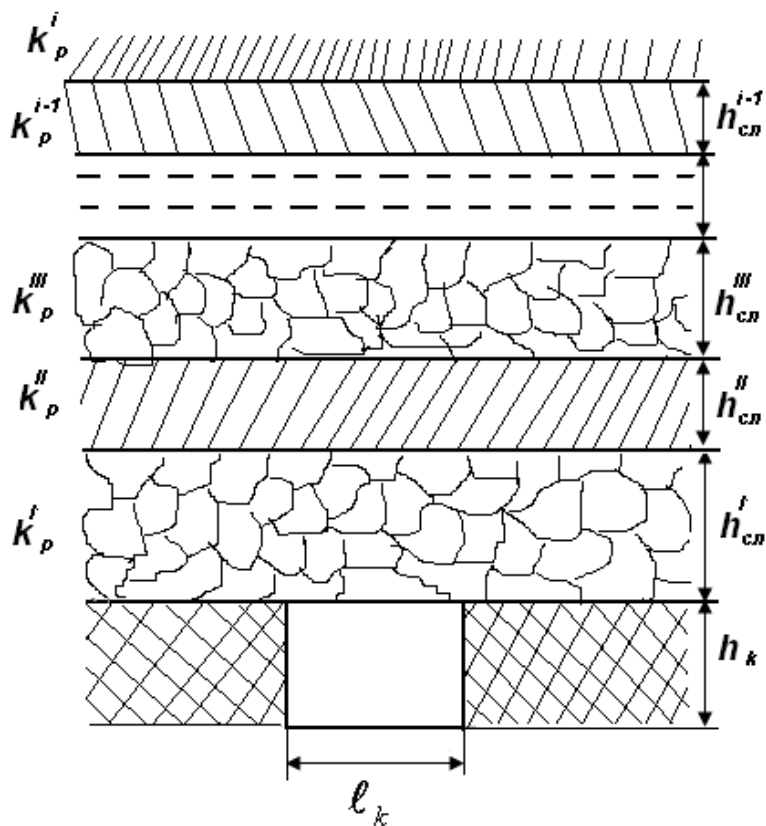
Тау жыныстарының орнықтылық категориясы	Корт көрсеткіш мәні	Орнықтылық дәрежесін бағалау	Құлап кетуге бейімділігі	Тау жыныстарының аршылған шекті уақыты
I	70	Өте орнықты	Қопарылуымен қатпарлануы жоқ	Шексіз
II	5 – 70	Орнықты	Жеке қатпарлану мүмкіндігі	6 айға дейін
III	1 – 5	Орташа орнықты	Қазбаның қопарылу мүмкіндігі	10-15 күн
IV	0,05–1,0	Орнықсыз	Тазартудан кейін қопарылуы, қазба бүйірінде қопарылу мүмкіндігі	1 күннен аспайды
V	<0,05	Өте орнықсыз	Тазартудан кейін қопарылуы	Тазартудан кейін опырылуы

(3.11)–формуласымен жүргізілген есептеулердің нәтижесінде Ақбақай кенорны таужыныстарының массиві төртінші (IV) және бесінші (V) орнықтылық категорияларына жататыны анықталады.

Тазарта қазып алу қазбаларының төбесінде түзілетін құлау күмбездерінің қалыптасуы және оның параметрлері камераның биіктігі мен сілемдегі таужыныстарының геотехникалық сипаттамаларына тікелей байланысты. Мұнда басты көңіл аударатынымыз, сілемдегі тау жыныстары біртекті болса, онда қопсу коэффициентімен -  $k_{қ}$  анықталатын, жоғарғы қабаттағы таужыныстарының құлау жағдайы.

Егер жоғарғыдағы таужыныстарының сілемі, қалыңдықтары және геотехникалық сипаттамалары әртүрлі бірнеше қат-қабаттадан түзілген болса, онда құлау күмбездерін анықтау мәселесі қиындай түседі. Бұл мәселені шешу үшін, бірнеше қат-қабаттардан тұратын (қабат биіктіктер, қалыңдықтары -  $h_k$  мен геотехникалық сипаттамалары -  $k_p$  анықталған) сілемдегі күмбез қалыптасуыны есептеудің жалпы сұлбасы жасалынды және ол келесі 3.24 суретте келтірілген.

Бұл сұлба арқылы опырылу күмбездерінің қалыптасуын анықтау үшін ең алыдмен бірінші қат-қабаттағы таужыныстарының қопсу(босансу) коэффициентін –  $k_p^1$  анықтау қажеттігі туындайды. Таужыныстарының қопсу(босансу) коэффициенті өз кезегінде сол таужыныстарының нығыздалу дәрежесіне-  $k_{нығ.}$  тікелей байланысты болып келеді.



Сурет 3.23 - Опырылу күмбезінің биіктігін анықтаудың сұлбасы

Таужыныстарының нығыздану коэффициенті -  $k_{нығ.}$  құлаған тау-кен массасы көлемінің –  $V_{нығ.}$  босансу дәрежесінің сілемнің бастапқы көлеміне -  $V_{сіл.}$  қатынасымен анықталады, яғни:

$$k_{нығ.} = \frac{V_{нығ.}}{V_{сіл.}} \text{ немесе } V_{нығ.} = k_{нығ.} \cdot V_{сіл.} \quad (3.12)$$

Қарастырылып отырған сұлбада құлаған тау-кен массасының көлемі бірінші қат-қабаттың -  $h_k$  көлемі болып есептеледі.

Жоғарыдағы сұлба бойынша тазарта қазып алу қазбаларындағы опырылу күмбездерінің қалыптасу мәселесін шешудің алғы шарты балмақ. Егер де осы сұлаға сәйкес жоғарғы қабаттағы таужыныстарының барлық геометриялық және геотехникалық параметрлері анықталса, онда опырылу күмбезінің биіктігін есептеуге болады.

Опырылу күмбезінің түзілу процесі мына төмендегі тәртіппен жүргізіледі. Бастапқы опырылу күмбезінің биіктігін –  $h_{күм.}$  анықтау.

$$h_{\text{күм}} = \frac{h_{\text{кам}}}{k_{\text{к}} - 1} \quad (3.13)$$

мұнда  $h_{\text{күм}}$  – күмбез биіктігі, м.

$h_{\text{кам}}$  – камераның биіктігі, м.

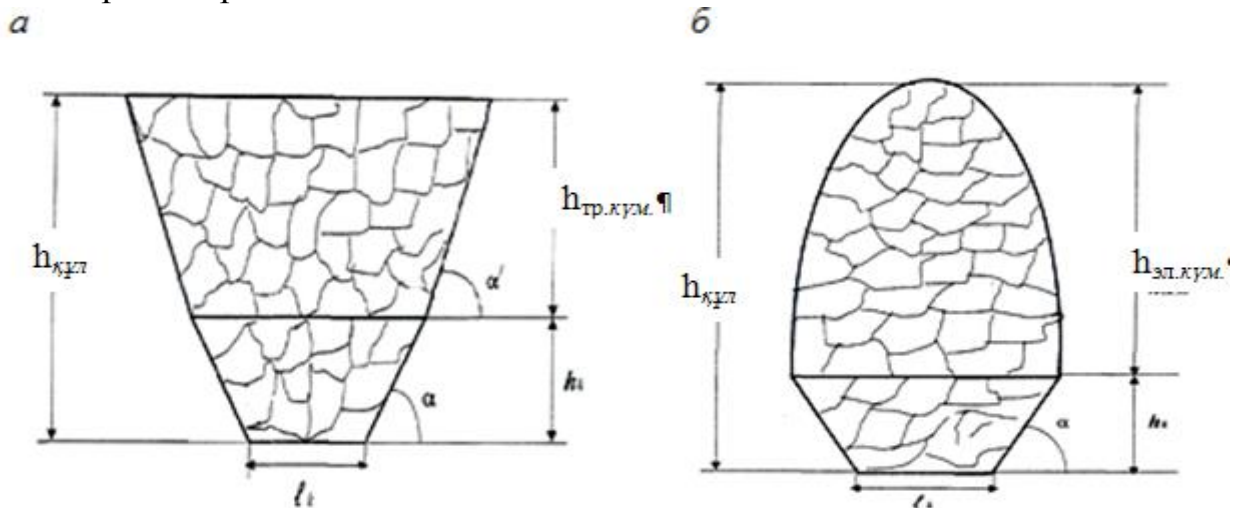
$k_{\text{к}}$  – тау жыныстың қопсу коэффициенті

Сонда таужыныстары опырылуының толық биіктігі мынаған тең болады:

$$h_{\text{жс}} = h_{\text{күм}} + h_{\text{кам}} \quad \text{немесе} \quad h_{\text{жс}} = h_{\text{күм}} k_{\text{к}} \quad (3.14)$$

Кен қазу жұмыстарынан тазалау қазбалары төбесіндегі көптеген опырылу күмбездері түрлерінің ішінен ең жиі кездесетіндері *трапеция*, *тікбұрышты* және *эллипс* тәрізділер көреміз [117].

3.24-суреттеде опырылу күмбездерінің трапеция және эллипс тәрізді пішіндері келтірілген.



Сурет 3.24- *a* - опырылу күмбезінің трапеция және *б* - эллипс тәрізді түрлері

Беріктілігі төмен және орнықсыз таужыныстарынан түзілген кен шоғырларын игеру кезінде тазарту камераларының бүйірлік қабырғасының құлама бұрышы -  $\alpha=70^{\circ}-80^{\circ}$  тең, пішіні трапеция тәрізді болып келетіндігі, Ақбақай кенорнына тән.

Бұл жағдайда камераның есептік биіктігі тікбұрышты камераның көлемі және тазарту камерасының биіктігі -  $h_{\text{тік.күм}}$  арқылы келесі формуламен есептеледі:

$$h_k (l_k + h_k \text{ctg}\alpha) = h_{\text{тік}} (l_k + 2 h_k \text{ctg}\alpha) \quad (3.15)$$

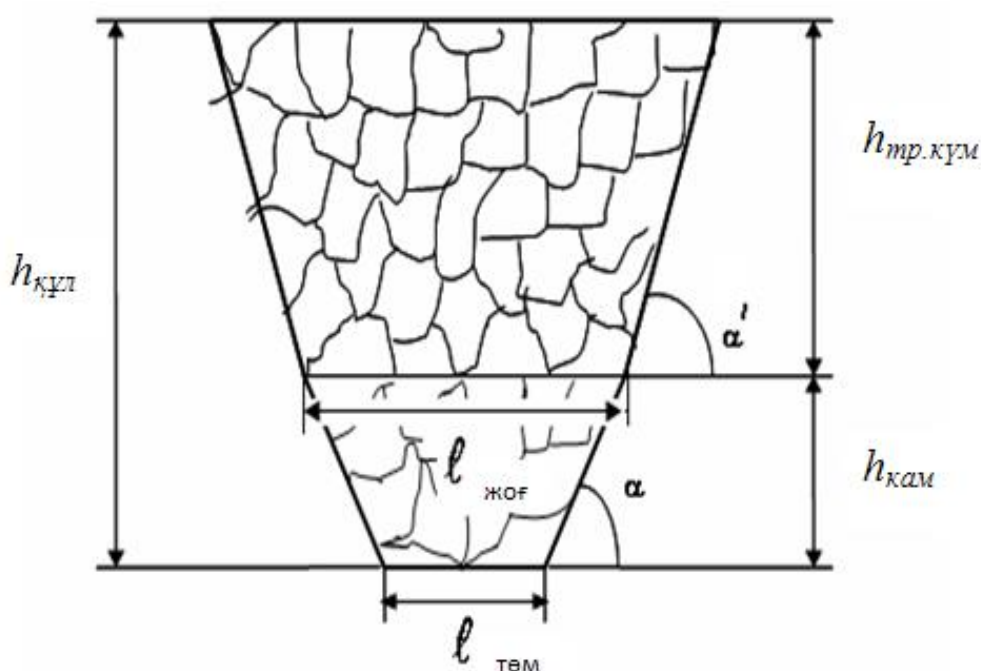
$$h_{\text{тік}} = \frac{h_k(l_k+h_k\text{ctg}\alpha)}{l_k+2h_k\text{ctg}\alpha} \quad (3.16)$$



Ақбақай кенішіндегі, төменгі ұзындығы -  $l_k$  камераның трапеция пішінді күмбездерінде, күмбез биіктігі -  $h_{тр.күм}$  камераның параметрлері мен таужыныстарының құлау бұрышына байланысты (3.25-сурет) анықталады

$$h_{т.күм} = \left[ (l_{жог}^2 + 4l_{төм}h_{тр.күм}ctg\alpha')^{0.5} - l_{жог} \right] \cdot 0,5tg\alpha' \quad (3.17)$$

$l_{төм}$  – тазартылған камераның төменгі ұзындығы  
 $l_{жог}$  – тазартылған камераның жоғарғы ұзындығы  
 $\alpha$  – камераның бүйір қабырғасының құлама бұрышы  
 $\alpha'$  – опырылудың құлама бұрышы.



Сурет 3.25- Құлау күмбесінің трапеция тәрізді пішіні

$l_{жог} = l_{төм} + 2h_{кам} ctg\alpha$  – камераның жоғарғы ұзындығы және күмбез биіктігі келесі формуламен анықталады:

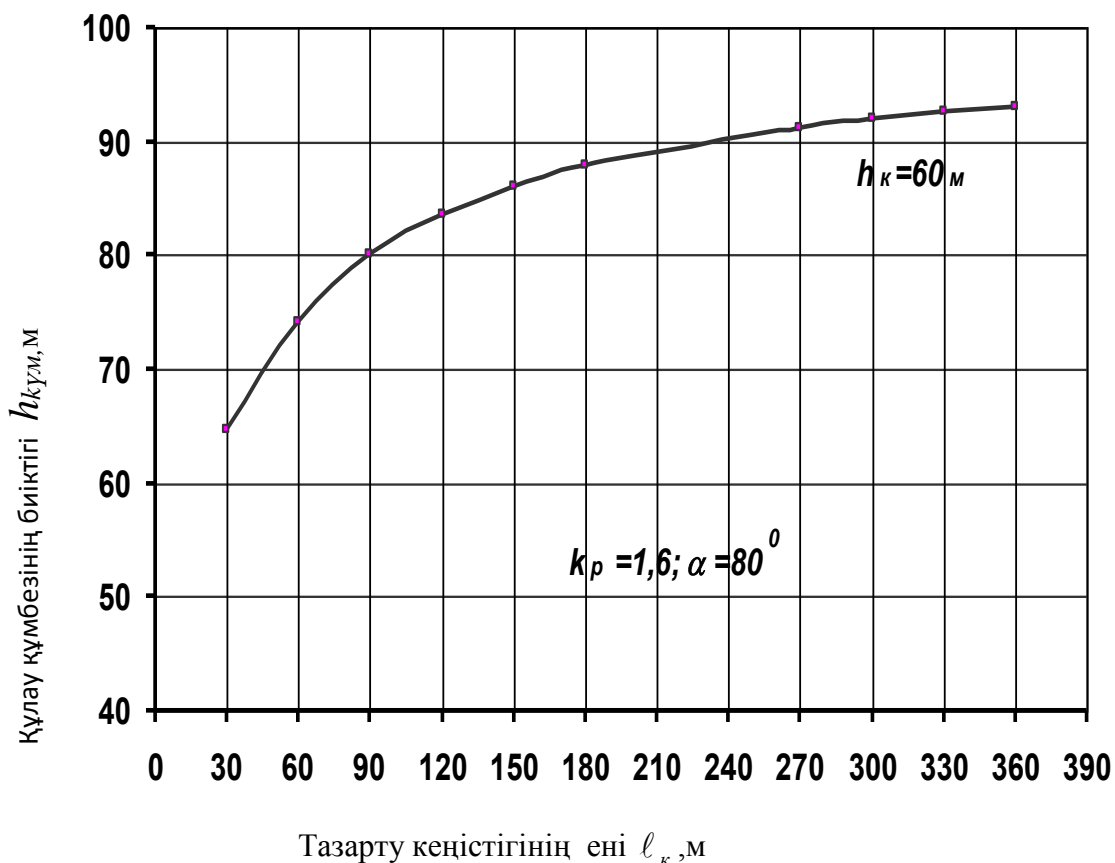
Егер, күмбез пішіні эллипс тәрізді болса, онда құлау күмбесінің биіктігі келесі формуламен есептелінеді

$$h_{эл.күм} = \frac{4h_k(l_k + h_k ctg\alpha)}{\pi(k_p - 1) \cdot (l_k + 2h_k ctg\alpha)} \quad (3.18)$$

Тікбұрышты опырылу күмбездің биіктігі келесі қатынастан анықталады.

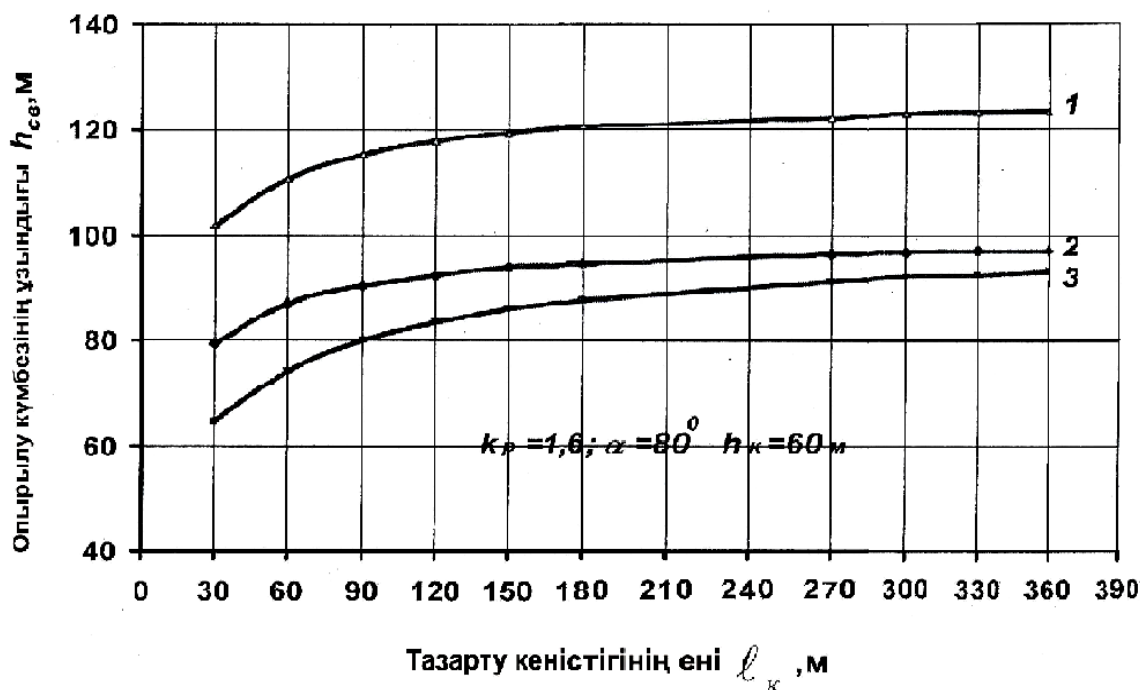
Тазарту жұмыстарының даму динамикасын зерттеуде опырылу күмбесінің және қазылған кеңістікке құлаған таужыныстар аймағының түзілуін уақыт факторы ескерілген үздіксіз жүріп тұратын процесс ретінде қарастырылып анықталды. Себебі қалың кендерді қазу кездердегі күмбездердің пішіні пайдалы кеннің жатыс элементтері мен геотехникалық ерекшеліктеріне байланысты болып келеді.

Опырылу күмбездерінің даму динамикасындағы құлау аймақтарын пішіндеуде сандық зерттеулер жүргізілді. Онда кеннің құлама бұрышы  $\alpha=80^\circ$ , камераның биіктігі 60 м және үстінгі таужыныстарының қопсу коэффициенті  $k_k=1,6$  тең деп алынып, опырылу күмбездерінің трапеция тәрізді пішінінің тұрақтану кезеңдері зерттелді (3.26-сурет)., эллипсті және тікбұрышты пішіндерінің тұрақтану кезеңдері зерттелді (3.27-сурет).



Сурет 3.26- Тазарту жұмыстарының дамуына қарай құлау аймағының қалыптасуы

Дәл осы есептеу әдісімен, опырылу күмбездерінің эллипсті және тікбұрышты пішіндерінің тұрақтану кезеңдері де анықталып, бір-бірімен салыстырылды (3.27-сурет).



1 – эллипсті, 2 – тікбұрышты, 3 – трапеция тәрізді пішін

Сурет 3.27- Тазарту жұмыстарының дамуына қарай құлау аймағының пайда болуы

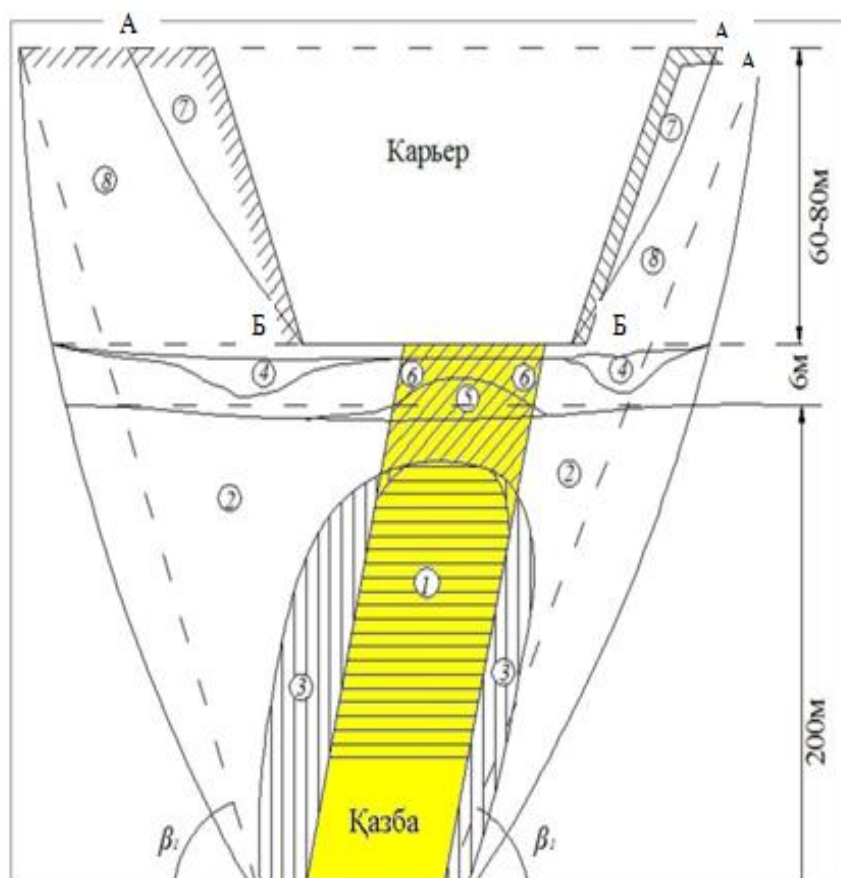
3.26 және 3.27-суреттеден опырылу күмбездерінің тұрақтануы тазарту кеңістігінен 120-150 м дейін жоғары қарай өсетінін көруге болады, онда ең үлкен опырылу күмбесі эллипс тәрізді түрінде байқалып тұр.

Сөйтіп, жоғарыда келтірілгендерді қортындылай келе айтарымыз:

- тазалау жұмыстарының алаңы үлкейген сайын, құлау аймағының даму процесі өсе түседі.
- тазалау жұмыстары 130-150 м жеткенде күмбез түзілуі тұрақтанады.
- қарастырылған күмбездердің үш түрінің ішінде ең жоғарғы биіктігі эллипс пішінді түрі.
- тікбұрышты және трапеция пішінді күмбездер бір-біріне сәйкес келеді, айырмашылығы тек бастапқы даму кезеңінде.

### 3.3 Ақбақай кенорнындағы геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтары

Сөйтіп, Ақбақай кенорнындаы көпжылдық кешенді геомеханикалық мониторинг жүргізу (2001-2016 жж) негізінде таужынстарының жылжу сұлбасы алынды (3.28-сурет). Мұнда: *жеңілденген(босаңсыған)* және *жоғарылаған кен қысымы* деген екі аймақтан, және де бір-бірінен айырмашылығы бар қасиеттерімен ерекшелінгетін 5 зоналар бар.



Зоналар: 1- опырыла құлау; 2- бір қалыпты иілу; 3 – шекті кернеулі күй; 4, 5, 6 – карьер астындағы қабаттың созылу және сығылу деформациялары; 7- сырғу призмасы; 8 – беткей жағдауы массивы; 7 және 8 сырғу беттер зоналарын бөліп тұратын А-Б сызықтары

Сурет 3.29 –Ақбақай кенорнын игерудегі таужыныстары жылжуының сұлбасы

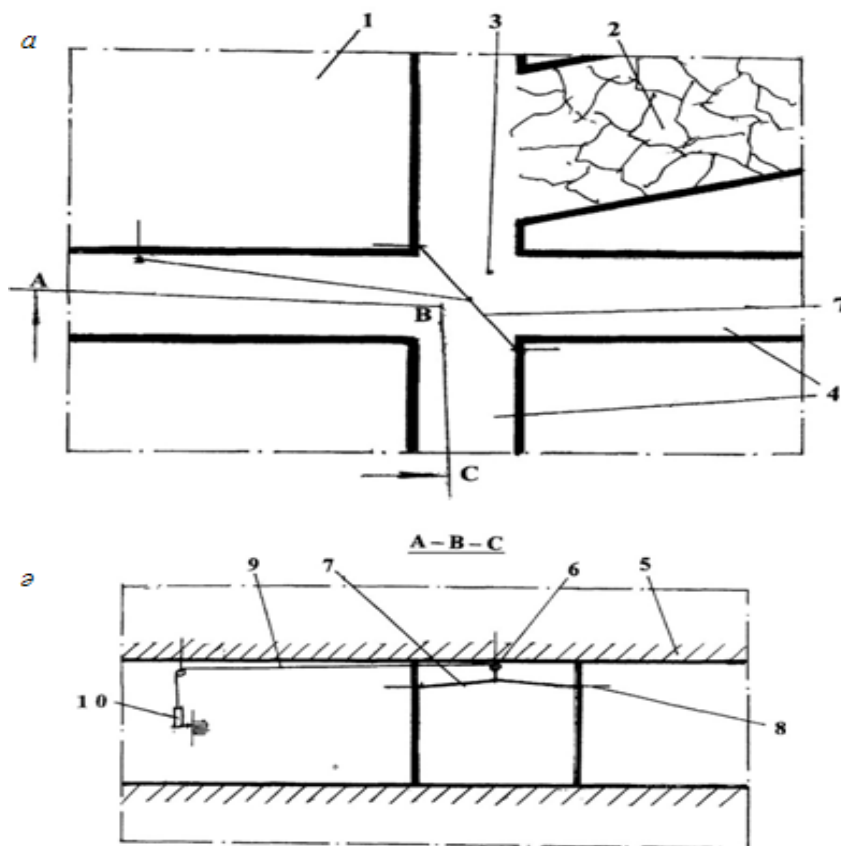
Бұл схемада: *босаңсыған және жоғары тау-кен қысымы* деп аталатын екі аймақ ерекшеленеді. Жүгі түсірілген аймақтың өзі екі зонаға бөлінген, олар: опырыла құлау және тік тесіп өткен жарықшақтар зоналары.

Екінші жоғары тау-кен қысымы аймағын (ЖКА) кей уақытты тірек қысымы аймағы деп те атайды. Бұл аймақ суретте вертикаль сызықтармен штрихталған және онда шекті кернеулі күй (3) зонасы бар. Жерасты қазбасы төбесіндегі (карьер астындағы қабат) тау жыныстарының созылудағы және сығылудағы беріктіктері шектен асып кеткенде бұзыла бастайды, оның нәтижесінде массив жарықшақтар жүйелері арқылы құрылымдық блоктарға бөлінеді.

Қазба төбесіндегі қабат жоғарғы жағында (4-зона) максимал созылу деформацияларымен сипатталса, керісінше созылу деформациясы, 6-зонаның, төменгі жағында пайда болады. Ал, 5-зонада, яғни кен қазбасының төбесінде сығылу деформациясы қалыптасады [118].

Осы зоналарды анытауға аспаптық бақылаулар нәтижесінде алынған деформациялардың мәндері мен Гранттық жоба аясында жасалған қазба төбелерінің шөгуді қашықтан бақылайтын әдістер негіз болды[119,120].

Тау-кен жұмыстарын жүргізіп жатқан кезде қазбалардың қиылысқан жерлерінде кернеулі-деформациялық жағдай туындап, ол өз кезегінде тау-кен қысымына жалғасалы. Мұндай жағдайлар тау-кен қазбалары төбесінің опырылы құлауына әкеліп соғады. Сондықтан, қазбалардың қиылысқан жеріндегі төбелік таужыныстарының жай-күйі мен бұзылу сипаттарын анықтау өте маңызды мәселе деп білеміз. Тау-кен қазбаларының қиылысқан жеріндегі төбелік таужыныстарының шөгуді өлшеу учаскесінің планы 3.30-суретте келтірілген.



- 1- блок; 2- блоктың іші; 3 – тау-кен қазбаларының қиылысқан жері; 4 –тау-кен қазбалары; 6- блок; 7- иілмелі жабдық; 8 – анкерлі бекітпе; 9 – сым(бау); 10 – өлшейтін жабдық; 5 – төбелік таужыныстар

Сурет 3.30 - Тау-кен төбелік таужыныстарының шөгуді өлшеу учаскесінің планы (а); А-В-С сызығы бойынша вертикаль қима (ә)

Төбелік таужыныстарының вертикаль отыруларын қашықтан анықтаудың бірнеше әдістері бұрыннан белгілі [121,122]. Бұлардың кез келген қазбаларда қолдануға болмайтын, әсіресе кен қазу техникалары және тасымалдау көліктер жүріп жатқан кездерде қиындық туғызатын, кемшіліктері баршылық.

Осы мәселені шешу үшін, қазба төбесіне блокпен иілімелі пластина бекітіп және блоктан өтетін сымның екінші жағы өлшегіш жабдықпен жалғасқан тәсіл ұсынылып, ол Қазақстан Республикасының зияткерлік институтында тіркелді.

Ең алдымен бұл тәсілдің зертханалық үлгісі, содан кейін, тәсілдің механикалық шеберханада өндіріс жағдайына лайықталған жабдығы жасалынды. Келесі 3.31-суретте тау-кен қазбалары төбесіндегі таужыныстарының шөгуін қашықтан өлшеу жабдығын орнату және шөгуді тіркеу процесі көрсетілген.



а- иілімелі пластинаны төбеге керу; ә- қазбаның қарама-қарсы қабырғасына бекітілген жабдықтан есеп алу кезі

### Сурет 3.31- Төбелік таужыныстарының шөгуін тіркеу жабдығы

Бұл жаңа тәсіл тау-кен саласына жатады және жерасты қазбаларының төбелік таужыныстарының шөгуін анықтауға мүмкіндік береді. Техникалық жаңалығы – тәсілдің қарпайымдылығы және техника мен адамдардың қозғалыстарына кедергі жасамайтындығында.

Сөйтіп, төбелік таужыныстары шөгуін қашықтан өлшеуге, яғни массивтің жай-күйін бағалауға мүмкіндік беретін, техникалық жаңалығы Қазақста Республикасы патентімен расталған, тәсіл жасалынып өндіріске енгізілді[123].

Жүргізілген зерттеулерден алынған іс-тәжірибелік және теориялық нәтижелердің өндіріске енгізілуі тау-кен кәсіпорындарда таужыныстары массивінің жай-күйін анықтаудағы жүргізіген көпжылғы аспаптық маркшейдерлік бақылаулармен дәлелденген.

### Үшінші тарау бойынша тұжырым

1. Көпжылғы геомеханикалық процестерді зерттеудің нәтижелеріне талдау жасалынды және таужыныстарының жай-күйін геомеханикалық мониторингтеуде, табиғи және техногендік факторларды кешенді түрде ескерудің әдістемесі негізінде және авторлардың жасаған бақылау тәсілдерін пайдаланып шешілетіндігі айқындалды.

2. Таужыныстарының кернеулі-деформациялық күйін зерделеу негізінде горизонталь кернеулер мәндерінің вертикаль кернеулерге қарағанда 1,2-1,5 есе артық екендігі анықталды. Таужыныстарының беріктік қасиеттері мен сілемнің кернеулі күйі арасында графиктік-аналитикалық байланыс алынды және ол түзу сызықтық байланыс арқылы массивтегі кернеулі-деформациялық күйді болжауға мүмкіндік туды.

3. Алынған нәтижелер кен-геологиялық жағдайлары сәкес келетін басқа кеніштерден алынған деректермен салыстырылды және баланыс теңдеулерінің сенімділігінің жоғары (корреляция коэффициенті  $r=0,92$ ; сенімділігі  $\mu =16$ ) екендігіне көз жеткізілді.

4. Тазарта қазып алу қазбаларының параметрлері мен геометриясы таужыныстарының сығылу, тығыздалу, шөгу процестеріне байланысты екендігі және тазарту алаңы 130-150 м жеткенде күмбез түзілуі тұрақтанатындығы анықталды.

5. Карьерлерді мониторингтеуде жерсеріктік геодезия, электронды тахеометрия мен лазерлік сканерлеудің әдістерін қолдану негізделген. Дәлдігі жоғары аспаптарды орнату үшін, авторлар центрлеуді жылдамдату және дәлдігін жоғарылатуды, сонымен қатар штативтерді қоданбауды қамтамасыз ететін тұрақты грунтты репер мен жерасты центрінің конструкциялары жасалды.

6. Төбелік таужыныстары шөгуін қашықтан өлшеуге, яғни сілемнің жай-күйін (шөгуін) бағалауға мүмкіндік беретін, техникалық жаңалығы Қазақстан Республикасы патентімен расталған тәсіл жасалынып өндіріске енгізілді.

7. Ақбақай кенорнында жүргізілген көпжылдық геомеханикалық мониторинг негізінде таужыныстарының жылжу заңдылықтары айқындалды. Мұнда: *босаңсыған және жоғарылаған тау-кен қысымы* деген екі аймақтан тұратын және де бір-бірінен айырмашылығы бар қасиеттерімен ерекшелінетін 5 зоналар ерекшеленді.

## 4 ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ШАРАЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ

### 4.1 Геомеханикалық үдерістерді басқарудың негіздемесі

Тау жыныстары массивінің кернеулі күйі мен деформациялану процестерінің жалпы теориясының дамуы мен жетілдірілуі карьер қиябеттерінің орнықтылық мәселелерін шешудің ғылыми негізін қалады. Сонымен қатар, осы саладағы көптеген жұмыстардың мақсаты карьер қиябеттерінің орнықты параметрлерін белгілі бір уақыт аралығы үшін анықтаумен шектелді. Осындай маңызды мәселені шешудің мұндай жолы теориялық және практикалық тұрғыдан қарағанда *пассивті* (енжарлы) жол деп айтуға болады.

Бұл мәселені шешу үшін *активті* (белсенді) жол іздеу қажеттігін, яғни тау жыныстары массивінің жай-күйін басқарып отыруға негізделген амалын табу керектігін, 1970-жылдардың басында алғаш рет академиктер Н.В.Мельников пен В.В.Ржевскийлердің айтқандарына жүгінейік [124, 125].

Н.В. Мельников бұл мәселені тау-кен ісі саласындағы ең маңыздысы және қиябеттерді басқару бірінен кейін бірі жүріп отыратын екі кезеңнен тұратындығын атап кетті. Олар: біріншіден, карьер қиябеттерінің бұрыштарын дұрыс есептеу, екіншіден, қиябеттерді беріктейтін жанама әдістер мен жабдықтарын жасау. Сондықтан тау-кен кәсіпорындарын ең жоғары экономикалық көрсеткіштерге жеткізу және ауылшаруашылық жерлерін сақтау үшін карьер беткейлері қиябеттерінің орнықтылығын басқара білуді естен шығармайық.

Қазіргі кездегі геомеханикада тау-кен қазбаларын ұстап тұру немесе орнықтылығын қамтамасыз ету –«геомеханикалық үдерістерді басқару» түсінігінің бір құрамдас бөлігі болып есептеледі. Тау-кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатындағы геомеханикалық үдерістерді басқару мәселесін шешуде кешенді түрде кеңінен қолданылатын екі бағыт бар, олар:

- тау-кен қазбасы контурының беріктік қасиеттерін басқару. Ол өз кезегінде таужыныстары сілемінен тұратын – *табиғи* немесе бекіткіш материалдардан қалыптасқан *жасанды* болып келуі мүмкін;

- тау-кен қазбасы маңайындағы табиғи немесе жасанды таужыныстары сілемінің кернеулі-деформациялық күйін (КДК) басқару.

Тау-кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыздандырудың қолданыстағы әртүрлі көптеген тәсілдері мен жабдықтары жоғарыда айтылған екі бағыттың жекелеген бөліктері. Үлкен қималы тау-кен қазбаларындағы кернеулі-деформациялық күйді басқарудың қималары кіші кен қазбаларына қарағанда өзіндік ерекшеліктері бар. Күрделі тау-кен қазбаларында ұстап тұрушы тіреуіштер немесе таужыныстарының беріктігін қамтамасыз ететін әртүрлі тәсілдер қолданылады.

Рудалық және таужыныстары сілемдерінің механикалық қасиеттерінің әрқилылығы, сонымен қатар кенорындарын игерудің геотехнологиялық және



геомеханикалық шарттары, ғалымдар мен техникалық қызметкерлердің алдына, таужыныстары сілемінің кернеулі-деформациялық күйін (КДК) басқарудың бірқатар техникалық шешімдерін жасау мәселесін қойды. Құрама тәсілмен кен игеретін кеніштерде отандық және шетелдік ғалымдардың соңғы жылдары жүргізілген зерттеулері нәтижесінде таужыныстары сілеміндегі геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтары анықталды және осы процесті басқарудың ғылыми негіздері жасалынды.

Геомеханикалық үдерістерді басқару дегеніміз –жер қойнауы ресурстарын игеру барысында тау жыныстары массивінің құрамын, құрылымын қасиеттерін және жай-күйін мақсатқа сай бағытта өзгертуді және деформациялану үдерісін шектен шығармай, тау-кен жұмыстарын қауіпсіз және экономикалық тиімді жүргізуді қамтамасыз етуге бағытталған және жүйелі түрде жүргізілетін ғылыми негізделген кешенді әдістердің жиынтығы.

Құрама тәсілмен кендерді игерудегі геомеханикалық үдерістерді басқарудың технологиялық әдістерінің жиынтығы 4.1-кестеде келтірілген.

Кесте 4.1- Геомеханикалық процестерді басқарудың жіктемесі

Клас-тар	Топтар	Басқару тәсілдері	Қолдану аясы
1	2	3	4
1. Деформация шамаларын өзгерту әдістері	<p>а) таужыныстары сілемі мен жербеті деформацияларының барлық түрлерінің азаюы</p> <p>б) карьер беткейлері деформацияларының азаюы</p>	<p>Қазылып алынған кеңістік пен кеңістік үстіндегі жолақты толтырмалау; жасанды жылжу сынасын жасау; тау-кен қазбалары төңірегіндегі таужыныстарын беріктеу шараларын қолдану.</p> <p>карьер беткейлері таужыныстарын нығайтудың шараларын қолдану.</p>	<p>Күтілетін жылжулары мен деформацияларының рұқсат етілген шамадан асып кеткен жағдайда қолданылады</p>
2. Деформациялар бағытының белгісі мен даму дәрежесін өзгерту әдістері	<p>а) горизонталь деформациялардың белгісін өзгерту;</p> <p>б) вертикаль деформациялардың белгісін өзгерту</p> <p>в) аудан бойынша деформацияларды өзгерту</p> <p>г) деформациялар дамуының жылдамдығын өзгерту</p>	<p>Камералық-кентіректік қазу жүйесін, камераларды тиімді тәртіппен қазу және толтырмалау; кен қазуда орнықты қазба күмбез-дерін құру.</p> <p>Өрлемелеп кен қазуды қолдану; кен қазуды бірнеше қабаттарда жүргізу.</p> <p>Тазалау қазбаларының бағытын, кен қазу тереңдігін өзгерту; тау-кен жұмыстары шекарасын ығыстыру;</p> <p>Тазалау қазбаларының жүру жылдамдығын күшейту немесе азайту</p>	<p>Таужыныстары деформациялары, жылжу аймағы ішіндегі құрлыстардың немесе кен қазудың конструкциялық элементтерінің рұқсат етілген шамадан асып кеткен жағдайда.</p>

#### 4.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4
3. Деформациялардың сипатын өзгерту әдістері	<p>а) жер беті мен карьер жағдаулары деформацияларын тарату</p> <p>б) карьерасты сілемінің деформацияларын тарату</p>	<p>Кен қазып алудың үйлесілген әдістерін қолдану; карьер кемерлерінде траншеялар мен саңылаулар қолдану.</p> <p>Кен қазып алудың үйлесілген әдістерін қолдану.</p>	<p>Жер бетіндегі орналасқан і нысандардың орнықтылығын күшейту үшін қолданылады.</p>
4. Таужыныстарының физикалық-механ. қасиеттерін реттеу әдістері	<p>а) жарықшақты-лықты азайту</p> <p>б) таужыныстарының суланғыштығын және газдануды төмендету</p> <p>в) тау жыныстарының беріктігін жоғарылату</p>	<p>Цементті-балшықты ерітінділерді, сұйық шыныны жарықшақтарға құю, силикаттау, смола жағу, т.б.</p> <p>Су ағызатын траншеяларды құру, ұңғымалар бұрғылау; суды айдау.</p> <p>Сырғуға ықтимал беттердегі тау жыныстарын нығыздау, тампондау және металл торлар, темірбетон қадалар, тіреуіш қабырғалармен және т.б. бекіту.</p>	<p>Кен қазудың технологиялық параметрлері таужыныстары массивінің геомеханикалық күйіне сәйкес келмеген жағдайда қолданылады.</p>
5. Деформациялық үдерістерді кешенді - өзгертудің әдістері	<p>Жоғарыда келтірілген әртүрлі топтардың қосыны</p>	<p>Таужыныстары сілемінің геомеханикалық күйін басқарудың әртүрлі тәсілдерін құрастырып қолдану</p>	<p>Геологиялық және геомеханикалық жағдайлары тереңдікке байланысты өзгеретін, күрделі кендерді игеруде қолданылады</p>

Құрама тәсілмен кен игеруде геомеханикалық үдерістерді басқарудың тағы бір әдісі –ол таужыныстарын жасанды түрде қопарып, жерасты қуыстарын толтырып отыру, яғни карьер түбінде пайда болған шұңқырларға(воронкалар) бос таужыныстарын төгу[126,127].

Жылжуларға қарсы шаралар карьер қиябеттері тепе-теңдік жағдайының бұзылмауына және жылжу процесінің әрі қарай дамуына жол бермеуге негізделген. Карьер кемерлерінің жылжуы, қиябеттердің деформациялануы өндіріс орнына үлкен нұсқан келтіреді, кен қазып алудың технологиялық процестерін тоқтатады, пайдалы қазбаның ысырапқа ұшырауына әсерін тигізеді және құлаған жыныстарды аршу жұмыстарын жүргізуге мәжбүр етеді.

Егер карьердің жұмыс кемерлері мен жиектерінің параметрлері дұрыс есептелсе, онда жалпы орнықтылықтың қамтамасыз етілгені. Бірақ карьердің

кейбір учаскелерінде геомеханикалық процестер жүріп, жылжу ошақтары пайда болуы мүмкін. Міне, осындай жағдайларда карьер кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету үшін, геомеханикалық процестерге қарсы әртүрлі шаралар жасап, процесті басқарып отырға тура келеді.

Осы жіктемеде көрсетілген тәсілдердің бірін қолдану арқылы тау жыныстарының жылжуын тоқтатуға немесе азайтуға болады.

Қолдануға ұсынылып отырған геомеханикалық процестерді бақарудың кешенді тәсілдері төрт шартты қанағаттандыруы керек, олар: техникалық сенімділік; технологиялық; жан-жақтылық; экономикалық мақсатқа сәйкестілік.

*Техникалық сенімділік* – тау-кен кәсіпорнын пайдаланудың барлық мерзімінде массивтегі тау жыныстарының жай-күйін жобаланған көрсеткіштерге жеткізу.

*Технологиялық* – кәсіпорында қолданыстағы жабдықтар мен материалдарды қолданып, аз уақыт ішінде қойылған талаптар бойынша жылдам нәтиже алудың қарапайым технологиясы.

*Жан-жақтылық* – деформациялық процестерді басқаруға байланысты бір немесе бірнеше (кешенді) мәселелерді шешудің әдістерін пайдалану.

*Экономикалық мақсатқа сәйкестілік* басқа техникалық шешімдермен салыстырғанда максимал экономикалық тиімділікке қол жеткізетін әдіс.

Ұсынылатын әдістердің барлығында да техникалық сенімділіктің талабы орындалуға тиісті.

## **4.2 Құрама тәсілмен кен қазудағы геомеханикалық үдерістерді басқарудың дәстүрлі тәсілдері**

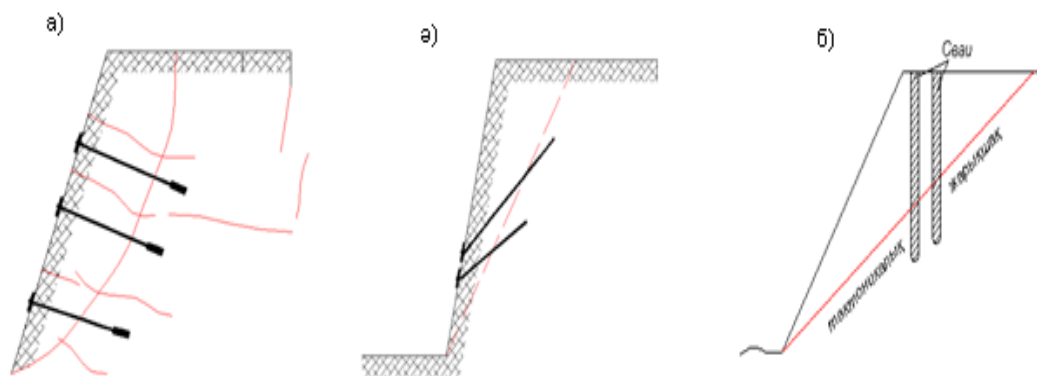
4.2.1 Тау жыныстарының құрамын, құрылымын және қасиеттерін өзгертпейтін бекіту тәсілдері

*Қарнақты және анкерлі бекітпелер.* Әлсіз тау жыныстарын қарнақпен бекітуде массивте ұңғыма бұрғылап және сол ұңғыманың ішіне металдан жасалған қарнақтарды орнату. Қарнақтар жеке блоктарды бір-бірімен байланыстырады. Қарнақтардың арасы мен қабырғалары цементтеледі.

*Анкерлі бекітпе* деп бұрғыланған шпурлардың ішіне металдан немесе ағаштан жасалған асалған бекітпе орнату. Анкерлі бекітпелер ірі блокты тау жыныстарын нығайту шін қолданылады (4.1,а-сурет), анкерлердің ұзындықтары әлсіз зонаның қалыңдығына қарай анықталады.

Бірінші топ әдістеріне қарнақты және анкерлі бекітпелерден басқа, *метал арқан* (сым) әдісін қолданып та нығайтуға болады (4.15, ә-сурет).

*Темірбетонды қазықтар* (қадалар) бұрғыланған ұңғымалардың ішіне металл арматуралар, металдан өрілген арқандар және т.б.) бетондап орнатудан тұрады (сурет 4.1, б).



а- анкерлі бекітпелер; ә-иілмелі сымдар; б- темір-бетонды қадалар

Сурет 4.1- Карьер кемерлерін нығайтудың әдістері

Бұл тәсіл тектоникалық жарылымдармен, жарықшақтармен және т.б. геомеханикалық элементтермен әлсізденген тау жыныстары массивін бекіту үшін қолданылады

Бұл тәсіл тектоникалық жарылымдармен, жарықшақтармен және т.б. геомеханикалық элементтермен әлсізденген тау жыныстары массивін бекіту үшін қолданылады.

Темірбетонды қазықтарды орнату массивтің сырғуға деген кедергісін күшейтеді.

#### 4.2.2 Тау жыныстарының құрамын, құрылымын және қасиеттерін жартылай өзгертей бекіту әдістері

Бұл әдістердің ішіндегі кеңінен таралғаны массивке цемент ертіндісін жіберу. Көптеген жағдайда сұйық смоланы да қолданады.

*Бетонды жабындылар.* Сумен араласқан цементті атмосфералық қысыммен әлсіз бетке шашыратып себу. Егер толтыруға арналған жабындымыздың құрамында 8 мм дейінгі ұсақ фракциялар болса, онда шашыратып себудің нәтижесінде торкетбетон (сылақ бетон), ал толтырғышта 25 мм-ге дейінгі ірі фракциялар болса, онда шприц-бетон құралады. Торкетбетон: цементтен, құм және судан, ал шприц-бетон ірі құм немесе шағылтастардан, судан және жабындыны тездетіп қатайтатын арнайы қосындылардан тұрады. *Биологиялық тәсіл* нығайтатын тау жыныстарының бетіне әртүрлі егістіктер немесе жабайы өсетін өсімдіктер егуді қамтиды.

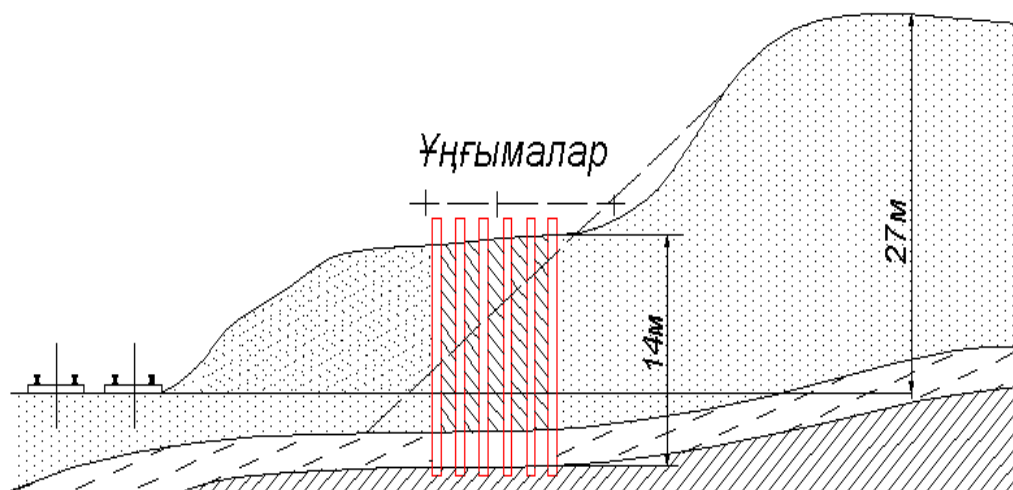
Екінші топ әдістерінде жиі қолданылатындар жарықшақты жыныстарды бетон ертіндісімен немесе полимерлі смолалармен нығайту.

### 4.2.3. Тау жыныстарының құрамын, құрылымын және қасиеттерін барынша өзгертетін әдістер

Үшінші топқа эпоксидтің смола және битумдық төсемдер әдістері жатады. Кей уақытта бұл жасанды төсемдер сым торлармен бірге қолданылады. *Цементтеу* – карьер беткейлерінің орнықтылығын жоғарылату үшін тау жыныстары массивін цементтеу. Бұл әдіс жартасты-жарықшақты тау жыныстарында, ені 0,15 мм кем емес жарықшақтардан түзілген қиябеттерді нығайту үшін қолданылады.

*Смолалау* (шайыр жағу) – тау жыныстары массивіне оларға беріктейтін және су өткізбейтін синтетикалық смолаларды жағу. Отандық және шетелдік химия өнеркәсібі қазіргі кезде, тұтқыр заттар ретінде қолдануға мүмкіндік беретін, смолалардың, полимерлер мен басқа да химиялық заттардың бірнеше түрлерін шығарады.

*Электрлік-химиялық бекітпе* құмды, сазды грунттардан тұратын карьер беткейлерін тұрақты электрлік алаңдар арқылы нығайту қолданылуда. Оның физикалық мәні мынада. Бекітілетін кемердің әр жерінде бұта тәрізді ұңғымалар бұрғыланып (4.2-сурет), бір катодтық (+) ұңғыманың айналасына бірнеше анодтық (-) ұңғымалар орналастырады.



Сурет 4.2- Карьер беткейі тау жыныстарын тұрақты электр өрісімен нығайтудың схемасы

Мұндағы әр ұңғыма бұталарының арасы карьер қиябеттерінің беріктігін қамтамасыз етеді [128, 1129].

Тау жыныстарын осындай тұрақты электрлік кернеуде ұстау, олардың дымқылдығын азайтып, тығыздылығы мен беріктілігін арттыра түседі. Кенді ашық әдіспен қазып алуда жылжу процесін басеңдеткіш шаралар және жасанды нығайту жұмыстары жыныстар құрылымының геологиялық ерекшеліктеріне сай жүргізілуге тиісті.

#### 4.2.4 Кенді ашу схемасын, қазу жүйесін және тау-кен жұмыстарының тәртібін өзгерту арқылы деформациялық үдерістерді басқарудың тәсілдері

Осы күнгі ғылыми-техникалық әдебиеттерде деформациялық процестерді, кен орнын ашудың схемасын, қазу жүйесін және тау-кен жұмыстарының тәртібін өзгерту арқылы, басқарудың бірнеше әдістері жан-жақты баяндалған.

Тау-кен кәсіпорындарында ең жиі қолданыстағы әдістер:

1) жартасты және жартылай жартасты жарықшақты тау жыныстарынан түзілген карьер қиябеттерінде жаппай аттырудың әсерін төмендету;

2) карьер алаңында орналасқан өндіріс нысандарын қорғауда және біріктірген (ашық және жерасты) әдіспен кен қазуда сақтандыру кентіректерін қалдыру;

3) кемер қиябетінің немесе беткейдің бұрышын көлбеулету;

4) жылжу ошағын түсіріп тазалау.

5) жыныстар массивін жасанды әдістермен нығайту.

Біздер осы әдістердің ашық кен жұмыстарында ең көп таралғандарына тоқталамыз.

*Жаппай аттырулардың әсерін төмендету.* Карьер беткейлерінің орнықтылығына аттырулардың әсерін төмендетудің тәсілдерін екі топқа бөлуге болады. Бірінші топ тәсілдерінде кен қазудың тәртібін өзгертпей, аттыру жұмыстарының параметрлерін өзгертуге бағытталған. Мұнда зарядтың конструкциясын, салмағын өзгертеді және контурлық жарылыс жүргізеді.

Екінші топқа аттыру жұмыстарының параметрлерін сол қалпында қалдырып, кен қазудың тәртібін өзгерту.

*Кемер қиябетінің бұрышын көлбеулету.* Бұл тәсілдің мәні – жылжулар болмайтындай етіп карьер кемерлері мен беткейлерінің бұрыштарын белгілі бір шамаға дейін көлбеулету.

*Жылжу ошағын түсіріп тазалау* тәсілі тау жыныстарының қатпарлары қазылып алынған кеңістікке қарай бағытталғанда және құлау бұрышы 18-20°-тан кем болғанда, жақсы нәтижелер береді. Тау-кен жұмыстары кезінде тау жыныстарының қабаттары кесіледі де, жатыс беттер арқылы сырғулар пайда болады. Сондықтан жылжуларды болдырмас үшін алдын ала тау жыныстарының осал бөліктерін түсіреді және түсіріп тазалап отырған сайын қиябеттің орнықтылығы арта түседі. Сөйтіп, кемердегі тау жыныстарының қатпарлары бойымен жылжуын тоқтату үшін мезгіл-мезгіл қиябеттегі тау жыныстарының бір бөлігін тазалап қалпына келтіріп отырған тиімді.

*Сақтандыру қорғандарын жасау әдісі.* Тау жыныстарының деформацияларынан, әсіресе жоғарғы қабаттардан үлкен кесек тастар құлап кетуден қорғану үшін сақтандыру қорғандары жасалады.

Тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін сақтандыру шараларын жүргізу қажет. Мұндай шаралардың ішіндегі ең тиімдісі және қарапайымы – уатылған тау жыныстарынан сақтандыру қорғандарын жасау.

Қиябеттердің опырылуға, жылжуға бейім жерлерінде олардың әсерін бәсеңдету үшін тіреу призмасын жасау, яғни кертпештің төменгі жағына бос тау жыныстардан үйіндісін төгу. Сақтандыру қорғандарының параметрлері тау жыныстары кесектерінің салмақтарына және олардың құлау жылдамдықтарына байланысты, ал жылдамдық - кесектердің пішіні мен өлшемдері, беткейлер мен жеке қиябеттердің геометриясы және т.б. факторлар бойынша анықталады.

### **4.3 Тау жыныстары сілемінің геомеханикалық жай-күйін басқарудың әдістерін жетілдіру**

#### **4.3.1 Ақбақай кенорнын құрама әдіспен игерудегі геомеханикалық үдерістерді басқару**

Ақбақай кенорнындағы геомеханикалық үдерістерді басқару әдістеріне тоқталмақ бұрын Шолақтау кенорнындағы атқарылған жұмыстарды айта кеткен жөн деп білдік. Ақбақай кенорындарын игерудегі геомеханикалық процестерді басқару 4.3-кестесінің 1,а және 1,б пункттеріне сәйкес «бос таужыныстарынан жасанды сыналар» жасау және карьер «беткейлерін беріктеу» арқылы жүзеге асырылды. Бұл кеніштердегі карьерлер еңсіз, созылып жатқан оржаолдар сыпатты болып келеді.

Шолақтау кенорнын игеретін «Молодежный» кеніші бақылау стансасының планына (4.3-сурет) сәйкес көптеген құрылыстарды қорғау мәселесі алға қойылды. Кеніштегі 5-қабатты игеру жобасына сәйкес: химия лабораториясы және оның қоймалары, ұзын заттарды түсіретін өрleme, асхана, механикалық цех, авто және темір жолдар қауіпті жылжу аймағының ішінде қалды. Бұл құрылыстарды қорғайтын шараларға сараласақ, онда бұл нысандарды басқа жаққа көшіру керек немесе қорғау үшін сақтандыру кентіректерін қалтырып кету қажет болды. Ал бұл шаралардың барлығы экономикалық жағынан тиімсіз екендігіне есептеулер жүргізіп әбден көз жеткіздік[130].

Сол себептен, бұл құрылыстарды қорғау жасау үшін арнайы бақылау стансалары салынып, қауіпті деформациялардың шамалары анықталды. Арнайы стансалар Ақсай және Ақбақай кен орындарында да салынып, мезгіл-мезгіл бақыланып отырылды.

Аспаптық бақылаулармен қатар дайындық және тазалау қазбаларында көзбен бақылау, фототеодолиттік түсіріс, лазерлік сканерлеулер жүргізілді. Бақылау нәтижелері құрылыстарды қорғаудың шараларын даярлауда қолданылды.



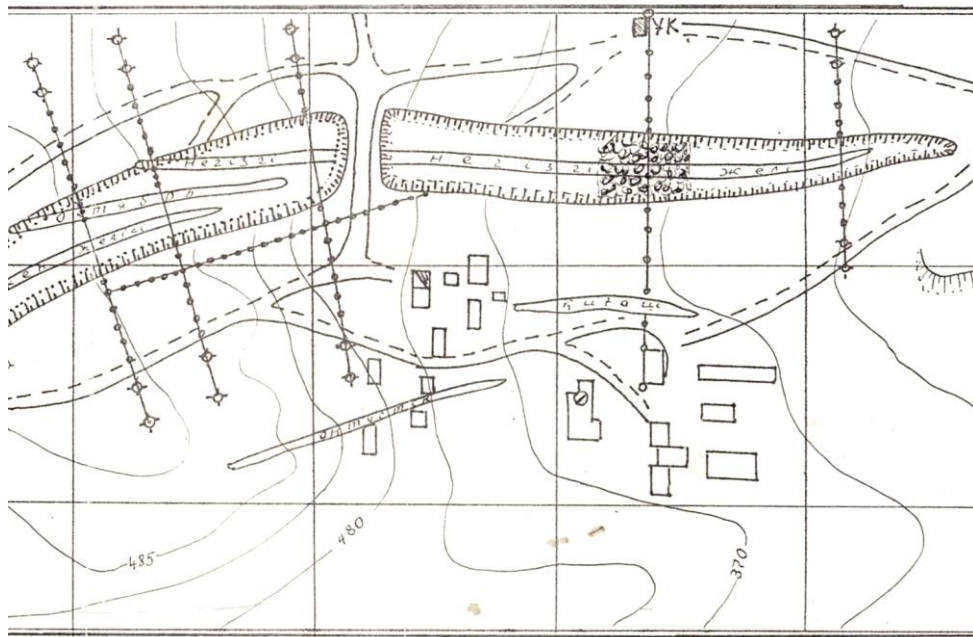
- 1- қалаға баратын бұрынғы автожол;  
 2- «Жасанды массив» арқылы қалаға баратын жаңа автожол

Сурет 4.3- «Молодежный» кеніші орталық бөлігінің қимасы

4.3-суреттегі қимадан 3- қабаттағы қазылып алынған 203,205,207 блоктар қатарында бірқатар кенсіз учаскелерді көруге болады және 1982 жыл бойы осы учаскеде «жасанды массив» жасалынды. Қазақ ұлттық техникалық университеті кенішпен жаңа автожолды және Ақбақай кенішінде жер беті нысандарын қорғаудың жобасын жасап, оны өндіріске енгізді (4.4-сурет).

Бірнеше километрге созылып жатқан Қаратау бассейні кен орындарында кездесетін кенсіз учаскелер, жылжу процесінің біркелкі дамуына кері әсер етеді, яғни жылжу процесін тежейді. Демек, кенсіз учаскелері жоқ, аумағы үлкен қазылып алынған кеңістіктерде қолдан осындай тіреуіштер жасалса, онда жылжу процесін тежеуге болатыны сөзсіз. Ендеше жоғарғы қабаттардан қопарыла құлап, қызылған бос қуыстарды толтырып жатқан тау жыныстардан «жылжу сынасын» немесе «Жасанды массив» жасау қажет[131,132]. Осы «Жасанды массивті» өндіріске енгізуден, яғни 1981 жылы «Молодежны» кенішінен қалаға баратын автожолын салуда қолданылып, бұрынғы жолдың астында қалтырылған кентіректі қазып алудан экономикалық тиімділік алынды[133].





Сурет 4.4- Ақбақай кеніші бақылау станциясының планы және құрылысты қорғаудың «Жасанды массиві»

Жүзеге асырылған бұл шара 4.1-кестенің 1,а және 4,в пункттеріндегі басқару тәсілдеріне сай келеді. Жылжу процесін басқарудың тағы бір әдісі – тау жыныстарын жасанды түрде қопарып, жерасты қуыстарын торлтырып отыру, яғни карьер түбінде пайда болған шұңқырларға бос тау жыныстарын төгу. Төмбе бүйір үстінде орналасқан бос тау жыныстар үйінділерін карьерге төгіп, көпір жасап, жылжу процесін 4-5 жылға дейін шектен шығармауға болады.

Бұл бір жағынан жылжу процесін басқару, тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету болса, екінші жағынан бұзылған жерлерді қайтадан орнына келтіруге (рекультивациялауға) және уақытша қалдырылған кен тіректерді қазып алуға мүмкіндік туғызады. Мұндай шаралар «Молодежный» және Ақбақай кеніштерінде жүзеге асырылып, нәтижесінде қазылып алынған блоктар бос таужыныстарымен толтырылды және қауіпті қопарылыстар жойылды[134].

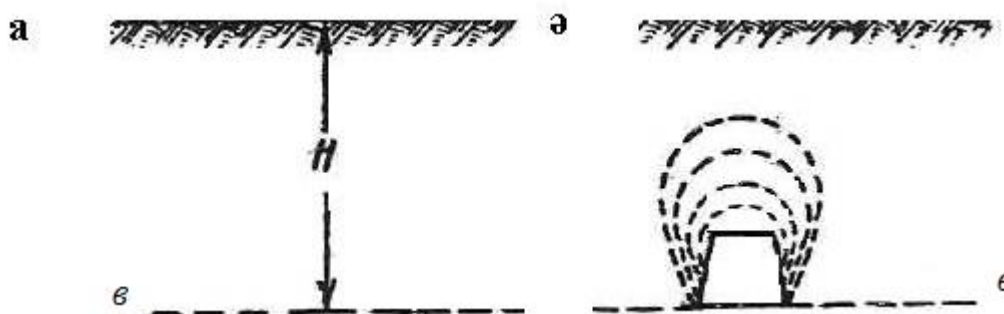
#### 4.3.2 Ақбақай кеніші терең қабаттарында тау-кен қысымын басқару

Тау қысымын басқару дегеніміз– пайдалы қазынды толық және тиімді түрде қазып алу үшін өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында, тазартпа қазбалардың жұмыс кеңістігінде болатын тау-кен қысымын реттеуге бағытталған шаралардың жиынтығы. Тау-кен қысымының пайда болу себептері геологиялық факторларға (жыныстардың физика-механикалық қасиеттеріне, жатыс жағдайына, т.б) , кен қазбаларының өлшемдеріне, т.б. байланысты. Соның ішінде негізгі себеп болып салмақ күші есептеледі, өйткені

жоғарғы қабатта жатқан таужыныстары өздерінің салмағымен астыңғы қабаттарды жаншып басады, ал ол қысымға қарсылық көрсетеді.

Жер бетінен белгілі бір тереңдікте шартты түрде *в-в*, жазықтығын жүргізсек (4.5, а-сурет), онда осы табиғи сілемде таужынысының әрбір бөлшегі оны қоршаған орта тудыратын қысым күштерінің әсерінен кернеулі тепе-теңдік жағдайда болады. Мұндай жағдайда, таужыныстарының сыртқы күштердің әсерінсіз өздігінен қозғалуға, иілуге және пішінін өзгертуге мүмкіндігі болмайды.

Ал, осы жазықтықта кез келген бағытта қазба жүргізілсе (4.5, ә-сурет), онда таужыныстарының кернеулік жағдайлары өзгереді, яғни олардың тепе-теңдік шарттары бұзылады. Кернеулік күштерінің әсерінен таужыныстарының бөлшектері ашылған кеңістікке қарай жылжуға тырысады. Қазбаның бүйірлерінде сығылу және төбесі мен табанында созылу кернеулері шоғырланады.



Сурет 4.5- Сілемдегі кернеулі күй

Кернеулердің ең көп шоғырлануы қазбаның бұрыштарында байқалады. Сондықтан, ондай жағдайды болдырмау үшін қазбаның көлденең қимасының пішінін дөңгелек етіп жасаған дұрыс. Көлденең қимасы дөңгелек тау-кен қазбасында, оның барлық периметріне бірдей таралатын, тек қана сығылыс кернеулері туындайды.

Қазбаны жүргізуге дейін сілемдегі табиғи (бастапқы) кернеу алаңының тік компоненті  $\gamma \cdot H$ , ал жазық компоненті  $k\gamma H$  тең, мұндағы  $\gamma$  - жыныстың орташа өлшемді үлес салмағы;  $H$  – қарастырылатын массив нүктесінің тереңдігі;  $k$  – бүйірлік қысым коэффициенті, ол шамамен 1 тең.

Егер кернеу, таужынысының серпімділік шегінен артық болса, онда пластикалық деформация басталады және оның салдарынан тау-кен қазбасы төбесінің майысуына, қабат аралықтары ашылып, үстінгі қабаттағы таужыныстарының бұзылуына әкеліп соғады. Кейбір жағдайда тау-кен қысымы қазбаның бүйірлері мен табанында да деформацияға ұшыратады.

Осының салдарынан сілемдегі таужыныстарының тұтастығы бұзылады соның салдарынан олар опырыла бастайды. Деформациялардың өзгеру кезеңдерін, әдетте, қазба төбесінің жарықшақтанып майыса отыра бастауынан көруге болады. Жарықшақтар ұлғайған сайын таужыныстары бөлшектеніп түсе

бастайды. Таужыныстарының опырылып түсетін кесектерінің көлемдері олардың бекемдік және жарықшақтық сипаттарына байланысты болады.

Міне осындай жағдайлар Ақбақай кенішінде көрініс беруде. Күрделі тау-кен-геологиялық (өте күшті жарықшақталған таужыныстары) жағдайында Ақбақай кенішінде 10.06.2013 жылы 480 метр тереңдікте тау-кен қысымының салдарынан және 27.05.2015 жылы «Бескемпір» учаскесінде 180 метр тереңдікте қайғылы жағдайлар орын алды (4.5-сурет).

Таужыныстарының опырылу процесі тоқтамаса оның соңы үлкен апатқа әкеп соғады. Мұндай жағдайларда жерасты қазбаларының жобаланған пішіндері мен өлшемдерін сақтап қалу үшін қазбаларды бекіту, бүйірлік, төбелік таужыныстарын бүрікпебетонды ертіндімен беріктеу керек (4.6, ә-сурет). Бекітпе қазба маңайындағы таужыныстарының қысым күштеріне яғни тау қысымына төтеп беруге тиісті.



а) –забойдағы опырылым; ә) төбелік таужыныстарды цементтеу

#### Сурет 4.6

Жерасты кен қазу жұмыстарынан пайда болатын тау-кен қысымын басқарудың бірнеше түрлері бар, оларға:

- тау-кен қазбасын бекіту;
- таужыныстарынан кентіректер қалдыру;
- кені алынған кеңістікті толтыру;
- кені алынған кеңістіктің төбесін құлату,

- кеңістіктің жарықшақталған таужыныстарын цемент ертіндісімен нығайту жатады.

Әрі қарай тау-кен қазбаларының жарықшақталған бүйірлері мен төбелерін беріктеуге(нығайтуға) ұсынылып отырған бүрікпебетон ертінділерінің құрамына тоқталамыз.

### 4.3.3 Жарықшақталған таужыныстарын нығайту ертіндісін жасау

Кен орындарын ашық және жерасты әдістерімен игеру тәжірибесінің көптеген жағдайларында жарықшақталған таужыныстарының орнықтылығын қамтамасыз етудің тиімді әдістерінің бірі - оларды жасанды түрде нығайту болып есептеледі[134 -136]. Жарықшақты тау жыныстарын нығайту тәсілдерінің бірі - цементтеу, яғни бүрікпобетонды ертінді қолдану болып есептеледі.

Жарықшақты тау жыныстарын нығайтудың келесідей белгілі ертінділері бар:

1) құрамында цемент, су және цемент массасының 1 – 2,2 % шамасында хлорлы кальций бар ертінді [137];

2) Донецк ғылыми-зерттеу көмір институты ойлап жасаған ертінді, оның құрамында фосфоргипсты тұтқырлағыш, жылдам қатайатын формальдегидті КФБ шайыры, қымыздық қышқылы және су бар[138];

Бұл ертінділердің бағасы өте жоғары, ал екінші ертіндіні тікелей ұңғыманың жанында даярлау қажет.

Жаңа ертінді жасап шығару үшін, біздер сәйкес келетін, құрамында цемент, құм және су бар ертіндіні алдық. Ертіндінің өзіндік құнын төмендету және жарықшақтар арасын толтыру үшін біздер цементтік ертіндінің құрамына байыту фабрикасының қалдықтарын (хвосты) қосуды ұсындық.

Байыту фабрикасының қалдықтары тонналанып жиналып жатқан өндіріс қалдықтары және оларды қоймаланып үйінділер жасау үшін арнайы жер бөлінеді. Қалдықтарды үйінділер түрінде сақтау қоршаған ортаға үлкен зиян келтіретіндігі (атмосфералық ауаны, жер беті және жерасты суларын, топырақты-өсімдік жабындыларын зиянды заттармен ластау жайлы да жоғарыда айтылып кетті.

Байыту фабрикасының қалдықтарын қолданып ұңғымадағы арматураларды бекіту ертіндісінің құрамы зерттелді. Құрамында цемент, қиыршықтас және су бар, ұңғымадағы арматураларды беріктеудің бірнеше әдістері белгілі[139,140], бірақ олардың беріктігі мен аязға төзімдігі жеткіліксіз.

Жоғарыдағы талаптардың барлығын қанағаттандыратын, яғни беріктігі жоғары және аязға төзімді, сонымен қатар тау–кен өндірісінің қалдықтарын іске асыруға мүмкіндік беретін, карьер беткейлері мен жерасты қазбаларындағы жарышақталған таужыныстарын беріктейтін ертіндінің жаңа құрамы алынды[141,142]. Алынған ертінді, бір жағынан жарықшақталған таужыныстарын беріктеп, тау-кен қазбаларының қауіпсіздігін қамтамасыз ету болса, екінші жағынан өндіріс қалдықтарын іске асыруға мүмкіндік береді, яғни «жасыл экономика» саясатын жүзеге асырады[143].

Техникалық нәтижеге жету үшін, цементтік ертіндінің құрамында, цементтен басқа, су, толтырма үшін байыту фабрикасының қалдықтары және қосымша хлорлы кальций, дисперсиялық полимерлі ұнтақтар(мовилит пен тилоза) келесідей қатынаста қосылды, масса, %: цемент 20 – 25; байыту фабрикасының қалдықтары 65 – 70; хлорлы кальций 1,0 – 1,5; мовилит 0,2 –

0,4; тилоза 0,1 – 0,2 және қалғаны – су бар.

Құрамдағы компоненттердің өзара қатынасы эксперименттік жолмен анықталды және ол беріктігі мен аязтөзімділігін жоғарылату жағынан ең оңтайлы болды. Байыту фабрикасы қалдықтарының мөлшері 70% асып кетсе, онда материалдың беріктігі жоғары болмайды, ал 65% төмен болғанда алынатын құрамның өзіндік бағасын төмендетуге мүмкіндік болмайды.

Цементтік қоспаға хлористый кальций, мовилит және тилозалар көрсетілген шамадан аз қосылса, онда алынатын материалда қажетті беріктік пен аязтөзімділікті алу мүмкін болмайды, ал мөлшерден көп қоссақ, онда құрамның өзіндік бағасының жоғарылауына әкеліп соғады.

Цементтік құрамды алу үшін келесідей материалдар қолданылды(4.2-кестеде):

1. Қарағанды цемент зауытының М 400 маркалы портландцементі (сипаттамалары: кату мезгілі – басы 2 сағат 50мин.; соңы 3 сағат 40мин.; калыпты қоюлығы – 25,5%).

2. Балхаш тау-кен-металлургия комбинатының (БГМК) қалдықтары.

3. Жылдам қатайтқыш хлорлы кальций ( $\text{CaCl}_2$ ).

4. Германияның "Клариант" фирмасы жасап шығаратын мовилит АМ 2572 дисперсиялық полимер порошогі.

5. Германияның "Клариант" фирмасының өнімі тилоза МВ 15009 дисперсиялық полимер порошогі.

Кесте 4.2 - Ертіндінің құрамы

Құрам	Массадағы саны, %			
	Үлгі 1	Үлгі 2	Үлгі 3	«Прототип»
Цемент	20	22,5	25	28
Қиыршық тас	-	-	-	64
БФ қалдықтары	70	67,5	65	-
Хлорлы кальций	1,5	1,25	1,0	-
Мовилит АМ 2572	0,4	0,3	0,2	-
Тилоза МВ 15009	0,1	0,15	0,2	-
Су	8,0	8,3	8,6	8,0

Құрамдағы компоненттерді: цемент, БФ қалдықтары және дисперсиялық полимерлі порошоктар мовилит пен тилозаны қосып, бетонбылғағышқа салып, араластырылды, содан кейін оған хлорлы кальций мен суды қостық. Алынған қоспаны жақсылап араластырып болғаннан кейін, оны размері 4x4x16 см формаларға салып, арнайы дірілдегішпен 45 секунд аралығында тығыздалады. Бір тәуліктен кейін үлгілерді формалардан шығарып алып, ылғалды жағдайда 28 тәулік бойы сақталды. Одан кейін, үлгілер физикалық-механикалық сынақтан өткізілді. Осы тәсілмен «прототиптің» де үлгілері жасалынып сынақтан өткізілді және олардың нәтижесі 4.3 - кесте келтірілген.

Кесте 4.3 - Алынған қоспаның физикалық–механикалық қасиеттері

Үлгілер	Бетонның тығыздығы	Аязғатөзімділігі,	Беріктік шегі, МПа, на:	
			Сығылу	Иілу
1	2	3	4	5
1	2000	50	41,2	7,4
	2	3	4	5
2	2100	50	41,9	7,5
3	2200	50	42	7,8
«прототип»	2200	35	40,2	5,8

4.3-кестеден көрініп тұрғандай, жасалған және өндіріске енгізілген жаңа қоспада байыту фабрикасының қалдықтары іске асырылды және жоғары беріктілік пен аязтөзімділікке ие.

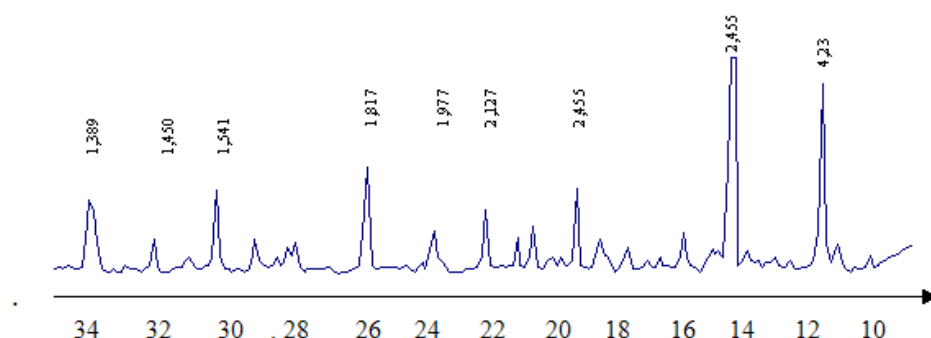
Осы зерттеулермен аясында жарықшақты тау жыныстарын нығайту үшін қолданылған Балхаш тау–кен -металлургия комбинатының (БГМК) қалдықтары химиялық құрамы зерделенді.

Ондағы қышқылдардың құрамында мыналар бар, мас. %:  $\text{SiO}_2$  - 62,1;  $\text{CaO}$  - 5,6;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 13,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  - 6,48;  $\text{MgO}$  - 1,6;  $\text{K}_2\text{O}$  - 1,5;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,84;  $\text{SO}_3$  - 3,8; басқалар - 4,6. БГМК байыту фабрикасы қалдықтарының грануляциялық құрамы 4.4 - кесте келтірілген.

Кесте 4.4 - БГМК БФ қалдықтарының грануляциялық құрамы

Елеуіштің өлшемдері, мм	2,5	1,25	0,63	0,31	0,14	0,14 аз	Іріліктің модулі
Толық қалдық %	0,2	0,4	1,2	5,8	25,3	74,3	0,33

Сонымен қатар, байыту фабрикасының қалдықтарында 10 нан 15% дейін сазды минералдар да (гидромусковит, гидрослюда) бар: 4,46; 3,707; 2,986; 2,556; 1,993; 1,498; 1,389. Жүргізілген бұл талдау рентгенографиялық сынақ нәтижелерімен расталды(4.7-сурет).



Сурет 4.7- БГМК БФ қалдықтарының рентгенографиялық талдауы

Байыту фабрикасының қалдықтарын қолдану құрамның өзіндік құнын төмендетуге және материалдың беріктігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Құрамдағы цементтің көлемін 35% ға көтерсек, ал мобилитті 4% көбейтсек, онда материалдың өзіндік құны өседі. Егер де цементті 30%, ал мобилитті 3% аз қоссақ, онда ертіндінің тау жыныстарымен адгезиясының (тұтасуының) және алынатын материалдың беріктігі төмендей түседі.

Егер де байыту фабрикасының қалдықтары 50% дан жоғары қосылса онда ертіндінің ағуы мен тау жыныстарымен арасындағы тұтасушылығы төмендейді, ал өндіріс қалдықтарын 45% дан аздау қосылса, онда құрамның өзіндік құнының өсуіне әкеліп соғады. Физикалық-механикалық сынақтардың нәтижелері 4.5-кестеде келтірілген. Сөйтіп, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде, жарықшақты тау жыныстарын нығайтудың ұсынылған және өндіріске енгізілген ертіндісінің құрамы келесідей, мас. %: цемент 30 – 35, байыту фабрикасының қалдықтары 45 – 50, мобилит 3 – 4, қалғаны – су.

Кесте 4.5- Ертіндінің физикалық – механикалық қасиеттері

	Ертіндінің құрамы, мас. %				Көрсеткіштері		
	Це – ме-нт	БФ қалд ық- тары	Мо- ви - лит	су	Сығылу беріктіктің шегі, МПа	Иілуге беріктікті шегі, МПа	Конустағы. қалдығығы, мм
1-үлгі	30	50	4	16	32,5	4, 7	150
2-үлгі	32,5	47,5	3,5	16,5	32,6	5,2	145
3-үлгі	35	45	3	17	37,2	5,8	143

#### 4.3.4 Жарықшақталған таужыныстарын нығайтудың өндіріс қалдықтары қосылған ертіндісінің тиімділігі

**Жұмыстың мәні.** Тау-кен саласында әлемдік стандарттар деңгейіне сәйкес, шетелдік өнімді алмастырушы, отандық цементтік ертінділер даярлау.

**Салыстыру базасы** ретінде әдеттегі құрылыс өндірісінде қолданылатын және тау-кен қазбаларын бекітетін бүрікпебетон алынды. Бүрікпебетон құрамындағы 1 кг цементтің бағасы, (2017 ж. қаңтардағы баға бойынша), 18,5 тенге болса, бір тонна цемент 18500 тенге болмақ. Оған қосылатын бір тонна құмның құны 6000 тенге.

**Ертінді құрамына қажет бастапқы материалдар.** Жарықшақты таужыныстарын нығайтудың ұсынылған және өндіріске енгізілген ертіндісінің құрамы келесідей, мас. %: цемент 30 – 35, байыту фабрикасының қалдықтары 45 – 50, мобилит 2, тилоза – 0,3, қалғаны – су.

Байыту фабрикасының қалдықтарын қосып ұсынып отырған ертіндінің бағасы: цемент - 18500тг/тн, байыту фабрикасының қалдығы- 0 тг, мобилит- 518 тг/кг, тилоза – 1221 тг/кг

Бір тонна ертінді алу үшін қажет материалдар: цемент -300 кг, қалдық - 500 кг, мобилит – 20 кг, тилоза – 3 кг

Сонда, жарықшақты тау жыныстарын беріктеудің(нығайтудың) ұсынылған ертіндісінің құрамы және мартериалдардың құны мынаған тең болады.

1. Цемент	0,3x 18500= 5550 тг.
2. Фабрика қалдықтары	0,5x0 = 0 тг.
3. Полимерлік Мовилит қоспасы	20x518 =10360 тг
4. Полимерлік Тилоза қоспасы	3x1221= 3663 тг.
Барлығы.....	...19573 тг

Ұсынылып отырған ертіндінің экономикалық тиімділігі келесі формуламен анықталады

$$\Delta = (C_1 - C_2) A, \quad (4.1)$$

мұндағы:  $C_1$  - 1 тонна құрғақ ертіндінің құны, тг.

$C_2$  – қалдықтар қосылып жасалатын ертіндінің құрғақ 1 тоннасының құны, тг.

$A$  – шығарылатын өнімнің жылдық көлемі, тонн.

Сөйтіп, жарықшақты таужыныстарын беріктейтін байыту фабрикасының қалдықтары мен полимерлік ұнтақтар қосылған жаңа бүріпобетондық ертіндінің құрамы Алматыдағы Құрылыс материалдарын сынақтан өткізу және сертификациялаудың орталық зертханасында (ЦЕЛСИМ) сынақтан өтіп, актілермен бекітілді. Алынған материалдың беріктігінің шегі: сығуға 32-37 МПа, майыстыруға 4,7-6,0 МПа.

Алынған ертіндінің беріктік көрсеткіштерінің жоғарылығы, материалдың аз жұмсалатындығы 4.3.3- тарауда дәлелденгеннен кейін, әдеттегі(дәстүрлі) бүрікпобетон ертіндісі мен ұсынылған ертінді экономикалық тұрғыдан салыстырылды(4.6-кесте).

Кесте 4.6- 1 тонна бүрікпобетонды ертіндінің өзіндік құнын есептеу

Материалдар	Өлшем бірлігі	1 т. жұмсалатын материалдар		Өлшем бірлігі	1 т. жұмсаатын қаржы	
		Дәстүрлі технология	Ұсынылған технология		Дәстүрлі технология	Ұсынылған технология
Құрғақ қоспа						
Цемент	кг	300	300	18500	5550,0	5550,0
Песок	кг	677	-	6000	3993,0	-
БФ қалдығы			500	-		-
Мовилит	кг	20	20	518	10360,0	10360,0
Тилоза	кг	3	3	1221	3663,0	3663,0
Барлығы:					23566,0	19573,0

Сөйтіп, 4.1-формуласына сәйкес, ұсынылып отырған ертіндінің 1 тонна құрғақ қоспасын жылына 150 тонна шығарғандағы экономикалық тиімділік



$\Xi = (23566,0-19573,0) \times 150 = 599950$  тенге.

Яғни, жылына 150 тонна құрғақ қоспаны шығарудан түсетін экономикалық тиімділік 599950 теңгені құрайды.

### **Төртінші тарау бойынша тұжырым**

1. Тау-кен өндірісінің қоршаған ортаға ықпалы мәселесін жан-жақты талдау осы әрекеттестіктің заңдылығын анықтауға және мәселені болашақта шешудің негізгі жолдарын анықтауға мүмкіндік берді. Қоршаған ортаға түскен техногендік жүктемені төмендетудің жасылынған жаңа әдістері мен тәсілдері маңызға ие болды.

2. Құрама тәсілмен кен игерудегі геомеханикалық үдерістерді басқару тәсілдерінің жіктелуі жасалынды және оларды жетілдірудің жолдары қарастырылды.

3. Ақбақай кенішінде геомеханикалық үдерістердің дамуын қадағалап басқарып отыруға мүмкіндік туды және қолданылған шаралар:

- карьер түбінде пайда болған шұңқырларды, ойылған жерлерді бос таужыныстарынымен жабу арқылы кенеттен құлау қаупін төмендету, бұл қазылып алынған блоктардың толуына және карьер кемерлері қиябеттеріне тіреулердің тұрғызылуына алып келеді;

- деформацияларды азайту және жоғарғы қабаттағы тау жыныстарының орнықтылығын жоғарылату үшін, олардың жай-күйін жүйелі түрде маркшейдерлік бақылау және еңсіз созылмалы карьерлерде бірнеше жасанды тау жынысы көпірлерін (жылжу сыналарын) құру.

- жарықшақты таужыныстарын нығайту үшін байыту фабрикалары қалдықтары қосылған, техникалық жаңалығы ҚР патентімен расталған, бүрікпебетондық жаңа цементтеу ерітіндісі жасалынып өндіріске енгізілді. Оның құрамында: цемент - 30-35%, байыту фабрикасының қалдықтары - 50-45%, полимер ұнтақтары -3-4% қалғаны – су.

4. Жарықшақты таужыныстарын беріктейтін алынған жаңа ерітінді Құрылыс материалдарын сынақтан өткізу және сертификациялаудың орталық зерт ханасында (ЦелСИМ) сынақтан өтті (Акті). Алынған материалдың беріктігінің шегі: сығуға 32-37 МПа, майыстыруға 4,7-6,0 МПа.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыста жартасты-жарықшақты таужыныстарынан түзілген кендерді құрама тәсілмен игеруде, тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін және өнеркәсіптің жұмыс көрсеткіштерін қамтамасыз ететін ғылыми негізделген техникалық шешімдер келтірілген.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері мен қорытындылары төмендегідей:

1. Ашық және жер асты тәсілмен кен игеруген сәтте жер қойнауында түзілетін геомеханикалық үдерістердің туғызатын кері әсерлері мен оларды болдырмауға мүмкіндік тудырмаудың жолдары және тау-кен қазбаларының орнықтылығын қаматамыз етудегі қолданыстағы және қазіргі уақыттағы заманауи әдістері саласындағы орындалған ғылыми-техникалық жұмыстарды зерделей әрі салыстыра келе, геомеханикалық мониторинг жүргізудің сұлбасы жасалынды.

2. Графиттік-аналитикалық байланысты таужыныстарының беріктік қасиеттері мен сілемнің кернеулі күйі арқылы алынуы және осы түзу сызықтық байланыс арқылы массивтегі кернеулі-деформациялық күйді болжауға мүмкіндік туды.

3. Тазарта қазып алу қазбаларының параметрлері мен геометриясы таужыныстарының сығылу, тығыздалу, шөгу процестеріне байланысты екендігі және тазарту алаңы 130-150 м жеткенде күмбез түзілуі тұрақтанатындығы анықталды.

4. Қазба төбелері таужыныстарының шөгуін өлшейтін әдіс пен жарықшақталған таужыныстарын беріктеу ертіндісі жасалынды және олардың техникалық жаңалықтары Қазақстан Республикасы Ұлттық зияткерлік меншік институтының «Пайдалы моделдерімен» расталды, нәтижесі өндіріске енгізіліп, жылдық экономикалық тиімділік 599950 тенгені құрады.

5. Құрама тәсілмен кен игеруде қалыптасатын геомеханикалық үдерістердің, бір-бірінен айырмашылығы өзіндік қасиеттерімен ерекшелінетін 5 зонадан тұратын сұлбасы (3.29-сурет) анықталды және оларды басқару тәсілдерінің, қолдану аялары негізделген, жіктемесі (4.1-кесте) жасалынды.

6. Кенорындарын қауіпсіз игеруді және оның тиімділігін қамтамасыз ететін, сонымен қатар, өлшеу нәтижелерінің дәлдігін жоғарылататын, таужыныстары массивінің жай-күйін бақылаудың әдістері жетілдірілді және оның нәтижелері Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасында оқу үрдісіне (курстық, дипломдық жобаларды жасауда және «Геомеханика» пәні бойынша оқу құралында пайдаланылуда.

7. Диссертациялық жұмыстағы ұсынылып отырған техникалық шешімдер Қотырбұлақ карьері мен құрылыс материалдарын сынақтау және сертификациялаудың орталық лабораториясында (ЦелСИМ) іс жүзінде қолданылды және актілермен бекітілді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бахурин И.М. Сдвигение горных пород под влиянием горных разработок. - М.: Госгортехиздат, 1956.- 245 с.
- 2 Каплунов Д.Р. и др. Комбинированная геотехнология.- М.: Из-во «Руда и металлы», 2003.- 205 с.
- 3 Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н. Комплексное освоение недр – основное содержание горных наук и образования // Тр. междунаучного симпозиума «Неделя Горняка-2017.- М.: Изд-во «Горная книга», 2017.- С.165-175.
- 4 Черный А.Д., Терентьев В.И. Комплексная открыто-подземная разработка прибортовых и подкарьерных запасов рудных месторождений. - М.: ИПКОН АН СССР, 1988.- 244 с.
- 5 Копжасарулы К. Қазақстанның алтыны – ел игілігі // Труды Междунаучного форума маркшейдеров «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии».- Алматы: КазНТУ, 2015.- С.91-94.
- 6 Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы. – Алматы, 2010.
- 7 Қазақстан Республикасы Президенті Н.Ә.Назарбаевтың халыққа жалдауы «Қазақстан жаңа жаһандық нақты ахуалда: өсім, реформалар, даму».- Астана: 2015, қараша 30.-136 с.
- 8 Нурпеисова М.Б. Прогноз поведения массива горных пород и сохранения окружающей среды при освоении недр // Труды Междунаучного симпозиума «Маркшейдерское дело XXI века: состояние и приоритеты развития».- Караганда: КарГТУ, 2011.- С.67-70.
- 9 Информационный экологический бюллетень Республики Казахстана.- Природные ресурсы и экология Казахстана на рубеже XXI-века // Спец. выпуск.- Алматы, 2012.- С.13.
- 10 Экологические проблемы горно-металлургических комплексов // Комплексная переработка минерального сырья Казахстана.- Алматы: Фолиант, 2013. – Т. 8.- 271 с.
- 11 Нурпеисова М.Б., Менайков К.Т., Кыргызбаева Г.М. Оценка геомеханического состояния массива горных пород при открыто-подземной разработке месторождения // Труды междунаучного симпозиума «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030»-Караганда, 2010.- С. 90-94.
- 12 Нурпеисова М.Б. Геомеханика. - Алматы: АВ «Дәуір», 2014. – 301 с.
- 13 Бахурин И.М. Сдвигение горных пород под влиянием горных разработок. - М.: Госгортехиздат, 1946.- 245 с.
- 14 Нурпеисова М.Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана. - Алматы: КазНТУ, 2012. - 324 с.
- 15 Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера.- М.: Айрис-Пресс, 2004.- 576 с.
- 16 Авершин С.Г. Сдвигение горных пород при подземных разработках. – М.: Углетехиздат, 1974. - 245 с.
- 17 Кузнецов М.А. и др. Сдвигение горных пород на рудных месторождениях. - М.: Недра, 1971. - 224 с.

- 18 Инструкция по наблюдению за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – М.: Недра, 1988. – 90 с.
- 19 Куваев Н.Н. Взаимосвязь между характером деформаций пород и углами обрушения в условиях Кривбасса // Горный журнал. – 1972. - №2.- С. 10-15.
- 20 Сапожников В.С., Пушкарев В.И. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов - Л.: ВНИМИ, 1974. - 34 с
- 21 Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. - М.: Недра, 1965.- 360 с.
- 22 Ракишев Б.Р., Машанов А. А., Абдылдаев Э. К. Структура массива и деформируемость горных пород. - Алматы, 2011.-281 с.
- 23 Изучение процесса сдвижения на руднике «Огневка»: отчет о НИР / Нурпеисова М.Б., Бекбасаров Ш.С. и др.- Алма-Ата, 1980. - ГР 284550.– 75 с.
- 24 Нурпеисова М.Б., Бекбасаров Ш.С. Меры охраны зданий и сооружений от вредного влияния подземных разработок месторождения Чулактау. - Алма-Ата: КазПТИ, 1983. – 25 с.
- 25 Иофис М.А., Мальцева И.А. Геомеханическое обоснование разработки подкарьерных запасов кимберлитовой трубки «Мир»: техн.гыл.канд. ... дис. – М.: ИПКОН РАН, 2005. –220 с.
- 26 Певзнер М.Е., Попов В.Н. Геомеханика. – М.: МГГУ, 2008. - 438 с.
- 27 Мельников Н.В. Современные проблемы механики горных пород // Материалы Выступление на 1У Всесоюзной конференции по механике горных пород. – М.: Наука, 1972. - С. 5-8.
- 28 Фисенко Г.Л. Методы количественной оценки структурных ослаблений массива горных пород в связи с анализом их устойчивости // В кн.: Современные проблемы механики горных пород. Материалы IV Всесоюзной конференции по механике горных пород. - Л.: Наука, 1972.- С.21-29.
- 29 Борисенко С.Г. Закономерности сдвижения горных пород при разработке месторождений // Известия ДГИТ. - 1985.- №15. - С. 5-68.
- 30 Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. и др. Напряжения и деформации в массивах горных пород при разработке полезных ископаемых. - М.: ИПКОН АН СССР, 1998.-188 с.
- 31 Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. - Л.: Недра, 1970. – С.479.
- 32 Машанов А.Ж., Певзнер М.Е., Бекбасаров Ш.С. Устойчивость уступов и бортов карьеров бассейна Каратау. - Алма-Ата: Наука, 1981.-120 с.
- 33 Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород. – Алма-Ата: Наука, 1970. - 195 с.
- 34 Попов И.И., Окатов Р.П., Низаметдинов Ф.К. Механика скальных массивов и устойчивость карьерных откосов. - Алма-Ата: Наука, 1986.- 255с.
- 35 Борщ-Компаниец В.И. Механика горных пород: массивов и горное давление. - М.: МГИ, 1968. – 464 с.
- 36 Певзнер М.Е., Нурпеисова М.Б. Свойства горных пород Каратауского

фосфоритоносного бассейна // Труды ГИГХСа. - М., 1971.- С. 22-26.

37 Попов В.Н. Конструкция бортов карьеров. – М.: Из-во 2НИА-Природа», 1999. - 148 с.

38 Нурпеисова М.Б., Милетенко Н.А. Прогнозирование техногенных оседаний земной поверхности // Маркшейдерский вестник. – 2015. - №6.-С.55-59.

39 Низаметдинов Ф.К. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов глубоких карьеров. Состояние и перспективы развития маркшейдерского дела. - Екатеринбург: УГГ, 2011.- С. 148-154.

40 Шашенко А.Н. и др. Исследование закономерностей изменения смещений и деформаций пород по глубине(монография).-Днепропетровск: «ЛизуновПресс», 2012.-С.177-185.

41 Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П., Сдвижкова Е.А. Геомеханика. – Киев:Новий друк, 2016.- 528 с.

42 Rockburst and seismicity in mines proceedings.-Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005.

43 John V. Simmons. Geotechnical risk management in open pit coal mines. - Australian Center for Geomechanics Newsletter, 2004.-Vol. 22. - P.1-4.

44 Викторов С.Д., Иофис М.А., Одинцев В.Н. Разрушение массива горных пород и риск техногенных катастроф // Горный журнал. - 2005.-№4.- С. 30-35.

45 Owen M.L. Calibrating a semi-quantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metallifrous mines. Controlling seismic risk. -Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005.-P.191-204.

46 Куликова Е.Ю. Основы стратегии управления риском в городском подземном строительстве // Горный инф. анализ. бюлл.- 2006.- №5.- С.14-16.

47 Sergio Mora, Kari Keipi. Disaster risk management in development projects: models and checklists // Bulletin of engineering geology and the environment. - 2006.-Vol. 65, №2. - P. 155-165.

48 Sarychev A., Farutin I. An effective approach to real-time satellite monitoring. (Эффективный подход в режиме реального времени спутникового мониторинга). Tematik Department, ScanEx. – М., 2002 год.

49 Benecke N.,Bock J., Kuchenbecker R., Uhl O. Support of high-performance operations in coal mining by use of 3D laser scanning– AIMS 5<sup>th</sup> International Symposium: High performance Mining. –Aachen;Germany, 2009.

50 Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на рудных месторождениях с неизученным процессом сдвижения горных пород. - Л.: ВНИМИ, 1966.- 48 с.

51 Временные указания по охране сооружений от вредного влияния горных разработок на месторождениях цветных металлов с неизученным характером сдвижения горных пород. - Алма-Ата: Изд. Госгортехнадзора КазССР, 1959.-26 с.

52 Правила охраны сооружений от вредного влияния подземных разработок на рудниках Дзезказганского горно-металлургического комбината.- Л.; Дзезказган: ВНИМИ, 1986.- 48 с.

53 Нурпеисова М.Б., Бекбасаров Ш.С. Меры охраны зданий и сооружений от вредного влияния подземных разработок месторождения Чулактау. - Алма-Ата: КазПТИ, 1983. – 25 с.

54 Нурпеисова М.Б., Бекбасаров Ш.С. Методические рекомендации по оценке устойчивости бортов карьеров Аксай. – Алматы: КазНТУ, 2009. - 27 с.

55 Нурпеисова М.Б., Мадимарова Г.С., Менаяков К.Т. Указания по охране зданий и окружающей среды от вредного влияния горных разработок месторождения Акбакай». - Алматы: КазНТУ, 1994.- 35 с.

56 Исследование сдвижения горных пород на месторождении Акбакай: отчеты о НИР " / Нурпеисова М.Б., Мадимарова Г., Турсбеков СВ. и др. - Алматы, 1991-1993. - № ГР44819193.

57 Копжасарулы К. Құрама әдіспен кен игеруде тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету // Труды Республиканской научно-практической конф., посвященной 80-летию юбилею кафедры МДиГ. – Алматы: КазНТУ, 2014.- С. 30-35.

58 Мадимарова Г.С. Таужыныстары жылжу бұрыштарын алдын ала болжау әдістемесін жетілдіру: техн.ғыл.канд. ... дис. - Алматы: ҚазҰТУ, 2002. –200 б.

59 Указания по охране зданий и окружающей среды от вредного влияния горных разработок месторождения Акбакай». - Алматы: КазНТУ, 1994.- 35 с.

60 Внедрение современных приборов в производство Акбакайской ГОК: отчет НИР.-Алматы: КазНТУ, 2008. - №735. – 85 с.

61 Менаяков К.Т. Обоснование методики прогнозирования параметров сдвижения горных пород при комбинированном способе разработки месторождений: дис. ... канд.техн.наук. - Алматы: КазНТУ, 2010. – 185 с.

62 Нурпеисова М.Б., Менаяков К.Т. и др. Методические указания по внедрению в производство приборов нового поколения и ГИС-технологий.- Алматы: КазНТУ, 2008.- 39 с.

63 Сашурин А.Д., Панжин А.А. Диагностика геомеханического состояния массива горных пород геодезическими методами // Проблемы геотехнологии и недроведения.- Екатеринбург: ИГД, 2005.- С. 170-178.

64 Электронные тахеометры компании «LEICA» // <http://www.leica-geosystems.kz/ru/index.htm>.

65 Нурпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар: оқулық.- Астана: Фолиант, 2013.-192 б.

66 Nurpeisova M.B., Kirgisbaeva G.M., Sarybaev O.A. The methodology of monitoring the earth surface displacements during the development of the subsoil // Вестник КазНТУ. - 2015. - №1. – Р. 95-99.

67 Указ Президента Республики Казахстан от 18.02.2011 года №407-ІУ ЗРК «О науке».

68 Указ Президента Республики Казахстан 19.03.2010 г. «О государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы».

69 Закон Республики Казахстан от 11.01.2012 г. «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности».

70 Инструкция по наблюдению за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений.-М.: Недра,1981.- 90 с.

71 Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Криворожском бассейне -Л.:ВНИМИ, 1968. – 47 с.

72 Көпжасарұлы Қ. Ақбақай кенішіндегі геомеханикалық процестердің даму заңдылықтары //Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. - 2016. - №6. - С.116-122.

73 ҚР «Инновациялық қызмет туралы Заңы» №135 03.23. 2006.

74 Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә.Назарбаевтың 2017 жылдың 17 қаңтардағы халыққа жолдауы «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік». -Астана: Ақорда, 2017.- 20 б.

75 Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. - Л.: Недра, 1970. –479 с.

76 Ржевский В.В. Основы физики горных пород. -М.: Недра, 1990.-225 с.

77 Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. - Л.: Недра, 1989.

78 Протодьяконов М.М О рациональной классификации горных пород // В кн.: Исследование физико-механических свойств и взрывного разрушения горных пород. - М.: Наука, 1970.

79 Ильницкая Е.И, Тедер Р.И. и др. Свойства горных пород и методы их определения. - М.: Недра, 1965.

80 Nurpeisova M., Kozhassaruly K., Bek A. Integrated sustaining of techogenic mine structures. - London: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining, 2015. - P. 199-205.

81 Машанов А.Ж., Нурпеисова М.Б. Геомеханика: оқулық. –Алматы: ҰТУ, 2000.-124 б.

82 Ожигин С.Н. Низаметдинов Р.Ф.,. Определение элементов залегания трещин с помощью 3D сканера //Труды Междун. науч. конф.: «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030» - Караганда: КарГТУ, 2009. – Вып. 2. - С. 87-89.

83 Nurpeisova M., Kozhassaruly K. Innovative ways to capture of solid violations and processing of result // Вестник ДГУ. - Днепропетровск, 2016. - №2. –Р.5-18.

84 Heim A. Mechanism us der Gebirgebildung. - Bale, 1878.

85 Динник А.Н. О давлении горных пород и расчет крепи круглой шахты // Инженерный работник. – 1925. - №7. - С.1-12.

86 Машанов А.Ж., Нурпеисова М.Б. Геомеханика: оқулық. – Алматы: ҚазҰТУ, 2000.-124 б.

87 Нурпеисова М.Б., Милетенко Н.А. Прогнозирование техногенных оседаний земной поверхности//Маркшейдерский вестник. – 2015. - №6.-С.55-59.

88 Нурпеисова М.Б., Менаяков К.Т., Айтказинова Ш.К., Бек А.А. Прогноз техногенной опасности территории по данным геодезических и спутниковых измерений // Маркшейдерия және геодезия. - 2013.- №1.– С. 21-24.

89 Милетенко Н.А., Нурпеисова М.Б., Айтказинова Ш.К. Геомеханический подход к прогнозу опасных гидрогеологических процессов при комбинированном способе разработки месторождений // Маркшейдерский вестник. - М., 2014, июль-август. - №4. – С. 55-57.

90 Пучков Л.А., Михеев О.В., Атрушкевич В.А. Исследование закономерностей геолмеханических процессов при взаимном влиянии открытых и подземных горных выработок // Труды международного научного симпозиума «Неделя Горняка -2014». - М.:ГИАБ, 2014 год. - С.3-7.

91 Черный Г.И. Устойчивость подрабатываемых бортов карьеров.-М.: Недра, 1985.- 216 с.

92 Лось И.Н. Научные основы комбинированной разработки месторождения Севера // СОИГДС.-Новосибирск: Наука, 1995.-140 с.

93 Машанов А.Ж. Механика массива горных пород.-Алма-Ата, 1965.-

94 Ракишев Б.Р. Ашық кен жұмыстарының технологиясы.-Алматы: ҚазҰТУ, 2015. - 255 с.

95 Бегалинов А.Б., Калыбеков Т., Зулкарнаев Е.С., Сандибеков М.Н. Ашық тау-кен жұмыстарының технологиясы: оқу құралы.- Алматы: ҚазНТУ, 2012.- 296 б.

96 Бегалинов А.Б. Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы (оқулық). – Алматы: ҚазҰТУ, 2011.- Т.1. - 380 б.; Т. 2. - 426 б.

97 Буктуков Н.С.и др.Новому тысячелетию - новые геотехнологи. - Алматы: ИГД, 2013.

98 Нурпеисова М.Б., Карибаев Е.Г. Экологическая безопасность освоения недр. – Алматы: Дом печати, 2013.- 240 с.

99 Нұрпейісова М.Б. Жартасты-жарықшақты тау жыныстарының жылжуы. - Алматы: ҚазҰТУ, 1997.- 100 б.

100 Nurpeisova M., Kirgisbaeva G.M, Kopzhassaruly K. Prospects of gold mining in Kazakhstan // Горный журнал Казахстана. - 2014. - №10. - P.4-8.

101 Нұрпейісова М.Б. Машановтың ғылыми мектебі.-Алматы: Искандер, 2016.- 180 б.

102 Кашников Ю.А. Прогноз параметров процесса сдвижения горных пород методом конечных элементов // Маркшейдерский вестник. - 1995. - №2. - С.37-39.

103 Айтказинова Ш.К., Копжасарулы К. Применение современных приборов для контроля деформаций на примере Акбакайского золоторудного месторождения // Материал республиканской научно-практической конференции «Наследие Фарабиева Акжана Машани и познавательные аспекты по формированию интеллектуальной ценности студентов». – Алматы: ҚазНТУ, 2012. - С. 76-78.



104 Абрамян Г.О., Яковлев П.В. и др. О типовых формах построения спутниковых опорных маркшейдерских сетей // Тр. междуна. научного симпозиума «Неделя Горняка-2017.- М.: Изд-во «Горная книга», -С.5-12.

105 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Копжасарұлы К. Использование современных приборов для геомеханического мониторинга природно-технических систем // Горный журнал Казахстана. - 2013. - №6. – С.10-12.

106 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Оценка геомеханического состояния массива горных пород при открыто-подземной разработке месторождении // Труды междуна.н.п.конф. «Наука и образование-ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». - Караганда, 2010.- С. 90-94.

107 Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М. Усовершенствование методики проведения тригонометрического нивелирование // Маркшейдерия и недроведение. - М., 2010. - №6. –С. 57-59.

108 Нурпеисова М.Б., Копжасарұлы К. Автоматическая система мониторинга деформаций // Материалы 10 междуна.конф. молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в 21 веке глазами молодых. – М: ИПКОН РАН, 2013.-С.116-119.

109 Нурпеисова М.Б. и др. Полезная модель №2015/0158.2. Постоянный грунтовый репер, используемый при геомониторинге земной поверхности. - Астана, 2016. –Бюл. № 8.

110 Кыргызбаева Г.М., Солтабаева С.Т. и др. Совершенствование пунктов полигонометрии // Труды международной конференции «Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса».-Алматы: ҚазҰТЗУ, 2017. –С. 28-35.

111 Нурпеисова М.Б., Менаяков К.Т., Айтказинова Ш.К., Бек А.А. Прогноз техногенной опасности территории по данным геодезических и спутниковых измерений // Маркшейдерия және геодезия. – 2013. - №1(3). – С. 21-24.

112 Нурпейісова М.Б., Шалов Д.Д., Айтқазинова Ш.Қ. Жердің жасанды серіктері арқылы тірек пункттерінің координаталарын анықтау. Машанов оқулары. - Алматы: ҚазҰТУ, 2015. – Б. 289-295.

113 Рысбеков Қ.Б., Айтқазинова Ш.Қ. Аэроғарыштық түсіріс әдістері. – Алматы: ҚазҰТУ, 2014.- 154 б.

114 Нурпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар: оқулық.-Астана: Фолиант, 2013- 192 б.

115 Көпжасарұлы Қ. Тазалау қазбалары төбесінде түзілетін опырылыс күмбездерінің пішіндерін зерттеу // «Тау-кен металлургия кешендерінің инновациялық дамуын ғылыми және кадрлық қолдау» халықаралық конференцияның еңбектері.-Алматы: ҚазҰТЗУ, 2017. –Б. 218-221.

116 Нурпеисова М.Б. Оценка и прогноз геомеханического состояния массива при комбинированной разработке // Материалы XXI Междуна. научной школы академика С.А. Христановича. – Крым: Алушта, 2011. – С. 283–286.

- 117 Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах.- Алматы: КазНТУ, 2015. -266 с.
- 118 А.с. СССР, МПК E21C 39/00 Способ определения оседания кровли; опубл. 23.05.1986 г.
- 119 Пат. 2299324 РФ, МПК E21C 39/00. Способ измерения смещений пород кровли; опубл. 20.05.2007г.).
- 120 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Копжасарулы К. Полезная модель №2015/0149.2 Способ измерения оседания пород кровли. - Астана, 2016. – Бюл. № 8.
- 121 Мельников Н.В. Проблемы горной науки по карьерам будущего // В кн.: Будущее открытых горных работ. - М.: Наука, 1972.
- 122 Ржевский В.В. Техника контроля напряжений и деформаций в горных породах. - Л.: Наука, 1988. - 232 с.
- 123 Мелконян Р.Г. Экологические проблемы утилизации отходов горной промышленности // Тр. междуна. научного симпозиума «Неделя Горняка-2017.- М.:Изд-во «Горная книга»,2017. -С.389-400.
- 124 Указания по охране зданий и окружающей среды от вредного влияния горных разработок месторождения Акбакай».- Алматы: КазНТУ, 1994.-35 с.
- 125 Шемякин Е.И. Геомеханические и экологические аспекты освоения подземного пространства // Подземный город: геотехнологии и архитектура: Труды международной конференции. - Спб., 1998. – С. 3-7.
- 126 Певзнер М.Е. Деформация горных пород на карьерах.-М.: Недра, 1992.-186 с.
- 127 Нурпейісова М.Б. Жартасты-жарықшақты Қарату бассейні таужыныстарының жылжу процесін геомеханикалық тұрғыдан негіздеу және болжау: автореф. ... докт.техн.наук. – Қарағанды, 1995. - 35 б.
- 128 Нурпеисова М.Б., Бекбасаров Ш.С. Влияние безрудных участков и оставленных охранных целиков на углы сдвижения //Проблемы разработки полезных ископаемых. - Алма-Ата: КазПТИ, 1989. - С.60-64.
- 129 Нурпеисова М.Б., Тулупов А.А. Расконсервация предохранительного целика под автодорогу "город-площадка" // Разработка месторождений полезных ископаемых - Алма-Ата: КазПТИ, 1989. – С.74-76.
- 130 А.с.1549185 СССР. Способ управления процессом сдвижения (создание клина сдвижения)/Певзнер М.Е., Андросова О.Н., Нурпеисова М.Б.; опуб. 1990, №16.
- 131 Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К. Управление процессом сдвижения и охрана сооружений // Материалы 11 междуна.конф. молодых ученых и специалистов.– М.: ИПКОН РАН, 2014.-С.131-136.
- 132 Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К. Прогноз и управление рисками геомеханических явлений // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2015. - №12. -С.24-28.

133 Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К. Переработка отходов производства // Труды Междун. форума маркшейдеров «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии».-Алматы: КазНТУ, 2015.-С.76-79.

134 А.с. 728442 СССР. Способ укрепления карьерных откосов / Галустьян Э.Л.; опубл. 07.06.81.

135 А.с. 1627714 СССР. Состав для укрепления горных пород / Заславский И.Ю., Зорин Г.Л. и др.; опубл. 18.02.89.

136 Предварительный пат. 14475 РК. Состав для укрепления арматуры в скважинах при упрочнении горного массива / Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш., Касымханова Х.М.; опубл. 13.04.04.

137 Предварительный пат. 14476 РК. Раствор для укрепления трещиноватых горных пород / Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш., Касымханова Х.М.; опубл. 13.04.04.

138 Копжасарулы К. Составы укрепляющих растворов трещиноватых горных массивов // Труды конферен «Машановские чтения».- Алматы: ҚазҰТУ, 2015. – С.85-89.

139 Полезная модель №2015/0128.2. Раствор для укрепления трещиноватых горных массивов / Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Г.М., Копжасарулы К.- Астана, 2016. Бюл. №8.

140 Шашенко А.Н., Копжасарулы К. «Зеленая» экономика в горном деле/ Труды международной конференции «Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса».-Алматы: ҚазҰТЗУ, 2017. –С. 255-257.

141 Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К. Высокая планка «зеленой» экономики // Маркшейдерия и недропользование. - 2017. - №2. - С.2-5.

142 Николаева С.Б. Новейшая геодинамика и сейсмичность крупнейших палеозойских массивов // Строение, геодинамика и минералогические процессы в литосфере. - Сыктывкар: Геопринт, 2005. - С. 250–252.

143 Sixt International Symposium on Rockburst and Seismicity in Mines Proceedings. – Australia: Editors Yves Rotvin and Martin Hudyma; Australian Centre for Geomechanics.

144 Копжасарулы К. және т.б. Ақбақай кенорнындағы техногендік жүйелерді мониторингтеу // «Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі» монографиясында. - Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016.- Б.143-179.

145 Қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздік. Геология, геодезия және география. - Алматы: Қазақпарат, 2014. - Т.19. - 450 б.

146 Қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздік. Тау-кен және металлургия.-Алматы: Қазақпарат, 2014. - Т. 18. - 504 б.

## Қосымша А



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по академической работе

ДАО КазПИТУ им.К.И.Ситдеева

Р.М.Исмаков

10 2017 г.

АКІ

### внедрения результатов научно-исследовательских работ (НИР) в учебный процесс

Мы, нижеподписавшиеся, директор ГМИ д.т.н., профессор З.С.Абишева, заведующий кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия» доктор PhD Б.Б.Имансакилова, научный руководитель проекта №757.МОИЛГФ.15, НИИР 44 д.т.н., профессор Нурдеева М.Б., составили настоящий акт, о том, что результаты НИР «Снижение риска техногенных катастроф путем разработки инновационных методов управления» внедрены в учебный процесс в виде:

- установки средства измерения оседаний кровли выработок в учебном политехе ГМИ (по патенту №1606, Бюллетень №8 от 29.07.2016 г. «Способ измерения оседания кровли в горных выработках», авторы: Нурдеева М.Б., Кыргызбаева Г.М., Кошжасарулы К., Бек А.А.);

- установки постоянного грунтового репера на территории университета для проведения занятий по геодезии и высшей геодезии (по патенту №1586, Бюллетень №8 от 29.07.2016 г. «Постоянный грунтовой репер, используемый при геоинженерной земной поверхности», авторы: Нурдеева М.Б., Кыргызбаева Г.М., Орманбекова А.С., Бек А.А.);

- написания учебников «Деформации горных пород на карьерах», 2017г. (автор Нурдеева М.Б.), «Высшая геодезия», 2017г. (авторы Кыргызбаева Г.М., Нурдеева М.Б.);

- написания монографии: «Инновационные методы ведения геоинженеринга для прогнозирования опасных техногенных явлений», 2017г. (авторы: Нурдеева М.Б., Бек А.А.); «Экологическая и промышленная безопасность освоения недр», 2016 г. (авторы: Нурдеева М.Б., Кыргызбаева Г.М., доцент кафедры).

Использование результатов НИР в учебный процесс позволяет повысить качество подготовки специалистов в области маркшейдерии и геодезии.

Результаты исследований включены в диссертационные работы докторантов PhD Айбакиповой Ш., Кыргызбаевой Д., Кошжасарулы К., Курманбаев О., так как они являются непосредственными исполнителями данного проекта.

Директор ГМИ

З.С.Абишева

Зав.кафедрой МДнГ

Б.Б.Имансакилова

Научный руководитель

М.Б.Нурдеева

## Қосымша Б



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ

№ 93790

### АВТОРДЫҢ КУӘЛІГІ

Қоңжисарұлы Қосқанат (KZ)

*және* Нурпенсова Маржан Байсановна (KZ); Кыргизбаева Гулдана Мейрамбековна (KZ); Бек Айбек Асқарұлы (KZ); Ормамбекова Ажар Ермековна (KZ)

*пайдилы модельге авторы(лары) билып табылатындығы осымен кулшандырылады*

(11) 1573

(S4) ЖАРЫҚШАҚТЫ ТАУЖЫНЫСТАРЫ МАССИВТЕРІН ЖӘНЕ КЕНТІРЕКТЕРДІ БЕРІКТЕНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ҚҰРАМ

(73) *Патент целенуісі:* Нурпенсова Маржан Байсановна (KZ)

(21) 2015/0128,2

(22) 26.05.2015

Қазақстан Республикасы  
Әділет министрінің орынбасары

З. Әзімова

## Қосымша В



*[Handwritten signature]*

Директор ТОО «ЦСТМ»  
доктор техн. наук, профессор  
З.А. Есетов

Дана PhD докторанту кафедра «Маркетингдеректер және геология»  
Қазақстанның Ұлттық университетінің техникалық факультетінің  
(ҚазНТУ) Қосқандары о том, что физико-технические свойства  
новорода респиратора, полученного в результате сотрудничества с п.п.т.п. М.Б. Нурпеисовой,  
исследованы в течение 2015-2016 годов в Центральной лаборатории  
сертификационных испытаний строительных материалов (ЦСТМ).  
Патент на изобретение модель №1573, №2015/0128.2.-Астана, 2016 г.  
«Астана үшін ұйымдасқан» прототиптерін тексеру және тексеру».

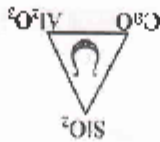
### СТРАХКА

№ «93» от «28» сентября 2017 г. за № «3» от « » 2016 г.

Қазан Республикасының Білім және Ғылым Министрлігі  
15, Қазан қаласы, Астана 050008, пар. 29, Қазақстан Республикасының  
Е-mail: test@kaznmu.kz

Телефон: (727) 253-02-10 (факс: 8 (727) 253-08-42)  
Тел: 8 (727) 253-02-10 (факс: 8 (727) 253-08-12)

**«ЦСТМ»**  
Қазақстан Республикасының  
сертификациялық  
Құпиялық материалдармен  
сертификациялық  
ғылыми-зерттеу  
**ОРТАЛЫҚ ЛАБОРАТОРИЯСЫ**



Төтенше жағдайлармен  
ортақтасумен  
«ЦСТМ»  
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
сертификационных испытаний  
строительных материалов

## Қосымша Г



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ

№ 93864

### АВТОРДЫҢ КУӘЛІГІ

Қоңжасарұлы Қосқанят (KZ)

және Нурдєсова Маржан Байсановна (KZ); Қырызбаева Гүлдана  
Мейрамбековна (KZ); Бек Айдос Асқарұлы (KZ)

*пайдалы модельге авторы(лары) болып табылатындығы осымен  
қуғандырылады*

(11) 1606

(54) Тау-кен қазбалары төбесінің шөгулерін өлшеудің тәсілі

(73) *Ишпеніт-иселенушісі:* Шурдєсова Маржан Байсановна (KZ)

(21) 2015/0149.2

(22) 08.06.2015

Қазақстан Республикасы  
Әділет министрінің орынбасары

Э. Әзімова