

«Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

ӘӨЖ 528. 02: 622.83

Қолжазбаға құқықты

ДОНЕНБАЕВА НАЗГУЛЬ СЕРИКОВНА

**Карьер беткейлерінің орнықтылығын геомониторингтеудің
геодезиялық әдістерін жетілдіру**

6D071100 – Геодезия

(PhD) Философия докторы дәрежесін алу үшін диссертация

Ғылыми кеңесшілер:

Нұрпейісова М.Б.,

т.ғ.д., профессор;

Қырғызбаева Г.М., т.ғ.к.,

асс.профессор

Шет елдік ғылыми кеңесші:

Левин Е., к.т.н., PhD доктор

Қазақстан Республикасы

Алматы, 2023

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
БЕЛГІЛЕНУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....	5
КІРІСПЕ.....	6
1 ИГЕРІЛІП ЖАТҚАН КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЗЕРДЕЛЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....	10
1.1 Карьер беткейлері орнықтылығын зерттеу мәселелеріне талдау.....	10
1.2 Таужыныстардың деформациялануының негізгі себептері мен түрлері.....	13
1.3 Карьер қиябеттерінің деформациялануына әсер ететін негізгі факторлар.....	16
1.4 Зерттеу нысаны туралы қысқаша мәлімет.....	19
1.5 Геомеханикалық мониторингтеудің геодезиялық әдістерін жетілдіру үшін талдау жасау.....	20
Бірінші тарау бойынша қорытынды.....	26
2 КАРЬЕРДЕГІ ТАУЖЫНЫСТАР МАССИВІНІҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ.....	28
2.1 Ақжал карьеріндегі таужыныстардың беріктік қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау.....	28
2.2 Таужыныстардың құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу.....	32
2.2.1 Карьердің таужыныстар жарықшақтылығына ғылыми зерттеу жүргізу.....	32
2.2.2 Массивтегі таужыныстардың әлсіздену жіктемесі.....	34
2.3 Заманауи лазерлік сканерді қолдану арқылы таужыныстардың жарықшақтылығын зерделеуді жетілдіру.....	39
Екінші тарау бойынша қорытынды.....	43
3 КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ.....	44
3.1 Карьер беткейлерін мониторингтеу.....	44
3.2 Карьерде геомеханикалық мониторингтеудің аспаптық өлшеу әдісін жетілдіру.....	45
3.2.1 Тұрақты тірек пункттерінің конструкциясын жетілдіру.....	45
3.2.2 «Центральный» карьер беткейлерінің орнықтылығын бақылау мақсатында орналастырылған профильдік сызықтардың жай-	

	күйін зерделеу.....	47
3.3	Карьер беткейінің орнықтылығын зерттеуде GNSS құрылғыларының технологиясы мен электрондық тахеометр аспабын қолдану арқылы деформациялық үрдістерді болжау.....	58
3.4	«Центральный» карьерінің беткейлерінің орнықтылығын лазерлік сканерлеу арқылы зерттеу.....	68
3.5	Тектоникалық жарылымдар мен жер асты қазбаларының карьер беткейлеріне тигізетін ықпалын зерттеу.....	74
	Үшінші тарау бойынша қорытынды.....	79
4	ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН КЕНДІ ИГЕРУДІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРІН БАСҚАРУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ	80
4.1	Карьер қиябеттеріндегі геомеханикалық үрдістерді басқару.....	80
4.2	Дәстүрлі әдістер бойынша әлсіз таужыныстарды беріктеу түрлері.....	81
4.2.1	Таужыныстар құрамын, құрылымын және қасиеттерін өзгертпейтін бекіту тәсілдері.....	81
4.2.2	Таужыныстар құрамын, құрылымын және қасиеттерін барынша өзгертетін әдістер.....	82
4.3	Жарықшақты таужыныстарынан қалыптасқан Ақжал карьері кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыздандыру шараларын жетілдіру.....	83
4.3.1	Карьер кемерлерін беріктеудің тәсілін жасау.....	83
4.3.2	Жарықшақты таужыныстарын беріктеудің цементтелген ертінділер құрамын жасау.....	85
	Төртінші тарау бойынша қорытынды.....	89
	ҚОРЫТЫНДЫ	90
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	91
	ҚОСЫМША А	99
	ҚОСЫМША Ә	100
	ҚОСЫМША Б	124
	ҚОСЫМША В	125

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста стандарттарға сәйкес сілтемелер көрсетілген:

1. Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасының Кодексі 2017 жылғы 27 желтоқсандағы № 125-VI ҚРЗ.

2. Тау-кен және геологиялық барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілер үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 2014 жылғы 30 желтоқсандағы № 352 бұйрығы. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігінде 2015 жылы 13 ақпанда № 10247 тіркелді.

3. Инструкция по безопасному ведению горных работ при комбинированной (совмещенной) разработке рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых // В сб.: руководящих материалов горнорудного надзора. - М.: Изд. АГН, 1998.

4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. –Л.: Изд.ВНИМИ, 1990.

5. Инструкция по маркшейдерским и топографо-геодезическим работам в нефтяной промышленности. РД 39-0147139-101-87.

6. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М.: Недра, 1990.

7. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. – Астана, 2008. – 79 с.

8. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». М.: ПНИИИС Госстроя России, – 92с.

9. РД 07-408-01 «Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр». ГУП "НТЦ "Промышленная безопасность", № 2002. –6 с.

10. РД 07-603-03 «Инструкции по производству маркшейдерских работ». М.: Управление по надзору за охраной недр и геолого-маркшейдерскому контролю, 2003. – 82с.

БЕЛГІЛЕНУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

КДК	Кернеулі деформациялық күй
ҒОО	Ғылыми өндірістік орталық
ЖБВЖ	Жер бетінің вертикальды жылуы
ГУГК	Главное управление геодезии и картографии
ЦНИИГАиК	Центральный научно-исследовательский институт геодезии и картографии
МЦТП	Мәжбүрлеп центрлеудің тұрақты пункттері
ЖШС	Жауапкершілігі шектеулі серіктестік
ҚР БҒМ	Қазақстан Республикасының Білім - Ғылым Министрілігі
ҚазҰТЗУ	Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті
ЧЦЗ	Челябі Мырыш Зауыты
GPS	Global Positioning System
МЦЖП	Мәжбүрлеп центрлеудің Жербетілік Пункт
SGEM	Scientific GeoConference
ИПКОН РАН	Институт Проблем Комплексного Освоения Недр Российской Академии Наук
СНиП РК	Строительные нормы и правила Республики Казахстан
ГОСТ	Государственный стандарт
кПа	Кило Паскаль
МПА	Мега Паскаль
мм	миллиметр
см	сантиметр

КІРІСПЕ

Еліміздегі пайдалы қазбаларды игеру тау-кен өнеркәсібінің дамуының көрсеткіші болып келеді. Республикамыздың тау-кен өнеркәсібінің пайдалы қазылымдары еліміздің шаруашылық салаларын ғана қамтамасыздандырып қоймай, шет елдердің де сұранысына ие.

Қазіргі кезде тау-кен өнеркәсібінің пайдалы қазылымдарын неғұрлым толық игеру көзделген, сондықтан да заманауи автоматтандырылған құралдарды пайдалану, өндірістік жұмыстардың қауіпсіздігі мен тиімділігі мақсатында қажетті қондырғылармен механикаландыру болып келеді.

Күрделі тау-кен геологиялық жағдайларға ие кенорындарды игеруде таужыныстардың кернеулі күйінің өзгерісіне, деформациялануына және бұзылуына байланысты, геомеханикалық үрдістерге әкеліп соғады. Туындайтын үрдістер еңбек қауіпі, техникалық және экологиялық зардаптарды шегуге әкеліп соқтырады. Шетелдердің және еліміздің игерілетін тау-кен өнеркәсіптері геомеханикалық үрдістердің кесірінен зардап шегуде. Қазақстан Республикасында және шетелдерде пайдалы қазылымдарды игерудің құрама (алғашында ашық тәсілмен, кейін жерасты) тәсілін қолдану дамуда [60, 72].

Еліміздің бірқатар кенорындары да ашық тәсілден жер асты тәсілмен кенді игеруге көшіп жатыр. Сол себепті, жерасты тәсілмен кен игеру кезінде геомеханикалық үрдістерді зерттеу және кен игеру жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыздандыру басты мәселелердің бірі болып табылады. Құрама тәсілмен игерілетін тау-кен кәсіпорындардың бірі Ақжал кенорны болып табылады, ол 2013 жылдан бері осы тәсілмен өндіріле бастады. Жер асты және ашық тәсілмен кен игеру технологиясы геомеханикалық үрдістерде оң және теріс құбылыстардың пайда болуына әкеп соғады және де пайда болған құбылыстар арасында жер асты қазбаларын игеру кезінде қиябеттер бұрыштарының көлбеуленуін және жер асты қазбаларының орнықтылығының төмендеуін және т.б. ескеру қажет. Сонымен қатар, игерілетін кен орындарында кенді тиімді және қауіпсіз игеру үшін кешенді геомониторингтеу әдісі арқылы жерасты қазбаларының, карьер ернеулерінің орнықтылығын қамтамасыздандыру басты өзектілік болады.

Тау-кен кәсіпорындарындағы дәстүрлі геодезиялық бақылаулар геомониторингтеудің техникалық деңгейін қанағаттандырмайды, себебі олармен жұмыс жасау ұзақ уақытты қажет етеді және игерілетін сілем таужыныстарының деформациялық жай-күйі туралы жедел ақпаратты алу мүмкіншілігі жоқ.

Сол себепті, геомониторингтеу үшін заманауи жоғары дәлдікті геодезиялық аспаптарды (электрондық тахеометр, лазерлік сканер және GNSS құрылғысы) қолдану және олармен өлшеу жұмыстарының әдістерін жетілдіру инновациялық бағытты арттырумен тығыз байланысты. Жоғарыда айтылған мәселелер бойынша Республикамыздың «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану жайлы», «Геодезия және картография» заңдарында ерекше көңіл аударылған, онда тау-кен кәсіпорындарына «Заманауи геодезиялық аспаптарды

қолдана отырып, массивтегі таужыныстардың жай-күйіне жүйелі түрде геодезиялық-маркшейдерлік бақылауларда тау-кен әзірлемелерінің қоршаған ортаға зиянды әсерінің алдын алу және жою жүктелген».

Диссертациялық жұмыстың тағы бір өзектілігі Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының 2020-2022 жылдар аралығында жүргізген АР 08053410 «Техногендік төтенше жағдайлардың алдын алу үшін таужыныстары массивінің жай-күйін болжау мен бағалаудың инновациялық әдістерін әзірлеу» атты БЖҒ министрлігінің гранттық жобаны қаржыландыру аясында жүргізілгендігі. Яғни, жоғарыда айтылған тақырыптағы гранттық жоба диссертациялық жұмысқа сай жүргізілген, себебі таужыныстар массивіндегі геомеханикалық үрдістерді зерттеу арқылы геомониторингтеудің геодезиялық әдістерін жетілдіруге байланысты карьерде техногендік төтенше жағдайлардың алдын алу болып келеді.

Зерттеу мақсаты болып карьер беткейінің орнықтылығына әсер ететін факторларды анықтау және оның негізінде геодезиялық әдістерді геомониторингтеуде жетілдіру арқылы карьер қиябеттеріндегі таужыныстардың жарықшақтылығының тұрақтылығын қамтамсыздандыру, тау-кен жұмыстарының тиімділігін және өндірістік қауіпсіздігін жоғарылату.

Жұмыстың негізгі идеясы тау-кен техникалық факторларға байланысты массивтің құрылымдық ерекшеліктерінің және физика-механикалық қасиеттерінің параметрлерінің өзгерісін қарастыру.

Зерттеу объектісі Ақжал кенорны.

Зерттеу пәні карьер қиябеттеріндегі деформациялық үрдістер.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

1. Карьер беткейлері таужыныстарының орнықтылығын зерттеудің қазіргі жағдайына талдау жасау, таужыныстарының беріктік қасиеттерін және құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу;
2. Таужыныстардың орналасу тереңдігіне байланысты беріктік қасиеттерінің өзгерісін анықтау;
3. Геодезиялық өлшеулердің дәлдігі мен өнімділігіне әсер етуші факторларды анықтау және жоғары дәлдікті геодезиялық технологиялардың негізінде геомониторингтеу әдісін негіздеу;
4. Деформациялық үрдістердің геомеханикалық моделін құру;
5. Зерттеу барысында алынған нәтижелердің материалдарын магистранттардың дәрістік және тәжірибелік сабағына, сондай-ақ өндіріс үрдісіне енгізу.

Зерттеу әдістері. Алға қойылған мәселелерді шешу үшін геомеханикалық үрдістерді зерттеу саласындағы әдебиет көздеріне, бай тәжірибеге талдау жасауды, геомеханикалық мониторинг жүргізудің әдістерін, геодезиялық бақылаулар қолданысындағы заманауи аспаптар мен технологияларды, өлшеу әдістерінің дәлдігіне баға беруді, геомеханикалық процестердің модельдерін жасауды қамтитын кешенді әдістер пайдаланылды .

Қорғалатын ғылыми қағидалар:

1. Логарифмдік тәуелділік бойынша таужыныстардың орналасу тереңдігіне байланысты мықтылық қасиеттері өзгереді.

2. Геодезиялық өлшеулердің дәлдігі мен өнімділігіне және карьердің беткеймаңы массивтерінің деформациялық үрдістерінің параметрлерін анықтаудың жеделдігіне орындаушы маманның біліктілігі, өлшеу әдістері, сыртқы орта және ең негізгісі аспапты центрлеуі болып табылады, ал аспапты орнату конструкциясын жетілдіру арқылы центрлеу қателігін 2 есе азайтады, бұл өлшеу дәлдігі мен өнімділігін едәуір арттырады, адамзаттық және техникалық факторлардың әсерін азайтады.

Ғылыми жаңалықтар:

1. Карьер беткейлері массивінің геомеханикалық жағдайын болжауға және кен орнын қарқынды игеру кезінде өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері мен олардың орналасу тереңдіктерінің арасындағы логарифмдік корреляцияның алынғандығы.

2. Аспаптарды жоғары дәрежеде центрлеуді, көздеуді және қорғау шараларын қабылдау үшін беткеймаңы массиві деформациялық үрдістердің параметрлерін жедел анықтауды қамтамасыз ететін тұрақты мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік пунктінің жетілдірілгендігі (жаңалығы ҚР 19.08.2022 жылғы №35798 патентімен расталған) [Қосымша А].

Жұмыстың ғылыми мәні. Таужыныстардың орналасу тереңдігіне байланысты беріктік қасиеттерінің өзгерісі, геофизикалық өлшеулердің дәлдігіне әсер ету факторларын анықтау және олардың өнімділігі, карьер беткейінің орнықтылығын болжау әдістері туралы жаңа ғылыми білім алу.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы: техникалық шешімдер мен геомониторингтеу әдістерін негіздеуге карьер беткейінің орнықтылығына байланысты кенорында тау-кен жұмыстарының тиімділігі мен қауіпсіздігін жоғарылатады.

Автордың диссертациялық жұмыстағы жеке үлесі. Ғылыми жұмысты орындауда қойылған мақсаттар мен міндеттер құру. Таужыныстардың орналасу тереңдігіне байланысты беріктік қасиеттерінің өзгерісінің нәтижелерін талдау және жоғары дәлдікті аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жердегі пунктісінің конструкциясын жетілдіру, мақалалар жазу.

Ғылыми қағидалар мен қорытындылардың негізділігі және сенімділігі: корреляциялық және регрессиялық белгілі зерттеу әдістерінің талдаулары Ақжал кенорнында қолданыс табуымен қатар, оқу үдерісіне енгізілудің оң нәтижелігімен расталынады және арнайы актілермен расталады [Қосымша Б, Қосымша В].

Диссертациялық жұмыс нәтижелерін апробациялау. Ғылыми жұмыстың нәтижелері келесідей ғылыми-практикалық және халықаралық конференцияларда баяндалып, жарияланды: «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0» (Алматы, ҚазҰТЗУ, 2019 ж.), «Роль геодезии и маркшейдерии в реализации программы,

Цифровой Казахстан» (Алматы, Сәтбаев оқулары-19, ҚазҰТЗУ, 2019 ж.), «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (Мәскеу, РФА ИАҚК, 2019ж.); «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения недр» (Мәскеу, РФА ИАҚК, 2020ж.).

Ғылыми еңбектері. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша 16 баспа жұмыс жарияланды, оның ішінде 4 - ҚР БҒМ Білім саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарында, 2 – Web of Science және Scopus базасына кіретін журналдарында, 5 - басқа да ғылыми журналдарында, 4 – халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдарында жарияланды, 1 – «Аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік тұрақты геодезиялық пункті», №35798 ҚР патенті 19.08.2022ж.

Диссертациялық жұмыстың көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс: кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан құрылған. Жұмыстың көлемі: 125 беттерден, 63 суреттерден, 13 кестелерден тұрады.

1 ИГЕРІЛІП ЖАТҚАН КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЗЕРДЕЛЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

1.1 Карьер беткейлері орнықтылығын зерттеу мәселелеріне талдау

Кен орындарды игеру және қалпына келтіруде тау-кен өндірісінің қоршаған ортаға әсер етуі күннен-күнге артуда, таужыныстарда түрлі геомеханикалық үрдістердің туындауына әкеліп соғады.

Игерілетін кен орынның массивтегі таужыныстарындағы геомеханикалық үрдістердің қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсерлерін бақылау арқылы және олармен басқару жолдарын анықтау арқылы тау-кен жұмыстарын жүргізудің қауіпсіздігін қамтамасыздандыру тау-кен ғылымының саласы мен өнеркәсібінің басты міндеті болып келеді [60].

Массивтегі таужыныстардың жылжу үрдісін егжей-тегжей зерттеу – аз уақытта орындалатын жұмыс емес. Бұл үрдіс тау-кен жұмыстарының тоқталмайынша күнделікті жұмыс кестесінен жойылмайтын тұрақты негізгі мәселе.

Мұндай техногендік үрдістер еліміздің тау-кен өндірісі дамып жатқан аймақтарда маңызды мәселе, сол себепті техногендік апаттар мәселесін шешу алдыңғы орынға қойылған. Оған дәлел, дүние жүзі бойынша тау-кен өндірісі дамыған елдерде техногендік апаттарды болжау мен бақылауды басқару жіті назарда болып келеді [1-7].

Сондықтан да, еліміздегі «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану» Заңында «Жер қойнауын пайдаланушы Қазақстан Республикасының заңнамасында көзделген, жұмыстарды қауіпсіз жүргізу жөніндегі қағидалар мен нормалардың сақталуын, сондай-ақ авариялардың, жазатайым оқиғалардың алдын алу мен оларды жою және кәсіптік аурулардың профилактикасы бойынша іс-шаралардың жүргізілуін қамтамасыз етуге тиіс» [8] тау-кен кәсіпорындарының қызметтеріне жұмысты қалыпты технологиялық циклды қамтамасыздандыру және кен игеру кезінде кен орынында қауіпсіздікті ұстану қағидасы жүктелген. Осыған байланысты, Еліміздегі пайдалы қазбаларды игерудегі қауіпсіздікті нығайту арқылы пайдалы кенді қазу тиімділігін жоғарылату.

Елімізде және шет елдерде тау – кен өндірісінің қарқынды дамуының негізгі көрсеткіші ретінде кенді игеру тереңдігінің артуы арқылы қауіпсіз кенді қазумен ерекшеленеді.

Қазіргі уақытта массивтегі таужыныстарда деформациялық үрдістердің жүруі мен қысымының жоғарылауына байланысты кенді игеру талаптарын біраз қиындатады, кенді игеру өнімділігін азайтады және кеніштерде қауіпті жағдайларды қалыптастырады. «Тау-кен және геологиялық барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілер үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидаларын бекіту туралы» Заңында «карьерлер, кертпештер, үйінділер беткейлерінің деформацияларын зерттеу және олардың пайда болу себептерін анықтау» [9], осыған сәйкес кен игеру кезінде карьер

беткейінің орнықтылығын зерттеуде таужыныстар массивінің деформациялық үрдістердің туындауын анықтау және дер кезінде тежеу болып келеді.

Жер асты тәсілмен кен игеру жұмыстарының әсер етуінен таужыныстар массивтерінде деформациялық үрдістердің туындауына әкеледі. Тау-кен қазбаларын жүргізуде жоғары горизонттардағы таужыныстардың табиғи тепе – теңдігінің бұзылуына байланысты ірі қуыстардың пайда болуын қалыптастырады. Таужыныстар массивінде бұзылған таужыныстар деформациялық үрдіске ұшырайды және игерілген бос кеңістікті толықтыруға ығысады.

Соның салдарынан, жерасты қазбаларының төбе және бүйір жақтары бұзылып құлайды және қалдырылған кентіректер біртіндеп жаншылады, содан кейін тау-кен қазбалары қирайды. Осы себептен, жер бетімен жалғасқан жерасты таужыныстарының арасында деформациялық үрдіс жүріп жер бетінде жылжуларға әкеледі. Жер бетінде орналасқан жылжу аймағына енетін карьер беткейі, құрылыстар және басқа да нысандардың деформациялық үрдіске ұшырап, кей кездері мүлдем пайдалануға жарамайтындай күй кешеді [29].

Тау-кен кәсіпорындарын ашық тәсілмен игеру массивтегі таужыныстарда туындайтын жылжулар тау-кен кәсіпорының экономикалық және еңбек қауіпсіздігі көрсеткіштерінің төмендеуі, карьер беткейлерінің орнықтылығын арттыру мақсатында және қосымша жұмыстарды жүргізуге мәжбүр етеді.

Сондықтан да, ашық тау-кен жұмыстары кезінде карьер кемерлерінің қиябеттік бұрыштарын дұрыс есептеу, еңбек қауіпсіздігін жоғарылату, пайдалы қазбаның жоғалымы мен құнсыздануына жол бермеу және кемерлердің орнықтылығын қамтамасыздандыру мәселесін шешіледі.

Массивтегі таужыныстардың орнықтылығы туралы зерттеулердің екі ғасырдай тарихы бар және ол он сегізінші ғасырдың 73 жылдары француздың әлемге белгілі ғалымдары Кулон мен Коломбаның зерттеулерінен бастау алған. Әрмен қарай, осы бағыт бойынша зерттеу жұмыстарын У. Ренкин (1857ж.), Р. Винклер (1872ж.), И. Кульман (1886ж.), В. Петтерсон (1916ж.), А. Надаи (1928ж.), К. Терцаги (1939ж.), В.В. Соколовский (1939ж.), С.С. Голушкевичтердің (1948ж.) атақты ғалымдар жалғастырған.

XX-ғасырда ашық тәсілмен кенді игеру қарқынды дамуына байланысты, оны кеңес үкіметінің ғылыми-зерттеу институттары мен жоғарғы оқу орындары және бұл салада біраз ғылыми зерттеулер жасаған ғалымдар Г.Л. Фисенко [10], А.Ж. Машанов [11], К.Н. Трубецкий [12], Б.Р. Рақышев [13], В.Н. Попов [14] осы саланың ғылыми көзқарасының негізін қалыптастырды.

Қазіргі уақытта еліміздің жетекші ғалымдары осы бағыттағы ғылыми еңбектерді әрі қарай дамытқан және жалғастырып келе жатыр И.И. Попов, Р.П. Окатов, Ф.К. Низаметдинов [15], М.Б. Нурпеисова [16], Т.Т. Ипалаков [17], Х.М. Қасымқанова [18] және басқа да ғалымдардың атқарған жұмыстары зор [19-25].

Жоғарыда аталған ғалымдардың еңбектерінде тау-кен кәсіпорындарын ашық әдіспен игеруде туындайтын мәселелерді ойдағыдай шешуде жан-жақты ғылыми зерттеу жұмыстарына сүйенуге болады [28].

Карьер беткейіндегі таужыныстардың деформациялануының бірнеше түрі бар: қорымдар, опырылулар, жылжымалар, отырулар, сусымалар болып жіктеледі. Осы таужыныстарының деформацияларының жіктемесінің түрлері еліміздің рудалық кен орындарын игеретін карьерлердің бүкілінде кездеседі [88].

Бұрынға кеңес үкіметі уақытында ашық тау-кен жұмыстары қарқынды дамыған жылдары осы салада біршама жетістіктерге қол жеткізген ғылыми-зерттеу институттары мен жоғарғы оқу орындары: ВНИМИ, ВИОГЕМ, А.А. Скочинский атындағы тау-кен істері институты, ВНИПИгорцветмет, МГГУ, СПбГГУ, УГГГА, Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Д.А. Қонаев атындағы тау-кен істері институты, ҚарМТУ және тағы басқа зерттеу мекемелері жатады. Осы жоғарыда айтылған ашық тау-кен жұмысындағы маңызды мәселелерді шешу мақсатында арнайы бөлімдер, зертханалар, топтар ұйымдастырылып, оған беделді ғалымдар тартылды [30].

Сол уақыттарда карьер кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын зерттеудің отандық ғылыми мектептердің іргетастары қаланды. Қазақстанның өзінде сол уақыттары екі ғылыми мектеп қалыптасты. Бірі - рудалық кенорындарында ғылыми-зерттеулермен айналысқан, әлі күнге дейін қызыметін жүргізіп келе жатқан Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дегі Машановтың ғылыми мектебі. А.Ж.Машанов өмірден өткеніне 25 жыл болса да, ол негізін қалап кеткен ғылыми мектептің барлық бағыттарын Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының ұжымы бұрынғы дәстүрлі қалыпта дамытып келе жатыр. Машановтың ғылыми мектебінің шәкірттері атқарып жатқан ғылыми жұмыстардың нәтижелері өндіріске енгізіліп, жас ғылыми мамандар даярлауда «Маркшейдерия» және «Геодезия» мамандықтары бойынша магистранттар мен ғылым докторларын даярлауы - Машановтың ғылыми мектебінің тұрақты қалыптасқандығы мен өміршеңдігінің куәсі.

Сонымен қатар, Сағынов атындағы Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің профессоры Ф.К. Низаметдинов өзінің ұстазы И.И. Поповтың көмір кен орындарын зерттеу бойынша ғылыми тәжірибесін жетелеуде.

Ашық кеніштерді жобалауда, салуда және игеруде кемерлердің көлбеу бұрыштарын дұрыс есептеп шығару басты мәселенің бірі болып келеді. Пайдалы қазбаларды тиімді игерудің маңыздылығы тікелей еңбек қауіпсіздікті арттыру және қазындының құнсыздануына жол бермеу, сонымен қатар карьер кемерінің көлбеу бұрышы тұрақты болуы қажет [90].

Қазіргі уақытта карьер беткейлерінің орнықтылығын бағалау үшін ортаның шекті – кернеулі күйінің қарпайым моделін жасауға негізделген және онда таужыныстар массивінің деформациялық жағдайы ескерілмейді.

Қысқа уақыт аралығында тәжірибелік нәтижелерді алу мақсатында әр алуан есептеу сызбалары ұсынылды. Карьерлерде кенді игеру жұмыстары үшін

карьер қиябеттерінің орнықтылығын бағалаудың әр алуан тәсілдері мен әдістерінің саны 150-ден асқан.

Карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеудің соншама көптеген тәсілдері мен әдістерінің біршама ғылыми жіктемелерді жасауды туындатады [88].

Г. Л. Фисенконың [26] және М.Е. Певзнердің [27] ғылыми зерттеулері сырғу беттің түріне негізделген. Ал, Р.П. Окатовтың [15] ғылыми еңбегі орнықтылықты бағалаудың теориялық және аналитикалық әдістеріне, сонымен қатар кемерге түсетін күш, кернеу мен деформациялардың сипаттамаларын ескеруге бағытталған [30].

Жоғарыда зерттеу жұмыстарын жүргізген ғалымдардың зерттеулері біршама нәтижелерге қол жеткізсе де, карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыздандыру мақсаты, әлі де көптеген ғылыми зерттеулерді қажет етеді. Сондықтан да, 2019-2022 жылдары «Ақжал» карьері беткейлерінің орнықтылығын нақты жағдайын геомониторингтеуде қол жеткізген нәтижелер дәлелдейді.

1.2 Таужыныстардың деформациялануының негізгі себептері мен түрлері

Ашық тәсілмен пайдалы қазбаны игеру кезінде таужыныстарының массивінде деформациялық үрдістердің туындауына байланысты, таужыныстардың жылжуының әсерінен тау-кен өндірісінің қауіпсіздігі мен экономикалық тиімділік көрсеткішінің төмендеуіне әкеледі. Соның салдарынан, карьер кемерлерінен құлаған құламаларды аршу, жиек учаскелерін беріктеуді мәжбүрлейді [83].

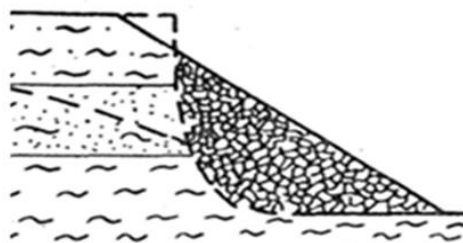
Қазіргі таңда елімізде карьерлерде кенді игеру үшін заманауи жоғары дәлдікті автоматтандырылған аспаптарды пайдалану арқылы ашық тәсілмен пайдалы қазбаны қазу қарқынды дамыған және де сол себепті игеру тереңдігінің ұлғаюының бірден бір көрсеткіші болып келеді [53].

Сондықтан да, ауқымды кеніштерде пайдалы қазбаны игерудің қауіпсіздігі, дайындалған кен қорын толық алу немесе жоғалту және оның бос таужыныстарымен қоспаланып құнарсыздануы кәсіпорынның экономикалық көрсеткіштері – карьер беткейлерінің орнықтылығына тікелей байланысты болып келеді [28].

Мысалға, тереңдігі 300 метрлік карьер беткейі көлбеу бұрышын тек қана 1°-қа көтеру, беткейдің әрбір шақырым ұзындығына, аршу жыныстарының көлемін 3 млн.м³ азайтады. Елімізде ашық кеніштерден үйінділерге тасылатын бос таужыныстардың көлемі жылына жүздеген миллион тоннаға дейін жетеді. Сондықтан да, ашық әдіспен кен игеру жұмысын одан әрі дамытуда карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыздандыруға ерекше көңіл аударылады [28].

Кен орнын игеру кезінде карьер қиябеттерінің орнықтылығына көптеген факторлардың әсеріне және оларға қарсы шаралар қолданылады. Карьер беткейіндегі таужыныстардың деформациялары бірнеше түрге бөлінеді [28].

Қорымдар (төгілу) деп карьер кертпешінің жоғарғы жағынан төменге қарай таужыныстардың үгіліп және бұзылуынан пайда болған кесек тастардың құлап, үйіліп жатуын айтады (сур. 1.1) [28].



Сурет 1.1 – Қорымның схемасы [28]

Опырулар (шөгулер) деп карьердің жиектік учаскілеріндегі жұмсақ жыныстардың жылжымай тік бағытта төмен қарай түсулерін атайды. Мұнда жылжу бетке геологиялық бұзылулармен жарықшақтар арқылы әлсіреген келбеу жақтар жатады. Жылжудың қарқынды кезеңі лезде болады, сондықтан да адам өміріне механизмдер өте қауіпті болып келеді (сур. 1.2) [28].



Сурет 1.2 – Опырылып құлаулар

Таужыныстарын жылжудан, опырылудан сақтау үшін жиектік учаскілердің геологиялық қасиеттерін егжей-тегжей зерттеп, соған сәйкес кемерді нығайту жұмыстары жүргізіліп отырылады [28].

Отырулар (шөгулер) деп карьердің жиектік учаскілеріндегі жұмсақ жыныстардың жылжымай тік бағытта төмен қарай түсулерін атайды. Олар бос таужыныстарының нығыздалуы және жауын-шашыннан ылғалдануы нәтижесінде пайда болады (сур. 1.3) [28].



Сурет 1.3 - Отырулар немесе шөгүлер

Сусымалар - суға қаныққыш таужыныстарында қалыптасады және де олар қатты күйден сұйық күйге өтеді. Сонымен қатар, олар құмды, сазды, балшықты және т.б. шөгінділер түрінде байқалады (сур. 1.4). Сусымалар құрғату (дренаж) жасау арқылы жойылады [28].



Сурет 1.4 – Сусымалар

Жоғарыда айтылған таужыныстардың деформацияларының түрлері Республикамыздың рудалық кен орындарын игеретін карьерлердің бүкілінде кездеседі: Кесте 1.1 – Еліміздің кен орындарының карьерлеріндегі деформациялар түрлері [28].

Кесте 1.1 - Еліміздің карьерлеріндегі деформациялық үрдістердің түрлері

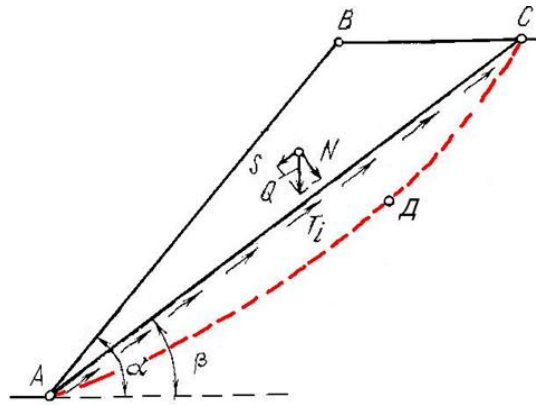
Еліміздегі карьерлер	Қорымдар	Опырылулар	Жылжыма - лар	Шөгүлер	Сусымалар
Мыс кен орындары					
1. Саяқ	Бар	ықшам	-	-	-
2. Коңырат	Бар	ықшам	-	-	-
3. Жезказған (Златоуст-Белов, Акший Спасский)	бар	ықшам	-	Төменгі жақтары үйінділер	-
Түсті металдар					
4. Карагайлы (Главный, Дальний)	бар	ықшам жерлерде	қиябеттіңж оғарғы жақтары	Төменгі жақтары үйінділер	-
5. Ақжал	бар	ықшам	-	-	-

6. Жерек	бар	ықшам	ықшам	-	-
7. Родниковый	бар	ықшам жерлерде	ықшам	-	-
Бокситті					
8. Торғай (Арқалық I- III)	бар	-	ықшам	-	-
Рудасыз					
9. Оңтүстік-Топар эктастары	бар	кейбір ықшам жерлер-де	Қиябеттіңж оғарғы жақтары	Төменгі жақтары үйінділер	сумен араласқан балшықты тау жыныстары
10. Алексеев доломиттері	бар	ықшам жерлерде	-	-	-

1.3 Карьер қиябеттерінің деформациялануына әсер ететін негізгі факторлар

Карьер қиябеттерінің таужыныстарының деформацияларын анықтау және оның орнықтылығына баға беру үшін кешенді зерттеулердің жиынтығын қолданамыз. Кешендік зерттеулердің бірі – геодезиялық аспаптық зерттеу жұмыстарын жүргізу. Бұл зерттеу жұмыстарын жүргізу мақсатында ең алдымен карьер беткейлері мен қиябеттеріндегі таужыныстардың жылжу түрлері мен оларға әсер ететін жағдайларды анықтау керек. Карьер беткейлері мен оған жақын орналасқан құрылыстардың орнықтылығына әр түрлі факторлар әсерін тигізеді. Карьер беткейлерінің орнықтылығын кертпештерді ұстап тұратын және сырғытатын кернеулік екі күштердің ара қатынасының байланысы [28].

Осы екі күштердің шамасына әр түрлі факторлар әсерін тигізеді. Карьердің беткей маңындағы таужыныстардың тепе-теңдік жағдайын сызба бойынша түсіндіру үшін сур. 1.5 қарастырайық [28]. Мұндағы карьер кертпешінің сырғып кетуіне ықтимал ABC үшкілі горизонтқа β - бұрышымен көлбеңкі жатқан AC жазықтық бетімен жылжиды десек, 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 - $f = \tan\varphi$ мен kL -мен сипатталған таужыныстарының бір - бірімен ілінісуі де әсерін тигізеді [28].



Сурет 1.5 – Қиябет орнықтылығын есептеу сызбасы

Егер ABC үшкілін AC жазықтығы бойынша сырғытатын күштердің қосындысы $S_{сыр.} = \sum S_i$, тең десек, онда кертпештің ABC бөлігіндегі таужыныстарының тепе – теңдігін сақтап тұратын күштердің қосындысы төмендегідей көрсетілген [28]:

$$\sum S_{\gamma c} = \sum N \operatorname{tg} \rho + \sum kL \quad (1.1)[28]$$

мұнда: $\sum S$ – тепе – теңдікті сақтап қалатын күштер қосындысы, МПа;
 $\sum N$ – жылжу бетіне әсер етуші қалыпты күштер қосындысы, МПа;
 ρ – ішкі үйкеліс бұрышы, градус;
 k - таужыныстарының өзара ілінісуі, МПа;
 L - сырғу беттің ұзындығы, м.

Атақты ғалым Кулон карьердегі қиябеттің құлама бұрыштарының орнықтылығын зерттеу бойынша негізін қалаған, кейіннен Г.Л. Фисенко [10, 26] шекті тепе-теңдік теориясының негізін дамытқан. Кулонның тепе-теңдік теориясы келесідей формуламен өрнектеледі [30]:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \rho + k, \quad (1.2)$$

мұнда: τ - жанама кернеу, МПа [30];
 σ - қалыпты кернеу, МПа [30];
 k – таужыныстарының ілінісуі, МПа [30];
 ρ - таужыныстардың ішкі үйкеліс бұрышы, градус [30].

Геологиялық жағдайларға таужыныстардың құрамы, құрылымдық ерекшеліктері, карьер алаңының жер бедері жатады. Олар алқылы массивтегі таужыныстардың деформациялану ерекшеліктерін сипаттайды және карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеу сызбаларын, деформациялану үрдісіне қарсы шараларды таңдау [30].

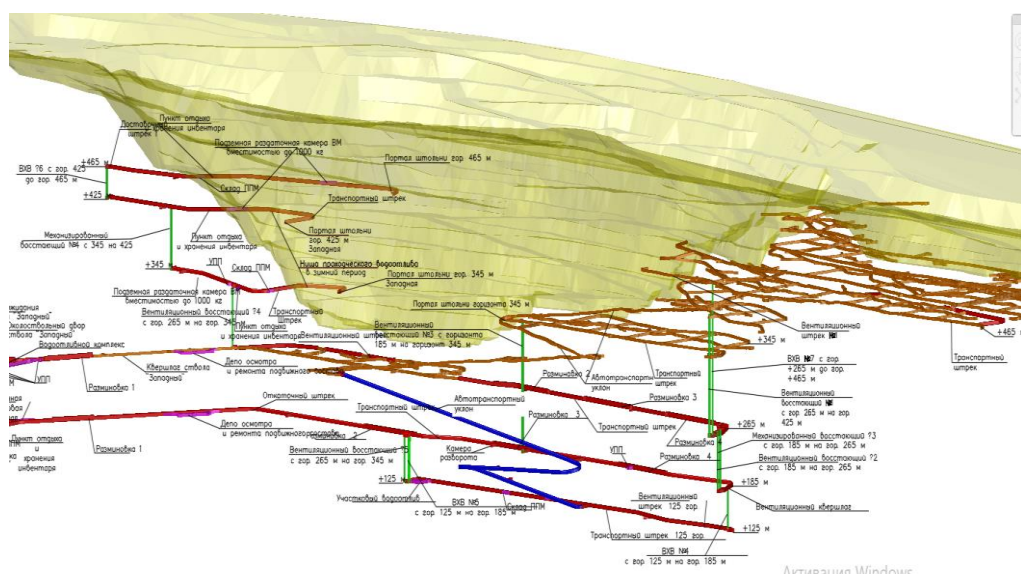
Массивтегі таужыныстардың жанама кернеулері әсерінен таужыныстары жылжу беті арқылы сырғанап опырылады және құлайды. Сонымен қатар, массивтегі таужыныстардағы деформациялық үрдісте тау-кен

өндірісінің еңбек қауіпсіздік және экономикалық шығындарын біршама төмендетеді [30].

Карьер беткейінің қиябеттерінің бұзылуының алдын алу мақсатымен, жүйелі түрде маркшейдерлік-геодезиялық мониторинг жүргізіп және оның нәтижелерінен беткей орнықтылығының бұзылу сипаты мен себептері анықталып отырады [29].

Карьер қиябетінен қашықтау жерлердегі таужыныстардың массивінде ең үлкен қалыпты кернеу σ_1 вертикаль болып келеді, ал неғұрлым карьер беткейіне жақындаған сайын вертикаль жағдайдан қиябетке қарай ауытқи бастайды және қиябетке жеткен кезде онымен қабысады [30].

2016 жылдан бері Ақжал нысаны құрама тәсілімен игеріле бастады. Кен орындарын жер асты тәсілімен игеру кезінде игерілген кеңістіктің ұлғаюына байланысты, жылжу үрдісі жер бетіне қарай жетеді сур. 1.6. «Ақжал» кен орны таужыныстарының массивінің жылжу үрдісі бойынша зерттелмеген кен орындар қатарына жатады. Кен денелерінің орташа құлау бұрышы шығыс бөлігі үшін 19 градус, орталық үшін 85-90 градус. М. М. Протодьяконов шкаласы бойынша таужыныстарының беріктік коэффициенті: кенде - 6, қоршаған тау жыныстарында 8-10 құрайды [82].



Сурет 1.6 – «Центральный» карьерін жер асты тәсілімен игеру сызбасы 2021 ж.

Көлік штрегі (+545 м.) «Восточный» учаскесі (+578 м) горизонттынан «Центральный» учаске (+535м) горизонттар аралығына дейін өтті. 2019 жылғы жер асты тау-кен жұмыстары келесідей бағыттар бойынша жүргізілуде: дайындық жұмыстар 505м, 525м, 595м горизонттарында; күрделі тау-кен жұмыстары – 465м, 425м, 355м; қазбаны игеру жұмыстары – 545м, 505м. 2020-2021 жылдардағы жер асты тау-кен жұмыстары келесідей бағыттар бойынша жүргізілуде: тау-кен жұмыстары жүргізілетін горизонт: 450м, 400м; күрделі тау-кен жұмыстары – 345м, 265м; қазбаны игеру жұмыстары: 505м, 525м,

485м, 425м, 465м, 345м [45].

Таужыныстар массиві мен жер бетінің жылжу үрдісінің параметрлеріне және туындау сипатына әсер ететін негізгі факторлар: игерілген кеңістіктің пішіні мен өлшемі, игерілген тереңдік, пайдалы кеннің құлау бұрышы, таужыныстардың физика-механикалық қасиеттері, игеру тәсілі, кен орынның сулануы жатады [29, 90].

Құрама тәсілмен пайдалы қазбаны игеру кезінде карьер беткейлерінің орнықтылығына әсер етеді [29].

1.4 Зерттеу нысаны туралы қысқаша мәлімет

«Ақжал» кен орны түсті металдар кен орны Қарағанды облысы Шет ауданында (қазіргі Ұлытау облысында, $47^{\circ} 45' 50.75''$ с.е. және $74^{\circ} 01' 46.13''$ ш.б. координаттарында) орналасқан. 1997 жылы қорғасын-мырыш кендерін әзірлеу үшін құрылған бұл «Nova-Цинк» ЖШС компаниясының 100% - ы 2006 жылдан бастап Ресейдің ең ірі металл мырыш өндірушісі «Челябі мырыш зауытына» (ЧЦЗ) тиесілі.

Кен орны құрама (алғаш ашық, кейін-жер асты) тәсілімен игерілуде. Қазіргі уақытта «Центральный» (тереңдігі 350 м) және «Восточный» (155 м) карьерлерде ашық тау-кен жұмыстары аяқталуда сур. 1.7 [47].

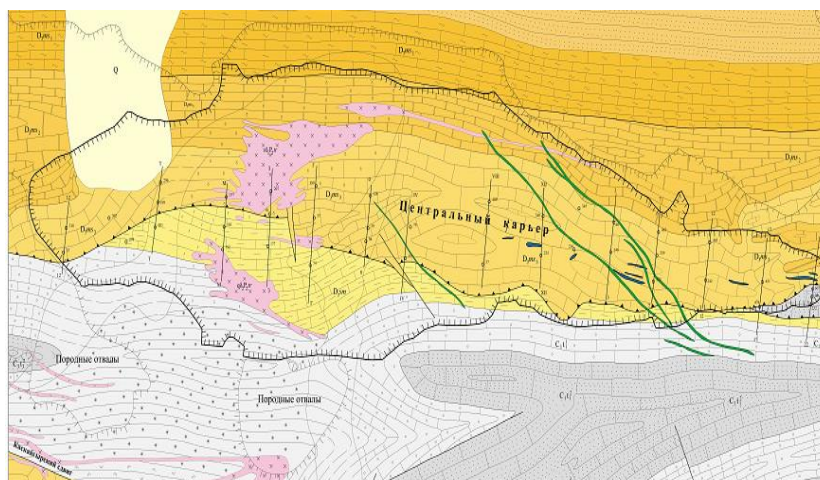


Сурет 1.7 - Ақжал кен орнының ғарыштық түсірілімі

Кен орнындағы негізгі рудалық минералдар – сульфидтер (галенит, халькопирит, сфалерит, пирит) [89]. Кендегі ілеспе құрамдастар – селен, индий, күміс, алтын, кадмий, таллий, галлий, теллур болып келеді [64].

Ақжал кенорнының ауданы Жоңғар – Балқаш геосинклинальды облыстардың үш ірі құрылымдарының түйіскен жерінде орналасқан сур. 1.8. Солтүстік бөлігінде Жаман - Сарысу синклинорийінің Оңтүстік қанаты, Оңтүстік бөлігінде Ақтау-Мойынты антиклинорийі, Орталық бөлігінде Ақжал-Ақсоран синклинорийі орналасқан. Кен аймағының қалыңдығы әрқилы өзгеріп, 70 м-ге жетеді. Кеннің орташа қалыңдығы 15-20 м, оңтүстікке дейін құлау бұрышы - тік. Кен орны үш учаскеден тұрады: Батыс, Орталық, Шығыс.

Орталық учаске қазіргі уақытта өндірілуде. Орталық учаскенің кен аймағы 3600 м-ге созылады, ені 5-тен 50 м-ге дейін өзгереді, орташа алғанда 17-20 м құрайды [64].



Сурет 1.8 - Ақжал кен орнының геологиялық картасы

Ақжал қорғасын-мырыш кен орны да өзіне тән тектоникалық жарылымдарымен ерекшеленді. Тектоникалық жарылымдар әсерінен кен орнындағы таужыныстары көптеген жарықшақтар арқылы бөлшектеніп, жеке-жеке құрылымдық блоктарға айналады. Негізгі кенді түзуші таужыныстарына ірі әктастар жатады. Карьер кемері жалаңаштанған беттеріндегі біртұтас дене сипатты ірі әктастар кеннің созылымы және тереңдігі бойынша әртүрлі бағыттағы жарықшақтарға бөлінген [28].

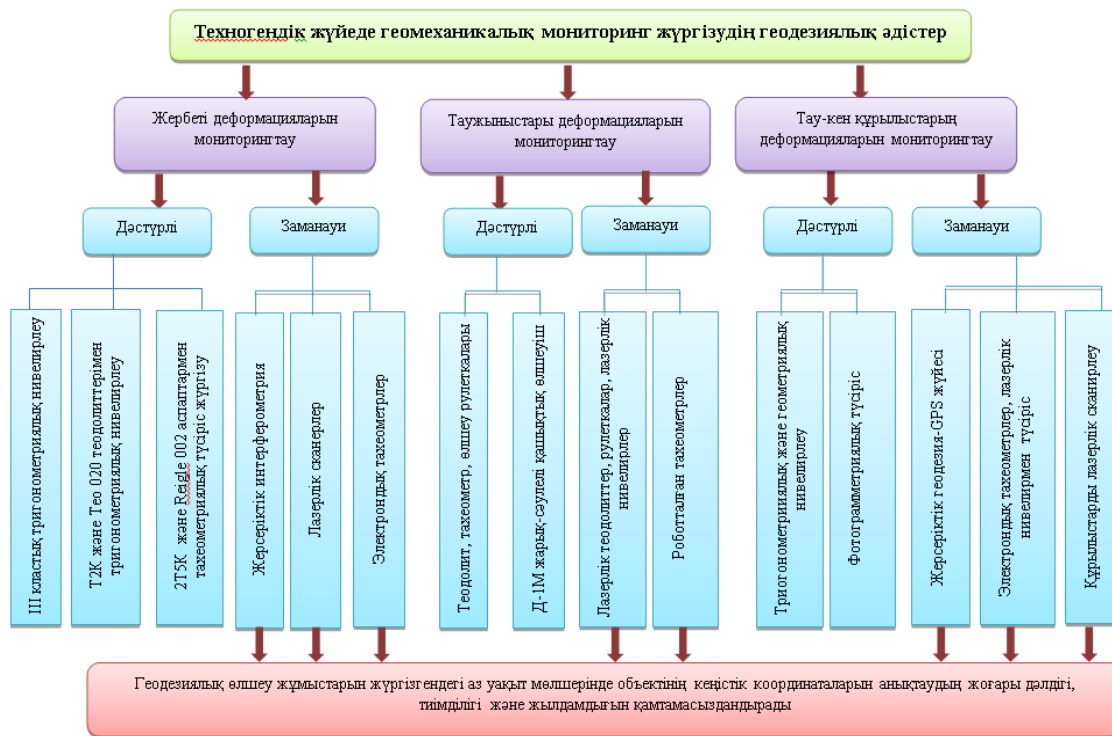
Жартасты таужыныстарынан түзілген кендердің негізгі құрылымдық ерекшелігі - жарықшақтылығы мен қопсығыштығы болып келеді. Сол себептен жартасты таужыныстарының жылжуы бұрынғы жарықшақтардың көбейіп, негізгі жүйелері арқылы сырғуы және блоктарға бөлшектенуі табиғи құбылыс болып келеді [28].

1.5 Геомеханикалық мониторингтеудің геодезиялық әдістерін жетілдіру үшін талдау жасау

Қазіргі кезде геодезиялық, геологиялық, маркшейдерлік, тау-кен өндірісі, метро салу, жерге орналастыру сияқты өлшеу жұмыстары жоғары дәлдікті заманауи электрондық аспаптардың көмегінсіз өлшеу мәселесі шешілмейді. Геомониторингтеуді орындау үшін жоғары дәлдікті электрондық геодезиялық аспаптар бойынша тәжірибе мен біліктілік зор рөл атқарады [71].

Геодезия саласы бойынша ғылым мен техника соңғы он жыл ішінде қарқынды түрде дамып жатыр және бұл сала бойынша көптеген жоғары дәлдікті электрондық аспаптар шығарылуда. Қазіргі уақытта карьер беткейінің орнықтылығын геодезиялық бақылауларда және сондай-ақ, өлшеу жұмыстарының нәтижесін камералдық өңдеу жұмыстарында әр түрлі жоғары

дәлдікті аспаптар мен бағдарламалық кешендер қолданылады. Тау-кен өнеркәсібінде карьер беткейлерінің орнықтылығын өлшеу және өңдеу жұмыстарына озық үлгідегі автоматтандырылған есептеу бағдарламалық кешендер, дәлдігі жоғары электрондық, лазерлік, спутниктік аспаптар болып келеді. Төменде сур. 1.9 техногендік жүйенің түрлі нысандарын геомониторингтеуде қолданылатын бұрынғы дәстүрлі және заманауи геодезиялық аспаптары туралы мәлімет келтірілген [28].



Сурет 1.9 – Геомониторингтеуде қолданылатын дәстүрлі және заманауи аспаптар туралы сызба

Жоғары дәлдікті геодезиялық аспаптар электронды тахеометрлер мен GNSS жерсеріктік құрылғылар арқылы таужыныстарының жылжу үрдісінің өлшемдерін жылдам және өте жоғары дәлдікпен белгілі уақыт аралығында динамикалық өзгерістерін өлшеуге мүмкіншілік береді [30].

Қолданыстағы дәстүрлі аспаптық өлшеулердің айтарлықтай кемшіліктерге ие. Дәстүрлі аспаптық өлшеулер арқылы массивтегі таужыныстарда геомеханикалық үрдістердің нақты түрде дәл көрсете алмайды, сол себептен ондай бақылауларға негізделген болжауларға сенім білдіре алмаймыз. Сондықтан да, олармен жұмыс жасау үшін өте көп уақытты кететіндіктен, массивтегі таужыныстардың деформациялануы жайлы мәліметтерді жылдам алуға мүмкіншілік жоқ. Жоғарыда аталған олқылықтарды жоғары дәлдікті электрондық геодезиялық аспаптармен жоюға болады [61].

Жоғары дәлдікті электрондық геодезиялық аспаптарды қолдану далалық өлшеу жұмыстары мен камералдық өңдеулерді біршама қысқартады және де олар заманауи геодезиялық аспаптар арқылы бақылауларды жүргізу туралы

талаптарына сай болып келеді. Еліміздің көптеген тау-кен кәсіпорындарында, карьер қиябеттері жағдауы массивінің жай-күйін қадағалау мақсатында заманауи электрондық тахеометрлер қолданылуда сур.1.10.



Сурет 1.10 - Leica TCR 1201 тахеометрімен өлшеу жүргізу

Республикамыздың көптеген тау-кен кәсіпорындарында геомеханикалық мониторингтеу кезіндегі бұрыштық және сызықтық өлшеулерді TOPCON GTS – 800 A және TOPCON TPS 800 және де басқа да маркалы электрондық тахеометрлері арқылы өлшеу жұмыстары орындалып жатыр. Далалық өлшеу жұмыстарының нәтижелерін (Liscad, CREDO-DAT, RGS, AutoDesk Survey) бағдарламалық кешендермен өңдейді. Карьерлердің үшөлшемді 3D модельдерін алу, карьердің цифрлық үлгісін сызу үшін CREDO-MIX, CAD-Relief, TOPOCAD, AutoDesk Land Development Desktop бағдарламалық кешендері қолданылады [30].

XX - шы ғасырдың 90-шы жылдары геодинамикалық жағдайларды шешу мақсатында Халықаралық GPS қызметі (IGS) құрылған болатын. IGS халықаралық қызмет ғаламдық геодезиялық тірек торабына кіретін пункттердегі үздіксіз жерсеріктік бақылауларды ұйымдастыру жауапкершілігі жүктелген. Сонымен қатар, жүктелген геодезиялық пункттерді см-лік және мм-лік дәлдікте жылжуын бақылауға арналған [88].

Соңғы он жылдықтарда ғылым мен техниканың қарқынды түрде дамуы геодезиялық пункттердің координаталарын анықтаудың жерсеріктік жүйесінің дамуына қол жеткізді. Бұл жүйеде геодезия мамандар дәстүрлі түрдегі геодезиялық тораптардың тұрақты пункттерін қолданбай, жер серіктер арқылы жылжымалы координаталарды пайдаланылады. Сол себепті, геодезист мамандар қажетті жердің координаталарын кез-келген уақытта қолданып, орнын анықтай алады. Сондықтан да, XX ғасырдың аяғында дүниеге келген Ғаламдық позициялау жүйесі (GPS) геодезия саласындағы маңызды жетістіктердің бірі болып келеді. Қазіргі уақытта (GPS) – ғаламдық позициялау

жүйесі тау-кен өнеркәсібінде біршама өлшеу жұмыстарын жеңілдетуде сур.1.11 [88].



Сурет 1.11 – Карьерлерде ғаламдық позициялау жүйесін қолдану

Тау-кен өнеркәсібінде, құрылыс саласында, апатты оқиғаларда және т.б. өлшеу жұмыстарында жиі қолданылатын аспаптардың түрі лазерлік сканерлеу.

Игерілетін карьер қиябеттерінің таужыныстарының опырылуымен жылжуын бақылау лазерлік сканермен өлшеу жұмысын орындау өте тиімді.

Лазерлік сканердің көмегімен карьер қиябеттерінде қалыптасқан таужыныстардың жылжымалары мен опырылуларын дер кезінде анықтап және болжауға мүмкіндік береді, сонымен қатар тау-кен өндірісінің жұмыскерлерінің өміріне қауіпті және экономикалық тұрғыдан зиян келтірмеу үшін таужыныстардың деформацияларына қарсы шараларды жасауға жағдай жасау. Игерілетін таужыныстардың деформациялық жағдайын «Leica» Швейцариялық фирмасы шығарған лазерлік сканердің көмегімен бірнеше метр арақашықтықта карьер беткейінің жарықшақтылығын секундына бірнеше мың нүктелер бұлты арқылы анықтау мүмкіншілігіне ие.

Лазерлік сканерлеудің өлшеу жұмыстары кезінде алдымен дайындық жұмыстары орындалады. Карьердің беткей орнықтылығын бақылау мақсатында лазерлік сканерлеуді бастамас бұрын, карьер периметрі бойынша кертпештердің толық көрінетін аймақтарында тұрақты пункттер орнатылады және олардың координаталарын анықтаймыз сур. 1.12.



Сурет 1.12 – Лазерлік сканерлеу кезіндегі карьерлердегі өлшеу жұмыстары

Игерілетін карьер кемерлеріндегі таужыныстардың жай-күйіне аспаптық бақылауына талдау жасауда қолданып жүрген әдістерді әрмен қарай қалай жетілдіру қажеттігі туындады, яғни заманауи аспаптарды қолдануды енгізу [35].

Тереңдігі біршама карьерлерде қиябет деформацияларын геодезиялық бақылау электронды аспаптар мен арнайы бағдарламалық кешендерді қолдану арқылы жүргізіледі, яғни автоматты түрде бақылау жүйелерін өндіріс жағдайына енгізуге мүмкіндік береді сур. 1.13 [30, 62]:



Сурет 1.13 - Автоматтандырылған бақылау жүйесі [28]

Лазерлік сканермен өлшеу жүргізілгеннен кейін өлшем деректерін автоматты түрде арнайы бағдарлама көмегімен орындалады. Автоматтандырылған жүйенің талапқа сай жұмыс жасауы мақсатында бағдарламалық кешендерден басқа, бірнеше техникалық жағдайлар жасалуы тиіс: өлшеу күркесі (өлшеулер жүргізілетін пункт) орнын таңдау және орнату; аспап орнатылатын тұғырлықтың (бағананың) конструкциясы [28].

Аспапты қоршаған ортаның әсерінен және өлшеу дәлдігін жоғарылату үшін өлшеу күркесі қажет, ал аспаптық бағана металдан немесе бетоннан жасалады [28].

Айта кету керек, игерілетін карьерлерде геомониторинг жүргізуде қандай аспаптарды қолданса да, бір аспаптан ғана өлшенген геодезиялық бақылаулар кен игеріліп жатқан аймақтағы жылжу үрдісі жайлы деректерді аз уақыт аралығында бермейді. Бұл мәселені кешенді әдістеме бойынша 1.16 суретте геомониторинг әдісіне негізделген [29].

Игерілетін карьерлердің таужыныстар массивінің орнықтылық күйін зерттеуде дүниежүзі ғалымдары мен өндірістегі мамандар зор еңбек етті. Бірақ, осы сала бойынша көптеген ғылыми еңбекті жүзеге асырған болса да, игерілетін карьерлердің өндіріс алаңындағы ғимараттар мен жақын маңда орналасқан құрылымдардың қауіпсіздік мәселесін әрі қарай дамытуын қажет етеді. Бұл мәселені Қ.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ-нің «Маркшейдерлік іс

және геодезия» кафедрасының ғалым-мамандары 2019-2021 жж. мерзімдерінде «Ақжал» кенішіндегі карьер беткейлерінің орнықтылық күйінің нақты жағдайын геомониторингтеуге қол жеткізген деректері дәлелдейді [39].

Пайдалы қазылымды құрама әдіспен игеру саласындағы ғылыми ізденістер мен практикалық жұмыстарды, оның ішінде Ақжал кен орнында бұрын атқарылған зерттеулерді зерделей келе, жылжу үрдісін зерттеудің көптеген әдістеріне талдау жасап және ең тиімдісін іріктеу арқылы карьер беткейі таужыныстары жай-күйін бақылаудың кешенді әдістемесін сур.1.14 ұсынып отырмыз [31, 47].



Сурет 1.14 - Геомониторингтеудің кешенді әдістемесінің схемасы

Ұсынылған әдістемеде таужыныстары массивінің жай-күйіне баға беру және жергілікті жерде геомеханикалық бақылауларды жүргізу үшін келесідей үш блокты кеңінен пайдаланамыз, олар [29, 31, 37]:

1) қазба жұмыстары жүргізілетін аймақтың геологиясын, тектоникасын зерделеу [29];

2) таужыныстардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу және олардың кеңістік пен уақыт аралығындағы өзгерістерін алдын ала болжау [29];

3) таужыныстары массивінің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу, түсіріс жасалған жарықшақтардың деректерін әртүрлі әдістерде өңдеу және олардың жылжу параметрлеріне ықпалын анықтау [29].

Ұсынылған үш блоктың әр біріне тән өз әдістемелеріне ие және бүкіл алынған деректер кенорны және қазу технологиясы туралы мәліметтері, массивінің сипаттамалары яғни, таужыныстарының құрылымдық, геологиялық, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық ерекшеліктері, физикалық-механикалық қасиеттері жинақталып, геологиялық және маркшейдерлік мәліметтер қорын құрайды [29].

Осы қорға жинақталған деректер бойынша өзіне тән әдістері мен аспаптары бар карьер беткейлері тау жыныстары мен жер асты қазбаларының орнықтылығына бақылаулар жүргізіледі [30].

Геомониторинг жүргізуде пайдаланылатын дәстүрлі геодезиялық аспаптық бақылаулар қазіргі уақыттағы тау-кен өндірісінің талаптарын қанағаттандырмайды, себебі олар өте зор еңбекті қажет етеді және деформациялық үрдістерге қарсы шараларды жасауға қажет таужыныстары массивінің жай-күйі туралы толық мәліметтерді алуға мүмкіндік бермейді. Сол себепті, геомеханикалық мониторингті жүргізуде заманауи жоғары дәлдікті геодезиялық аспаптарды (электронды тахеометр, GNSS құрылғылары, лазерлі сканерлер) пайдалану, олармен жұмыс істеу тәртібін жетілдіру – инновациялық әдістердің дәрежесін көтерумен тығыз байланысты екенін білеміз [30, 55].

Кешенді әдістемені жүзеге асыру арқылы карьерде кенді эксплуатациялау кезінде қауіпсіз және үздіксіз жұмыс істеу және еңбек қауіпсіздігі мен тау-кен құрылыстарын қорғауды қамтамасыз етеді [30].

Бірінші тарау бойынша тұжырым және зерттеулердің мақсаты мен міндеттері

1. Күрделі тау-кен геологиялық жағдайда орналасқан кенорындарын игерудегі, оның ішінде құрама әдіспен кен қазу іс-әрекеттері таужыныстарының кернеулі күйінің өзгеруімен, деформациялануымен және бұзылуымен байланысты геомеханикалық үдерістерді 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 [29].

2. Геомониторингтеудің үйреншікті геодезиялық әдістеріне талдау жасалынып, қолданыстағы геодезиялық әдістерді жетілдіруге және заманауи аспаптарды қолдануға арналған карьер орнықтылығын мониторингтеудің арнайы әдістемесі арқылы жүзеге асырылуы тиісті [56].

3. Сонымен техногендік жүйені геомониторингтеудің геодезиялық әдістерін жетілдіру және заманауи аспаптар арқылы бақылаулар жүргізу арқасында геомеханикалық процестерді басқарудың нәтижесіне қол жеткізуге болады.

4. Тау-кен жұмыстары жүріп жатқан кезде жер қойнауында түзілетін геомеханикалық процестердің кері әсерлері мен оларды азайтудың жолдары

және геомеханикалық монитоторинг жүргізудің геодезиялық әдістері мен онда қолданылатын дағдылы және заманауи аспаптары саласындағы орындаған ғылыми-техникалық әдебиеттерді, тәжрибелік жұмыстарды сараптай келе, техногендік жүйеде геомеханикалық мониторинг жүргізудің блок-сұлбасын жасалынды [29].

2 ҚАРЬЕРДЕГІ ТАУЖЫНЫСТАР МАССИВІНІҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ

2.1 Ақжал қарьеріндегі таужыныстардың беріктік қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау

Тау-кен қазбаларының орнықтылығы мәселелерін шешуге қажетті негізгі беріктік қасиеттеріне тығыздық γ , таужыныстарының сығылуға және созылуға ($\sigma_{сығ.}$, $\sigma_{соз.}$) деген төзімділігі, (k) ілінісу күші және ішкі үйкеліс бұрышы (p) жатады. Бұл қасиеттер бір типті жыныстар үшін үлгіде және массивте әртүрлі. Мысалы, сынамадағы зертханалық сынақтардан алынған таужыныстарының ілінісуі массивтегі бір жынысқа қарағанда ондаған есе көп болуы мүмкін [28].

Таужыныстардың мықтылығын көрсететін өлшемдері кенорынның және басқа да құрылыстар жүргізілетін жердің өзінде немесе сол нысандардан алып, арнайы дайындалған үлгіні зертханада сынақтау көмегімен табылды. Таужыныстарының үлгілерін қарьер беткейлерінен сур. 2.1, а, жер асты қазбаларынан сур. 2.1, ә алынды [96].

Зертханаға тасымалдау үшін әр горизонттың таужыныстарының үлгілерін жеке-жеке қағазға орап, сырттарына жазуын жазып зертханаға тапсырдық [100]. Таужыныстардың есептік мықтылық сипаттамаларын алу мақсатында, (k) ілінісу күші және (ρ) ішкі үйкеліс бұрышын анықтау бойынша есептеулер жүргізілді, олар қарьер беткейінің орнықтылығын есептегенде негізгі параметрлер болып саналады [95].



Сурет 2.1 – «Центральный» кен игеру учаскесінің әр горизонттарынан таужыныстар үлгілерін алу:

а- қарьердегі үлгілер; ә – жер асты қазбаларынан алынған үлгілер

Таужыныстарының физика-механикалық қасиеттеріне сынақтар материалдарды сынақтан өткізетін Орталық лабораторияда жүргізілді (ЦелСИМ), оның нәтижелері 2.1 –кестеде келтірілген [36].

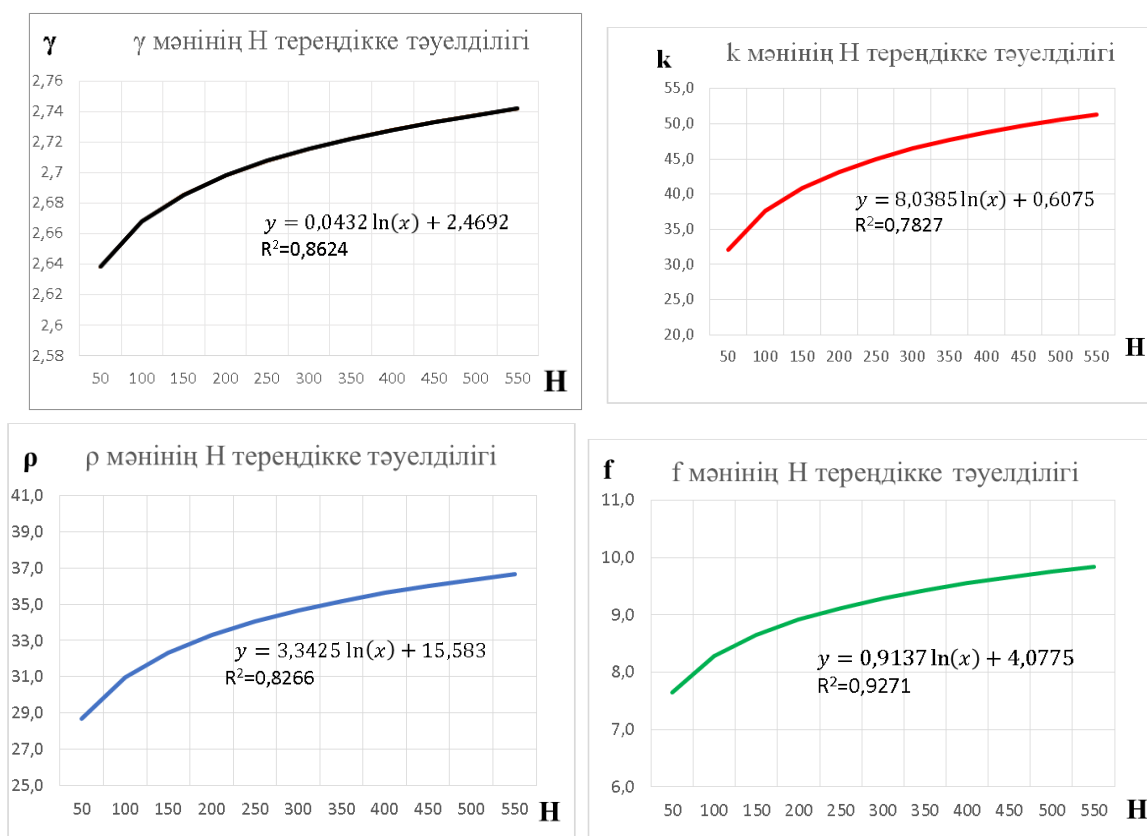
Таужыныстардың беріктік қасиеттерін көптеген жылдар бойы зерттеудің деректері арқылы беріктік қасиеттерді анықтау үшін бір остік сығылуғағы

және созылудағы кернеулік шамаларын ($\sigma_{сығ.}$, $\sigma_{соз.}$) зерделеу жеткілікті. Ақжал кен орындарындағы таужыныстарының механикалық қасиеттерін зертханалық зерттеу бойынша деректері кесте 2.1 келтірілген. Зерттелініп отырған кен орынның таужыныстарының беріктік қасиеттерін болжауға мүмкіншілікті ғылыми негізделді, яғни ілінісу, тығыздық, ішкі үйкеліс бұрышы, Протодьяконовтың беріктік шкаласы бойынша беріктік шегін анықтауға болады [29, 93].

Кесте 2.1 - Ақжал кен орны таужыныстарының беріктік қасиеттерін зертханалық зерттеу бойынша нәтижесі

Сілемнен үлгі алу тереңдігі, м	Таужыныстарының аттары	Бір остік сығылудағы беріктігі, $\sigma_{сығ.}$, МПа	Бір остік созылудағы беріктігі, $\sigma_{соз.}$, МПа	Тығыздығы $\gamma 10^3$ кг/м ³	Үлгідегі ілінісуі К, МПа	Ішкі үйкеліс бұрышы град.	Протодьяконовтың шкаласы бойынша беріктігі f
50,1	Әктастар	110	13,0	2,66	25	30	7,6
53,0	Әктастар	112	13,6	2,66	27	31	7,8
53,5	Алевролиттер	126	14,0	2,62	30,4	30	7,7
84,0	Әктастар	125	14,0	2,67	28	30	7,9
112,0	Әктастар	126	14,3	2,68	32	31	8,3
115,6	Қызыл әктастар	137	15,8	2,65	42,7	32	8,3
153,0	Көлемді әктас	139	15,8	2,71	34	32	8,3
155,0	Күрең әктастар	174	16,0	2,70	46,8	31	8,8
170,8	Көлемді әктас	143	15,8	2,72	34,8	31	9,0
201,0	Күрең әктастар	151,3	16,0	2,70	40,0	31	9,0
221,0	Әктастар	158,1	16,5	2,70	42,0	32	9,1
248,1	Қызыл әктаст	1540	15,8	2,65	43,0	32	9,2
258,0	Алевролиттер	157,6	14,0	2,70	45,0	33	9,1
260,8	Алевролиттер	163,1	14,5	2,71	45,2	33	9,0
265,3	құмдақтар	166,1	15,2	2,71	46,0	34	9,1
310,5	конгломераттар	173,1	17,1	2,72	46,0	34	9,1
315,8	Әктастар	172,6	17,0	2,73	47,5	34	9,1
345,2	Алевролитте	172,1	16,8	2,73	47,5	35	9,2
345,5	Әктастар	171,0	17,0	2,72	48,5	36	9,5
355,0	Әктастар	172,1	17,0	2,72	47,5	36	9,4
355,4	құмдақтар	173,5	17,2	2,73	48,5	35	9,3
425,1	Қызыл әктаст	174,5	17,2	2,73	48,8	35	9,5
425,7	Көлемді әктас	175,1	17,5	2,74	48,7	36	9,6
505,2	Күрең әктастар	178,0	16,4	2,73	49,2	37	9,8
505,6	Көлемді әктаст	180,1	16,5	2,73	49,5	37	9,9
545,0	Күрең әктастар	171,4	16,8	2,74	49,8	38	10,0
545,5	әктастарп	175,1	17,0	2,74	50,0	39	10,1
550,1	Қызғыл әктаст	186,1	17,5	2,75	50,5	38	10,0
550,5	Әктастар	183,4	17,2	2,75	50,0	38	10,2

Жоғарыда келтірілген кестеде түрлі таужыныстардың үлгілерін игерілетін кен орынның әр горизонттарынан алып, бір остік сығылу бойынша орташа кедергісі 100 ден 190 МПа екендігі анықталды, ал созылуға кедергілері 13 тен 18 МПа аралығында өзгертіндігін көрсетті, сонымен қатар, олардың беріктік қасиеттерінің де шамалары біршама өсетіндігін байқалды. Таужыныстардың беріктік қасиеттерінің осындай тәуелділіктің жалпы заңдылығын анықтау үшін, алынған деректер математикалық статистика және корреляциялық талдау әдістерімен өңделді. Нәтижесінде таужыныстардың беріктік қасиеттерінің тереңдікпен графо-аналитикалық сур. 2.2 байланысы анықталды [36].



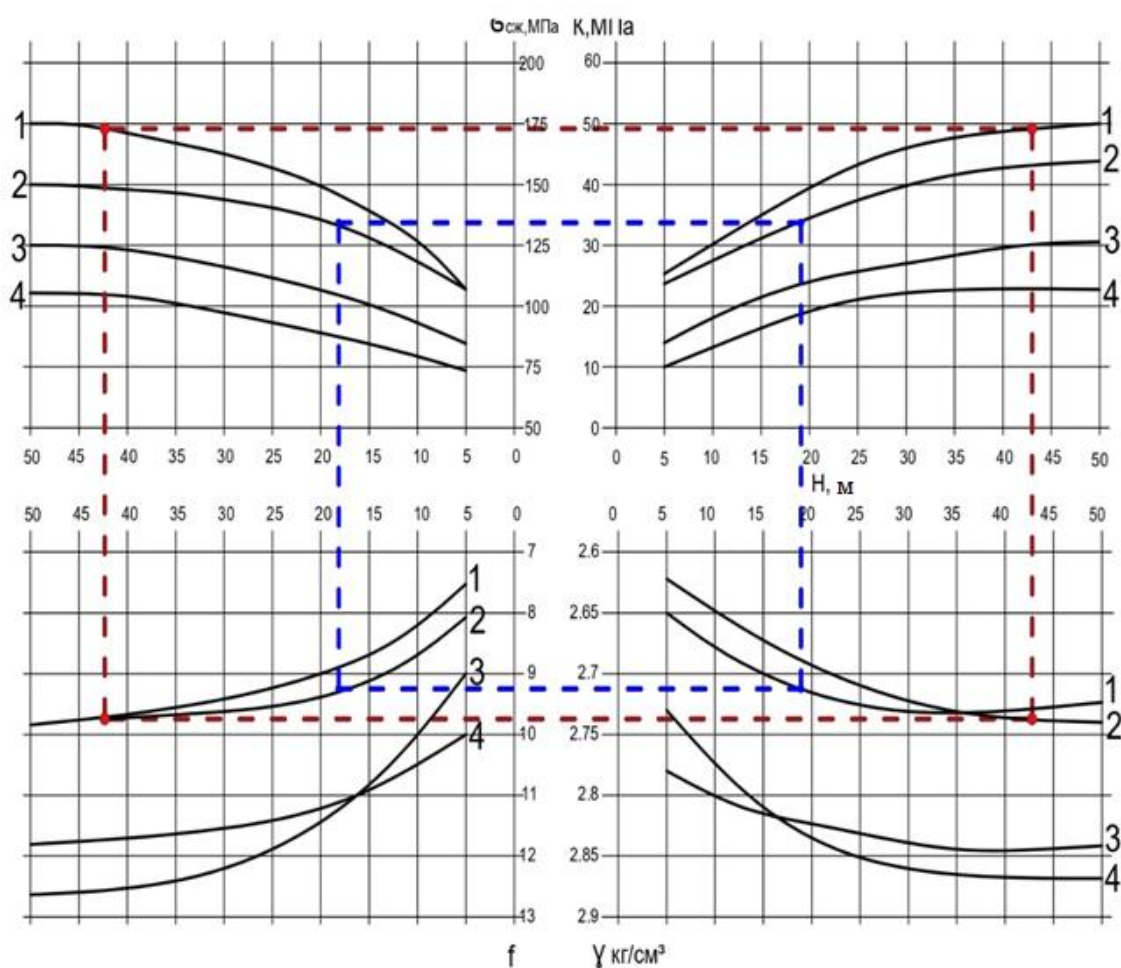
Сурет 2.2 – Ақжал кенішіндегі әктастардың беріктік қасиеттерінің кен қазу трендігіне байланысты өзгеруі: 1-ілінісу- K; 2- ішкі үйкеліс бұрышы- ρ ; 3- беріктік- f; 4- орташа тығыздық γ

Алынған аналитикалық байланыс кесте 2.2 теңдеулері (төрт теңдеу) жерастындағы таужыныстар қасиеттерінің сандық және сапалық жағынан өзгерісіне баға беруге мүмкіндікке ие және осы қасиеттер арасында тұрақты байланыстың бар екендігіне көз жеткізеді [41, 100].

Кесте 2.2 - Ақжал кенорны әк тастарының беріктік қасиеттерін кен қазу тереңдігіне байланысты өзгеру теңдеулері

Таужыныстарының қасиеттері	Байланыс теңдеулері	Корреляциялық коэффициент
Ілінісуі - K , МПа	$k = 8,0385 \ln(x) + 0,6075$	$r = 0,7827$
Тығыздығы - γ , г/см ³	$\gamma = 0,0432 \ln(x) + 2,4692$	$r = 0,8624$
үйкеліс бұрышы - ρ ; град	$\rho = 3,3425 \ln(x) + 15,583$	$r = 0,8266$
Беріктігі - f ,	$f = 0,9137 \ln(x) + 4,0775$	$r = 0,9271$

Беріктік қасиеттері тереңдікке байланысты өзгерісінің графо-аналитикалық тәсілмен Еліміздің Шолақтау, Ақбақай, Сарыоба, Ақжал кенорындарына жүргізілген зерттеу нәтижесі сур. 2.3 көрсетілген [41].



Сурет 2.3- Таужыныстары беріктік қасиеттерінің өзара және тереңдікпен байланыс графигі:

1 – Сарыоба; 2 - Ақжал; 3 - Шолақтау; 4 – Ақбақай кенорындары

Таужыныстарының қасиеттерінің өзгеру қисықтары 50 м тереңдік аралықтары үшін орташа алынған топтық көрсеткіштер бойынша сызылған [98, 99].

Осыған орай, графо-аналитикалық байланыс арқылы алынған зерттеу жұмысының нәтижесі бойынша таужыныстарының белгілі бір қасиеті бойынша, мысалға, тығыздық – γ арқылы ілінісуін және т.б. анықтауға болады [41].

Осы графо-аналитикалық тәуелділікке байланысты орындалған теориялық зерттеулердің нәтижесінде массив құрылымының бір текті еместігін, таужыныстары механикалық қасиеттерінің кеңістікте (жер қойнауындағы үрдістерге байланысты) өзгертіндігі және алынған байланыстар арқылы басқа кен орындарының таужыныстарының беріктік қасиеттерін алдын-ала болжауға негіз болды [37, 38].

2.2 Таужыныстардың құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу

2.2.1 Карьердің таужыныстар жарықшақтылығына ғылыми зерттеу жүргізу

Қазіргі кезде тау-кен өнеркәсібі қызметкерлерінің жерасты тәсілімен кен қазудағы таужыныстарының жылжуы және тау-кен қысымы, ашық кеніш беткейлерінің орнықтылығы сияқты көкейтесті мәселелерін массивінің құрылымдық ерекшеліктерін ескермей шешімін таба алмайтынына көздері жетіп отыр. Массивтің құрылымдық ерекшеліктері – ол геомеханикалық үрдісті туындататын ең басты фактор [30].

Егер таужыныстары массивіне алыстан, біршама биіктіктен қарайтын болсақ жарықшақтарын да, блок бөліктерін де көре алмас едік. Нақтылы кен орны жағдайында, жер қойнауындағы таужыныстары 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 таужыныстарының жеке-жеке жарықшақтығы дейді [28].

С.Г. Авершин «таужыныстарының жылжуына әсер ететін басты фактор – жарықшақтылық» - деп атап өткен болатын [28]. Міне, содан бері геология, гидрогеология және тау-кен ісі саласындағы әртүрлі мәселелерді шешуде таужыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеу қарқынды түрде қолға алынды. Осы мәселені Қазақстанда алғаш көтеріп, зерттеп және оның нәтижелерін өндірісте пайдалануда, профессор П.К. Рыжов пен академик А.Ж. Машановтың жетекшілігімен, ерінбей еңбек еткен қазақстандық ғалымдар тобына Ж.С. Ержанов, , И.И. Попов, Р.П. Окатов, М.Б. Нұрпейісова, Ф.К. Низаметдинов және т.б. жатады. Сонымен қатар, Қазақстан кен орындарында геомеханикалық зерттеу жұмыстарын жүргізген мәскеулік ғалымдар В.И. Борщ-Компониец, М.Е. Певзнер, В.Н. Поповтардың еңбектері ереше. Жүргізілген бұл жұмыстардың негізгі құндылығы – таужыныстарының деформациялануына табиғи-геологиялық жарықшақтардың, кен қабаттары құрылымының әсерін зерттеу және ескеру қажеттігін дер кезінде қолға алғандығында [28].

Жер қойнауында жүріп жатқан геомеханикалық процестерді зерделеу, бір кен орнының географиялық шекарасынан шығып, бүкіл бассейндегі немесе сол

аймақтағы геологиялық және тектоникалық құрылымдары ұқсас кен орындарын толық зеттеуді, сөйтіп жылжу процесінің бассейнге (аймаққа) тән заңдылықтары мен параметрлерін анықтауды және тиісті тұжырымдар жасауды талап етеді. Сондықтан, алғашқы кезекте зерделенетін кен орны тау жыныстарының құрылымы мен сол аймақтағы ірі тектоникалық жарылымдарды айқындап алу маңызды мәселе деп есептейміз [28, 51].

Кен орнының құрылымы мен тектоникасы кен мен оны қоршаған тау жыныстарының ең маңызды көрсеткіштерінің бірі болып есептеледі. Олар кен шоғырының пішіні мен жер қойнауында орналасуын сипаттайды. Тау жыныстарының массивінің көптеген құрылымдық элементтерінің ішінде ерекше көзге түсетіні және алғашқы құрылым, қатпарлы құрылым, айырылымдық құрылым мен жарықшақтық болып бөлінетін жарықшақты тектоника [28].

Шөгінді таужыныстарының алғашқы құрылымы өзінің күрделілігімен сипатталады. Мұнда тектоникалық процестер кезінде әртүрлі ығысуларды туындататын әлсіз беттер - қатпарлы қабаттары [28].

Қатпарлы құрылымның түзілуіне терең және жер бетіне жақын процестер әсер етеді. Қатпарлардың түрлері мен шамалар көптеген жағдайларға байланысты, солардың ішіндегі негізгісі: таужыныстарының механикалық қасиеттер және әсер ететін күштерден пайда болған кернеулердің сипаты [28].

Әсер ететін күштердің бағыттарына байланысты қатпарлар үш түрге бөлінеді: *бойлық иілу, көлденең иілу және ағыс*. Геологиялық жағдайдағы күштерге байланысты қатпарлық эндогендік және экзогендік болып бөлінеді [28].

Таужыныстарының кеңінен таралған жатыс пішіні – *айырылымды құрылымдар* [64]. Мұндағы ығысу - айырылымдардың деформациясы. Айырылымдар дизъюнктивтер және жарықшақтылық түрлерінде пайда болады. Таужыныстарындағы айырылымдар екі үлкен топқа бөлінеді [28].

Оның бірінші тобына ығысуларының шамасы онаша үлкен емес жарылымдар, ал екінші тобына – ығысулары көзге түсетін, бір шама үлкен жарылымдары, көзге түсетін жарылымдар жатады. Ығысусыз жарылымдар (жарықшақтар) құрылымның барлық түрлеріне тән және олар барлық жерде кездеседі. Массивтегі таужыныстарын осылайша айыратын жарылымдардың жиынтығын *жарықшақтылық* дейді [28, 65].

Рудалық кендердің бір ерекшелігі – оларда көптеген тектоникалық элементтердің шоғырлануы. Бұл тектоникалық элементтер жеке өз алдына пайда болмайды. Кен алабтарының уақыт аралығында және кеңістікте орналасуының өзі, сол аймақтың тектоникалық күштер әсерінен геомеханикалық процестерге ұшырауымен тығыз байланысты. Мысалы, көптеген күрделі жарылыстар ең үлкен кернеулі - деформациялық күйлердің бәсеңдеген учаскелерінде шоғырланады [50]. Рудалы құрылымдық-деформациялық аймақтарда ірі емес, бірнеше кен орындары пайда болып, олар бассейн немесе рудалық алаң жасайтыны да мәлім [28].

Осыған ұқсас, зерттелетін кен орындардың бірі болып, Ақжал нысанын жатқызамыз. Геомеханикалық жағынан қарайтын болсақ, Ақжал нысаны созылып жатқан қатпарлы шоғырланған тектоникалық жарылымдардан құралған [97].

Тектоникалық күштерге байланысты, кен орынның таужыныстарының массиві бірінен-бірі оңай айырылады, сонымен қатар кен орынның бүкіл кен алқабының геомеханикалық құрылымына әсерін тигізеді [44].

Әрмен қарай, таужыныстарының тектоникалық ерекшеліктерінің Ақжал түсті металдар кен орнында зерттелінгендігі және оның нәтижелері қарастырылады.

2.2.2 Массивтегі таужыныстардың әлсіздену жіктемесі

Массивтегі таужыныстар табиғи ортада монолит түрінде кездеспейді. Сонымен қатар, массивтегі таужыныстар жаратылысына қарамай ұсақ-ірі жарықтармен құралған таскесектермен бөлшектелген. Массивтегі таужыныстардың мықтылығын зертханалық жағдайда көрсететін маңызды фактор ол – жарықшақтық. Таужыныстардың массиві жеке бөліктерден құралған жарықтардан тұрады. Жарықшақтардың геометриялық өлшеміне байланысты және олардың туындау физикасына байланысты оларды 5 топқа бөлеміз. Төменде кестенің классификациясына кесте 2.3 сәйкес, әрбір блок үшін бөлек таужыныстардың жарықшақтарының сипаттамасы берілген [69].

Кесте 2.3 - Массивтегі таужыныстардың жарықшақтарының жіктемесі [69]

№	Блок	Сипаттамасы	Өлшемдері, м	Туындауы
1	I	Араларындағы тасжарықтардың беттері бірінен- бірі бірнеше ондаған см-ге алшақ, жылтыр, ойыс-дөңес, арасы ұсақ кесектермен толған	5-6 м-ден 10-м аралығында	Тектоникалық бұзылыстардан
2	II	Тасжарықтарының беттері негізінен шлифтелмеген, тұтас жазықты, бірінен - бірі бірден бірнеше мм-ге алшақ, аралары кейде майда кесекті	0,6-0,8-ден 1,6-1,8м аралығында	Массивтегі физикалық үрдістерден
3	III	Жарықшақтарының беттері сызаттанып бөлінген, кесектер өзара қабысқан, екі кесектің аралығында кейде байланыс күші де бар болады	2 – 3 мм-ден 30-40 см аралығында	Массивтегі физикалық үрдістерден
4	IV	Қатпаралық жарықшақтар, беттері негізінен шлифтелмеген, байланыс күші бар болса, өте төмен. Жалпақтығы таужыныстың қабатындай	Бірнеше мм-ден м-ге дейін қалыңдығы	Жаратылыстан

1	2	3	4	5
5	V	V-түріндегі төменгі төбесіндегі бұрышы $\varphi=45-0,5\rho_{\text{кс}}$, сыналы жарықтар, беттері көбіне шлифтелмеген, өзара қабысқан	III блоктағыдай және одан ірі кесекті, қабатты тұтас кесетін	Жер қойнауындағы физикалық үрдістерден

Тектоникалық бұзылыстарға жататын бірінші блоктың таужыныстарының жарықшақтары беткі аудандарда белгілі бір үлкен диапазонда ауытқуы сілемде сырғу беттерін түзеді. Тектоникалық жарықтардың беттерінде байланыстырушы күштердің болуына байланысты беттің тангенциалды кернеуі тек ішкі үйкеліс бұрышының мәніне байланысты болады. Сондықтан да, бүкіл массивтегі мұндай үлкен жарықшақтар карьердегі басқа жерлерге қарағанда тау жыныстарының қозғалысына көбірек ықпал етеді. Бір тектоникалық жарықшақтың ауданы кеңістікте өндірілген пайдалы қазбаға тең немесе одан асып кетуі де мүмкін олардың еселік коэффициентін тау жыныстарының мықтылығына жатқызуға болмайды [69].

Тектоникалық бұзылыстарға жататын бірінші блоктың таужыныстарының жарықшақтары беткі аудандарда белгілі бір үлкен диапазонда ауытқуы сілемде сырғу беттерін түзеді [91].

Тектоникалық жарықтадың беттерінде байланыстырушы күштердің болуына байланысты беттің тангенциалды кернеуі ішкі үйкеліс бұрышының мәніне байланысты болады. Сондықтан да, бүкіл массивтегі мұндай үлкен жарықтар карьердегі басқа жерлерге қарағанда таужыныстарының қозғалысына көбірек ықпал етеді. Бір тектоникалық жарықшақтың ауданы кеңістікте сур. 2.4 өндірілген пайдалы қазбаға тең немесе одан асып кетуі де мүмкін олардың еселік коэффициентін таужыныстарының мықтылығына жатқызуға болмайды [69].



Сурет 2.4 - Ақжал кенорынындағы тектоникалық бұзылыстар

Екінші блоктың жарықтарын сур. 2.5, а сілем салыстырмалы түрде ұсақ кесектерге бөледі, бірақ олар бастапқыдан бір-бірінің жалғасы болмайды [40].

Таужыныстар сілемде айырылған түрде болады олардың төбелері әр түрлі жаққа қарай орналасқан сондықтан да, бірегей тегістелген сырғу бетін құра алмайды. Бірақ, таужыныстардың кесектерінің өлшемдерін жасанды жолмен анықтағанда, олардың шын мәніндегі өлшемдерінен асып кеткендіктен, осы блоктың жарықтары массивінің беріктілігіне әсерін тигізуі мүмкін. Сондықтан да массивінің беріктілігін болжағанда, ірі кесекті таужыныстарды қалыптастыратын жарықшақтарды назарға алу қажет. Осындай жарықтардың түрі арқылы массивтегі таужыныстардың мықтылығын анықтау ескерілмейді. Оның себебі, екінші блоктағы таужыныстардың қабаттарының қалыңдығы жарықтардың өлшемдерімен салыстырғанда айтарлықтай біршама болып келеді [91].

Үшінші блоктағы жарықтар бастапқыда бір-бірімен өзара жапсарласады, жарықшақтардың таралу аймағы бір кесекпен шектеледі және олар өзара жалғаспайды, сонымен қатар, байланыстырушы күштер үлкен болмаса да сезіледі.

а)



ә)



Сурет 2.5 – Массивтегі таужыныстардың жіктемесі:
а) Екінші блоктың жарықшақтары; ә) төртінші блоктың жарықшақтары

Төртінші блокты сур. 2.5, ә жарықтары бір біріне жапсарласады, жарықтардың таралу аймағы бастапқыда таужыныстар массивінің қабатының еніне сәйкес келеді. Массивтегі таужыныстар блоктарының құрылымы жарықшақты жазық беттер жүйесінен қалыптасқаннан, оларды таужыныстардың жеке-жеке жарықшағы деп санаймыз сур. 2.6 [28].



Сурет 2.6 – Карьер жағдаулары таужыныстарының жарықшақтылығы [28]

Бесінші блоктың жарықтары таужыныстардың көлбеу қабаттарында кездеседі. Осы блоктағы массивінің мықтылығына жарықтар әсерін тигізеді, сондықтан да, арнайы анықталған коэффициенттердің көмегімен назарға алу қажет. Массивтегі таужыныстардың жарықтарын басқа түрлері бойынша жіктеуге болады. Осы келтірілген жіктеу басқалардан айырмашылығы жарықтардың таужыныстар массивіне әсер етуіне негізделген [28, 69].

Массивтегі таужыныстар әрқашан жазық бағытта орналаспайды. Жер қойнауындағы ішкі күштердің әсер етуіне байланысты массивтегі таужыныстардың қабаттар желілері қатпарланады және көлбеулеу қалыптасады. Созылым бағыт бойынша көлбеу орналасқан кен денесінің құлама бұрышын таужыныстың жатыс элементтері деп атаймыз [92].

Таужыныстардың жарықшақтығын өлшеудің басты мақсаты – жерқойнауында жарықшақтар жүйелерінің таралу заңдылығын және тереңдікке байланысты әлсіз беттердің өзгерісін, дизъюнктивті жарылыстар мен желден бұзылған аймақтардың шекараларын зерттеу [30].

Таужыныстардың жарықшақтарын тау компасымен зерттеу

Карьерлер мен жерасты горизонттарында тау компасымен өлшеу жүргізу арқылы таужыныстар жарықшақтарынан түзілген ірілі-ұсақты пайда болған блоктар кесектерінің параметрлері анықталады. Таужыныстардың құрылымдық блоктарының жарықшақтарының арақашықтық параметрлері өлшемтаспамен, ал тау компасымен құлама бұрышы мен азимуты өлшенеді сур. 2.7.



Сурет 2.7 – Таужыныстар массивінің жарықшақтылығын тау компасымен өлшеу

Төменде келтірілген кестеде 2.4 таужыныстардың жарықшақтарының параметрлері карьер және жерасты қазбалары үшін анықталды және журналға жазылды [28].

Кесте 2.4 - Таужыныстар жарықшақтарының жатыс элементтерін өлшеу нәтижесі [28]

Пункт тер	Түсіріс жүргізілген аймақтар	Таужыныстар	Жарықшақтардың орналасу элементтері		1ш.м жердегі жарықшақ т. жиілігі
			А	δ	
1	№28-маркшейдерлік пункт	Порфириттер	260 ⁰	70 ⁰	8-10
2	№28-пункттен 5 м жерде	Порфириттер	200 ⁰	75 ⁰	15
3	№57- маркшейдерлік пункт	Әк тастар	240 ⁰	76 ⁰	10

Массивтегі таужыныстардың құрылымын зерттеудің келтірілген әдістемесі еліміздің көптеген кеніштерінің апробациясынан сәтті өтсе де, оның кемілік тұстары да бар – ол массивтегі таужыныстардың құрылымдылық ерекшеліктерін өлшеу мүмкіншілігі 3м-ден жоғары биіктіктегі өлшеулер жүргізілетіндігі, яғни тау компасымен өлшеуді тек ғана карьер қиябетінің төменгі бөлігінде ғана жүзеге асыруға болады [28].

Бұдан айтатымыз, таужыныстар массивінің құрылымын нақты зерттеуді ескере алмайтындығымызды дәлелдейді. Сондықтан әр кезеңдерде әр түрлі тәсілдер (масштабты суретке түсіру, тахеометр мен лазерлі рулетканы қолдану, жердегі фотограмметрия; шағылдырғышсыз қашықтық өлшегішті электронды тахеометр; GPS түсірістері; сандық фотограмметрия және т.б.) қолданылды

[28]. Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктері бүгінде лазерлік сканерлеу әдісі кеңінен қолданылуда [28].

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының швейцариялық Leica Geosystems фирмасының лазерлік сканері арқылы карьердегі деформациялану процесін зерделеуге алынған деректер нәтижелерін келтіреміз [30].

2.3 Заманауи лазерлік сканерді қолдану арқылы таужыныстардың жарықшақтылығын зерделеуді жетілдіру

Карьер кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығына әсер ететін факторлардың ішіндегі ең бастысы – ол беткей жағдауы таужыныстарының жарықшақтылығы. Массивтің жарықшақтылығын дұрыс анықтау карьерлер кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын есептеудің сенімділігін жоғарылатады [30].

Жарықшақтарды түсірімдеудегі негізгі мақсат – ол жарықшақтар жүйелерінің жер қойнауында таралу заңдылықтарын және әлсіз беттердің тереңдікпен байланысын, дизъюнктивті жарылыстар мен желден бұзылған учаскелердің шекараларын анықтау. Түсірімдер карьердің аршылған беткейлері мен қиябеттерінде белгіленген аралықтарды жүргізіледі және олар рулетка мен компас арқылы жүзеге асырылады [28].

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 [29].

Құрылымдық блоктардың өлшемдері (жарықшақтардың арақашықтықтары) қарапайым рулеткамен, созылым азимуты мен құлама бұрыштары – тау-кен компасымен өлшенеді [28].

Далалық жағдайда тау жыныстарының жарықшақтарын түсірімдеу үшін, ең алдымен тас бетінің кедір – бұдырын тегістеп, топырағын тазалап, горизонталь бағытта ұсталған тау-кен компасты тау жынысының бетіне ұзын қырымен жанасытырады сур. 2.8, а. Тау кен жұмыстарын орындау барысында карьер қиябеттерінің опырыла құлауы мен жылжуын лазерлік сканермен жүзеге асырған өте қолайлы [28].

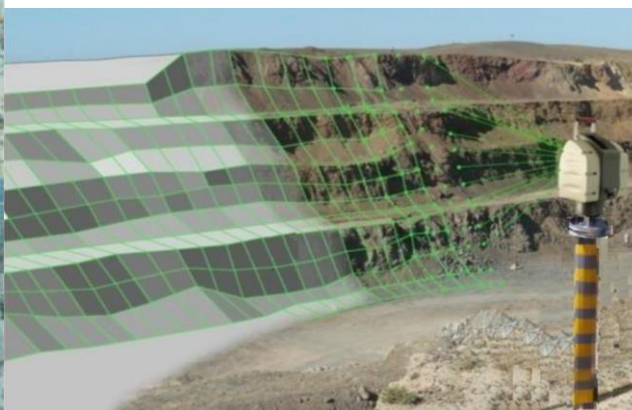
Жер беті лазерлік сканерінің мәні жоғары жылдамдықпен лазерлік сәуленің таралуы, сканер мен объектідегі нүктелерге дейінгі арақашықтықты, вертикаль және горизонталь бұрыштарды өлшеуі болып табылады, жұмыстың нәтижесі ретінде үш өлшемді растрлық кескін яғни скан алынады, мұндағы нүктелер жинағын «нүктелер бұлты деп атап, ал осы скандарды біріктіру әдісін-тігу деп атайды [30].

Тігуді дұрыс орындау үшін көршілес скандар жабынды аймақты құрулары тиіс және олардан бақылау нүктелері таңдалынады [30].

а)



ә)



Сурет 2.8 - Таужыныстарының жарықшақтарын түсіру:
а – тау-кен компасымен; ә- тұрақты пунктке орнатылған лазерлік сканермен түсіру

«Ақжал» кен орнының «Центральный» карьерінің беткей сур. 2.8, ә [32] орнықтылығын зерттеу мақсатында Швейцариялық Leica фирмасының HDS4400 лазерлік сканері қолданылды. Бұл лазерлік сканер 5 м –ден 700 м арақашықтыққа дейін өлшем ала алады, сканерлеу жылдамдығының жиілігі секундына 4400 нүктелерді сканерлейді. HDS4400 лазерлік сканердің техникалық сипаттамасы кесте 2.5 келтірілген.

Кесте 2.5 - HDS4400 лазерлік сканерінің техникалық сипаттамасы

Функционалдық қасиеттері	Екі осьті компенсаторымен қондырылған импульстік лазер
Арақашықтықты өлшеу диапазоны	5 м-ден 700 м-ге дейін 40% альбедо (жартас) үшін 600 м 5% альбедо (көмір) үшін 150 м
Өлшеу жылдамдығы	секундына 4400 нүктелер
Лазерлік сәуленің ауытқуы	+ 1.4 мрад
Қашықтық дәлдігі	50 м арақашықтыққа 20 мм Максималды арақашықтыққа 50 мм
Бұрыштық Қайталануы	+/-0.04° 50 м арақашықтықта 10 мм
Шолу бұрышы	360°
Горизонтальды	80°
Вертикальды	Қондырылған моторлы көру түтігі (16 x)
Нысаналау	Қосымша лазерлік нысаналау 670 нм
Компенсатор	Қондырылған келбеу компенсатор ажыратымдылық 20'

Деңгей көрсеткіші	Сыртқы деңгей 30" бөліктерінен тұратын көпіршік индикаторы 20'
Жұмыс жасау ұзақтығы	3 сағат
Жұмыс жасау температурасы	0°C -ден + 40°C - 40°C –де 30 минут жұмыс жасайды
Қорғану класы	IP 54 (IEC 60529)
Өлшемдері	431 x 271 x 356 мм
Салмағы	14 кг (батареямен)

Сканерлеу алдында дайындық жұмыстары жүргізіледі. Ол үшін карьердің периметрі бойынша жағалауында және оның кертпештерінде карьер (толық көрінетін жерлерде) тұрақты грунттық реперлер (пункттер) орнатылады және олардың координаталары анықталады. Лазерлік сканерді тұрақты сур. 2.9 грунттық реперге орнатқаннан кейін, жұмыс бабына келтіріледі және әрі қарай сканерлеу жұмысы жүргізіледі [29].



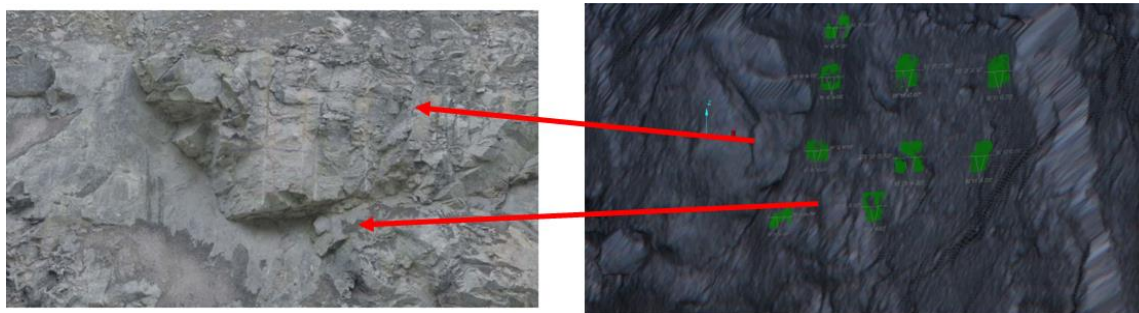
Сурет 2.9 - Leica HDS4400 лазерлік сканер

Карьер беткейлерінің орнықтылығын лазерлік сканерлеу арқылы орындалған зерттеу жұмысынан соң, анықталған деформациялық зоналарды бағдарламалық кешендер арқылы өңдеу қажет [30].

Ақжал нысанында белгіленген нүктелерді жылдың әр мезгілінде лазерлік сканерлеу түсірімдері өзара салыстырылады және оған байланысты тау жыныстар массивінде жүріп жатқан деформациялық үрдістердің динамикасы жайлы нәтиже орындалды. Алынған нәтижеден соң, «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасының көмегімен нүктелер бұлттарына фотобейнені қойып, өңдеу жұмыстары жасалды. Сур. 2.10, а, көрсетілгендей карьер беткейінің көлемдік электрондық түрі көрсетілген, ал сур. 2.10, ә жарықшақтардың әсерінен туындаған құрылымдық блоктардың өлшемдері, жарықшақтардың жатыс элементтері көрсетілген [42, 57].

а)

ә)



Сурет 2.10 - «Центральный» нысанының +355 м –ден +320 м горизонттар аралығындағы таужыныстардың жарықшақтарын зерттеу:
а- табиғи жағдайдағы карьер кемері қиябетіндегі жарықшақтары;
ә- жарықшақтардың жатыс элементтері

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 [29, 42].

Жарықшақтардың жатыс элементтерін анықтау [42].

Таужыныстардың жарықшақтарының арасындағы нүктелер координаталарының айырымы бойынша таужыныстардың блоктарының параметрі анықталады, ал жарықшақ элементін: таужыныстар жарықшақтарының бетін құру нәтижесінде созылым азимуты мен құлама бұрыш табылады.

Дирекциондық бұрыштары мен жарықшақ бетінен алынған нүктелер координаталары арқылы есептеледі. Бұл есептеулердің барлығы «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасына енгізілген [29].

Ақжал нысанында орындалған осындай өлшеу жұмыстарының арқасында 300-800 м қашықтықтан таужыныстардағы жарықшақтардың жатыс элементтерін анықтау және құрылымдық блоктардың өлшемдерін тау компасымен қол жеткізе алмайтын жерлерді жоғары шапшаңдылықпен секундына мыңдаған нүктелерді түсіру арқылы жүзеге асырылды. Сонымен қатар, карьер қиябетін өлшеу бойынша алынған деректер толық мәліметке ие.

Екінші тарау бойынша қорытынды

1. Ашық кеніштерде жүргізілген кешенді зерттеулер рудалық кен орындарындағы карьер беткейлері деформацияларының түрлері мен оған әсер ететін негізгі факторларды айқындауға мүмкіндік туғызды. Құрылымдық ерекшеліктерімен тығыз байланысты. Жекелеген жарықшақтарды зерделеуден жазық беттерге, одан элементарлық құрылымдық блоктарға, әрі қарай күрделі блок графиктерін құрудан тектоникалық зоналарға көшуге болады, сөйтіп, тау жыныстары массивінің деформациялану көрнісі айқындалады. Ол деген, құрылымдық фактордың жетекші рөл атқаратындығының айқын дәлелі.

2. Әр түрлі таужыныстарының беріктік паспорты болып табылатын тау жыныстарының беріктік қасиеттері мен олардың орналасу тереңдігі арасындағы логарифмдік байланыс – карьер беткеймаңы массивінің геомеханикалық жағдайын болжауға мүмкіндік береді және де кен орнын игеру қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

3. Массивтегі таужыныстарының қасиеттері мен құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу арқылы карьер беткейінің жай-күйі туралы толық ақпаратты алып ғана қоймай, таужыныстары қасиеттерінің тау-кен жұмыстары тереңдігіне байластылығы – карьер қиябеттерінің геомеханикалық күйін болжауға мүмкіндік береді.

4. Карьер беткейлері массивінің құрылымдық ерекшеліктері тұрақты реперге орнатылған лазерлік сканер арқылы зерделенді және оның нәтижелерін өңдеу (компьютерлік бағдарлама арқылы) жетілдірілді [30].

5. Осы тарауда алынған таужыныстарының 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 [28].

3 КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

3.1 Карьер беткейлерін мониторингтеу

Карьер беткейінің орнықтылығын бақылаудың заманауи әдістері әр алуан болып келеді. Олардың ішіндегі ең перспективалы әдісі болып, бақылау станциялардың жұмыс реперлерінің бастапқы координатасынан ауытқуын заманауи жоғары дәлдікті аспаптарды қолданумен зерттеуге негізделген.

Дәстүрлі қолданылып жүрген аспаптық бақылаулардың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар таужыныстары массивінде жүріп жатқан нақтылы геомеханикалық үрдістерді дәл бейнелеп көрсете алмайды, сондықтан да дәстүрлі аспаптық бақылауларға негізделген болжаулық бағаларды сенімді деу жеткіліксіз. Екіншіден, оларды жүргізу өте көп еңбек сіңіруді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді қажетті мезгілде алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді заманауи аспаптарды қолдану арқылы жоюға болады [28, 33].

Бүгінгі таңдағы мониторинг жүргізуге қажет геодезиялық-маркшейдерлік аспаптар жоғарғы талаптарға сай болуы тиіс. Оның жаңа дәл және жоғары дәлдікті қамтамасыз ететін, яғни электронды-лазерлік аспаптары, ғаламдық жерсеріктік қабылдағыштары тау - кен массивін бақылау жүйелері болуы тиіс. Қазіргі геодезиялық-маркшейдерлік жұмыстарда бірнеше инновациялық бағыттар бар, яғни электронды және лазерлік аспаптарды кеңінен өндіріске енгізу түсіру жұмыстарының өнімділігін және сапасын, оперативтілігін арттыру, мәліметтерді өңдеу үдерістерін автоматтандыру, нәтижелерді сандық түрде алу және т.б [30].

Мұндай бақылауларды карьердің жоғарғы жиегіне перпендикуляр орналасқан үйінділерде немесе кемерлердің бермасында орналасатын қадалардың жармалары арқылы жасайды немесе деформацияланатын массивтің ерекше сипаттағы реперлер (нүктелер) бойынша орындайды.

Карьер кертпештерінде үздіксіз жүріп жатқан жұмыстар геодезиялық бақылауларға кедергі жасайды және бекітілген бақылау реперлері ұзақ уақыт сақталынбайды. Сондықтан геодезиялық бақылау қысқа уақыт аралығында жүргізіледі. Бақылау жұмыстарын жүргізу үшін карьер кемерлеріне бақылау станциялары салынып, оларды тиісті уақыттарда аспаптар арқылы тексеріп тұрады [30].

Маркшейдерлік-геодезиялық бақылауларға барлық реперлерді нивелирлеу, олардың арақашықтықтарын тексерілген ленталармен өлшеу, жеке кертпештерді, жыныстар қорымдарын, шөгүлерді, ашылып және жаншылып қалған жыныстардың жарықшақтағы және олардың жату элементтерін түсіру жатады. Бақылау жұмыстарының нәтижесінде бақылау станциясының планы, профильдік сызықтардың қималары, репер векторларының жылжу графиктері, таужыныстарының жарықшақтық диаграммалары сызылады [28, 87].

Массивтегі шөгу, созылу немесе сығылу деформацияларының шамалары және әрбір профильдік сызықтар бойынша сырғу бетте жатқан нүктелердің жылжу векторлары арқылы карьер беткейлерінің сырғу беті анықталады [30].

Кей аймақтарда тікелей маркшейдерлік-геодезиялық өлшеулерді жүргізу мүмкін емес жағдайларда, өлшеу жұмыстары арнайы бұрғыланған ұңғымалар көмегімен жүргізіледі және белгілі уақыт аралығында тереңдетілген қадалар орналастырылады. Вертикаль және горизонталь жылжулардың бағыттары мен шамалары бойынша сырғудың потенциал бетін анықтайды. Жоғарыда айтылған әдіс арқылы таужыныстар массивінде жүріп жатқан деформациялық үрдістерді бақылау мүмкіншілігіне ие және де деформациялық үрдістердің масималды деңгейге дамуына жеткіздірмей, уақытылы тоқтату болып келеді. Осы әдістің артықшылығы қауіпті аймақтың жағдайын біршама қашықтықтан және қолжетімсіз жерлер туралы қажетті деректер нәтижесін алуға мүмкіндік береді. Осы әдістің арқасында сырғу бетінің жанындағы таужыныстар массивінің жағдайын бағалауда біраз жеңілдетеді. Сонымен қатар, карьерлердің орнықтылық жағдайын бақылаудағы өлшеу әдістерінің бірі лазерлік сканерлеу болып саналады [83].

Лазерлік сканерлеу арқылы өлшеулерді «нақты уақыт» режимінде автоматты түрде жылдам орындалады, өлшеу нәтижесінде өлшенген аймақтың координаттары нүктелер бұлтының үш өлшемді кескінін береді. Бұл әдістің артықшылығы нақты уақыт режимінде карьер орнықтылығын бақылауда таужыныстар массивіндегі деформациялық үрдістер бойынша қажетті деректерді алуға қол жеткізеді. Тәжірибе нәтижесіне қарай, әр әдісті жеке-жеке қолдану өнімсіз. Мысалға, кейбір кездері карьердегі әлсіз таужыныстардың құлау аймағын анықтауда маркшейдерлік-геодезиялық өлшеу жұмыстарымен шектелмейді. Аспаптық бақылаулар көмегімен алынған таужыныстар массивіндегі деформациялық жағдайдың жылжу жылдамдықтары туралы деректері карьер беткейінің орнықтылығын бағалау және деформациялық үрдістердің дамуына алдын ала шаралар жасау қажеттілігі туындайды [52, 62].

Карьер беткейінің орнықтылығын зерттеуде геодезиялық өлшеу аспаптарының бақылау әдістеріне талдауда қолданыстағы әдістерге жетілдіру қажеттілігі көрсетілді, сонымен қатар үйреншікті геодезиялық жабдықтармен қатар электрондық лазерлік сканерлеу, жоғары дәлдікті электрондық тахеометр, ғаламдық жерсеріктік жүйелер, заманауи ақпараттық технологияларды қолдануды қолға алу қажеттілігіне ие [35].

3.2 Карьерде геомеханикалық мониторингтеудің аспаптық өлшеу әдісін жетілдіру

3.2.1 Тұрақты тірек пункттерінің конструкциясын жетілдіру

Геодезиялық аспаптық бақылаулардағы далалық жұмыстардың күрделілігі және өлшеу аспаптарының жиынтығы (аспатың өзі, штатив, рейкалар және т.б.) бір пункттен екінші пунктке орын ауыстыру және қайта орнату көп уақыт алады. Кен орнын игеру кезінде жер бетінің деформацияланған күйін бақылау тәжірибесінде тірек пункттері мен

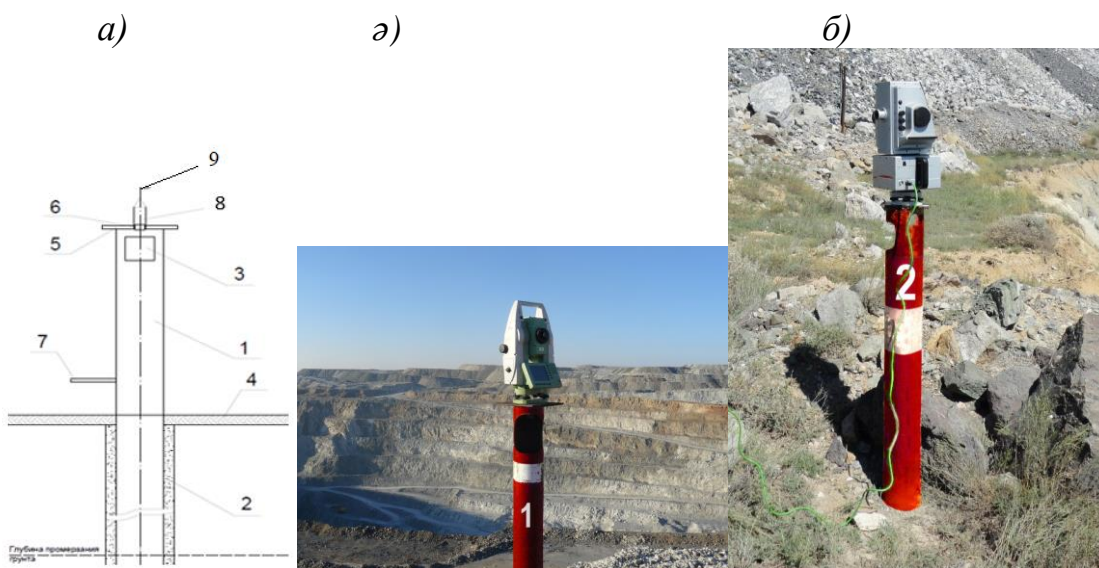
нивелирлік жұмыс реперлердің де әртүрлі типтері қолданылады. Бұл пункттер маркшейдерлік-геодезиялық аспаптарды орнатуға, әрі қарай жұмыс жүргізуге жарамай жататын жағдайларға ие болады [42].

Қазіргі уақытта ғылым мен техниканың қарқынды дамуы геодезия мен маркшейдерия саласында дәлдігі жоғары заманауи аспаптардың пайда болуына ықпал етті. Тау-кен кәсіпорындарында мониторингтеуді жүргізу үшін жаңа технологияларды енгізу, заманауи геодезиялық аспаптармен және бағдарламалық өнімдермен қамтамасыз ету жұмыстары жүргізіліп жатыр. Мұндай геодезиялық аспаптарды мониторингтеуде қолдану үшін арнайы тұрақты пункттердің жаңа конструкциясын ойлап тауып, оған патент алу, оны өндірісте жүзеге асыру мәселесі алға қойылды [30, 63].

Осы мәселеге байланысты патенттік ізденіс жұмыстары жүргізілді. Мәселен, 2004 жылы Сейсмология институты ойлап шығарған грунттық репер; 2008 жылы жария болған №19327 Қазақстан республикасының тұрақты реперінің патенті; 2020 жылғы №4700 пайдалы моделге берілген патенттердің конструкциясы толықтай зерделеніп, кемшіліктері анықталды [39].

Жүргізілген патенттік зерттеулер негізінде аспапты орнататын штативті қолданбай және аспаптың өзін автоматты түрде центрлеуге, өлшеу дәлдігін арттыруға мүмкіндік беретін «Аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік тұрақты геодезиялық пункттері» жасалынды. Бұл тұрақты пунктті геодезиялық нивелирлеу және жерсеріктік бақылауларда да қолдануға болады.

Ұсынылған тұрақты пункт геодезиялық ұңғымаға бекітілген және оның осі бойынша орнатылған металл құбырды қамтиды. Осы темір құбырдың жоғарғы жағы геодезиялық аспаптарды мәжбүрлеп центрлеуге арналған үстелмен жабылған. Металл құбыр ұңғымада бетондалды. Бұл темір құбырдың ішкі қуысында көрсетілген саңылаудың төменгі деңгейіне дейінгі бетон ерітіндісімен толтырылады, ал ол құбырды орнатудың тереңдігі топырақтың максималды қату деңгейімен анықталады сур. 3.1 [40].



Сурет 3.1 - Заманауи аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жетілдірілген тұрақты пункті : а) пункттің конструкциясы; ә) «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінде орнатылған тұрақты пункт; б) «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінде орнатылған тұрақты пункт

Жер бетілік бұл геодезиялық пункт сур. 3.1, а диаметры - 110 мм, ұзындығы - 2500 мм металл құбырдан - 1 тұрады, ол ұңғымаға - 2 орнатылады. Құбырдың жоғарғы жағында аспапты орнату винті үшін терзеше -3 жасалған. Металл құбырдың жоғарында аспапты центрлеуге арналған ұяшығы - бар, өлшемі 200×200×10 м металл үстелмен - 5 жабылған [40].

Жер беті деңгейінен - 4 жоғары орнатылған металл құбырдың жоғарғы бөлігінде оған тегістеу рельсін орнатуға арналған қосымша марка 7 орнатылған. Таужыныстарының жер қойнауында сенімді қабысуы үшін құбырдың төменгі ұшы зәкірмен 8 жабдықталған. Геодезиялық желінің басқа нүктелеріне бағдарлау үшін көздеу нысаны ретінде 9 қолданылады. Ұңғымаға орнатылған металл құбыр ұңғыманың бос кеңістігі және құбырдың төменгі қуысы бетонмен толтырылды [35].

Жетілдірілген бұл тұрақты пункт Ақжал кенорнының «Центральный» карьерінде орнатылып жүзеге асырылды. Тұрақты грунттық репер Ақжал карьері беткейінде орнатылып, эксперименттік өлшеулер жүргізілді, электронды тахеометр арқылы репердің пландық-биіктік координаталары анықталды. Сынақтан өткізілген грунттық реперге лазерлік сканер орнатып, карьер қиябеттерінің жарықшақтары түсірілді және оның нәтижелері бойынша өңдеу жұмыстары жасалынды алынды [59].

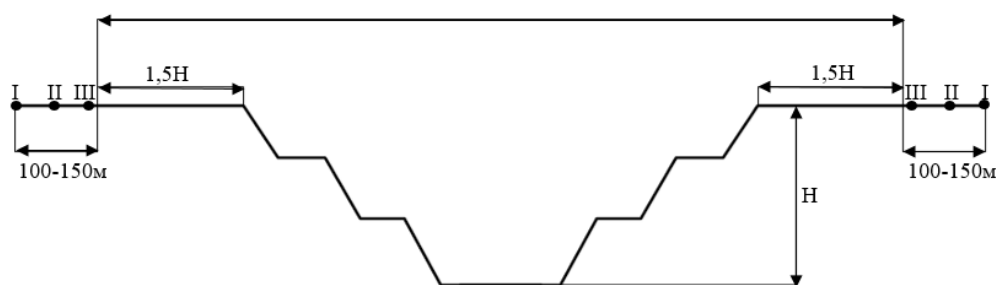
3.2.2 «Центральный» карьер беткейлерінің орнықтылығын бақылау мақсатында орналастырылған профильдік сызықтардың жай-күйін зерделеу

Карьер беткейлерінің орнықтылығын маркшейдерлік – геодезиялық аспаппен зерделеуде бақылау станцияларының жүйесін құру арқылы орындалады. Аспаптық бақылауларды жүргізу үшін карьерлерде профильдік сызықтар түрінде бақылау станцияларын құру көзделеді, оларды сілемге металл реперлер түрінде орналастырылады. Сонымен қатар, профильдік сызықтар карьердің жоғары ернеуінің созылымына перпендикуляр болып келеді. Бақылау станциялардың жүйесіне бастапқы реперлер және тірек реперлері, байланыстырушы жұмыс реперлерінен тұратын профильдік сызықтардан тұрады. Бақылау станциялардың бүкіл жұмыс жасау кезеңінде бастапқы реперлердің тұрақтылығы қамтамасыз етілетін орындарда орналасуы керек, өйткені олар арқылы әр сериялы бақылауларда профильдік сызықтардың тірек реперлерінің орналасуының координаталарын және олардың орнықтылығы анықталады [30].

Бақылау станциялары үшін бастапқы реперлер болып геодезиялық тірек торларының маркшейдерлік тірек пункттері болып келеді.

Әр профильдік сызық 2 немесе 3 тірек реперінен тұрады және 7-ден 24-ке дейін жұмыс реперлерінен тұруы қажет. Тірек пункттерінің өзара

арақашықтығы - 40 м-ден 50 м-ге дейін болады. Жұмыс реперлерінің өзара арақашықтығы опырылуы мүмкін жердің призмасының шегінде 10 м-ге тең деп қабылданады, ал одан әрі – 20 м-ден 30 м аралығында орналасады. Кемерлерде жұмыс реперлерін орналастыру кезінде олардың өзара арақашықтығы қауіпсіздік бермасының еніне байланысты болады. Профильдік сызықтың едәуір ұзындығы кезінде немесе бақылау үшін қолжетімсіз аймақтарда аспаптың бір қондырғысынан байланыстырушы репер бекітіледі. Орналастырылатын тірек реперлері карьер беткейінің табаны мен жоғары алаңының деформация аймағынан тыс орналасуы тиіс. Шеткі тірек реперден карьер қиябеті беткейінің жоғарғы ернеуіне дейінгі арақашықтық бір профильдік сызықтың ұзындығы жер беті бойынша $1,5H$ тең болады сур.3.2 [81].



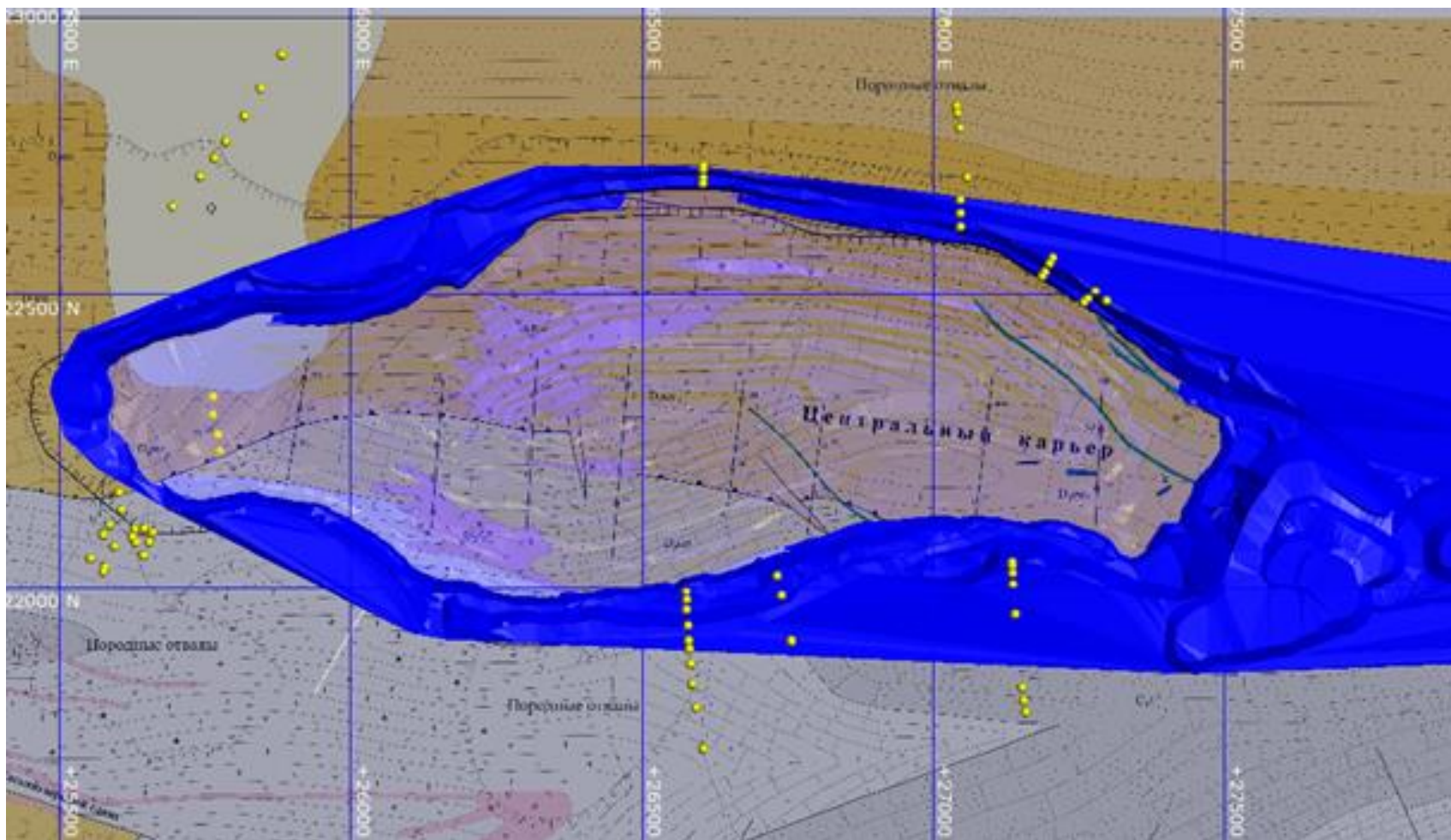
Сурет 3.2 - Карьер беткейінде профильдік сызықтарды орналастыру сызбасы

Бақылау станциялардың бастапқы реперлерінің жоспарлық байланыстырылуы триангуляция, трилатерация немесе 4 кластық полигонометрия әдістері бойынша жүзеге асырылуы мүмкін. Биіктіктік байланыстыру үшін нивелирлік тордың пунктері мен реперлері қолданылады және де III кластық нивелирлік тор орналастырылады [86]. Заманауи электрондық тахеометрді қолдану арқылы жоғарыда айтылған екі әдісті біріктіру арқылы реперлердің кеңістіктік жағдайын анықтау үшін қол жеткізеді [81].

Бастапқы реперлердің орналасуы оларды тау-кен жұмыстарын одан әрі дамыту кезінде карьер беткейлерінің орнықтылығын болжауға мүмкіндік береді. Бақылау станцияларының профильдік сызықтарының тірек және байланыстырушы реперлердің жағдайы құрылған жүйенің бастапқы реперлердің жағдайынан анықталады.

Станциялардағы жүйелі аспаптық бақылаулардың мәні болып электрондық тахеометрлердің көмегімен жұмыс реперлерінің уақытқа байланысты кеңістіктегі өзгерісін зерттеу. «Центральный» карьерінде бақылау станцияларын геомеханикалық жағдай анализі бойынша орнықтылығы төмен және қауіпті аймақтарға сур. 3.3 орналастырылды.

Салынған бақылау станцияларының жалпы схемасы сур. 3.4 келтірілген.



Сурет 3.4 - Ақжал карьеріндегі бақылау станцияларының профильдік сызықтарының орналасу схемасы [68]

Маркшейдерлік-геодезиялық бақылаулардың мақсаты болып:

а) таужыныстардағы деформациялық үрдістердің түрлері мен таралу шекараларын анықтау;

ә) деформацияның өлшемі мен жылдамдығын анықтау;

б) әр түрлі инженерлік-геологиялық кешендер бойынша белсенді кезеңдердің басталуына дейінгі жылжу шамасын анықтау;

в) карьердің тереңдеуіне байланысты уақытқа байланысты деформациялық үрдістердің дамуына алдын-ала есептеу жүргізу [66, 67].

Карьердің беткеймаңының таужыныстар сілемдерінің жай-күйін бақылау кезінде реперлердің конструкциясы мынадай талаптарды қамтамасыз етуі тиіс:

а) репердің қозғалысы таужыныстардың қозғалысына сәйкес келуі үшін репермен таужыныстардың өзара берік байланысы болу қажет;

ә) реперлердің бүкіл қызмет ету мерзімінде сақталуы және өзгеріске ұшырамауы, сонымен қатар оларды пайдаланудың ыңғайлылығы;

б) репердің көлбеу жазықтықта жылжуын бақылау дәлдігін қамтамасыз ету үшін репердің төбесіндегі (жарты шардағы) белгіленген центрінің айқындылығы;

в) таужыныстардың температурасы мен ылғалдылығының маусымдық өзгеруін және таужыныстарының қатып қалуы мен еруі жағдайында репердің тұрақтылығын сақтау [84].

Карьерлерде бақылау әдісіне қарай реперлердің дизайны мен бет-белгісі әртүрлі болады. Электрондық тахеометрді пайдалана отырып карьер қиябеттерін маркшейдерлік-геодезиялық бақылау тәсілі кезінде реперлердің екі түрін пайдалану көзделді: ұзақ қызмет ету мерзімінің тірек пункті және қызмет ету мерзімі 5 жылға дейін жететін жұмыс репері [85].

Бақылау станциялар реперлерін орналастыру учаскелерін таңдау игерілетін кен орынның инженерлік-геологиялық жағдайларын және таужыныстар деформацияларын туындататын жанама белгілерді ескере отырып, тау-кен жұмыстарының қазіргі жай-күйі мен даму перспективасын талдау негізінде орындалады:

а) карьердің кемерін және беткейін қалыптастыратын аршылған, әлсіз, иілмелі, сулы және массивтегі таужыныстарда қатты жарықшақталған жыныстардың болуы;

ә) әлсіз байланыстағы таужыныстар және тектоникалық бұзылыстар беттерін тау-кен жұмыстарымен қиып өтетін жағдайларда;

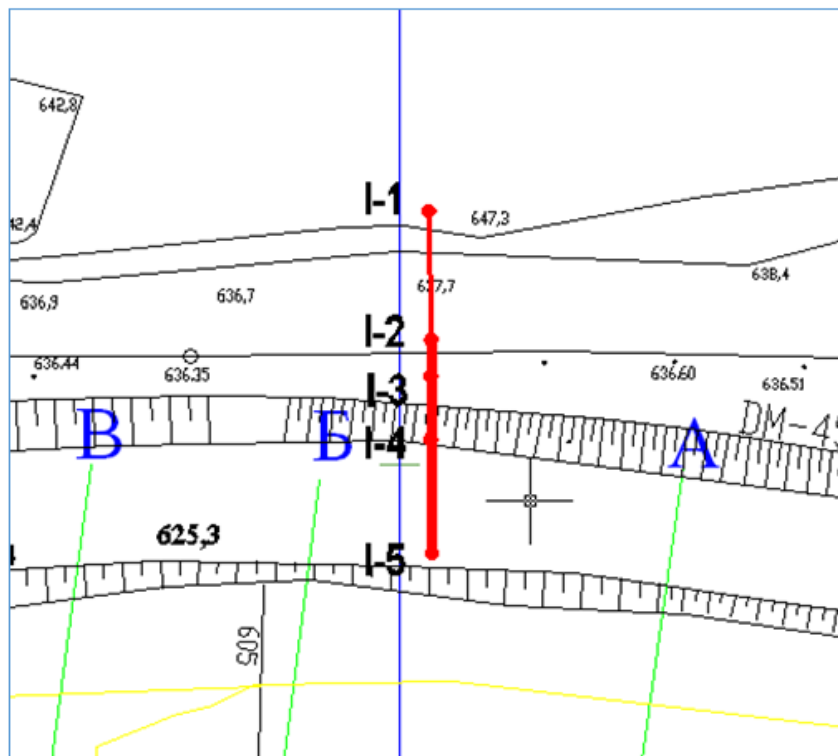
б) карьер беткейлерінің кемерлері мен үйінділерінің фактілік жағдайы мен жобалық контурмен сәйкестенбеуі;

в) жаппай жарылыстарды жүргізу үшін бұрғылау технологиясы және жару жұмыстарының паспортына сәйкес келмеуі;

г) жобада көзделмеген таужыныстары үйінділерінің және ауыр тау-кен көлігі жабдықтарының карьердің беткейлері мен кемерлеріне әсері. [66, 67].

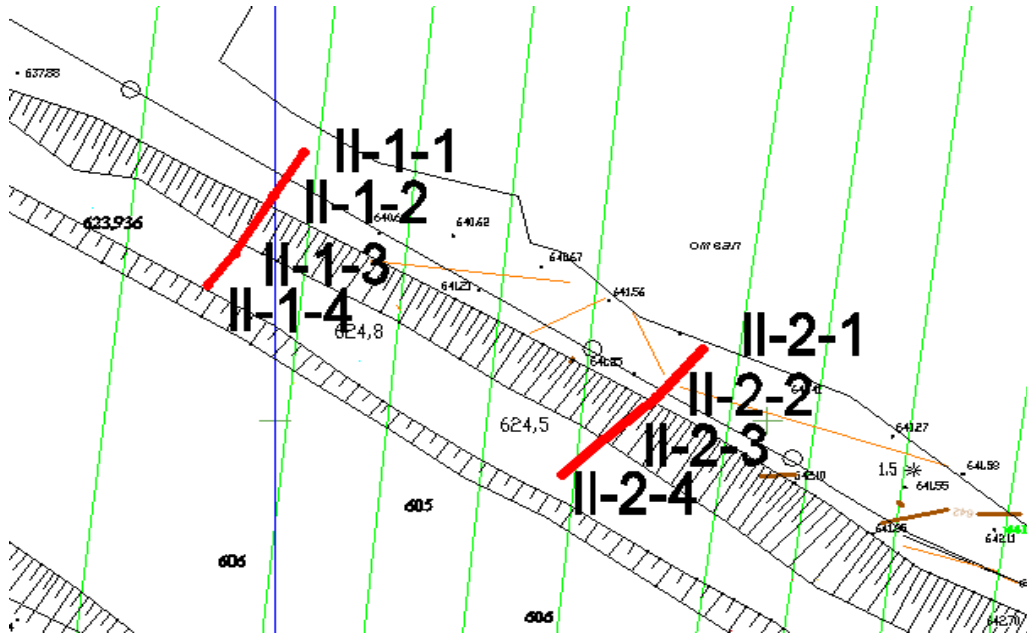
«Центральный» карьерінде профильдік сызықтардың орналасуы.

№I бақылау станциясы «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінің (+625,+637м) горизонттарында орналасқан және 5 реперден тұрады. Жұмыс реперлерінің арақашықтығы 9,7-50,0 м кұрайды. Профильдік сызықтың жалпы ұзындығы 51 м-ге тең болды сур. 3.5.



Сурет 3.5 - I-1 профильдік сызықтың орналасу схемасы

№ II Бақылау станциясы, (II-1) екі профильдік сызықтан тұрады, 2011 жылдың қыркүйек айында «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінде және (II-1) екі профильдік сызықтан тұрады. Бірінші профильдік сызық 4 реперден тұрады. Ал екінші профильдік сызықта (II-2) 4 репер орналасқан. Карьердің беткейін жобалық контурға келтіру кезінде карьердің Солтүстік беткейін бақылау мақсатында репер қажет. Сур. 3.6 реперлерді бақылау сызбасы көрсетілген [68].



Сурет 3.6 - II-1 және II-2 профильдік сызықтардың орналасу схемасы

III бақылау станциясы «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінің шығыс бөлігінде орнатылған, көліктік жолдың сур. 3.7 маңайындағы кемер қиябеті мен беткейдің орнықтылығын бақылау үшін жалпы 4 жұмыс реперлерімен орналасқан.

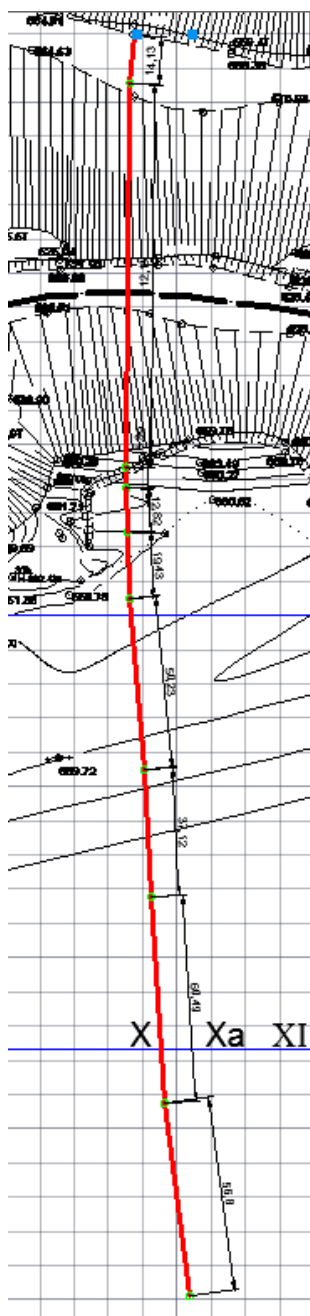
Беткей мықты жарықшақты таужыныстардан құралған. Реперлердің ығысу азимуты 45° -тан 170° құрайды [68].



Сурет 3.7 - III профильдік сызықтың орналасу көрінісі

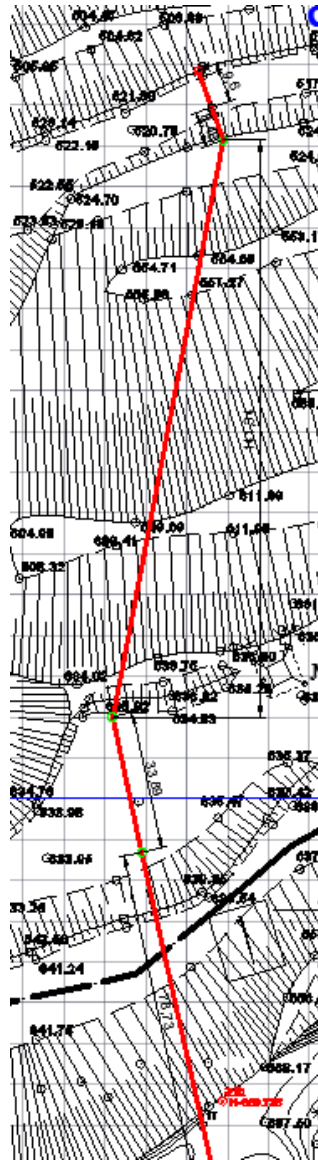
№IV бақылау станциясы (3-1) бір профильдік сызықтан тұрады, 2011 жылы орналастырылды, бірақ 2020 жылы «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткей жағында жолдың салынуына байланысты реконструкцияланды (профильдік сызық бойынша деформация үрдісінің қарқындылығы аймағына қарай 8 репер салынды оның екеуі тірек реперлері). Жобалық контурға қарай

тереңдеу кезіндегі карьердің оңтүстік беткейін бақылау үшін тірек реперлері қажет сур. 3.8 [68].



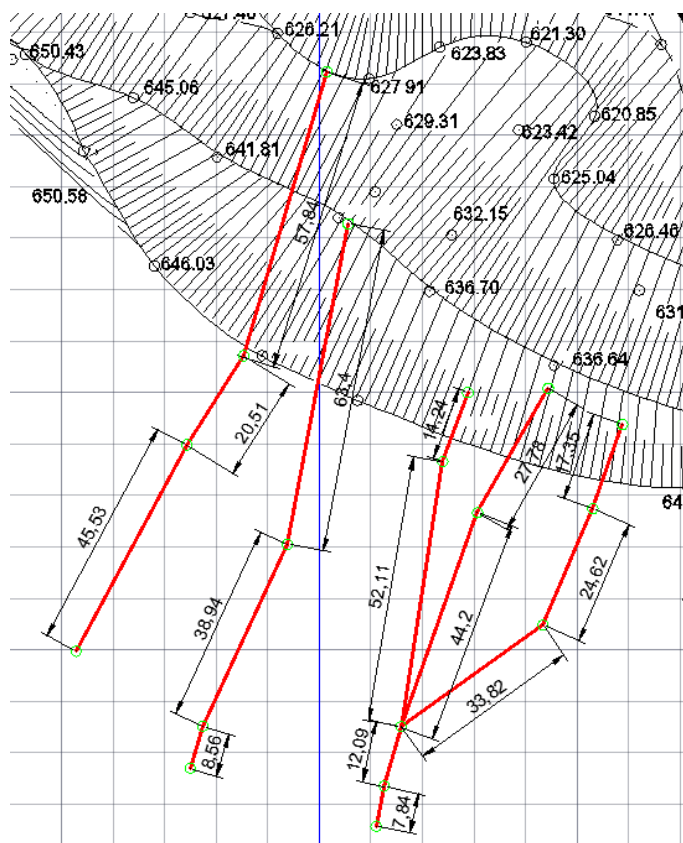
Сурет 3.8 - IV профильдік сызықтың орналасу схемасы

№V бақылау станциясы бір профильдік сызықтан тұрады, «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінде 2009 жылы маусым айында салынған (деформация үрдісінің болуы мүмкін аймағында салынған), профильдік сызық бойынша 7 репер орналастырылған оның біреуі тірек репері. Профильдік сызықтың жалпы ұзындығы 410 м құрайды. Тірек реперлерінің арақашықтығы 50 м құрайды, ал жұмыс реперлері арасы 9,7-60м орналастырылған. Жобалық контурға қарай тереңдеу кезіндегі карьердің Оңтүстік беткейін бақылау үшін қажет сур. 3.9 [68].



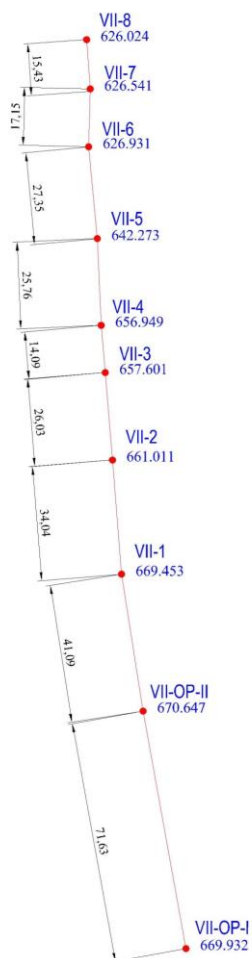
Сурет 3.9 - V профильдік сызқтың орналасу схемасы

№VI бақылау станциясы «Центральный» карьерінің Оңтүстік – батыс беткейінің (+660, +629 м) горизонттарында 2011 жылдың қыркүйек айында салынған (деформация үрдісінің қарқынды аймағында салынған). Мұнда 3 профильдік сызық 24 реперден тұрады. Станция 2013 жылдың қыркүйегінде орнатылған. Сур. 3.10 реперлерді бақылау сызбасы көрсетілген [68].



Сурет – 3.10 VIa-1, VIb-1 және VIc-1 профильдік сызықтарының орналасу схемасы

№ VII бақылау станциясы «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінде (+665м) горизонтта орналасқан. Ол 10 репер орналасқан бір профильдік сызықтан тұрады. Тірек пункттерінің арасы 50 м-ге тең, жұмыс реперлерінің арақашықтығы 9,7-60м. Профильдік сызықтың жалпы ұзындығы 300 м құрайды сур. 3.11 [68].



Сурет – 3.11 VII профильдік сызықтың схемасы

Бақылау станциялары бойынша аспаптық бақылаулар жүргізуде жоғарғы дәлдікті аспаптарды кеңінен қолдану жылжу процесінің параметрлерін жылдам және өте жоғары дәлдікпен анықтауға және сол параметрлердің уақыт аралығында өзгерулерін қадағалап отыруға мүмкіндік туғызады [30].

Десек те, профильдік сызықтарды бақылау жұмыстары кезінде әсіресе, адам өміріне қауіпті жерлерде рейка немесе шағылдырғышты ұстап тұру және (аспап, штатив, шағылдырғыш, рейка және т.б.) бір пункттен екінші пунктке ауысу ұзақ уақыт алады және экономикалық тұрғыдан тиімсіз болады. Сондықтан да, мониторинг жүргізу кезінде реперлерді мейлінше биіктеу қылып орнатып және қауіпті жерлердің реперлеріне «Leica Geosystems» фирмасының жарқырағыш бақылау маркаларын жапсырып қойып қадағалау арқылы жұмыс мерзімін үнемдедік сур. 3.12 [32].



Сурет 3.12 - Жарқырағыш маркалардың көмегімен карьер беткейлерін мониторингтеу [31]

Жарқырағыш бақылау маркалары қалалық ғимараттардың деформацияларын бақылағанда бұрыннан қолданылған. Біздер бұл жарқырағыш марканы Ақжал карьерінің қарама - қарсы беткейлеріндегі жұмыс реперлеріне жапсырып қойып геодезиялық бақылаулар жүргіздік және де ол бақылаулардың дәлдігін жоғарылатып, жұмыс өнімділігін арттырды [37, 42].

3.3 Карьер беткейінің орнықтылығын зерттеуде GNSS құрылғыларының технологиясы мен электрондық тахеометр аспабын қолдану арқылы деформациялық үрдістерді болжау

Карьер беткейінің орнықтылығын зерттеуде ұсынып отырған кешендік әдістің жан-жақтылығы мен жоғарғы дәлдікпен алынған мәліметтерінің нәтижесін бір жүйеге келтіріп алуымыз, арқылы массивтегі таужыныстардың жағдайын болжап, пайдалы қазбаларды қауіпсіз және тиімді игеру арқылы жүзеге асырылады. Карьердің беткеймаңдық массивінің қазіргі жағдайын бағалау және жылжу үрдісі болуы мүмкін жерлерді анықтау үшін профильдік сызықтарда орналасқан реперлердің координаталарын уақыт аралығында өзгерісінің деректерін алу мақсатында жүргізілген аспаптық бақылаулардың нәтижелерін математикалық және графиктік өңдеу жұмыстары орындалды [59, 70].

Деформациялық үрдістің белсенді кезеңінде жоғары дәлдікті аспаптарды қолдану арқылы реперлердің жылжуының көрінісін зерттеу арқылы карьер орнықтылығын болжау және қауіпті жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді. Осы мақсатта қауіпті аймақтарда орналасқан тірек және жұмыс реперлерінің белгілі уақыт бойынша өзгерісін Leica Geosystems Швейцариялық фирмасының TCR 1201 электрондық тахеометрі мен GS 14 қабылдағышы көмегімен жүзеге асты.

Алдымен, Электрондық тахеометрмен өлшенген деректерге тоқталайық кесте 3.1. 2018 - 2021 жылдары қауіпті аймақтарда орналасқан профильдік сызықтарың реперлерінің деформациясын электрондық тахеометр TCR 1201 аспабын қолдану арқылы аспаптық өлшеу сериялары жүргізілді: 5 бақылау сериясы (2018ж., қараша), 6,7 бақылау сериясы (2019ж., мамыр-қазан айларында), 8,9 бақылау сериясы (2020ж., мамыр-қазан айларында), 10,11 бақылау сериясы (2021ж., шілде-қараша айларында), нәтижесінде бақылау станциясының әрбір репері бойынша координаттар (X, Y, Z) анықталды. 2018-2021 жылдар аралығындағы мониторинг нәтижелері Қосымшада Ә келтірілген.

Кесте 3.1 – TCR 1201 электрондық тахеометрдің техникалық сипаттамасы

Бұрыштық өлшеулердің дәлдігі	1"
Компенсатор	екі осьті, $\pm 4'$
Шағылдырғышқа өлшеу қашықтығы	3500 м (GPR1 шағылдырғышына), 2000 м (GRZ4, GRZ122 шағылдырғышына)
Шағылдырғышпен сызықтық өлшеулердің дәлдігі	шағылдырғыш 1 мм + 1.5 ppm
Шағылдырғышсыз өлшеу қашықтығы	1000 м
Шағылдырғышсыз сызықтық өлшеулердің дәлдігі	2 мм + 2 ppm
Көру дүрбісін үлкею мүмкіншілігі	30x
Пернетақта	әріптік-сандық, түрлі-түсті сенсорлық дисплей
Арнайы құрылғы	лазерлік центрир
Жады	Съемная CompactFlash
Жұмыс жасау уақыты	8 сағатқа дейін (GEB221 бір аккумулятордан кейін)
Аспаптың салмағы, кг	5,2
Жұмыстың температуралық диапазоны	от -35°C до $+50^{\circ}\text{C}$
Шаң мен ылғалдан қорғау	IP54
Стандартты қолданбалы бағдарламалар	Орнату, түсіру, натураға шығару, координаталық геометрия (COGO), координаталық жүйелермен жұмыс, GNSS түсіріс
Қосымша қолданбалы бағдарламалар	Алаңдық бөлу; ЖЖСМ бойынша шығару; Мониторинг; базистік сызық; тірек жазықтығы және бетті сканерлеу; жолдарды жасау, өлшеу және шығару; Туннельдерді құру, өлшеу және шығару; айналмалы әдістер; көлденең қималарды түсіру; теодолиттік жүріс
Smartstation позициялау дәлдігі	10мм+10 ppm (планда), 20мм+10ppm (биіктік бойынша)

Аспаптық бақылауларда электронды тахеометрді қолдану арқылы жұмыс реперлерінің кеңістіктегі орнын анықтауға мүмкіндік береді, яғни X, Y, Z

координаттарын аламыз және уақыт бойынша, кеңістік бойынша реперлердің векторлық жылжуының бейнесін құру, бұл өз кезегінде өлшеу кезінде пайда болатын қателіктердің шамаларын анықтауды талап етеді [49].

Осы мақсатта біз электронды тахеометрмен өлшеу кезінде пайда болатын қателіктерге зерттеу жүргіздік.

Биіктік белгісінің дәлдігін беру үшін тригонометриялық нивелирлеу әдісі бойынша өсімшені анықтау қателігінің формуласы анықталды:

$$m_h^2 = L^2 \cos^2 \delta \frac{m_\delta^2}{\rho^2} + m_L^2 \sin^2 \delta + 2m_v^2, \text{ мм}; \quad (3.1)$$

мұнда m_δ , m_L , m_v – сәйкес шамаларды өлшеудің орташа квадраттық қателіктері (вертикалды бұрыш, арақашықтық, аспап және шағылдырғыш биіктігі).

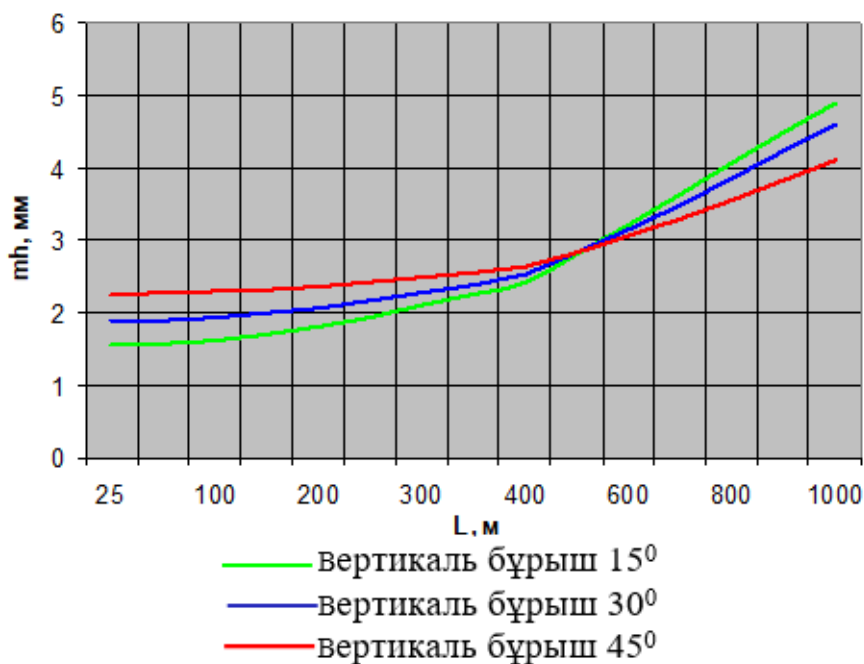
Leica TCR 1201 электрондық тахеометр үшін деректердің өлшемдерінің ОКҚ: $m_\delta = 1''$; $m_L = 2 \text{ мм} \pm 0,5 \text{ мм/км}$ L; $m_v = m_i$ үшін 1мм құрайды.

Оң жақтағы бірінші қосылғыш өсімшенің қателігі болып келеді, вертикалды бұрышты өлшеудің шартты түрдегі қателігі δ және де бұл бұрыштық қателік өлшеу кезінде 45° шамасынан аспайды. Репердің биіктік белгісін анықтаудағы дәлдігіне δ вертикалды бұрыштың әсер ету деректері кесте 3.2 келтірілген.

Кесте 3.2 – Репердің биіктік белгісін анықтаудағы дәлдігіне δ вертикалды бұрыштың әсері

$L, \text{ м}$	$m_h, \text{ мм}$		
	15°	30°	45°
25	1,560	1,890	2,265
100	1,624	1,934	2,290
200	1,815	2,066	2,365
300	2,096	2,269	2,487
400	2,435	2,526	2,647
500	2,811	2,823	2,840
700	3,628	3,493	3,299
900	4,492	4,224	3,827
1000	4,892	4,603	4,108

Вертикалды бұрыштың репердің биіктіктік белгісін анықтаудағы дәлдікке әсер етуі сур. 3.13 график арқылы көрсетілген:



Сурет 3.13 – Репердің биіктік белгісін анықтау дәлдігіне арақашықтықтың өсуіне байланысты вертикаль бұрыштың әсері

Бұл графиктан көретініміз, 15° , 30° , 45° вертикальдық бұрыштарда өсімшені анықтау қателігі 500м арақашықтықта бірдей мәнге ие екенін көрсетеді. Яғни, өлшеудің қажетті 3 мм дәлдігін қамтамасыз ету үшін профиль сызықтарының ұзындығы немесе байланыстырушы реперлер арасындағы қашықтық үш өлшеу приемы бойынша 500 м-ден аспауы керек деген қорытынды жасауға болады. Есеп:

$$m_h = \sqrt{500000^2 \cos^2 30 \frac{1^2}{206265^2} + 2.5^2 \sin^2 30 + 2} = 2,8 \text{ мм.} \quad (3.2)$$

Жұмыс реперлерін бақылау кезінде дәлдікті жоғарылату және де өрескел қателерді жою үшін үш приемды өлшемдер Leica TCR 1201 электронды тахеометрдің көмегімен орындалды. Өлшеу приемы бойынша бір рет шағылдырғышқа бағыттауда бірнеше есеп алынады. Қорытынды нәтиже үшін өлшеулердің орташа мәні қабылданады, бұл ретте жеке есептеулер арасындағы айырмашылық ± 2 мм-ден аспауға тиіс. Электрондық тахеометрді пайдалану арқылы сандық түрде өлшеу дерекқорын қалыптастыру және өлшеу нәтижелерін камералдық өңдеуді айтарлықтай жеңілдетеді.

2020 жыл қазан – 2021 жылдың шілде-қараша айларында GS 14 қабылдағышының көмегімен сур. 3.14 Ақжал кенорнының карьер беткейлерін орнықтылығын зерттеуде профильдік сызықтардың реперлерінде болып жатқан деформациялық үрдістердің деректерін өлшеуге қолданылды (ҚОСЫМША Ә).



Сурет 3.14 – Leica GS 14 қабылдағышымен карьер беткейінің орнықтылығын зерттеу

Қауіпті аймақта орналасқан бақылау станцияларының реперлерінің координаттары GNSS қабылдағыштарының көмегімен статикалық режимінде және әрбір өлшеу ұзақтығы 15-30 минут уақыт алады. Карьер кемерлерінде деформациялық үрдіс белсенді түрдегі кезеңде болған жағдайда, онда GNSS қабылдағыштарының көмегімен бір күн уақыт ішінде жылжу туралы деректерді алуға болады және дер кезінде карьер беткеймаңындағы таужыныстар массивінің беріктілігін сақтау шараларын жүргізуге мүмкіндік береді. Кесте 3.3 GS 14 қабылдағышының техникалық сипаттамасы келтірілген.

Кесте 3.3 - GS 14 қабылдағышының техникалық сипаттамасы

Қабылдай алатын GNSS сигналдары	GPS L2 (комплект ішінде) GLONASS (комплект ішінде) Galileo (комплект ішінде)
Каналдар саны	120
Бір уақытта бақыланатын спутниктердің максималды саны	Екі жиілікте 60 спутникке дейін
Спутниктік сигналдар	GPS: L1, L2, L2C GLONASS: L1, L2 Galileo Compass SBAS: WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, QZSS
Спутниктерді қайта түсіру уақыты	< 1 сек
DGPS / RTCM кодтық дифференциалдық өлшемдерінің қателігі (ОКҚ)	
DGPS / RTCM	әдетте 25 см
RTK режимінде өлшеу қателігі (ОКҚ)	
Сәйкестік стандарты	ISO17123-8
Жылдам статика (фазалық өлшемдер) Инициализациядан кейін қозғалыссыз	планда: 5 мм + 0.5 ppm биіктігі бойынша: 10 мм + 0.5 ppm

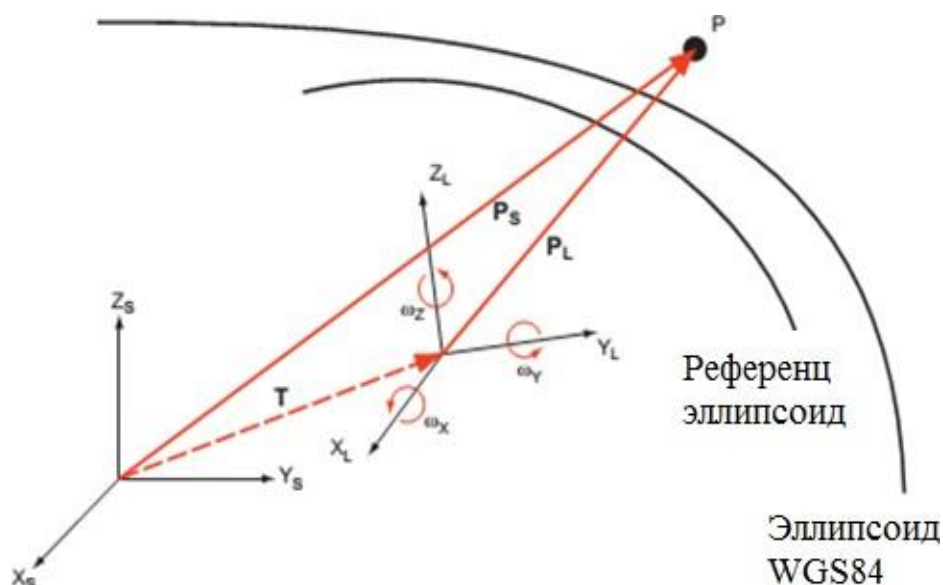
Кинематика (фазалық өлшемдер) Инициализациядан кейін қозғалыстағы	планда: 10 мм + 1 ppm биіктігі бойынша: 20 мм + 1 ppm
Деректерді кейінгі өңдеумен өлшеу қателігі (ОКҚ)	
Ұзақ бақылау статикасы (фазалық өлшемдер)	планда: 3 мм + 0.1 ppm биіктігі бойынша: 3,5 мм + 0.4 ppm
Статика және жылдам статика (фазалық өлшемдер)	планда: 5 мм + 0.5 ppm биіктігі бойынша: 10 мм + 0.5 ppm
Кинематика (фазалық өлшемдер)	планда: 10 мм + 1 ppm биіктігі бойынша: 20 мм + 1 ppm
Салмағы	2,9 кг
Ішкі батареяның жұмыс істеу уақыты	10 сағ батареяны статикалық бақылауда 7 сағ кірістірілген радиомодемнен RTK түзетулерін қабылдаумен жұмыс 5 - 6 сағ GSM модемінен RTK түзетулерін қабылдаумен жұмыс

Бақылау станцияларының реперлерінің кеңістіктік орналасуын жоғары дәлдікпен анықтау үшін барлық өлшемдер дифференциалды режимде орындалуы керек. Дифференциалды өлшеу режимінің мәні келесідей: өлшеу екі GNSS қабылдағыштарын бір уақытта қолдану арқылы жүзеге асырылады, олардың бірі базалық болып табылады және белгілі координаттары бар нүктеге орнатылады (МГЖ пункті), ал екіншісі қажетті нүктелердің координаттарын анықтау үшін ровер (жылжымалы қабылдағыш) ретінде қолданылады [62].

Дифференциалды өлшеу режимінің екі әдісі бар: RTK режимінде (нақты уақыт режимінде) өлшеу және өлшеу нәтижелерін өңдеуден кейін. Нәтижелерді өңдеуден кейінгі өлшеу режимін қолданған кезде алдымен қажетті нүктелерге далалық өлшеу жүргізіледі, содан кейін өлшеу нәтижелерін қабылдағыштан компьютерге ауыстыру және мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманы қолдана отырып нәтижелерді өңдеу жүзеге асырылады. Нақты уақыт режимі анықталған нүктелердің координаттарын тікелей далада алуға мүмкіндік береді, бұл үшін радио немесе GSM модемдерімен жабдықталған базалық қабылдағыш пен ровер арасында радиобайланыс немесе GSM байланысы қажет [80].

WGS-84-тен жергілікті координаттар жүйесіне өту үшін координаттар жүйесінің трансформация файлы жасалады, мұнда екі координаттар жүйесінде, яғни WGS-84-те және жергілікті координаттар жүйесінде әрбір трансформация пунктінің координаттары болуы керек [80].

Трансформация кілтінің сапасы пункттердің орналасу схемасы мен санына тәуелді болады. Координаталардың трансформациясы - 7 параметр бойынша қатаң математикалық түрлендіру болып келеді. Трансформацияның жеті параметрлері – бұл ось бойынша үш айналу бұрышы (ω_x , ω_y , ω_z), осьтер бойынша жылжу (ΔX , ΔY , ΔZ) және эллипсоидтан эллипсоидқа өту кезіндегі m масштабтың өзгеру коэффициенті сур. 3.15.



Сурет 3.15 – Трансформация параметрлері

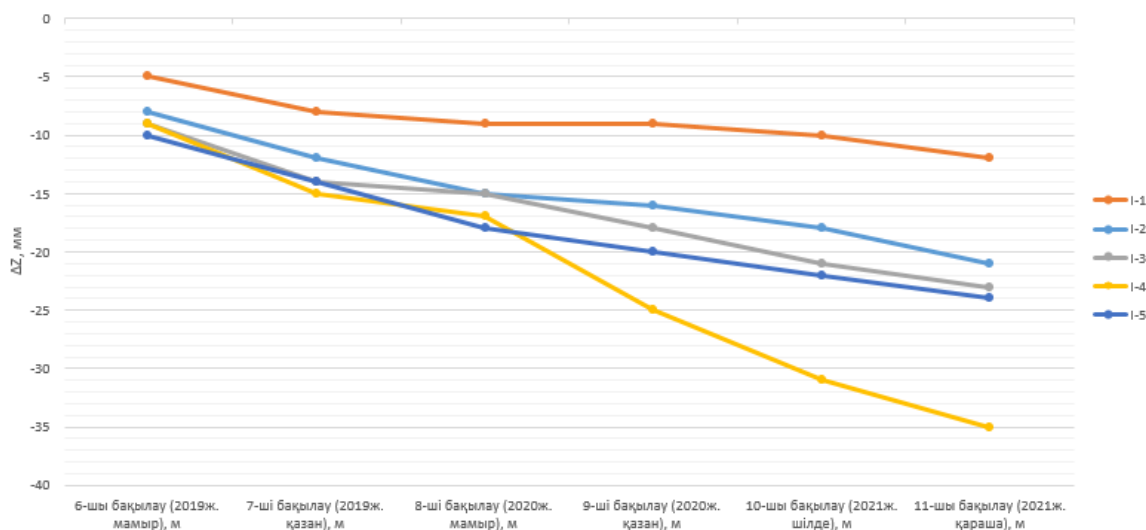
Спутниктік бақылаулардың дәлдігі деректерді қабылдау кезеңінде спутниктік шоқжұлдыздың конфигурациясына байланысты болады. Спутниктік шоқжұлдыз конфигурациясының спутниктік анықтамалардың дәлдігіне әсері орташа квадраттық орналасу қателігінің бақыланатын спутниктерге дейінгі қашықтықты өлшеудің орташа квадраттық қателігіне қатынасы болып табылатын DOP (dilution of precision) дәлдігінің төмендеу факторымен сипатталады [80].

Дәлдіктің төмендеуіне әсер ететін факторлар:

- спутниктік орбиталар;
- кедергі жасайтын объектілердің болуы;
- аспанның қажетті аймақтарын жабу;
- атмосфераның әсері;
- радиотолқындардың шағылысуы.

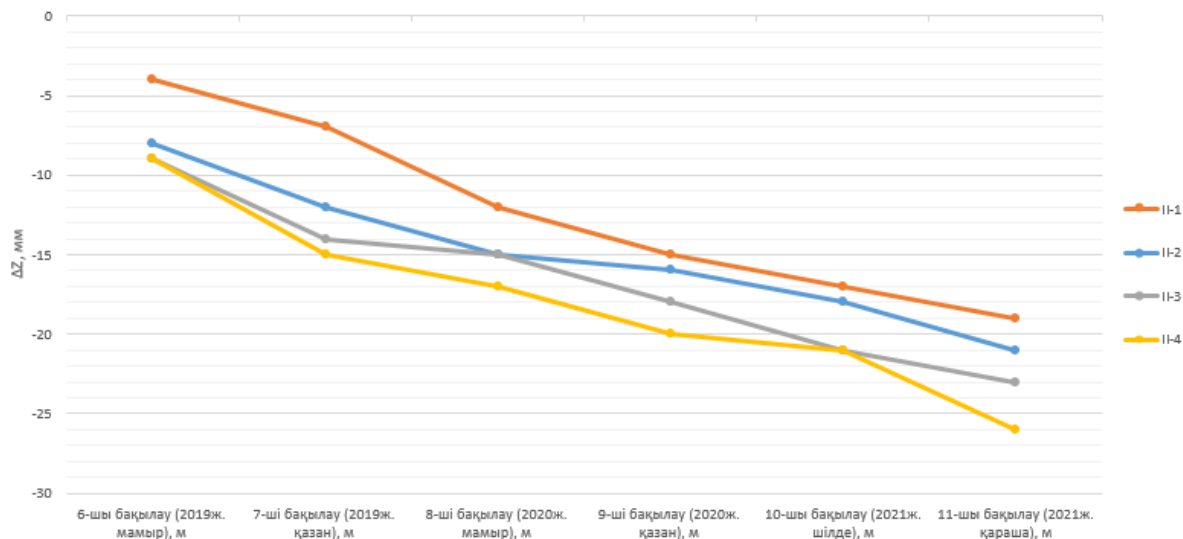
Реперлер координаталарының айырмашылығы бойынша ΔX , ΔY , ΔZ олардың бастапқы орнына қатысты кеңістіктегі орын ауыстыру векторлары және орын ауыстыру азимуты анықталды [Қосымша Ә]. Әр профильдік сызықтар реперлерінің шөгу нәтижелері сур. 3.16 -3.21 графикалық түрде көрсетілген [87].

I-ші бақылау станциясы «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінде орналасқан. I - профильдік сызықтың реперлерінің жылжуы сур. 3.16 бойынша аспаптық бақылаулардан алынған өлшеу нәтижелерінен көретініміз, соңғы үш жыл ішінде I-4 реперінің максималды шөгуі шамамен ± 35 мм –ді құраған, қарқынды шөгуге бейім жер екені байқалады және жылына ± 8 –ден ± 10 мм-ге шөккен, беткеймаңдық сілем орнықты күйде болып келеді.



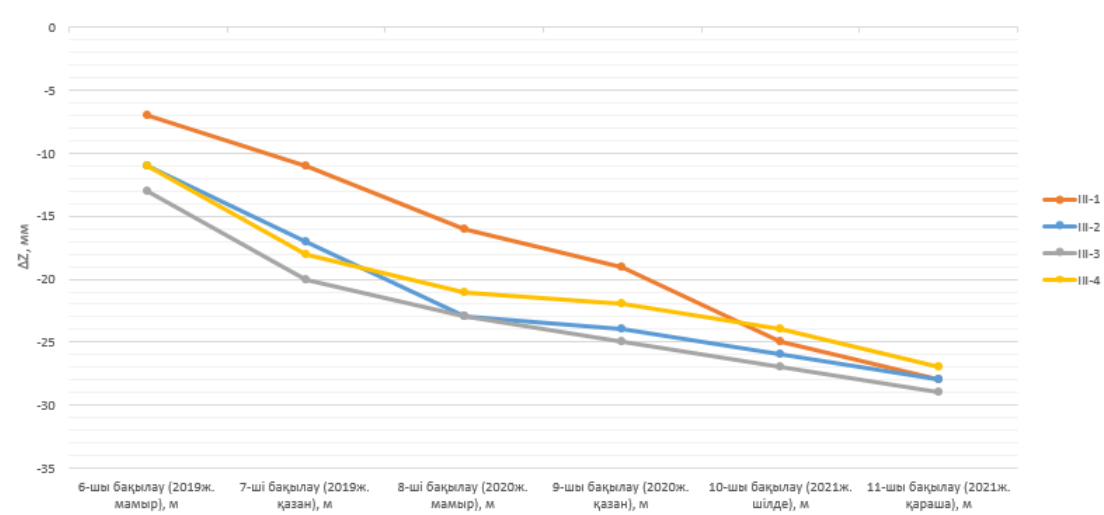
Сурет 3.16 - I профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

II-ші бақылау станциясы - бұл станция «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінің шығыс бөлігінде орнатылған. II - профильдік сызықтың реперлерінің жылжуы сур. 3.17 бойынша аспаптық бақылаулардан алынған өлшеу нәтижелерінен көретіміз, соңғы үш жыл ішінде II-4 реперінің максималды шөгуі шамамен ± 26 мм –ге өзгерген және беткеймаңдық сілем орнықты күйде.



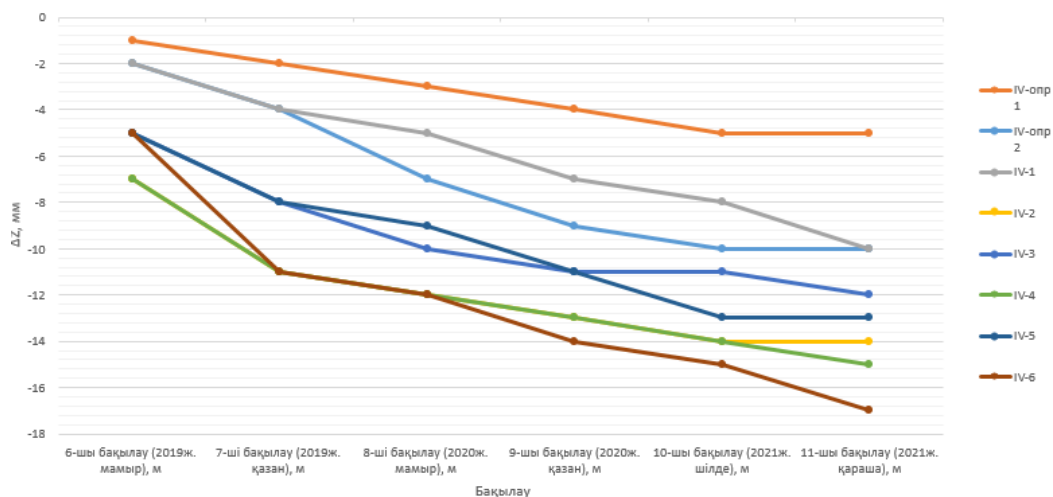
Сурет 3.17- II профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

III-ші бақылау станциясы - бұл станция «Центральный» карьерінің Солтүстік беткейінің шығыс бөлігінде орнатылған. III - профильдік сызықтың реперлерінің жылжуы сур. 3.18 бойынша аспаптық бақылаулардан алынған өлшеу нәтижелерінен көретіміз, соңғы үш жыл ішінде шөгу бойынша III-3 реперінің максималды шөгу көрсеткіші ± 27 мм –ге өзгерген және беткеймаңдық сілем орнықты күйде.



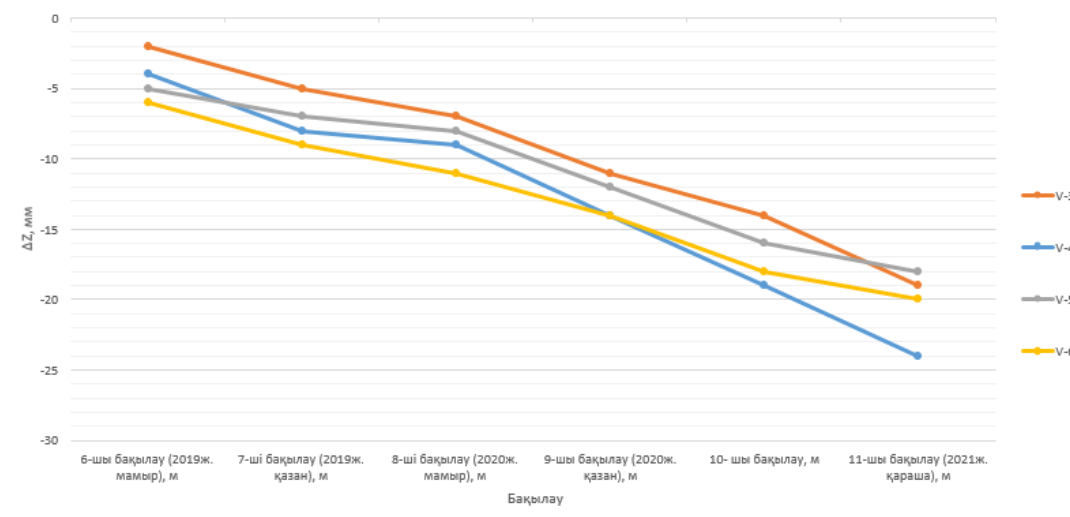
Сурет 3.18- III профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

IV-ші бақылау станциясы - бұл станция «Центральный» карьерінің Оңтүстік-Шығыс бөлігінде орналасқан. IV станциясының - профильдік сызықтың реперлерінің жылжуы сур. 3.19 бойынша аспаптық бақылаулардан алынған үш жылдық өлшеу нәтижелерінен көретіміз, IV - 6 реперінің максималды шөгу көрсеткіші (± 17 мм-ге) шөккен. Сонымен қатар, бұл аймақта жер асты жұмыстарының қарқынды даму аймағы болғандықтан деформациялық үрдістердің пайда болуына әкеп жатқандығын көрсетеді.



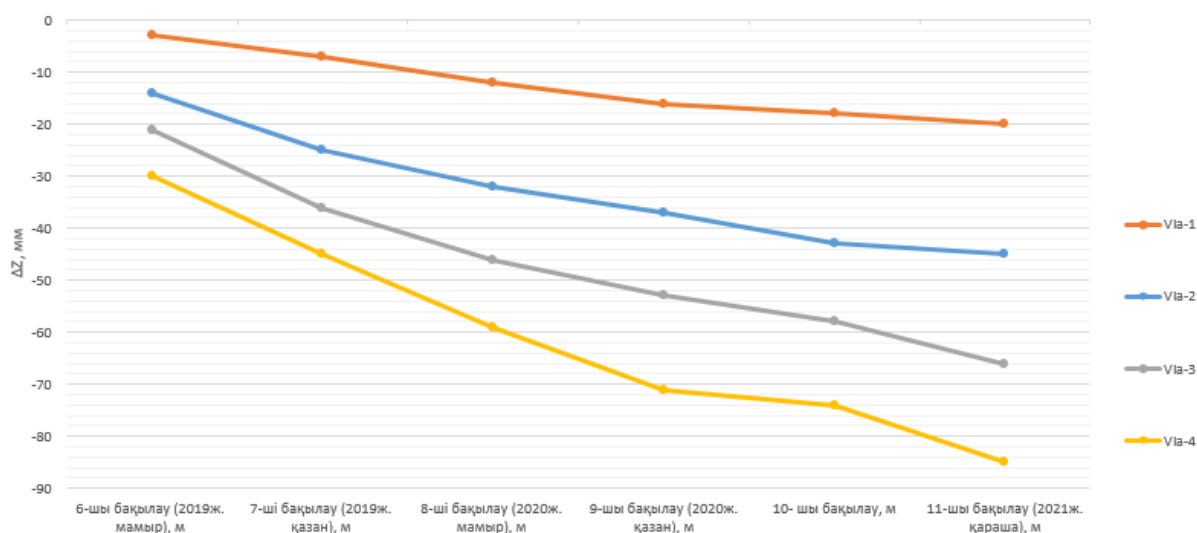
Сурет 3.19 - IV профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

V бақылау станциясы - бұл «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінде орналасқан. Үш жылдық өлшеу нәтижелерінен көретіміз, V - 4 реперінің максималды шөгу көрсеткіші (± 24 мм) шөккен, сонымен қатар деформациялық үрдіске ұшырағанын көрсетеді.



Сурет 3.20 – V профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

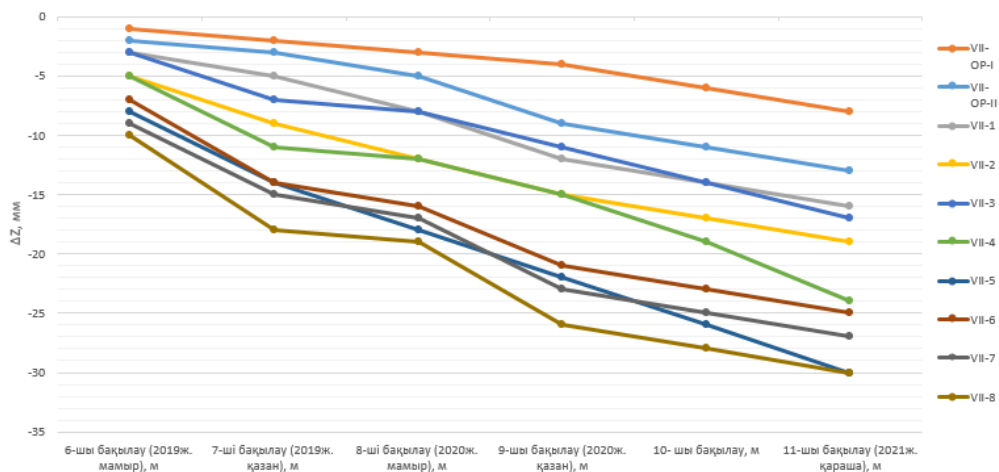
№VI бақылау станциясы «Центральный» карьерінің Оңтүстік – батыс беткейінде (+660, +629 м) горизонттарында орналасқан. №VIa профильдік сызығының аспаптық өлшеу кезіндегі реперлердің шөгу динамикасы сур. 3.21 көрсетілген. Үш жылдық өлшеу нәтижелерінен көретініміз, VIa-4 реперінің максималды шөгуі ±85 мм-ді құрады. Бұл аймақтың көрсеткіші сур. 3.21 бойынша байқайтынымыз, қарқынды шөуге бейім жер екені анықталды. Бұл аймақта жер асты жұмыстарының қарқынды даму аймағы болғандықтан деформациялық үрдістердің пайда болуына әкеп жатқандығы анықталды.



Сурет 3.21 - VIa профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

№VII бақылау станциясы – бұл «Центральный» карьерінің Оңтүстік-батыс беткейінде таужыныстарының сырғуы болатын жерінде орналасқан. Алынған бақылау деректерін талдау сур. 3.22 бойынша байқайтынымыз, сазды массив жауын-шашыннан және қардың еруінен судың түсуі нәтижесінде

қозғалыста екені анықталды. Оның жылдамдығы жылына 0,25 метрді құрайды. Графиктен байқап отырғанымыздай, реперлердің шөгу бойынша репердің отыруы соңғы үш жыл ішінде, VII-8 реперінің максималды шөгуі (± 30 мм) құрады. Сол себептен, деформация үрдісін алдын алу үшін көліктік жол маңында таужыныстардан тасты жыныстарды төгу арқылы тіреуіш призмасын құру қажет.



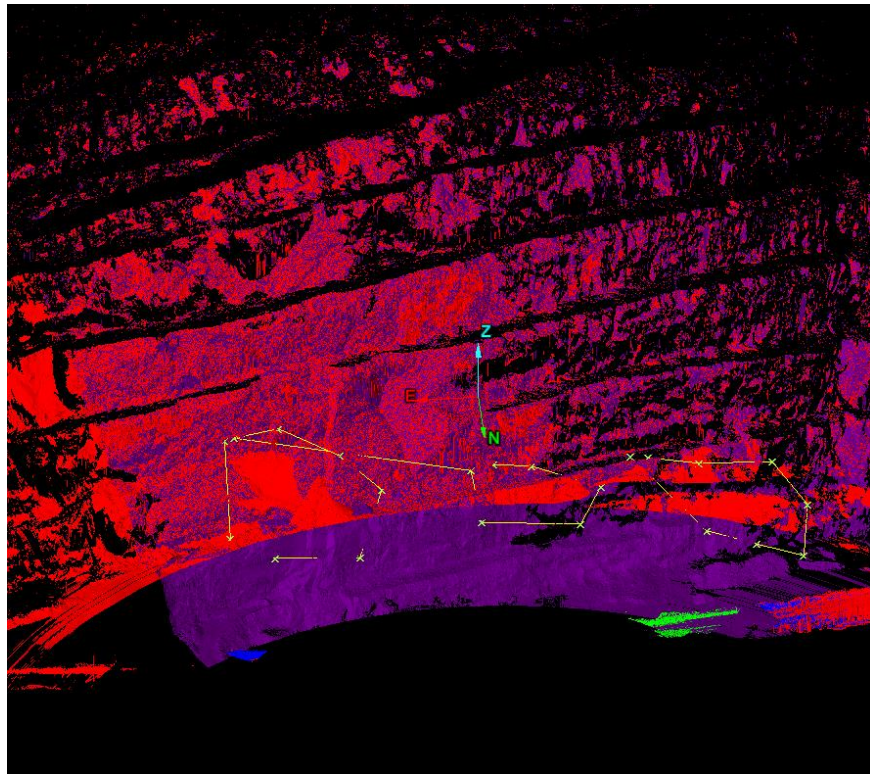
Сурет 3.22 - VII профильдік сызық бойынша реперлердің шөгуінің графигі

3.4 «Центральный» карьерінің беткейлерінің орнықтылығын лазерлік сканерлеу арқылы зерттеу

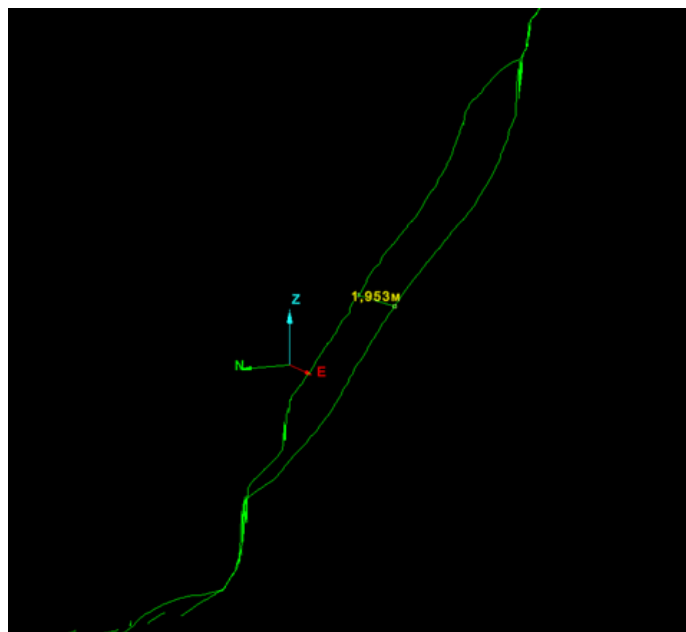
Екінші тарауда лазерлік сканерді таужыныстар массивінің құрылымын (жарықшақтылығын) зерделеуде қолданғанымызды айтып кеткенбіз. Бұл үшінші тарауда, лазерлік сканерлеу әлсізденген учаскелерді аспаптық қадағалап отыруда қолданылды. Карьер беткейінің орнықтылығын зерттеуде таужыныстар массивінің деформация үрдісінің таралу аймағы туралы деректерді электрондық тахеометр арқылы реперлердің уақыт және кеңістік бойынша жылжуын өлшеп, бақылай алатын болсақ, ал лазерлік сканерлеудің көмегімен зерттелетін объектінің деформациялық үрдісінің таралу аймағы туралы ең толық деректерді алуға мүмкіндік береді: карьер кемерінің жылжуын план және биіктік бойынша анықтауға, таужыныстар массивінің жарықшақтылығын зерттеуге, деформациялық үрдіске ұшыраған тау массасының көлемін анықтауға, карьер беткейінің орнықтылығын болжауға мүмкіндік береді [42].

Оңтүстік беткейдің беткеймаңдық массивін 2019 жылы қазан айында үш сериялы бақылауда осы учаскелердің нүктелер бұлттары сур. 3.25 алынды, осы нәтижелердің көмегімен бірінші ретте кемер қиябетінің опырылған жерлерінің өлшемдері алынды сур. 3.23, сонымен қатар Оңтүстік беткейдің беткеймаңдық массивінің бастапқы сандық жағдайы арқылы оның әрмен қарай жағдайын болжау үшін мәліметтер алынды (беткейдің жағдайын болжау мүмкіншілігі). «Центральный карьерінің» Оңтүстік беткейінде опырылған учаскелерді

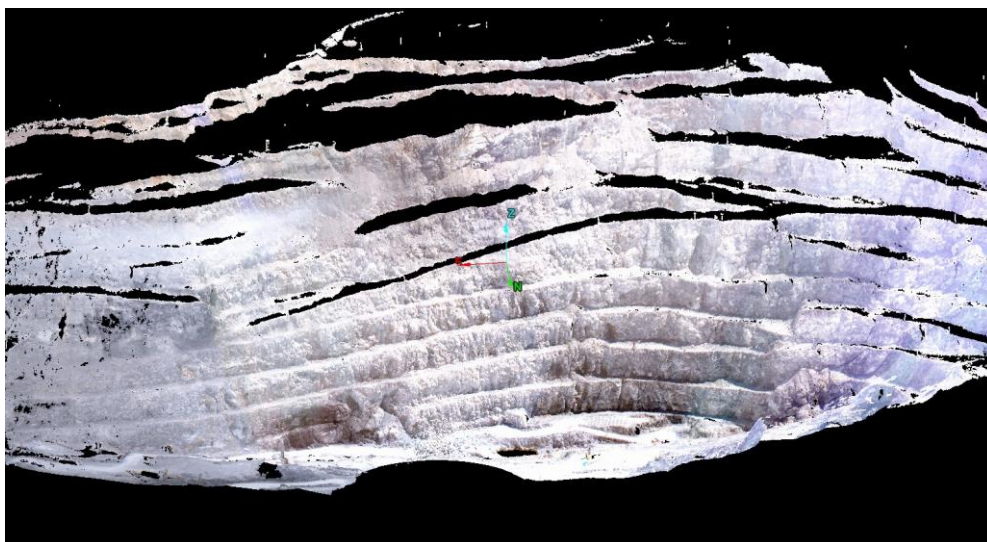
лазерлік сканерлеудің үш сериялы бақылау нәтижесінде сур. 3.24 қимасын құру арқылы опырылған жер учаскесінің көлемін анықтауға мүмкіндік береді.



Сурет 3.23 - «Центральный карьерінің» Оңтүстік беткейіндегі локальдық опырылудың үш сериялы лазерлік бақылау (2019ж. қазан)

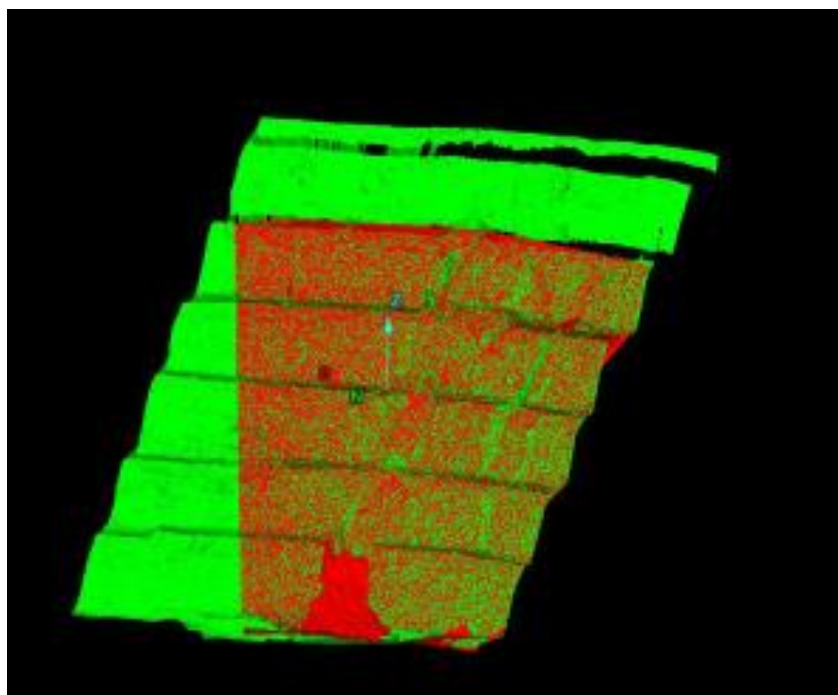


Сурет 3.24 - «Центральный карьерінің» Оңтүстік беткейінде опырылған учаскелерді лазерлік сканерлеудің үш сериялы бақылау нәтижесінде құрылған қима (2019ж., қазан)



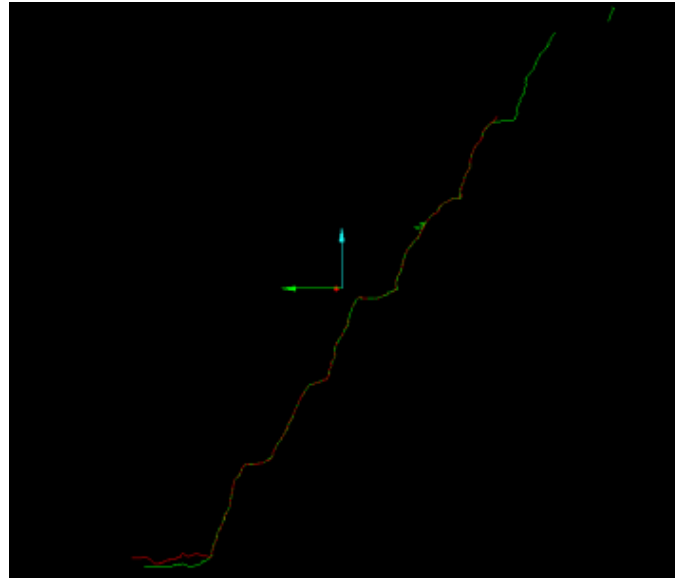
Сурет 3.25 - «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінің нүктелер бұлты

«Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінде +355 м-ден +320 м-ге дейінгі горизонттарда 2020 жылы қаңтар айында опырылған жерді лазерлік сканерлеуде сур. 3.26 екі нүктелер бұлты алынды, біріншіден олар арқылы опырылған локалдық жердің өлшемін анықтау, екіншіден Оңтүстік беткейдің бастапқы сандық дерегін әрмен қарай зерттеуге мүмкіндігіне ие (карьер беткейінің орнықтылығын болжау мақсатында).

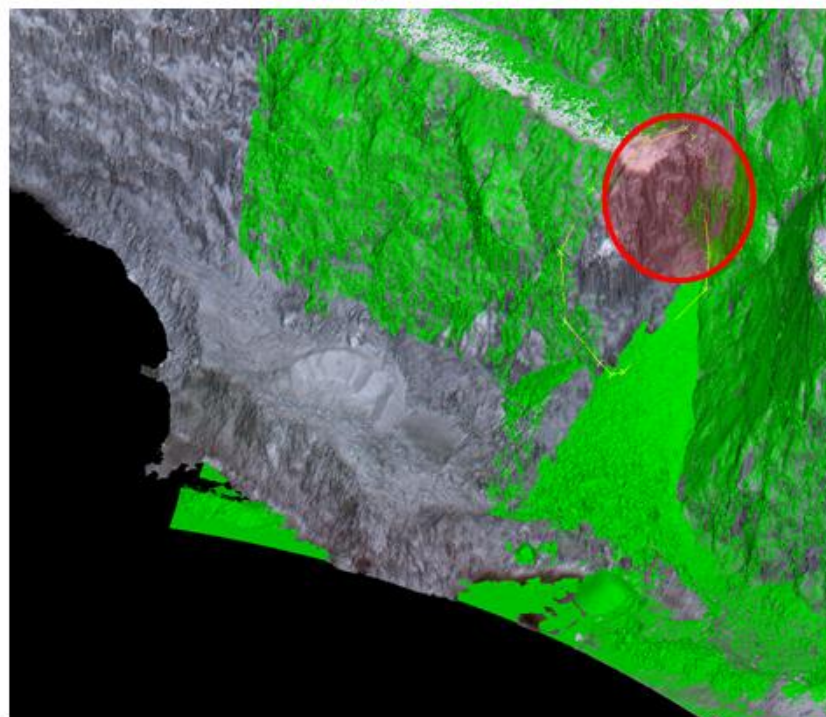


Сурет – 3.26 «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейіндегі +355м-ден +320м-ге дейінгі горизонттарындағы локальдық опырылуды екі сериялы лазерлік бақылау (2020ж. қаңтар)

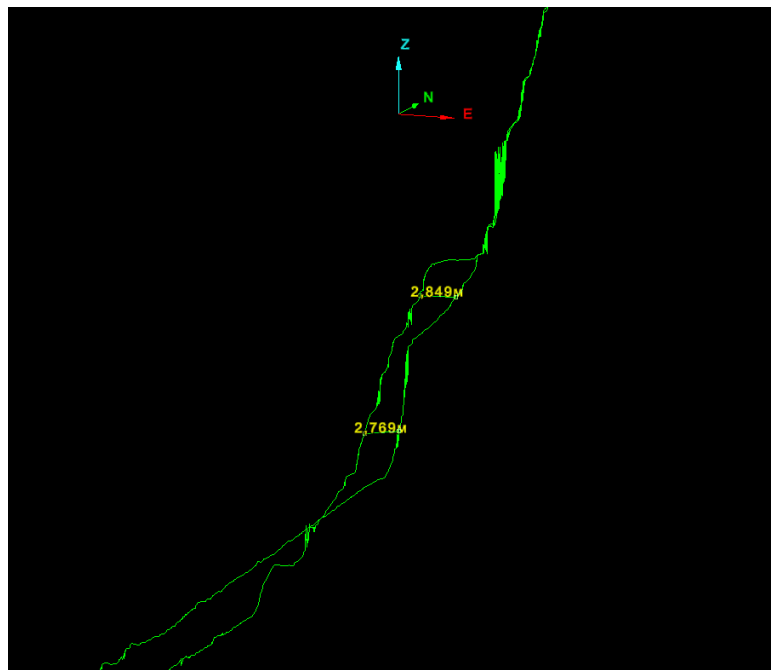
«Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейін лазерлік сканерлеудің екі сериясы 2020 жылдың қаңтар айында жасалды, ал төрт сериялы лазерлік түсіріс (2020 жылдың тамыз айында жасалды). Екі сериялы лазерлік бақылау арқасында екі нүктелер бұлттарының нәтижесінде опырылған жердің көлемдік массасын анықтауға сур.3.27 арналған қимасы құрылды.



Сурет 3.27 - «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейіндегі +355м-ден +320м-ге дейінгі горизонттарында лазерлік сканерлеудің екі сериялы бақылау нәтижесінде құрылған қима



Сурет – 3.28 «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейіндегі +355м-ден +320м-ге дейінгі горизонттарындағы локальдық опырылуды төрт сериялы лазерлік бақылау (2020ж. тамыз)



Сурет 3.29 - «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейіндегі +355м-ден +320м-ге дейінгі горизонттарында лазерлік сканерлеудің үш сериялы бақылау нәтижесінде құрылған қима

«Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінің екі локальдық учаскелеріне зерттеу жүргізілді. 2018 жылы бір сериялы лазерлік бақылау 2019 жылы екі сериялы бақылау жүргізілді, сонымен қатар нәтижесінде опырылған локальдық жердің өлшемін анықтау және Оңтүстік беткейдің бастапқы сандық дерегін әрмен карьер беткейінің орнықтылығын болжау мақсатында зерттелінді. 2018 жылы және 2019 жылдарда жүргізілген лазерлік сканерлеудің нәтижесінде төменгі +400м горизонтта ені 2 метр, ұзындығы 10 метр болатын опырылулар тіркелді. Нәтижесінде, +355 м горизонттағы порталдардағы жарылыстардың әсерінен таужыныстардың кернеулік күйінің қалыптасуына байланысты таужыныстар массивінің опырылуына әкеп соқты. Осының нәтижесінде байқайтынымыз, жер асты тәсілмен кен игеру барысында, жер асты қазба жұмыстарының жер үстінде орналасқан карьер беткейінің орнықтылығына кері әсерін тигізетініне көз жеткіземіз [93].

«Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінің локальдық учаскесіне 2020 жылдың қаңтар айында екі сериясы жүргізілді және тамыз айында үшінші, төртінші лазерлік сканерлеу орындалды. «Центральный» карьерінің Оңтүстік беткейінің +355 м-ден +320 м-ге дейінгі горизонттардағы 2020 жылы қаңтар айында орын алған таужыныстар массивіндегі деформациялық күйіне лазерлік түсіріс жасау нәтижесінде, биіктігі бойынша опырылу 35 м, ал ені бойынша 20

м-ді құрады. Тамыз айында жүргізілген төрт сериялы лазерлік бақылауда Оңтүстік беткей бойынша жылжу болмағандығын көрсетті. Қорытындылай келе, таужыныстардың опырылуының себебі тектоникалық бұзылыстардың әсерінен болған. Себебі таужыныстар жарықтарының төмен температура кезінде күндіз қардың еруі, түнде оның мұзға айналуына байланысты, таужыныстар жарықтарының тектоникалық бұзылыстары мен жарықшақтылығы артады.

«Центральный» карьерін лазерлік сканирлеу жүргізу кезінде жерасты жарылыс жұмыстарының порталдардың жан-жағындағы сілемдерге әсер етуі бағаланды. Мониторингтеу нәтижесі бойынша сур. 3.30, а Шығ.-1 әлсіз учаске (№2 порталдың маңы), жылжу бойынша максималды мәні $-4,92\text{мм}$, ал минималды жылжу $4,62\text{мм/сағ}$. Оңтүстік – 2 участогы бойынша сур. 3.30, ә (№3 портал маңы), жылжу бойынша максималды мәні $7,62\text{ мм}$; - минималды жылжу $-5,75\text{ мм/ч}$. №4 және №5 порталдар бойынша массивінің жылжуы тіркелмеді.

а)



б)



Сурет 3.30 - Карьердің беткейі мен кемерінің деформациялану аймағы:

а) №2 портал маңындағы қалыптасқан деформациялық аймақ;

ә) №3 портал маңындағы қалыптасқан деформациялық аймақ

Лазерлік сканирлеу нәтижелері бойынша беткеймаңдық массивінің жай-күйі орнықты болды, шағын қопарылулар түріндегі микроқозғалыстар анықталды. Бұл қозғалыстар жер асты кенішінде жарылыс жұмыстарын жүргізу кезінде тіркелді.

Осылайша, лазерлік мониторинг нәтижесінде, массивтің жай-күйіне тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде қатерлі жағдайлардың алдын алу немесе төмендету бойынша деформацияға қарсы іс-шараларды уақтылы әзірлеу үшін тау-кен жыныстарының ықтимал қауіпті учаскелерін анықтауға мүмкіндік берді [58].

3.5 Тектоникалық жарылымдар мен жер асты қазбаларының карьер беткейлеріне тигізетін ықпалын зерттеу

Қазіргі уақытта отандық және шетелдік тәжірибеде пайдалы қазбаны құрама тәсілмен игеру қарқынды дамуда. Құрама тәсілмен пайдалы қазбаны игерудің бірде бір мақсаты минералдық шикізат қорын толықтай қазу және экономикалық көрсеткіштерді де біршама жақсартуды қамтамасыздандыру болып келеді [48].

Кен орындарын құрама тәсілмен игеретін тау-кен кәсіпорындарын жобалағанда, салуда және пайдалануда тау-кен жұмыстарын жүргізуге қауіп төндіретін келесідей негізгі факторларды ескерген жөн [29]:

- кен орнын пайдалануда массивтегі тау жыныстары механикалық қасиеттерінің өзгеруін [29];

- жерасты қазба жұмыстарының әсерінен карьер түбінде жылжу зоналарының, жарықшақтардың, шұңқырлардың пайда болуына әкеліп соғатын, тау жыныстарының жылжуы және деформациялануы [29];

- массивтегі таужыныстардың тау-кен қысымына байланыстылығы [29];

- карьердегі және жерасты кенішіндегі жаппай аттырулардың әсері (тау жыныстары массивінде кернеулі күй туындататын сейсмикалық әсер және т.б.) [29];

- ашық және жерасты тау-кен жұмыстарының арасындағы аэродинамикалық байланыс [29];

- кен қазу кезінде өрт шығуы, өздігінен жануға бейімділік [29];

- карьер мен жерасты кен қазбаларын кенеттен су басып кетуі [29].

Пайдалы қазындыны құрама тәсілмен игеру жер қойнауында күрделі геомеханикалық процесті туындатады [101]. 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 [29, 51].

Осындай геомеханикалық үдерістердің кері әсерлерінен шетелдерде

және Қазақстан Республикасының көптеген жер қойнауын пайдаланушы нысандары, өндіріс аймақтары мен жер бетінің учаскелері зиян шегуде [29].

Құрама тәсілмен кен қазу Қазақстанда да кеңінен таралған. 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 Қаратау бассейні, Ақбақай, Майқайын, Кенді Алтай кеніштерінде өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатымен Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің (ҚазҰТЗУ) ғалымдары бірнеше жыл бойы маркшейдерлік бақылаулар жүргізіп келеді [29, 43, 54].

Осындай зерттеулердің қатарына Ақжал және Жоғарғы Андасай кенорындарында жүргізіліп жатқан жұмыстар жатады және мұнда келесідей маңызды геомеханикалық мәселелерді шешу қарастырылуда [72]:

1. Рудалық кенорындарын құрама тәсілмен игерудің дағдылы технологиялық сұлбаларын жинақтау, тау жыныстары массивінің жай-күйін басқару саласындағы өндірістік тәжірибе мен ғылыми зерттеулерді талдау және жүйелеу [29];

2. Геомеханикалық процестердің өзара байланыс заңдылықтарын математикалық моделдеу [29];

3. Геомеханикалық процестердің параметрлерін аспаптық бақылау [29];

4. Геомеханикалық процестер жайлы мәліметтер қорын жасау [29];

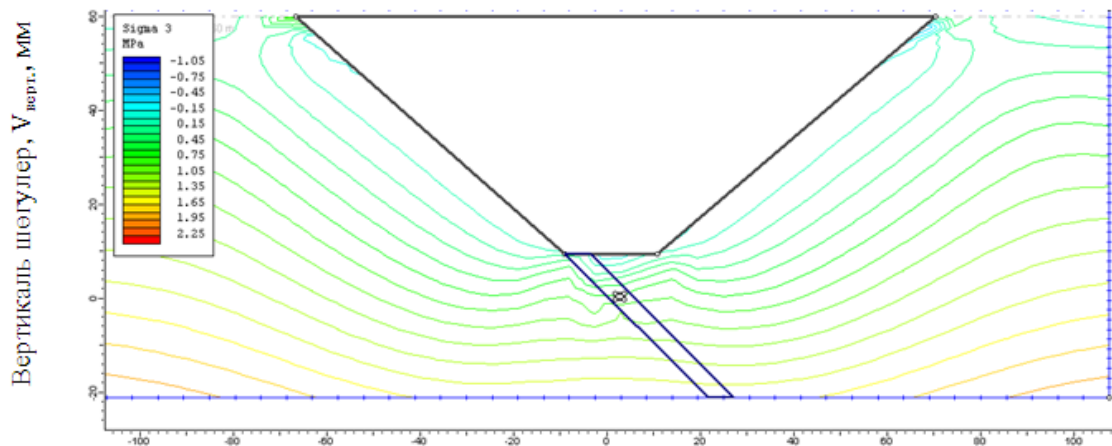
5. Эксперименттік зерттеулер нәтижелері бойынша кеніштің геомеханикалық жағдайын моделдеу;

6. Құрама тәсілмен кен қазу технологиясының, белгіленген тәртіп бойынша нормалық құжатын жасау және оны бекіту [29, 101].

Осы мәселелердің ішінде басты көңіл аударатынымыз геомеханикалық процесті математикалық моделдеу. Математикалық моделдеудің мақсаты ашық және жерасты қазбаларының бір-біріне әсер ететін аймақтарындағы тау жыныстары массивінің ығысулары, деформациялары және кернеулерінің таралу заңдылықтарын анықтау [29].

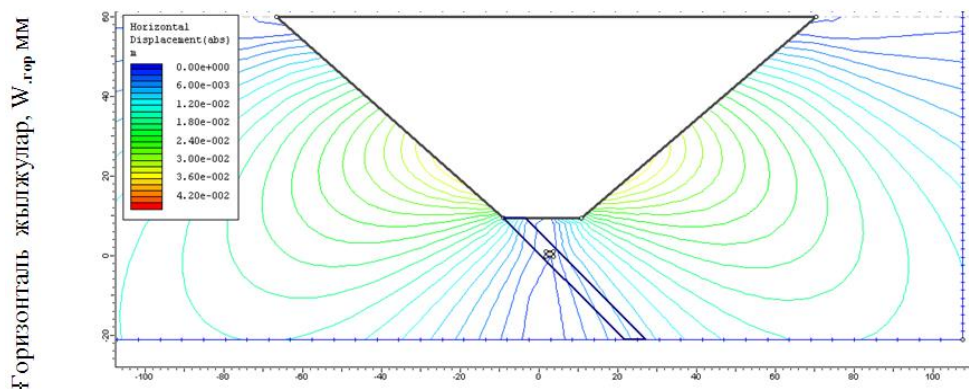
Математикалық моделдеу үшін Канаданың RocScience компаниясының Examine 2D бағдарламасы қолданылды. Моделдеуге қажет бастапқы мәліметтер Ақжал карьері мен жерасты кенішінің келесідей параметрлері алынды: кеннің құлама бұрышы – 85-88°, қалыңдығы 0,5 метрге жетпейтін өте жұқа бірнеше желілер, руда мен тау жыныстарының бекемдігі 1-категориялы ($f=18-20$), сығылудағы беріктік шегі 60 - 105МПа, тығыздығы $-2,7 \text{ т/м}^3$ [46].

Осы көрсеткіштерді пайдалана отырып, карьер траншеяларын жүргізген кездегі вертикаль және горизонталь шөгудің изосызықтары анықталды сур. 3.31. Суреттен траншея төңірегіндегі таужыныстары массивінің (траншея ернеуінен 0,6 Н аралықта, мұнда Н – траншея тереңдігі) жоғары көтерілетіндігін байқауға болады.



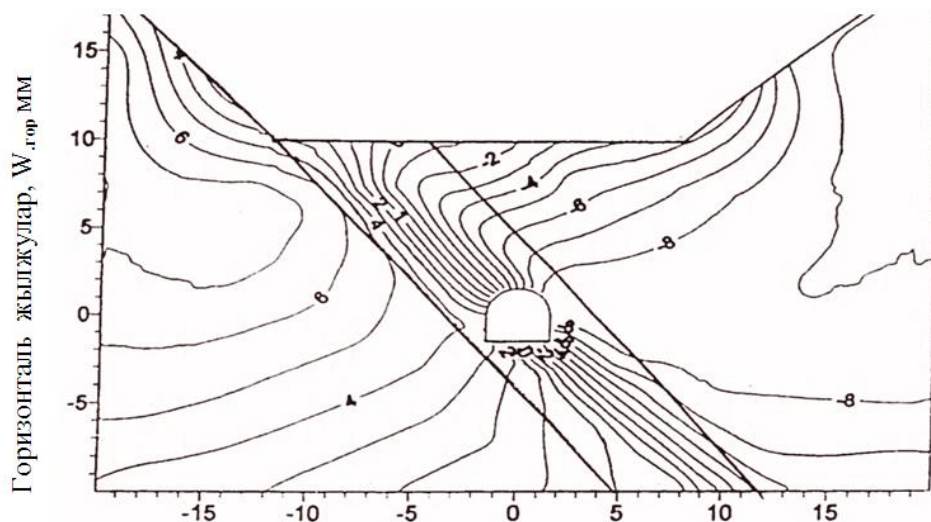
Сурет 3.31- Траншея төңірегіндегі вертикаль шөгудердің өзгеріс изосызықтары

Ашық және жерасты тау-кен жұмыстары бір мезгілде жүріп жатқан кезде, карьердің горизонталь ығысуларға ең үлкен әсерін тигізетіндігін келесі сур. 3.32 және горизонталь жылжулардың орналасуы мен максималь шоғырлануы траншея осіне симметриялы болып келетіндігін көруге болады.



Сурет 3.32 - Траншея төңірегіндегі горизонталь жылжулардың өзгеріс изосызықтары

Жерасты қазбаларының орнықтылығына ең үлкен қауіп төндіретіні горизонталь жылжулар сур. 3.33 және қазба төбесінің жылжуы, қазба табанының жылжуына қарағанда 30-40% жоғары болып келеді [94].



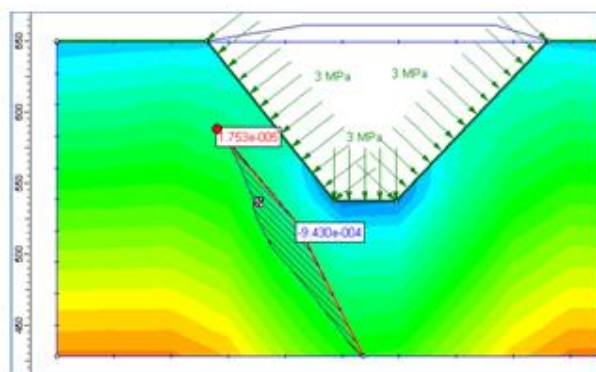
Сурет 3.33 - Жерасты кен қазбасы төңірегіндегі горизонталь жылжулардың изосызықтары

Сонымен қатар, жерасты қазбаларына оған жақын жерден өтетін тектоникалық жарылымдар, карьер ішінде орналаласқан үйінділердің және т.б. әсерлері де зерттелінуде [102].

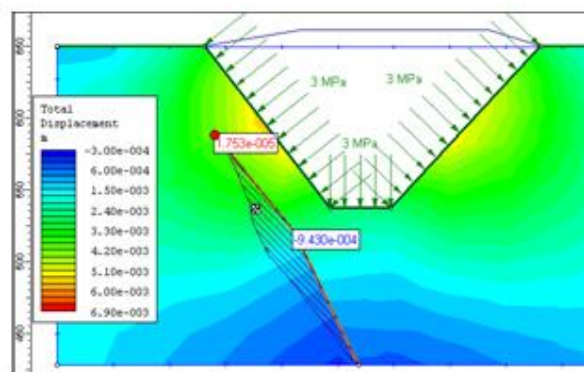
Ұзындығы 1000 м, ені 250 м осы карьердің ішінде көлемі 21,0 млн. тонналық тау жыныстарының үйіндісі орналастырылған. Үйінді мен тасымалдық штрек арасында қалыңдығы 10 м сақтандыру кентірегі қалтырылған. Күрделі тау-кен қазбаларының қимасы 15 м^2 тең және олар рабица сеткалы анкерлермен бекітілген. Есептеулер жүргізу қабылданған параметрлер: Пуассон коэффициенті 0,2, Юнг модулі 90,1 -94,7, үйіндідегі тау жыныстарының тығыздығы $2,7 \text{ т/м}^3$. Қолданыстағы есептеу бағдарламасы карьер үйіндісінің салмағын есепке ала алмайтындықтан, үйіндіден түсетін қысымды қосымша есептеп 3 МПа тең деп алынды сур. 3.34, ә [43, 46].

Сур. 3. 34, а геологиялық жарылымның онша көп әсер етпейтіндігін, ал сурет сур. 3.34, ә - суреттен ықтимал жылжулардың аймақтарын байқауға болады.

а)



ә)

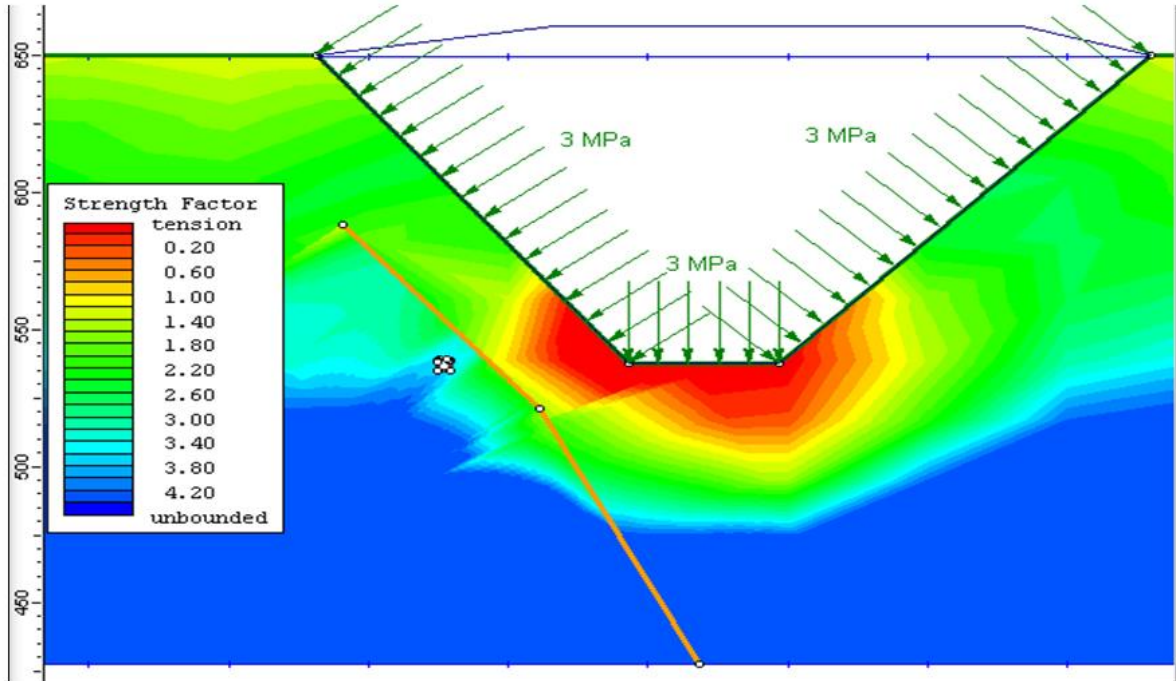


Сурет 3.34 – Тектоникалық жарылымдар көрінісі:

а- тектоникалық жарылым әсері;

ә- қысымнан туындайтын ықтимал жылжу аймақтары

Жалпы зерттелініп отырған кен орны аймағындағы жылжудың орташа ықтималдығы анықталды және ол орнықтылық коэффициентінің қоры түрінде бейнеленген сур. 3.35 [43, 46].



Сурет 3.35 - Орнықтылық коэффициентінің қоры

Жүргізілген осы зерттеулердің нәтижесінде Қазақстанның бірқатар кенорындарында өз шешімін тапқан геомеханиканың бірегей мәселелері жайлы нормалық құжаттар жасалынып, өндіріске енгізілді [29].

Қорыта келе, құрама ашық-жерасты кен игеру тәсілі массивтегі кернеулердің, карьер түбіне көбірек шоғырланып, ал тау жыныстарының қазылып алынған бос қуыстарға қарай ығысуын туындатады. Карьер беткейлерінің деформациялары жерасты қазбалары төңірегіндегі керенулерді өзгертіп, кен қазу жұмыстарын қиындата түседі [94]. Осы мәселеге байланысты жүргізілген зерттеу жұмыстары мен жария болған ғылыми еңбектердің көптігіне қарамастан, әр кен орнының өзіндік ерекшеліктеріне байланысты геомеханикалық процестердің жер қойнауында түзілуі де әрқилы болып келеді және оларды зерттеу - тау-кен кәсіпорындарының күн тәртібінен түспейтін өзекті мәселелерінің бірі [43].

Үшінші тарау бойынша қорытынды

1. Геомеханикалық мониторинг жүргізудің дағдылы геодезиялық әдістеріне талдау жасалынып, қолданыстағы геодезиялық әдістерді жетілдіруге және заманауи аспаптарды қолдануға негізделген техногендік тау-кен нысандарының орнықтылық жағдайын мониторингтаудың арнайы әдістемесі ұсынылды [29].

2. Диссертациялық жұмысқа арқау болып отырған Ақжал карьері беткейдерінің деформацияларын жан-жақты зерделеу үшін бірнеше бақылау станцияларынан тұратын жүйе жасалып, кешенді зерттеулер жүргізілді.

3. Карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатымен жүргізілген заманауи жоғарғы дәлдікті геодезиялық аспаптарды қолданудың әдістері жетілдірілді, яғни [30]:

- жаңалығы ҚР №35798 патентімен расталған «Аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік тұрақты геодезиялық пункттері» Ақжал карьері беткейлеріне орнату арқылы орындалды. Атқарылған жұмыс өндірістің Актісімен расталды [40].

- карьер беткейлеріндегі жұмыс реперлеріне жарқырап көрініп тұратын бақылау маркаларын жапсырып қойып мониторингтеу арқылы;

- таужыныстары жарықшақтарын зерделеуде тау компасының орнына заманауи лазерлік сканерді қолдану;

- карьер беткейлерінің жай-күйіне геодезиялық аспаптық мониторинг жүргізуді және оның нәтижелерін өңдеуді және тау-кен нысандарының үш өлшемдік үлгілерін жасауда заманауи компьютерлік бағдарламаларды қолдану арқылы.

4 Траншеяның әсер ету аймағындағы таужыныстар массиві көтеріліп және интенсивті түрде горизонтальды жылжып кен денелеріне қарай өтеді, ал жерасты тау-кен қазбасы горизонтальды қысымы жоғары аймақта орналасқандықтан бекіту конструкциясының типін таңдауда горизонтальдық кернеудің шамасын ескерген жөн [43].

4 ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН КЕНДІ ИГЕРУДІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРІН БАСҚАРУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

4.1 Карьер қиябеттеріндегі геомеханикалық үрдістерді басқару

Диссертациялық жұмыстың мақсаты - карьер беткейінің орнықтылығын геомеханикалық мониторингтеудің геодезиялық әдістерін жетілдіру арқылы кәсіпорнындағы (карьердегі) өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыздандыру болатын. Сондықтан, жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде карьер беткейлерінде анықталған әлсіз (жарықшақталған) учаскелерді беріктеу, яғни геомеханикалық процесті басқару жұмыстары да жүргізілді. Диссертациялық жұмыстың осы бөлімінде таужыныстардағы деформациялық үрдістерді басқарудың тәсілдерін жетілдіруге арналады.

Игерілетін карьердің беткейінің орнықтылығын қамтамасыздандыру мақсатында таужыныстар массивінің кернеулі күйін жіті зерттеу арқасында ғылыми негізі қалыптастырылды. Осы мәселе бойынша біраз жүргізілген жұмыстардың мақсаты карьер қиябеттерінің орнықтылық параметрлерін белгілі бір мерзім аралығында анықтаумен шектелді. Осындай жолмен зерттеу практикалық және теориялық тұрғыдан қарағанда пассивті жолмен анықтауға жатады [34].

Бұндай мәселені шешу мақсатында активті (белсенді) жол арқылы зерттеу қажеттігі туындайды, яғни таужыныстары массивінің жай-күйін басқарып отыруға негізделген әдісті ұсыну үшін, жиырмасыншы ғасырдың басында алғаш рет Н.В. Мельников [79] пен В.В. Ржевскийлердің академиктердің зерттеулеріне жүгінейік.

Академик Н.В. Мельниковтың зерттеуі бойынша карьер қиябеттерін басқару бірінен кейін бірі жүріп отыратын екі кезеңнен құралған тау-кен ісінің саласында ең маңызды және аса көңіл аудару қажеттігін атап айтып кетті. Оның айтуынша: біріншіден, карьер қиябеттерінің бұрыштық параметрлерін дұрыс анықтау; екіншіден, карьер қиябеттерінің әлсіреген учаскелерін беріктейтін жанама әдістерін жасау. Сол себепті, тау-кен кәсіпорындарының экономикасын жоғарғы көрсеткіштік деңгейге жеткізу үшін және ауылшаруашылық жерлерді сақтап қалу мақсатында карьер беткейлері қиябеттерінің орнықтылығын басқаруды білу қажет.

Деформациялық үрдістерге қарсы шаралар карьер қиябеттерінің тепе-теңдік жағдайының бұзылмауына және жылжу үрдісінің әрмен қарай дамуына жол бермеуге негізделген. Тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде карьер беткейінің орнықтылығы деформациялық үрдістердің болуына байланысты өндіріс орынына кері әсерін тигізуі мүмкін, бұған байланысты кенді игеру жұмыстарын тоқтатуға дейін апарады [73].

Зерттеу жұмыстары кезінде карьердің жұмыс жиектері мен кемерлерінің өлшемдері дұрыс өлшенсе, онда карьер кемерінің орнықтылығын болжауға болады. Сонымен қатар, жерқойнауында жүріп жататын геомеханикалық үрдістер карьер кемерінің, жиегінің орнықтылығына әсер етпей қоймайды.

Осыған орай, карьер кемерлері орнықтылығын қамтамасыздандыру мақсатында таужыныстарда туындайтын геомеханикалық үрдістерді төтеп бере алатын түрлі шараларды жасауға тура келеді [77].

Карьер кемерлеріндегі таужыныстарының деформациялық үрдісін басқару арқылы қауіпсіз кенді игеру және тау-кен жұмыстарын экономикалық тиімді жүргізуді қамтамасыздандыруға арналған және ол кешендік әдістердің жиынтығы болып келеді.

Жіктеме бойынша келтірілген тәсілдердің бірін пайдалану арқылы таужыныстардағы деформациялық үрдістерді азайту немесе тоқтату мүмкіншілігіне ие болып келеді.

Осы ұсынылып отырған геомеханикалық үрдістерді басқарудың кешенді тәсілдері келесідей шарттарды қамту қажет, олар: техникалық сенімділік, технологиялық, жан-жақтылық, экономикалық мақсатқа сәйкестілік [28].

Техникалық сенімділік – тау-кен өндірісі жүргізілгендегі кәсіпорындағы жұмыстың барлық кезеңінде массивтегі таужыныстардың күйін жобалық көрсеткіштерге қол жеткізу [28].

Технологиялық – өндірісте қолданылатын жабдықтар мен материалдарды пайдалана отырып, қысқа уақыт мерзімінде қойылған талаптар бойынша жылдам нәтижеге қол жеткізудің технологиясы [28].

Жан-жақтылық – деформациялық үрдістерді басқару арқылы әр алуан мәселелерді шешу үшін жан-жақты әдістер түрлерін пайдалану [28].

Экономикалық мақсатқа сәйкестілік басқа техникалық шешімдермен салыстырғанда максимал экономикалық тиімділікке қол жеткізетін әдіс [28].

Осы жоғарыда аталған тәсілдердің барлығында техникалық сенімділіктің шарты орындалуы қажет [28].

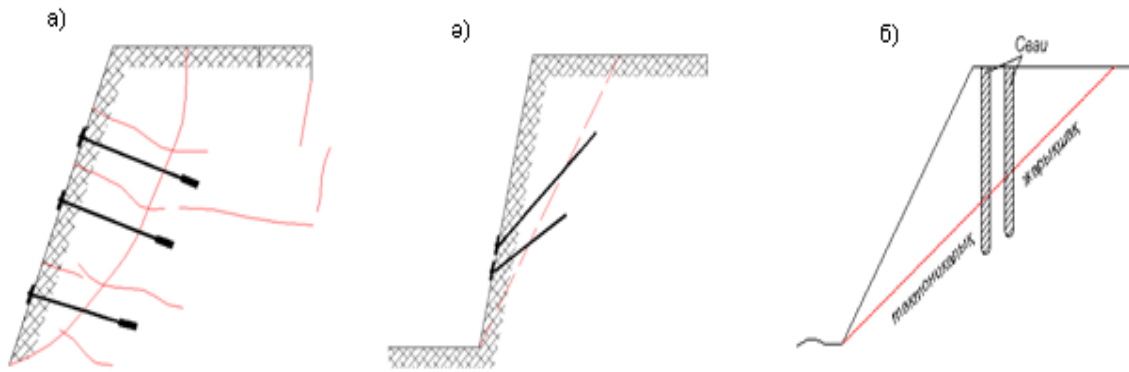
4.2 Дәстүрлі әдістер бойынша әлсіз таужыныстарды беріктеу түрлері

4.2.1 Таужыныстар құрамын, құрылымын және қасиеттерін өзгертпейтін бекіту тәсілдері

Қарнақты және анкерлі бекітпелер. Әлсіз таужыныстарын қарнақпен бекітуде массивте ұңғыма бұрғылап және сол ұңғыманың ішіне металдан жасалған қарнақтарды орнату. Қарнақтар жеке блоктарды бір-бірімен байланыстырады. Қарнақтардың арасы мен қабырғалары цементтеледі [28].

Анкерлі бекітпе деп бұрғыланған шпурлардың ішіне металдан немесе ағаштан жасалған асалған бекітпе орнату. Анкерлі бекітпелер ірі блокты таужыныстарын нығайту үшін қолданылады сур. 4.1, а, анкерлердің ұзындықтары әлсіз зонаның қалыңдығына қарай анықталады [28].

Бірінші топ әдістеріне қарнақты және анкерлі бекітпелерден басқа, *метал арқан* (сым) әдісін қолданып та нығайтуға болады сур. 4.1, ә [28].



Сурет 4.1 - Карьер кемерлерін нығайтудың әдістері:
а- анкерлі бекітпелер; ә-иілмелі сымдар; б- темір-бетонды қадалар

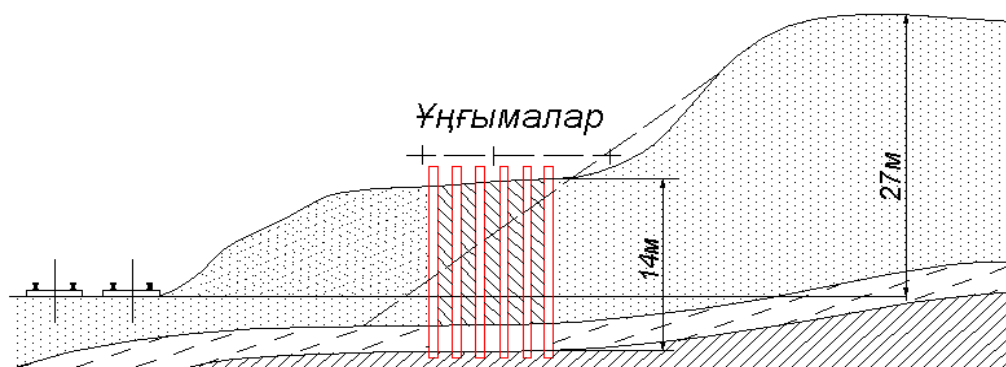
Темірбетонды қазықтар (қадалар) бұрғыланған ұңғымалардың ішіне металл арматуралар, металдан өрілген арқандар және т.б.) бетондап орнатудан тұрады сур. 4.1, б. Бұл тәсіл тектоникалық жарылымдармен, жарықшақтармен және т.б. геомеханикалық элементтермен әлсізденген тау жыныстары массивін бекіту үшін қолданылады. Темірбетонды қазықтарды орнату массивтің сырғуға деген кедергісін күшейтеді [28].

4.2.2 Таужыныстар құрамын, құрылымын және қасиеттерін барынша өзгертетін әдістер

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 [28].

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 [28].

Электрлік-химиялық бекітпе. Кейінгі кезде құмды, сазды грунттардан тұратын карьер беткейлерін тұрақты электрлік алаңдар арқылы нығайту қолданылуда. Оның физикалық мәні мынада. Бекітілетін кемердің әр жерінде бұта тәрізді скважиналар бұрғыланып сур. 4.2 бір катодтық (+) скважинаның айналасына бірнеше анодтық (-) скважиналар орналастырады. Әр скважина бұталары арасы карьер қиябеттерінің беріктігін қамтамасыз етеді [28].



Сурет 4.2 - Карьер беткейі тау жыныстарын тұрақты электр өрісімен нығайтудың сызбасы [28]

Тау жыныстарын осындай тұрақты электрлік кернеуде ұстау, олардың дымқылдығын азайтып, тығыздылығы мен беріктілігін арттыра түседі. Кенді ашық әдіспен қазып алуда жылжу процесін бәсеңдеткіш шаралар және жасанды нығайту жұмыстары жыныстар құрылымының геологиялық ерекшеліктеріне сай жүргізілуге тиісті [28].

Темірбетонды қазықтар (қадалар) бұрғыланған ұңғымалардың ішіне металл арматуралар, металдан өрілген арқандар және т.б.) бетондап орнатудан тұрады. Жер астында кен қазу жұмыстарының жылдам қарқынмен дамуы, терең қабаттарда жүргізілуі тіктеу орналасқан кен орындарында жылжудың қауіпті аймағының карьер түбінде және оның жағдауларында үлкейе түсуіне әкеліп соғады да, кеннің төмбе бүйірінде орналасқан құрылыстарға және карьердегі тау-кен жұмыстарына зиян келтіреді [28].

4.3 Жарықшақты таужыныстарынан қалыптасқан Ақжал карьері кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыздандыру шараларын жетілдіру

4.3.1 Карьер кемерлерін беріктеудің тәсілін жасау

Карьер кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын басқару мәселесі - ол белгілі бір жағдайлар мен бағытталған әрекеттерден және олардың нәтижесінде карьер параметрлерін өзгертуден тұратын кешенді мәселе [29].

Ақжал кенорнын игеруде карьер кемерлерінің орнықтылығын басқарудың келесідей тәсілдері жүзеге асырылды: *кемерлерді беріктеу, тау жыныстары массивін бекемдеу, жарылыстардың сейсмикалық әсерін азайту.*

Ақжал карьеріндегі қолданыстағы Ғылыми жобаны жүргізу барсында Ақжал кенорнында карьер кемерлерін беріктеудің жаңа тәсілі жасалынып өндіріске енгізілді. Бұл тәсіл көлбеу ұңғымалар бұрғыланып, оған арматуралар орнатылады да олар беріктейтін ертіндімен толтырылып, экрандалған зоналар жасауға негізделген. Сөйтіп, карьер жағдауындағы геомеханикалық жағдай жақсартады және кен орнын қауіпсіз игеруді қамтамасыз етеді.

Бұл тәсіл деформациялануға бейімді Қоңырат және Ақжал карьерлерінің тау жыныстарын беріктеу үшін қолданылды. Карьер кемерлерінің әлсіз

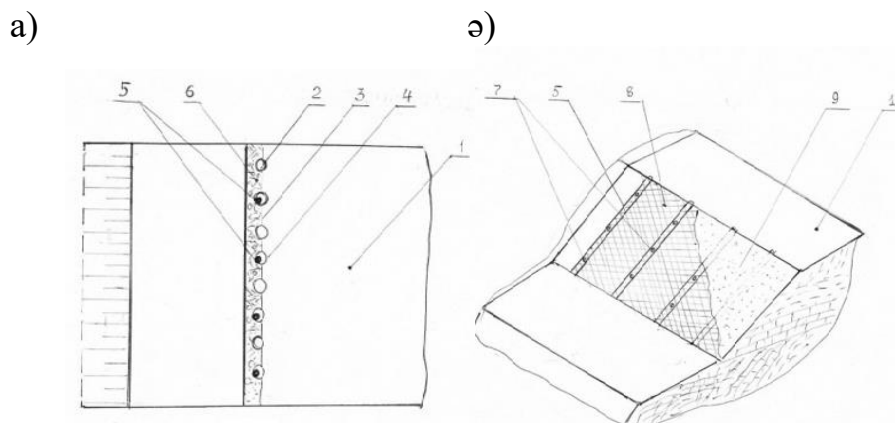
учаскелерін беріктеу бір ай бойы жүргізілді. Кемер қиябеттерін беріктеу сур. 4.3 сәйкес келесідей жүргізілді [71].

Тау - кен жұмыстары карьердің шекарасына жақындаған кезде, тау жыныстарының беріктіктеріне сәйкес, аралары 3 - 5 м көлбеу экрандағыш ұңғымалар- 1 бұрғыланады.

Экрандағыш ұңғымалар - 1 арасына қосымша ұңғымалар - 3 бұрғыланады да оларға арматуралар - 4 немесе ескі труба, рельстерді орнатылады. Одан кейін экрандағыш ұңғымаларды - 1 зарядтайды және аттырады.

Аттырып болғаннан кейін бұзылған тау жыныстарының зонасы - 5 пайда болады, содан кейін қосымша көлбеу ұңғымаларды- 3 өзара байланыстырып, оларға беріктейтін ертінділер, мәселен бетон араласқан қоспаны ұңғыманың тереңдігі бойынша жоғарғы биіктік белгісіне дейін құйылады. Мұнда арматуралар - 4 ұңғыманың - 3 кемер - 2 жағындағы қабырғасына жақын орнатылады. Карьер кемерінің - 2 алдындағы қалған тау жыныстарының массиві арттырылады. Одан кейін қопарылған тау жыныстарын жинайды да, кемер бетін тазалайды. Нәтижесінде арматура - 4 аршылады.

Арматураға стержендер немесе ілмектер - 6 пісіріліп жапсырылады және оларға метал тор - 7 іліп бекітіледі. Темір тордың үстіне бекітпе ертіндіні - 8 (мәселен бетонды ертінді) себелеп құяды. Ертіндінің қабаты қатқаннан кейін, карьер қиябеті сенімді түрде беріктенеді және мұжылудан қорғалады.



Сурет 4.3 - Кемер қиябетін бекітудің тәсілі:

а - карьер кемерінің жұмыс алаңы (планда); б - беріктелген кемердің изометриядағы бейнесі. 1-экрандағыш ұңғымалар; 2- кемер сызығы; 3- қосымша ұңғымалар; 4-арматуралар; 5-бұзылған тау жыныстары зонасы, 6- стержендер; 7- металл (құрылыстық) тор; 8- беріктейтін ертінді; 9-сырғу беттер; 10- кемер алаңы; 11 -вертикаль ұңғымалар; 12-анкерлер; 13-трос.

Сонымен қатар, мүмкін болатын сырғу беттен -9 тыс, кемер алаңшасында - 10 тереңдігі 3-4 м вертикаль ұңғымалар - 11бұрғыланып, оларға анкерлер - 12 орнатылады. Арматуралар - 4 мен анкерлер - 12 арасынатростар - 13 керіледі. Әлбетте, бұл кемер қиябетінің жақсы беріктелуін қамтамасыз етеді.

Кейінгі жылдарда осы беріктелген карьер учаскелерінде деформациялар байқалған жоқ.

4.3.2 Жарықшақты таужыныстарын беріктеудің цементтелген ертінділері құрамын жасау

Кен орындарын ашық әдіспен игеру тәжірибесінің көптеген жағдайларында карьер беткейлерінің орнықтылығын дұрыс бағаламағандықтан, яғни беткейдің көлбеу бұрышы үлкен болғанда, ауқымды опырылулар мен сырғулар пайда болуына, ал көлбеу бұрышты негізсіз кішірейтіп алғанда карьерде көлемді аршу жыныстарын қазу мейлінше көп шығынға әкеліп соғады. Карьердегі опырыла құраулар көбінесе, дизъюнктивті бұзылыстардан пайда болған әлсіз сырғу бетер, сонымен қатар қазылып алынған кеңістік жаққа құлайтын жарықшақтар арқылы жүреді. Әртүрлі опырылулар карьердің жұмыс тәртібін бұзады және транспорттық жолдарды қайта қалпына келтіруге әжептуір қаржы жұмсауды талап етеді [72].

Тау жыныстары деформацияларының осындай түрлерінің алдын алудың тиімді әдістерінің бірі, карьер кемерлерін жасанды түрде нығайту болып есептеледі. Біріншіден, беткейдегі тау жыныстарын бұлайша нығайту, карьердің жұмыс жүргізілмейтін беткейінің әлсіз учаскелерінің орнықтылығын қамтамасыз етсе, екінші жағынан - аршыма тау жыныстарының көлемін азайтады.

Сөйтіп, карьерлердегі жарықшақты таужыныстарын нығайту әдістерінің бірі - цементтеу болып есептеледі. Тау жыныстарын цементтеу карьерде қалайша жүзеге асырылады, яғни кемердің жоғарғы алаңшасынан бір-бірінен 4-6м арақашықтықта вертикаль және көлбеу ұңғымалар бұрғыланады және оларға массивпен беріккенше цементтік ерітінді қысыммен айдайды. Цементтік ерітіндінің су мен цемент негзінде дайындалатыны белгілі [73].

Массивтегі таужыныстардың жарықшақтылығын біршама беріктеу үшін төмендегідей белгілі ерітінді қоспалар бар:

1) цемент, су және цемент массасының 1 – 2,2 % мөлшерінде хлорлы кальций бар ерітіндіден құралған;

2) Донецк ғылыми-зерттеу көмір институты жасап шығарған ерітіндінің құрамында фосфоргипсты тұтқырлағыш және жылдам қатайатын формальдегидті ҚФБ шайыры, қымыздық қышқылы және судан тұрады[69].

Бұндай ерітінділердің құны өте қымбат болады, ал екінші ерітіндісі үшін ұңғыманың маңында тікелей тұрып даярлауды қажет етеді.

Жаңадан ерітіндіні ойлап табу үшін, құрамында цемент, құм және суы бар ерітіндіні алдық. Жарықшақты таужыныстардың арасын беріктеп толтыру және ерітіндінің бағасын арзандату үшін біз цемент қосылған ерітіндіге тау-кен өндірісінің қалдықтарын (хвост) қосып әзірлеп, ұсындық.

Тау-кен өндірісіндегі қалдықтардың қаншамасы тонналанып жиналып үйінді ретінде орын алып жатқаны белгілі, сонымен қатар қалдықтарды үйінді түрінде сақтау қоршаған ортаға көптеген зиянды әсерлері көп [66].

Байыту фабрикасының қалдықтарын қолдана отырып, скважинадағы

арматураларды бекіту қоспасының құрамы зерделенді. Скважинадағы арматураларды беріктеу мақсатында қолданылатын қоспаның құрамында цемент, қиыршықтас және су әдісі белгілі болсада [9, 15, 70], олардың беріктігі мен аязға деген төзімдігі әлсіз.

Аталған талаптарды қанағаттандыратын, яғни беріктігі жоғары және суыққа төзімді, сонымен бірге тау-кен өндірісінің қалдықтарын қолдануға мүмкіндік беретін жаңадан қоспа алынды [75].

Осы қоспа құрамын алу мақсатында цементтің құрамында басқа да қоспалар қосылды су, байыту фабрикасының қалдықтары және қосымша хлорлы кальций, дисперсиялық полимерлі ұнтақтар (мовилит пен тилоза) келесідей қатынаста қосылды: 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.

Қоспаның құрамындағы компоненттердің өзара қатынасын тәжірибелік жолмен анықталды және бұл қатынасқа байланысты аязға деген төзімділігі мен беріктігін жоғарылату мақсатында ең қолайлы болды. Егер байыту фабрикасы қалдықтарының шамасы 70% -дан асса, онда материалдың беріктігі жоғарыламайды, ал 65% -дан төмен болғанда, алынатын қоспа құрамының өзіндік бағасын азайтуға келмейді [76].

Цементтік қоспаға хлорлы кальций, мовилит және тилозалар көрсетілген шамадан аз қосылса, онда алынатын материалда қажетті беріктік пен аязға төзімділікті алу мүмкін болмайды, ал мөлшерден көп қоссақ, онда құрамның өзіндік бағасының жоғарылауына әкеліп соғады [29].

Цементтік құрамды алу үшін келесідей материалдар қолданылды кесте 4.1 [29]:

1. Қарағанды цемент зауытының М 400 маркалы портландцементі (сипаттамалары: қату мезгілі – басы 2 сағат 50 мин.; соңы 3 сағат 40 мин.; қалыпты түрдегі қоюлығы – 25,5%) [29].
2. Тау-кен өндірісінің қалдықтары.
3. Жылдам қатайтатын хлорлы кальций (CaCl_2) [29].
4. «Клариант» (Германия) фирмасы өндіретін мовилит АМ 2572 дисперсиялық полимер ұнтағы [29].
5. «Клариант» (Германия) фирмасының өнімі тилоза МВ 15009 дисперсиялық полимер ұнтағы [29].

4.1 – Алынған ерітіндінің құрамы [29]

Құрамы	Массалық үлесі, %			
	Үлгі 1	Үлгі2	Үлгі 3	«Прототип»
Цемент	20	22,5	25	28
Қиыршықталған тас	-	-	-	64
Өндіріс 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

Қоспаның құрамы: цемент, байыту фабрикасының қалдықтары және дисперсиялық полимерлі ұнтақ мовилит пен тилозаны қосып, бетон араластырғышқа салып араластырылды, осыдан кейін бұл қоспаға хлорлы кальций мен су қостық. Дайын болған қоспаны 4×4×16 см өлшемді формаларға құйып, арнайы вибрациялаушы аппаратта 45 секунд ішінде тығыздадық. Бір күн өткен соң даярланған үлгілерді формалардан алып, 1 ай көлемінде ылғалды жерде сақталды. Бұдан кейін, үлгілердің физика – механикалық төзімділігіне сынақ жүргізілді. Осындай ретте «прототип»-тің үлгілері жасаланып, сынақтан өткізіліп кесте 4.2 нәтижелері келтірілген [29].

Кесте 4.2 - Алынған қоспалы ерітіндінің физика–механикалық қасиеттері [29]

Үлгілер	Бетонның тығыздығы	Суыққа төзімділігі,	Беріктік шегі, МПа:	
			Сығылуға	Иілуге
1	2000	50	41,2	7,4
2	2100	50	41,9	7,5
3	2200	50	42	7,8
«прототип»	2200	35	40,2	5,8

4.2 кестеде көрсетілгендей, әзірленген және өндіріск енгізілген жаңа қоспалы ерітіндіде тау-кен өндірісінің байыту фабрикасының қалдықтары жүзеге асырылады және жоғары беріктілік пен қатты аязға төзімді болып келеді. Жүргізілген осы зерттеулер негізінде жарықшақты тау жыныстарын беріктеуге жасалған және тау–кен массивін нығайту үшін жасалған ертінділерге алдын–ала патенттер алынды [29].

Жарықшақты таужыныстардың әлсіз учаскелерін беріктеу үшін зерттеу жүргізу мақсатында тау-кен өндірісінің қалдықтарының химиялық құрамы зерделенді [29].

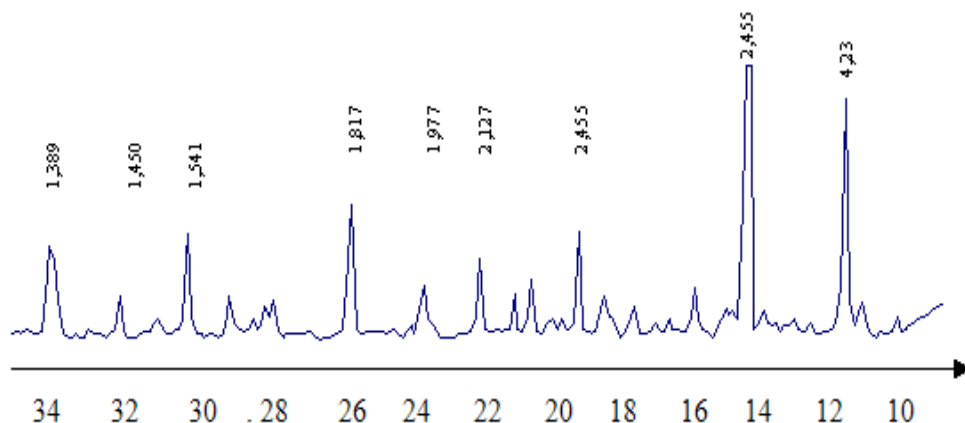
Ондағы қышқылдардың құрамында мыналар бар, мас. %: SiO₂ - 62,1; CaO - 5,6; Fe₂O₃ - 13,1; Al₂O₃+TiO₂ - 6,48; MgO - 1,6; K₂O - 1,5; Na₂O - 0,84; SO₃ - 3,8; басқалар - 4,6. Өндіріс қалдықтарының грануляциялық құрамы кесте 4.3 келтірілген [29, 77].

Кесте 4.3 – БФҚ-ның грануляциялық құрамы [29]

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

Тау-кен өндірісінің қалдықтарының рентгенограммасында сур. 4.4 негізінде дифракциялық сызықты үш құраушысы барлығы байқалады 4,23; 3,238; 2,455; 2,28; 2,237; 2,127; 1,977; 1,817; 1,669; 1,658; 1,541; 1,454; 1,388; 1,373А, олар кварцқа сәйкес келген. Алынған сынақтағы кварцтың мөлшері 53,6 дан 68 % дейін. Құрамда аздаған дала шпаты да бар [29, 77].

Сондай-ақ, байыту фабрикасының қалдықтарының құрамында 10 - нан 15% - ға дейін сазды минералдар да (гидромусковит, гидрослюда) бар: 4,46; 3,707; 2,986; 2,556; 1,993; 1,498; 1,389. Жүргізілген бұл талдаудың нәтижесі рентгенографикалық сынақ деректермен расталды сур.4.4 [29].



Сурет 4.4 – Тау-кен өндірісінің қалдықтарының рентгенографиялық талдамасы [29]

Зерттеулер барысында әлсіз таужыныстарды беріктейтін жаңа ерітінді жасау мәселесі алға қойылды. Әзірленетін ерітіндінің аққыштығы және адгезиясы (тұтасуы) бар және таужыныстарымен берік жалғасатын қасиетке ие болуы қажет. Экономикалық тұрғыдан алғанда, ол көп шығынға ие болмауы қажет [74].

Әлсіреген таужыныстарды біршама беріктеу көрсеткішін жоғарылату үшін ерітіндінің тағы да, байыту фабрикасының қалдықтарын қолдану арқылы жаңа түрі ұсынылды. Бұл ерітіндінің құрамында басқа да қалдықтардан тұратын ұнтақтар бар. Ол ұнтақтарды Германия елінің «Клариант» фирмасы жасап шығаратын мовилит АМ 2572 және тилоза МВ 15009 дисперсиялық полимерлі ұнтақтары келесідей мөлшерде әзірленеді: цемент 35% -ға дейін, байыту фабрикасының қалдықтары 50%-ға дейін, дисперсиялық полимерлі ұнтақ «Моливит» 4% -ға дейін және қалғаны су қосылады [73].

Тау-кен өндірісінің байыту фабрикасының қалдықтарын пайдалану арқылы қоспалы ерітіндінің құрамының өзіндік құнын біршама азайтуға және алынған материалдың беріктігін нығайту мүмкіншілігіне ие. Бұл қоспалы ерітінді құрамындағы цементтің мөлшері - 35% -ға көбейтсек және мобилитті 4%-ға жоғарылатсақ, онда материалдың өзіндік құны біршама артады. Егер де цементтің мөлшерін 30%-ға, ал мовилиттің мөлшерін 3% -ға аздап жоғарылатсақ, онда қоспалы ерітіндінің таужыныстармен адгезиясының (тұтасуының) және нәтижесінде алынатын материалдың беріктігі төмендейді [29].

Сонымен қатар, тау-кен өндірісінің қалдықтары мөлшері 50% - дан көп қосылса, онда қоспалы ерітіндінің ағуы мен таужыныстары арасындағы өзара байланысы төмендейді, ал өндіріс қалдықтарының мөлшері 45% - дан аздап

қосса, онда ертітінді құрамның өзіндік құны артады. Төмендегі кестеде 4.4 әлсіз таужыныстарды беріктеу үшін қоспаның физика – механикалық қасиеттерін анықтау нәтижелері келтірілген [29].

Кесте 4.4 – Әлсіз таужыныстарды беріктеу ертітіндісінің физика–механикалық қасиеттері [29]

	Ертітіндінің құрамы, мас. %				Көрсеткіштері		
	Це – мент	БФ қалдықтары	Мови – лит	су	Сығылу беріктіктің шегі, МПа	Иілуг беріктікті шегі, МПа	Конуст. қалдығы, 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

Зерттеулердің нәтижесіне келетін болсақ, массивтегі таужыныстардағы жарықшақтарды нығайту үшін ұсынылған және тау-кен өндірісіне енгізілген ертітінді қоспаның құрамы келесідей: цемент мөлшері 30 – 35%, тау-кен өндірісінің байыту фабрикасының қалдықтарының мөлшері 45 – 50%, мовилит мөлшері 3 – 4%, қалған мөлшері %-ы – судан құралады [29].

Төртінші тарау бойынша қорытынды

1. Тау-кен өнеркәсібінің қоршаған ортаға зиянды факторлардың туындауына ықпал етуіне байланысты, осы мәселелерге жан-жақты ғылыми талдау жасау арқылы бұл мәселені шешудің негізгі жолдары ұсынылды. Техногендік жүктемелердің қоршаған ортаға ықпал етуін біршама азайту мақсатында әзірленген жаңа тәсілдер мен әдістер айтарлықтай маңызға ие.

2. Еңіс ұңғымаларды бұрғылау, оларға арматура орнату және жаңа бекіту ертітіндісімен толтыру арқылы, беткейт маңындағы аймақта геомеханикалық жағдайды жақсартуға және кен орнының қауіпсіз игерілуін қамтамсыз етуге мүмкіндік беретін, карьер еңісін нығайтудың жаңа әдісі әзірленіп, ҚР зияткерлік институтына өнертапқыштыққа ұсыным берілді [34].

3. Техникалық жаңалығы ҚР патенттерімен расталған Байыту фабрикаларының қалдықтарын және полимерлік ұнтақтарды пайдану негізінде жаңа цементтеу ертітінділері жасалынды. Мұнда ұңғымалардағы арматураны бекіту және жарықшақты тау жыныстарын беріктеу үшін: цемент - 30-35%, тау-кен өндірісінің қалдықтар қоймалары - 65-70%, хлорлы кальций 1-1,5%, мовилит 0,2-0,4%, тилоза 0,1-0,2%, қалғаны – су. Нәтижесінде әзірленген материалдың беріктік шегі: сығу бойынша 32-37 МПа, майысу бойынша 4,7-6,0 МПа.

Зерттеу нәтижелері шекті күйдегі тұрақты карьерлік еңістердің көрсеткіштерін нақтылауға, Ақжал кен орнында тау-кен жұмыстарын жүргізуде өндіріске енгізуге мүмкіндік берді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Құрама тәсілмен игерілетін Ақжал кен орнында жүргізілген ғылыми зерттеу жұмыстарына байланысты кенді қазу кезінде тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен өнеркәсіп жұмысының көрсеткішін арттыру мақсатында ғылыми негізге негізделген техникалық шешімдер орындалды.

Диссертациялық жұмыстың басты ғылыми нәтижелері мен қорытындылары төменде келтірілген:

1. Тау-кен жұмыстары жүріп жатқан кезде жер қойнауында түзілетін геомеханикалық процестердің кері әсерлері мен оларды азайтудың жолдары және геомеханикалық мониторинг жүргізудің геодезиялық әдістері мен онда қолданылатын дағдылы және заманауи аспаптары саласындағы орындаған ғылыми-техникалық әдебиеттерді, тәжірибелік жұмыстарды сараптай келе, техногендік жүйеде геомеханикалық мониторинг жүргізудің блок-сұлбасы жасалынды.

2. Карьер беткейлері массивінің геомеханикалық жағдайын болжауға және кен орнын қарқынды игеру кезінде өндірістік қауіпсіздікті алдын ала ескертуге мүмкіндік беретін таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері мен олардың орналасу тереңдіктерінің арасындағы логарифмдік корреляциясы алынды.

3. Аспаптарды жоғары дәрежеде центрлеуді, көздеуді және қорғау шараларын қабылдау үшін беткеймаңы массиві деформациялық процестерінің параметрлерін жедел анықтауды қамтамасыз ететін тұрақты мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік пунктіннің жетілдірілгендігі (жаңалығы ҚР 19.08.2022 жылғы №35798 патентімен расталған) [40].

4. Еңіс ұңғымаларды бұрғылау, оларға арматура орнату және жаңа бекіту ерітіндісімен толтыру арқылы, беткей маңындағы аймақта геомеханикалық жағдайды жақсартуға және кен орнының қауіпсіз игерілуін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, карьер еңісін нығайтудың жаңа әдісі әзірленді.

5. Байыту фабрикаларының қалдықтарын және полимерлік ұнтақтарды пайдану негізінде жаңа цементтеу ерітінділері жасалынды [34].

Зерттеу нәтижелері, таужыныстардың мықтылық қасиетінің тереңдікке байланысты өзгерісін зерттеу, сондай-ақ жоғарыдәлдікті аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жердегі пунктісінің конструкциясы жетілдірілді және Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының «Геомеханика» пәнінің оқу үрдісіне енгізілді және актімен расталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Мельников Н.Н. Экологические проблемы в ХХI века и освоение недр. В книге «Освоение недр и экологические проблемы ХХI века» -М.: ИПКОН РАН., 2010.- 45 с.
- 2 Owen M.L. Calibrating a semi-quantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metalliferous mines/ Controlling seismic risk.- Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2011.- 204p.
- 3 Викторов С.Д., Иофис М.А., Одинцев В.Н. Разрушение массива горных пород и риск техногенных катастроф/ Горныйжурнал, 2010.-№4.-С.30-35.
- 4 Sergio Mora, Kari Keipi. Disaster risk management in development projects: models and checklists// Bulletin of engineering geology and the environment, 2016.- V.65.-№2.-P.155-165.
- 5 Фадеев А.Б., Чжао Гуан-Цзянь. Деформации поверхностных сооружений при строительстве метрополитена//тр. Международного симпозиума: "Реконструкция - Санкт-Петербург 2010".- С.12-16
- 6 Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. и др. Напряжения и деформации массива горных пород при разработке полезных ископаемых. - М.: ИПКОН АН СССР, 1998.-188 с.
- 7 Сашурин А.Д., Панжин А.А. Диагностика геомеханического состояния массива горных пород геодезическими методами. //Проблемы геотехнологии и недроведения.- Екатеринбург, ИГД УрО РАН, 2005.-С.170-178.
- 8 Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасының Кодексі 2017 жылғы 27 желтоқсандағы № 125-VI ҚРЗ.
- 9 Тау-кен және геологиялық барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілер үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 2014 жылғы 30 желтоқсандағы № 352 бұйрығы. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігінде 2015 жылы 13 ақпанда № 10247 тіркелді.
- 10 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.
- 11 Машанов А.Ж., Певзнер М.Е., Бекбасаров Ш.С. Устойчивость усту-пов и бортов карьеров бассейна Каратау. - Алма-Ата. Наука, 1981.-120 с.
- 12 Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. и др. Напряжения и деформации массива горных пород при разработке полезных ископаемых.-М.: ИПКОН АН СССР, 2011.-188 с.
- 13 Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Абдылдаев Э.А. Структура массива и деформируемость горных пород. - Алматы, 2011.-281 с.
- 14 Попов В.Н., Певзнер М.Е., Иофис М.А. Геомеханика . – М.: МГГУ, 2010.- 438 с.

- 15 Попов И.И., Окатов Р.П., Низаметдинов Ф.К. Механика скальных массивов и устойчивость карьерных откосов. Алма-Ата: Наука, 1986.- 255 с.
- 16 Нурпейсова М.Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана.- Алматы: КазНТУ, 2015.-324 с.
- 17 Ипалаков Т.Т. Геомеханическое обоснование напряженного состояния прибортовых массивов. - Алматы: Ғылым, 2010.-365 с.
- 18 Касымканова Х.М., Бек А.А. Геоинформационное обеспечение устойчивости бортов карьеров №- Алматы: КазНУ, 2016.-205 с.
- 19 Айтказинова Ш.К., Менаяков К.Т., Бек А.А. Прогноз техногенной опасности территории по данным геодезических и спутниковых измерений // Маркшейдерия және геодезия, №1, 2013.– 21с.
- 20 Низаметдинов Ф.К. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов глубоких карьеров. Состояние и перспективы развития маркшейдерского дела.-Екатеринбург: УГГ, 2011.-154с.
- 21 Нурпейсова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Изменение геодинамического режима геологической среды при освоении недр //Геология и охрана недр, 2011, №4.- 80с.
- 22 Мадимарова Г.С. Таужыныстары жылжу бұрыштарын алдын ала болжау әдістемесін жетілдіру. Техн.ғылым.канд.диссертациясы. - Алматы: ҚазҰТУ, 2002.-123б.
- 23 Нұрпейісова М.Б. Жартасты-жарықшақты Қаратау бассейні тау жыныстарының жылжу процесін геомеханикалық тұрғыдан негіздеу және болжау. Техн. ғылым.докторы. диссерт. авторефераты - Қарағанды: ҚарПТИ, 1995. - 26б.
- 24 Менаяков К.Т.Обоснование методики прогнозирования параметров сдвижения горных пород при комбинированном способе разработки месторождений. Диссертация на соискание канд.техн.наук.Алматы: КазНТУ, 2010.-126с.
- 25 Машанов А.Ж., Нурпейсова М.Б. Геомеханика. Оқулық.– Алматы: ҚазҰТУ, 2000.-124б.
- 26 Фисенко Г. Л., Ревазов М.А., Галустьян Э.Л. Укрепление откосов в карьерах. М., Недра, 1974, 207с.
- 27 Певзнер М.Е. Борьба с деформациями горных пород на карьерах. М., Недра,1978, 255с.
- 28 Нұрпейісова М.Б. Геомеханика: оқулық; ҚР білім және ғылым министрлігі. - Алматы; Дәуір, 2014.-240б.
- 29 Көпжасарұлы Қ. Таужыныстары массивінің геомеханикалық жағдайын зерттеу және кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыздандыру (Ақбақай кеніші жағдайында: докторлық диссертациялық жұмыс: Қазақстан Республикасы, Алматы 2017 ж., 132 б.
- 30 Құрманбаев О.С. Инженерлік құрылыстардың деформацияларын бақылаудың геодезиялықәдістерін жетілдіру (Майқайың кенорны жағдайында): докторлық диссертациялық жұмыс: Қазақстан Республикасы, Алматы 2017 ж., 112 б.

31 Доненбаева Н.С., Кыргызбаева Г.М., Капасова А.З. Геомеханикалық мониторинг жүргізудің инновациялық әдістері //Горный журнал Казахстана, №12, 2018. – 20с.

32 Нурпеисова М.Б., Левин Е., Доненбаева Н.С. Инновационные методы ведения геомониторинга на руднике Акжал. Труды 14 – Межд. конф. «Проблемы освоения недр XXI – века глазами молодых». – М.: ИПКОН РАН, 2019, С. 126-129

33 Нурпеисова М.Б., Доненбаева Н.С. Методика ведения геомониторинга прибортовых массивов на карьерах. Участие в межд. конф. «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0» - Алматы: КазННТУ, 14-15.03.2019., С. 57-60.

34 Aitkazinova Sh.K., Bek A.A., Donenbayeva N.S., Derbisov K.N., Nurpeissova M.B., Levin E. Preparing solutions based on industrial waste for fractured surface strengthenin. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2020, Vol. 5, Issue 443, P. 13-20, Earth and Planetary Sciences, Percentile 40.

35 Нурпеисова М.Б., Доненбаева Н.С. Совершенствование геодезических методов геомониторинга недр. Участие в межд. конф. Сатпаевские чтения – 2019, «Роль геодезии и маркшейдерии в реализации программы «Цифровой Казахстан»». – Алматы: КазННТУ, 12 апреля, 2019

36 Доненбаева Н.С., Айтказинова Ш.К., Бек А.А., Нурпеисова М.Б. Изучение прочностных свойств горных пород на руднике Акжал с целью укрепления ослабленных участков. Международный научный журнал «Молодой ученый», Казань; №33(323), 2020. С. 20-25.

37 Nurpeissova M., Kyrgyzbaeva G., Donenbaeva N., Bek A., Bekbassarov S., Zhaksylyk A and Madimarova G. Development of Geodetic Methods of monitoring of Open – Pit Sides Stability. Boisc Biotech Res Comm Special, Issue, Vol 12(5) September 2019. P. 67-78

38 Дербисов К.Н., Айтказинова Ш.К., Кожаев Ж.Т., Нурпеисова М.Б., Доненбаева Н.С. Изучения напряженного состояния массива горных пород на руднике Акжал ТОО «NOVA Цинк». Международный научный журнал «Молодой ученый». – Казань; №33(323), 2020. С. 35-39.

39 Касымканова Х.М., Нурпеисова М.Б., Доненбаева Н.С. Патент на полезную модель РК № 4700. Постоянный грунтовый репер для геодезических измерений. - Астана, 2020.

40 Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Айтказинова Ш.К., Доненбаева Н.С., Нукарбекова Ж.М., Дербисов К.Н. Наземный постоянный геодезический пункт принудительного центрирования приборов. Патент РК на изобретение №35798, от 19.08.2022

41 Нурпеисова М.Б., Милетенко Н.А., Доненбаева Н.С. Исследование взаимосвязи между свойствами пород и глубиной их залегания. Маркшейдерский вестник, №6, 2018, С. 49-52

42 Kuldeev E.I, Rysbekov K.B., Donenbayeva N.S., Miletenko N.A. Modern methods of geotechnic - effective way of providing industrial safety in mines. Eurasian Mining, 2021, Vol. 36, Issue 2, P. 18-21.

43 Нурпеисова М.Б., Левин Е, Кыргызбаева Г.М., Доненбаева Н.С. Математическое моделирование геомеханических процессов при взаимном влиянии открытых и подземных горных выработок. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, №3(128)/2019.

44 Айтказинова Ш.К., Доненбаева Н.С., Дербисов К.Н., Нурпеисова М.Б. Создание карт устойчивости бортов карьеров с использованием ГИС технологий. 4 конференция Международной научной школы Академика РАН к.н. Трубецкого «Проблемы и перспективы Комплексного освоения и сохранения земных недр», 16-20 ноября 2020.

45 Нурпеисова М.Б., Милитенко Н.А., Доненбаева Н.С. Исследование проявлений горного давления при комбинированной разработке месторождений Акжал. Маркшейдерия и недропользование, №2, 2019. - С. 15-19.

46 Нурпеисова М.Б., Доненбаева Н.С., Капасова А.З., Сэбденбекулы Ө. Исследование закономерностей геомеханических процессов при комбинированной разработке месторождении Акжал. КарГТУ, Труды Университета №4(77), 2019. – С.58-63.

47 Доненбаева Н.С., Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Управление геомеханическими процессами. Вестник КазНИТУ, №1(131), 2019. – С. 7-11.

48 Инструкция по безопасному ведению горных работ при комбинированной (совмещенной) разработке рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых // В сб.: руководящих материалов горнорудного надзора. - М.: Изд. АГН, 1998.

49 Нурпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар: оқулық.- Астана: Фолиант, 2013.-192 б.

50 Машанов А.Ж., Машанов А.А. Основы геомеханики скально-трещиноватых пород. - Алма-Ата: Наука, 1985. - 192 с.

51 Милитенко Н.А., Нурпеисова М.Б. Прогноз опасных геомеханических процессов при комбинированном способе разработки месторождений.-М.: Маркшейдерский вестник, №4, 2014.- 55с.

52 Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б. Основы лазерного сканирования (учебник).- Алматы: КазНИТУ, 2021.-246 с.

53 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Айтказинова Ш.К., Копжасарулы К. Перспективы использования современных приборов для геомеханического мониторинга природно-технических систем// Проблемы освоения недр в 21 веке глазами молодых. 9 международная молодежная научная школа. Москва, ИПКОН. 2012. – 130с.

54 Певзнер М.Е., Нурпеисова М.Б., Кривошейна М.Е. Свойства горных пород Каратауского фосфоритоносного бассейна. М.: Труды ГИГХСа, 1971.- 2

55 Nurpeisova, M.B., Kirgizbayeva, D.M., Kopzhasaruly, K. Innovative methods of the rock massif fractures survey and treatment of its results // Naukovyi

Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Issue 2, 2016. – 12p.

56 Nurpeisova M.B., Aitkasinova Sh.K. Kirgizbaeva G.M. Geomechanical monitoring of the massif of rocks at the combined way of deformation of fields/ Geodesy & Mine Surveying 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2014.- 279p.

57 Кыргызбаева Г.М., Айтказинова Ш.К. Методика выделения систем трещин на компьютере//Материалы IV-междун. Конф. «Инновационные технологии-2014». Алматы: , 2014. – 223с.

58 Карьерді үш өлшемдік лазерлі сканермен түсірудің әдістемесі// Труды республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, докторантов посвященной 80-летнему юбилею кафедры «Маркшейдерское дело и геодезии», КазНТУ, 2014.-106с.

59 Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах (монография). - Алматы: КазНТУ, 2015.-266 с.

60 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Копжасарулы К. Использование современных приборов для геомеханического мониторинга природно-технических систем // Горный журнал Казахстана. - 2013. - №6. –10с.

61 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Оценка геомеханического состояния массива горных пород при открыто-подземной разработке месторождения // Труды международной научно-практической конференции «Наука и образование-ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». - Караганда, 2010.- 90с.

62 Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К. Автоматическая система мониторинга деформаций // Материалы 10 междун.конф. молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в 21 веке глазами молодых. – М: ИПКОН РАН, 2013.-116 с.

63 Нурпеисова М.Б. и др. Полезная модель №1586. Постоянный грунтовый репер, используемый при геомониторинге земной поверхности. - Астана, 2016. –Бюл. № 8.

64 Қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздік.Том.19. Геология, геодезия және география.-Алматы: Қазақпарат, 2014.-450 б.

65 Қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздік.Том.18. Тау-кен және металлургия.-Алматы: Қазақпарат, 2014.- 504 б.

66 Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости.- Астана: Комитет по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью РК, 2008.-109 с.

67 Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. –Л.: Изд.ВНИМИ, 1990.

68 Производство высокоточных инструментальных наблюдений за состоянием и сдвижением откосов уступов и бортов Акжалского карьера. Отчет НИР, ТОО «Альянс», Лаборатория «Маркшейдерия, геомеханика и

геометризация недр» -2019г.

69 Сәбденбекұлы Ө. Геомеханика: оқулық; ҚР ЖШС «№1 Инновациялық орталық». – Қарағанды: ЖШС «САНАТ-Полиграфия», 2009, -450 б.

70 Черный Г.И. Устойчивость обрабатываемых бортов карьеров №- М.; Недра, 2010. -216 с.

71 Пучков А.В., Михеев О.И., Атрушкевич И.А. Исследование закономерностей геомеханических процессов при взаимном влиянии открытых и подземных горных выработок. -М.: Научные школы МГГУ. 2010.-191 с.

72 Обеспечение промышленной и экологической безопасности освоения недр. Монография// Под общей редакцией М.Б. Нурпейсовой. - Алматы: КазННТУ, 2016.-430 с

73 А.С. 728442 СССР. Способ укрепления карьерных откосов / Галустьян Э.Л.; опубл. 07.06.81.

74 А.С. 1627714 СССР. Состав для укрепления горных пород / Заславский И.Ю., Зорин Г.Л. и др.; опубл. 18.02.89.

75 Предварительный пат. 14475 РК. Состав для укрепления арматуры в скважинах при упрочнении горного массива / Нурпейсова М.Б., Бек А.Ш., Касымханова Х.М.; опубл. 13.04.04.

76 Предварительный пат. 14476 РК. Раствор для укрепления трещиноватых горных пород / Нурпейсова М.Б., Бек А.Ш., Касымханова Х.М.; опубл. 13.04.04.

77 Копжасарұлы К. Составы укрепляющих растворов трещиноватых горных массивов // Труды конферен «Машановские чтения».- Алматы: ҚазҰТУ, 2015. – С.85-89.

78 Производство высокоточных инструментальных наблюдений за состоянием и сдвижением откосов уступов и бортов Акжалского карьера. Отчет НИР, ТОО «КАРПРОМЭКСПЕРТ». Караганда -2021г.

79 Мельников Н.В. Проблемы горной науки по карьерам будущего // В кн.: Будущее открытых горных работ. - М.: Наука, 1972.

80 Нұрпейісова М.Б., Шалов Д.Д., Айтқазінова Ш.Қ. Жердің жасанды серіктері арқылы тірек пункттерінің координаталарын анықтау. Машанов оқулары. - Алматы: ҚазҰТУ, 2015. – Б. 289-295.

81 Ожигина С.Б. Мониторинг состояния устойчивости карьерных откосов / С.Б. Ожигина, А.Д. Сашурин, С.Г. Ожигин, Д.С. Ожигин, Д.А. Кулыгин // Интерэкспо гео-сибирь – №2 – 2016. – С. 161–166.

82 Техничко-экономическая оценка перехода от открытых горных работ к комбинированному способу разработки месторождения «Акжал», Жезказган – ТОО «Корпорация «Казахмыс» Головной Проектный институт, -2008 год.

83 Попов И.И., Низаметдинов Ф.К., Окатов Р.П., Долгоносков В.Н. Природные и техногенные основы управления устойчивостью уступов и бортов карьеров. - Алматы: Ғылым 1997.-215с.

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

85 Инструкция по маркшейдерским и топографо-геодезическим работам в нефтяной промышленности. РД 39-0147139-101-87.

86 Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М.: Недра, 1990.

87 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. – Астана, 2008. – 79 с.

88 СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». М.: ПНИИИС Госстроя России, – 92с.

89 РД 07-408-01 «Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр». ГУП "НТЦ "Промышленная безопасность", № 2002. –6 с.

90 РД 07-603-03 «Инструкции по производству маркшейдерских работ». М.: Управление по надзору за охраной недр и геолого-маркшейдерскому контролю, 2003. – 82с.

91 Пейве А.В. Разломы и тектонические движения. Геотектоника, 1967, №5, с. 8 – 24.

92 Свойства горных пород и методы их определения. /Под ред. М.М. Протогьяконова. Недра. Москва. 1969. 392 с.

93 Борисенко С.Г., Галушко П.Я., Френзе Ю.К. Поле напряжений в массиве горных пород и вокруг выработок на основании натуральных измерений. Современные проблемы механики горных пород. Материалы 4 – Всесоюзной конференции по механике горных пород. «Наука». Ленинград, 1972. С. 175 – 180.

94 Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Г.М., Бек А.А. Технические рекомендации по управлению горным давлением и безопасному ведению горных работ при отработке рудных тел месторождения «Акжал». Алматы: КазННТУ, 2017. -24.

95 Букейханова Д.Г., Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш. Методика определения прочностных свойств горных пород. М.:ИПКОН РАН, 2005. С. 50-53.

96 Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Б.М., Бек А.Ш. Методические рекомендации по оценке устойчивости бортов карьеров Акжал. Алматы: КазННТУ, 2007. 18с.

97 Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М.: Недра, 1965. 378с.

98 Милетенко Н.А., Рульков Н.С., Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Айтказинова Ш.А. Изучение напряженно-деформированного состояния породного массива // Маркшейдерия и недропользование. 2014 №5. С. 41-43.

99 Милитенко Н.А., Митишова Н.А., Нурпеисова М.Б., Айтказинова Ш.А., Геомеханический подход к прогнозу опасных гидрогеологических процессов при комбинированном способе разработки месторождений // Маркшейдерский вестник. 2014. №4. С. 55-57.

100 Нурпеисова М.Б., Адильбаев Б. Результаты изучения прочностных свойств пород месторождения Акжал // Алматы: Горный журнал Казахстана. 2017. №10. С. 22-25.

101 Экологическая и промышленная безопасность освоения недр. Коллективная монография. – Алматы: КазННТУ, 2017. – 480с.

102 Айтматов И.Т. Геомеханика рудных месторождений Средней Азии. – Фрунзе. «Илим». 1987.

ҚОСЫМША А

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PATENT
PATENT

№ 35798

ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION

 (21) 2021/0160.1

(22) 11.03.2021

(45) 19.08.2022

(54) Аспаптарды мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік тұрақты геодезиялық пункті
Наземный постоянный геодезический пункт принудительного центрирования приборов
Ground permanent geodesic station for forced centering of instruments

(73) «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)
Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева» (KZ)
Non-profit joint stock company «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev» (KZ)

(72) Нурпеисова Маржан Байсановна (KZ) Nurpeissova Marzhan Baisanovna (KZ)
Рысбеков Канай Бахытович (KZ) Rysbekov Kanay Bakhytovich (KZ)
Айтқазынова Шынар Касымхановна (KZ) Aitkazynova Shynar Kasymkhanovna (KZ)
Доненбаева Назгул Сериковна (KZ) Donenbayeva Nazgul Serikovna (KZ)
Нұкарбекова Жұпаркуль Мұхамметқаримовна (KZ) Nukarbekova Zhuparkul Mukhamefkarimovna (KZ)
Дербисов Қуан Нурбергеневич (KZ) Derbisov Kuan Nurbergenovich (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

Е. Оспанов
Е. Оспанов
Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РІП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE

ҚОСЫМША Ә
Аспаптық бақылаудың нәтижелері

Кесте Ә.1 – Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған I бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S.м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
I-1	26604,423	22740,233	637,606		26604,422	22740,226	637,601		-5	0
I-2	26604,501	22713,994	636,751	26,239	26604,504	22713,981	636,743	26,245	-8	6
I-3	26604,629	22719,621	636,743	5,628	26604,627	22719,618	636,734	5,638	-9	10
I-4	26604,667	22700,033	624,836	19,588	26604,662	22700,018	624,827	19,600	-9	12
I-5	26603,95	22689,788	625,405	10,270	26603,955	22689,759	625,395	10,283	-10	13

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған I бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S.м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
I-1	26604,422	22740,226	637,601		26604,418	22740,222	637,598		-3	0
I-2	26604,504	22713,981	636,743	26,245	26604,507	22713,973	636,739	26,249	-4	4
I-3	26604,627	22719,618	636,734	5,638	26604,629	22719,615	636,729	5,643	-5	5
I-4	26604,662	22700,018	624,827	19,600	26604,667	22700,012	624,821	19,603	-6	3
I-5	26603,955	22689,759	625,397	10,283	26603,962	22689,748	625,391	10,288	-6	5

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған I бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S.м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S.м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
I-1	26604,418	22740,222	637,598		26604,422	22740,224	637,597		4	2		
I-2	26604,507	22713,973	636,739	26,249	26604,512	22713,981	636,736	26,243	5	8	-3	-6
I-3	26604,629	22719,615	636,729	5,643	26604,632	22719,624	636,728	5,644	3	9	-1	1
I-4	26604,667	22700,012	624,821	19,603	26604,672	22700,016	624,819	19,608	5	4	-2	5
I-5	26603,962	22689,748	625,391	10,288	26603,967	22689,755	625,387	10,285	5	7	-4	-3

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған I бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S.м	9-ші бақылау (2020ж. қазан), м			S.м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
I-1	26604,422	22740,224	637,597		26604,422	22740,226	637,597		0	2		
I-2	26604,512	22713,981	636,736	26,243	26604,514	22713,983	636,735	26,243	2	2	-1	0
I-3	26604,632	22719,624	636,728	5,644	26604,635	22719,621	636,729	5,639	3	-3	1	-5
I-4	26604,672	22700,016	624,819	19,608	26604,674	22700,017	624,811	19,604	2	1	-8	-4
I-5	26603,967	22689,755	625,387	10,285	26603,962	22689,753	625,385	10,289	-5	-2	-2	3

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған I бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-ші бақылау (2020ж. қазан), м			S.м	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S.м	ΔZ	dS. мм	A, °
	Y	X	Z		Y	X	Z				
I-1	26604,422	22740,226	637,597		26604,425	22740,227	637,596		жаңа		5
I-2	26604,514	22713,983	636,735	26,243	26604,516	22713,985	636,733	26,241	-2	-2	78
I-3	26604,635	22719,621	636,729	5,639	26604,637	22719,619	636,73	5,638	1	-5	120
I-4	26604,674	22700,017	624,811	19,604	26604,676	22700,018	624,805	19,603	-8	-4	85
I-5	26603,962	22689,753	625,385	10,289	26603,959	22689,75	625,383	10,286	-2	3	260

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған I бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S.м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S.м	ΔZ	dS. мм	A, °
	Y	X	Z		Y	X	Z				
I-1	26604,425	22740,227	637,596		26604,427	22740,229	637,594				5
I-2	26604,516	22713,985	636,733	26,241	26604,517	22713,986	636,730	26,243	-1	0	78
I-3	26604,637	22719,619	636,73	5,638	26604,638	22719,617	636,732	5,639	1	-5	120
I-4	26604,676	22700,018	624,805	19,603	26604,678	22700,019	624,801	19,604	-8	-4	85
I-5	26603,959	22689,75	625,383	10,286	26603,957	22689,747	625,381	10,289	-2	3	260

Кесте Ә.2 - Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған II бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
II-1	27204,793	22562,88	641,026		27204,799	22562,865	641,022		-4	
II-2	27199,337	22552,958	640,77	11,323	27199,333	22552,943	640,761	11,328	-9	5
II-3	27191,995	22539,4	624,639	15,418	27191,999	22539,365	624,628	15,432	-11	14
II-4	27186,91	22531,586	624,876	9,323	27186,918	22531,534	624,867	9,335	-9	12

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған II бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
II-1	27204,799	22562,865	641,022		27204,805	22562,859	641,019		-3	
II-2	27199,333	22552,943	640,761	11,328	27199,339	22552,933	640,757	11,331	-4	4
II-3	27191,999	22539,365	624,628	15,432	27192,004	22539,351	624,624	15,436	-4	4
II-4	27186,918	22531,534	624,867	9,335	27186,924	22531,511	624,861	9,342	-6	7

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған II бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
II-1	27204,805	22562,859	641,019		27204,807	22562,861	641,014		2	2	-5	
II-2	27199,339	22552,933	640,757	11,331	27199,341	22552,938	640,756	11,329	2	5	-1	-3
II-3	27192,004	22539,351	624,624	15,436	27192,009	22539,354	624,622	15,436	5	3	-2	0
II-4	27186,924	22531,511	624,861	9,342	27186,928	22531,513	624,859	9,343	4	2	-2	1

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған II бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
II-1	27204,807	22562,861	641,014		27204,808	22562,864	641,011		1	3	1	
II-2	27199,341	22552,938	640,756	11,329	27199,346	22552,943	640,752	11,325	5	5	-4	-4
II-3	27192,009	22539,354	624,622	15,436	27192,011	22539,352	624,62	15,444	2	-2	-2	8
II-4	27186,928	22531,513	624,859	9,343	27186,931	22531,517	624,856	9,338	3	4	-3	-6

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған II бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	ΔZ	dS, мм	A,°
	Y	X	Z		Y	X	Z				
II-1	27204,808	22562,864	641,011		27204,809	22562,866	641,009		1		72
II-2	27199,346	22552,943	640,752	11,325	27199,349	22552,947	640,748	11,322	-4	-3	70
II-3	27192,011	22539,352	624,620	15,444	27192,013	22539,354	624,618	15,446	-2	2	94
II-4	27186,931	22531,517	624,859	9,338	27186,919	22531,513	624,855	9,340	4	-2	77

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған II бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм	A,°
	Y	X	Z		Y	X	Z				
II-1	27204,809	22562,866	641,009		27204,812	22562,870	641,007		4		72
II-2	27199,349	22552,947	640,748	11,322	27199,340	22552,917	640,744	11,315	-4	-7	70
II-3	27192,013	22539,354	624,618	15,446	27192,011	22539,352	624,615	15,446	-3	0	94
II-4	27186,919	22531,513	624,855	9,340	27186,905	22531,506	624,85	9,336	-3	-4	77

Кесте Ә.3 - Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған III бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
III-1	27297,256	22489,963	641,78		27297,261	22489,946	641,773		-7	0
III-2	27277,726	22505,085	641,816	24,700	27277,729	22505,076	641,805	24,707	-11	6
III-3	27265,071	22493,779	625,702	16,970	27265,077	22493,745	625,689	16,984	-13	14
III-4	27258,367	22487,376	625,07	9,270	27258,371	22487,326	625,059	9,283	-11	13

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған III бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
III-1	27297,261	22489,946	641,773		27297,263	22489,941	641,769		-4	0
III-2	27277,729	22505,076	641,805	24,707	27277,731	22505,074	641,799	24,708	-6	2
III-3	27265,077	22493,745	625,689	16,984	27265,081	22493,728	625,682	16,993	-7	9
III-4	27258,371	22487,326	625,059	9,283	27258,374	22487,299	625,052	9,291	-7	8

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған III бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
III-1	27297,263	22489,941	641,769		27297,268	22489,946	641,764		5	5	-5	
III-2	27277,731	22505,074	641,799	24,708	27277,734	22505,078	641,793	24,709	3	4	-6	1
III-3	27265,081	22493,728	625,682	16,993	27265,087	22493,731	625,679	16,991	6	3	-3	-2
III-4	27258,374	22487,299	625,052	9,291	27258,381	22487,305	625,049	9,288	7	6	-3	-3

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған III бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
III-1	27297,268	22489,946	641,764		27297,272	22489,949	641,761		4	3	-3	
III-2	27277,734	22505,078	641,793	24,709	27277,738	22505,081	641,792	24,709	4	3	-1	0
III-3	27265,087	22493,731	625,679	16,991	27265,089	22493,734	625,677	16,993	2	3	-2	1
III-4	27258,381	22487,305	625,049	9,288	27258,384	22487,309	625,048	9,286	3	4	-1	-1

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған III бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	ΔZ	dS, мм	A, °
	Y	X	Z		Y	X	Z				
III-1	27297,272	22489,949	641,761		27297,283	22489,954	641,755		-6		70
III-2	27277,738	22505,081	641,792	24,709	27277,746	22505,078	641,798	24,713	6	4	60
III-3	27265,089	22493,734	625,677	16,993	27265,092	22493,737	625,674	16,995	-3	2	75
III-4	27258,384	22487,309	625,048	9,286	27258,287	22487,311	625,053	9,284	5	-2	80

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған III бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м10-шы бақылау, м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм	A, °
	Y	X	Z		Y	X	Z				
III-1	27297,283	22489,954	641,755		27297,294	22489,959	641,756		-3		72
III-2	27277,746	22505,078	641,798	24,713	27277,752	22505,069	641,797	24,709	-1	0	55
III-3	27265,092	22493,737	625,674	16,995	27265,096	22493,741	625,677	16,993	3	-2	80
III-4	27258,287	22487,311	625,053	9,284	27258,297	22487,319	625,056	9,288	3	4	85

Кесте Ә.4 - Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған IV бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
IV-опр 1	27158,471	21787,35	657,99		27158,469	21787,357	657,992			
IV-опр 2	27154,641	21807,027	657,931	20,046	27154,638	21807,034	657,929	20,046	-2	0
IV-1	27152,098	21829,58	658,623	22,696	27152,096	21829,59	658,621	22,699	-2	3
IV-2	27140,469	21954,857	658,287	125,816	27140,467	21954,871	658,28	125,820	-7	4
IV-3	27136,223	22004,902	659,952	50,225	27136,219	22004,922	659,947	50,231	-5	6
IV-4	27135,593	22024,423	660,64	19,531	27135,589	22024,449	660,633	19,537	-7	6
IV-5	27135,223	22037,132	660,53	12,714	27135,219	22037,161	660,525	12,717	-5	3
IV-6	27135,048	22043,418	660,796	6,288	27135,043	22043,452	660,791	6,293	-5	5
IV-7	мүмкіншілік жоқ									
IV-8	мүмкіншілік жоқ									

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған IV бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
IV-опр 1	27158,469	21787,357	657,992		27158,465	21787,358	657,99			
IV-опр 2	27154,638	21807,034	657,929	20,046	27154,633	21807,037	657,927	20,049	-2	2
IV-1	27152,096	21829,59	658,621	22,699	27152,093	21829,593	658,619	22,699	-2	0
IV-2	27140,467	21954,871	658,28	125,820	27140,463	21954,876	658,276	125,822	-4	2
IV-3	27136,219	22004,922	659,947	50,231	27136,214	22004,931	659,944	50,235	-3	4
IV-4	27135,589	22024,449	660,633	19,537	27135,584	22024,461	660,629	19,540	-4	3
IV-5	27135,219	22037,161	660,525	12,717	27135,213	22037,177	660,521	12,721	-4	4
IV-6	27135,043	22043,452	660,791	6,293	27135,039	22043,472	660,785	6,297	-6	4
IV-7	Мүмкіншілік жоқ									
IV-8	мүмкіншілік жоқ									

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған IV бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS. мм	ΔL , мм
	Y	X	Z		Y	X	Z				
IV-OP-I	27158,465	21787,358	657,99		27158,462	21787,354	657,989		-1		
IV-OP-II	27154,633	21807,037	657,927	20,049	27154,629	21807,033	657,931	20,049	4	0	0
IV-1n	27152,093	21829,593	658,619	22,699	27152,089	21829,591	658,618	22,701	-1	2	2
IV-1	27140,463	21954,876	658,276	125,822	27140,454	21954,871	658,275	125,819	-1	-3	0
IV-2	27136,214	22004,931	659,944	50,235	27136,205	22004,929	659,948	50,238	4	3	3
IV-3	27135,584	22024,461	660,629	19,540	27135,579	22024,457	660,631	19,538	2	-2	1
IV-4	27135,213	22037,177	660,521	12,721	27135,211	22037,171	660,527	12,719	6	-2	-2
IV-5	27135,039	22043,472	660,785	6,297	27135,032	22043,455	660,789	6,287	4	-11	-12

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған IV бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм	ΔL, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z				
IV-OP-I	27158,462	21787,354	657,989		27158,464	21787,352	657,99		1		
IV-OP-II	27154,629	21807,033	657,931	20,049	27154,631	21807,031	657,932	20,049	1	0	0
IV-Іn	27152,089	21829,591	658,618	22,701	27152,092	21829,588	658,62	22,699	2	-1	-1
IV-1	27140,454	21954,871	658,275	125,819	27140,456	21954,867	658,274	125,818	-1	-1	-2
IV-2	27136,205	22004,929	659,948	50,238	27136,207	22004,925	659,946	50,238	-2	0	-2
IV-3	27135,579	22024,457	660,631	19,538	27135,583	22024,454	660,63	19,539	-1	1	-1
IV-4	27135,211	22037,171	660,527	12,719	27135,213	22037,164	660,526	12,715	-1	-4	-5
IV-5	27135,032	22043,455	660,789	6,287	27135,039	22043,457	660,787	6,295	-2	9	4

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған IV бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
IV-опр 1	27158,464	21787,352	657,990		27158,466	21787,350	657,992		1	
IV-опр 2	27154,631	21807,031	657,932	20,049	27154,627	21807,029	657,93	20,047	2	-2
IV-Іn	27152,092	21829,588	658,620	22,699	27152,094	21829,591	658,622	22,671	2	2
IV-1	27140,456	21954,867	658,274	125,818	27140,452	21954,898	658,278	125,817	-1	-1
IV-2	27136,207	22004,925	659,946	50,238	27136,207	22004,921	659,944	50,234	-2	-2
IV-3	27135,583	22024,454	660,630	19,539	27135,597	22024,458	660,633	19,542	-1	3
IV-4	27135,213	22037,164	660,526	12,715	27135,219	22037,161	660,53	12,716	4	1
IV-5	27135,039	22043,457	660,787	6,295	27135,027	22043,448	660,791	6,298	4	3

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған IV бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
IV-опр 1	27158,466	21787,350	657,992		27158,464	21787,352	657,990		-2	
IV-опр 2	27154,627	21807,029	657,93	20,047	27154,631	21807,031	657,932	20,049	1	2
IV-Іn	27152,094	21829,591	658,622	22,671	27152,092	21829,588	658,620	22,669	2	-2
IV-1	27140,452	21954,898	658,278	125,817	27140,456	21954,867	658,274	125,818	-4	1
IV-2	27136,207	22004,921	659,944	50,234	27136,206	22004,916	659,940	50,238	-4	4
IV-3	27135,597	22024,458	660,633	19,542	27135,593	22024,450	660,630	19,539	-3	-3
IV-4	27135,219	22037,161	660,53	12,716	27135,223	22037,156	660,53	12,715	-1	-1
IV-5	27135,027	22043,448	660,791	6,298	27135,024	22043,437	660,794	6,295	3	-3

Кесте Ә.5 – Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған V бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
	жойылған									
	жойылған									
V-3	26756,463	21907,911	669,289		26756,461	21907,915	669,287		-2	
V-4	26755,953	21910,014	668,432	2,164	26755,95	21910,023	668,428	2,169	-4	5
V-5	26739,055	21986,916	635,13	78,737	26739,052	21986,931	635,125	78,743	-5	6
V-6	26731,732	22020,022	634,622	33,906	26731,73	22020,042	634,616	33,911	-6	5
V-7	жойылған									
V-8	жойылған									
V-9	жойылған									

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған V бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
	жойылған									
	жойылған									
V-3	26756,461	21907,915	669,287		26756,458	21907,921	669,284		-3	
V-4	26755,95	21910,023	668,428	2,169	26755,945	21910,028	668,424	2,169	-4	0
V-5	26739,052	21986,931	635,125	78,743	26739,046	21986,938	635,123	78,745	-2	2
V-6	26731,73	22020,042	634,616	33,911	26731,725	22020,052	634,613	33,914	-3	3
V-7	жойылған									
V-8	жойылған									
V-9	жойылған									

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған V бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
V-2	26756,458	21907,921	669,284		26756,454	21907,933	669,282		-2	
V-3	26755,945	21910,028	668,424	2,169	26755,922	21910,033	668,423	2,166	-1	-2
V-4	26739,046	21986,938	635,123	78,745	26739,022	21986,944	635,122	78,746	-1	1
V-5	26731,725	22020,052	634,613	33,914	26731,704	22020,055	634,611	33,910	-2	-4

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған V бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
V-2	26756,454	21907,933	669,282		26756,454	21907,933	669,278		-4	
V-3	26755,922	21910,033	668,423	2,166	26755,922	21910,036	668,418	2,169	-5	3
V-4	26739,022	21986,944	635,122	78,746	26739,022	21986,948	635,118	78,747	-4	1
V-5	26731,704	22020,055	634,611	33,910	26731,704	22020,056	634,608	33,907	-3	-3

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған V бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10- шы бақылау, м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
V-2	26756,454	21907,933	669,278		26756,476	21907,954	669,275		-3	
V-3	26755,922	21910,036	668,418	2,169	26755,931	21910,037	668,413	2,175	-5	6
V-4	26739,022	21986,948	635,118	78,747	26738,93	21987,075	635,114	78,749	-4	2
V-5	26731,704	22020,056	634,608	33,907	26731,691	22014,973	634,604	33,904	-4	-6

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған V бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
V-2	26756,476	21907,954	669,275		26756,486	21907,964	669,27		-5	
V-3	26755,931	21910,037	668,413	2,175	26755,942	21910,042	668,408	2,169	-5	-6
V-4	26738,93	21987,075	635,114	78,749	26738,923	21987,095	635,117	78,747	3	-2
V-5	26731,691	22014,973	634,604	33,904	26731,685	22014,934	634,602	33,907	-2	3

Кесте Ә.6 – Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VII бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VII-OP-I	26604,883	21724,581	669,932		26604,881	21724,583	669,931		-1	
VII-OP-II	26592,113	21795,055	670,641	71,622	26592,109	21795,058	670,639	71,623	-2	1
VII-1	26585,733	21835,622	669,452	41,066	26585,728	21835,628	669,449	41,069	-3	3
VII-2	26582,975	21869,552	661,012	34,042	26582,968	21869,561	661,007	34,045	-5	3
VII-3	26580,856	21895,483	657,601	26,017	26580,851	21895,497	657,598	26,022	-3	5
VII-4	26579,625	21909,537	656,954	14,108	26579,619	21909,555	656,949	14,112	-5	4
VII-5	26578,527	21935,295	642,233	25,781	26578,521	21935,317	642,225	25,785	-8	4
VII-6	26575,938	21962,493	626,929	27,321	26575,934	21962,52	626,922	27,326	-7	5
VII-7	26576,371	21979,652	626,535	17,164	26576,367	21979,688	626,526	17,173	-9	9
VII-8	26575,296	21994,357	626,02	14,744	26575,288	21994,398	626,01	14,750	-10	5

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VII бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VII-OP-I	26604,881	21724,583	669,931		26604,88	21724,581	669,932		1	
VII-OP-II	26592,109	21795,058	670,639	71,623	26592,103	21795,06	670,638	71,628	-1	5
VII-1	26585,728	21835,628	669,449	41,069	26585,725	21835,634	669,447	41,072	-2	3
VII-2	26582,968	21869,561	661,007	34,045	26582,962	21869,569	661,003	34,047	-4	2
VII-3	26580,851	21895,497	657,598	26,022	26580,843	21895,508	657,594	26,025	-4	3
VII-4	26579,619	21909,555	656,949	14,112	26579,615	21909,57	656,943	14,116	-6	4
VII-5	26578,521	21935,317	642,225	25,785	26578,515	21935,335	642,219	25,788	-6	3
VII-6	26575,934	21962,52	626,922	27,326	26575,929	21962,538	626,915	27,326	-7	0
VII-7	26576,367	21979,688	626,526	17,173	26576,361	21979,704	626,52	17,171	-6	-2
VII-8	26575,288	21994,398	626,01	14,750	26575,28	21994,42	626,002	14,756	-8	6

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VII бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S.м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VII-1	26604,88	21724,581	669,932		26604,88	21724,581	669,931		-1	
VII-2	26592,103	21795,06	670,638	71,628	26592,111	21795,055	670,644	71,621	6	-6
VII-3	26585,725	21835,634	669,447	41,072	26585,726	21835,63	669,455	41,074	8	2
VII-4	26582,962	21869,569	661,003	34,047	26582,97	21869,564	661,008	34,046	5	-2
VII-5	26580,843	21895,508	657,594	26,025	26580,855	21895,502	657,593	26,024	-1	-1
VII-6	26579,615	21909,57	656,943	14,116	26579,622	21909,566	656,942	14,118	-1	2
VII-7	26578,515	21935,335	642,219	25,788	26578,523	21935,327	642,215	25,784	-4	-4
VII-8	26575,929	21962,538	626,915	27,326	26575,932	21962,529	626,913	27,325	-2	-1
VII-9	26576,361	21979,704	626,52	17,171	26576,368	21979,698	626,518	17,175	-2	3
VII-10	26575,28	21994,42	626,002	14,756	26575,285	21994,415	626,001	14,757	-1	1

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VII бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S.м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VII-1	26604,88	21724,581	669,931		26604,882	21724,582	669,93		-1	
VII-2	26592,111	21795,055	670,644	71,621	26592,113	21795,057	670,645	71,622	1	1
VII-3	26585,726	21835,63	669,455	41,074	26585,731	21835,633	669,452	41,075	-3	1
VII-4	26582,97	21869,564	661,008	34,046	26582,975	21869,568	661,005	34,047	-3	1
VII-5	26580,855	21895,502	657,593	26,024	26580,861	21895,507	657,59	26,025	-3	1
VII-6	26579,622	21909,566	656,942	14,118	26579,628	21909,57	656,939	14,117	-3	-1
VII-7	26578,523	21935,327	642,215	25,784	26578,527	21935,333	642,211	25,787	-4	2
VII-8	26575,932	21962,529	626,913	27,325	26575,938	21962,535	626,908	27,325	-5	0
VII-9	26576,368	21979,698	626,518	17,175	26576,375	21979,702	626,512	17,173	-6	-2

VII-10	26575,285	21994,415	626,001	14,757	26575,29	21994,42	625,994	14,758	-7	1
--------	-----------	-----------	---------	--------	----------	----------	---------	--------	----	---

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VII бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10- шы бақылау, м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VII-OP-I	26604,882	21724,582	669,93		26604,881	21724,583	669,931		-1	
VII-OP-II	26592,113	21795,057	670,645	71,622	26592,109	21795,058	670,639	71,623	-2	1
VII-1	26585,731	21835,633	669,452	41,075	26585,728	21835,628	669,449	41,069	-3	3
VII-2	26582,975	21869,568	661,005	34,047	26582,995	21869,583	661,005	34,045	-5	3
VII-3	26580,861	21895,507	657,59	26,025	26580,857	21895,512	657,592	26,022	-3	5
VII-4	26579,628	21909,57	656,939	14,117	26579,616	21909,568	656,935	14,112	-5	4
VII-5	26578,527	21935,333	642,211	25,787	26578,521	21935,317	642,225	25,785	-8	4
VII-6	26575,938	21962,535	626,908	27,325	26575,955	21962,518	626,913	27,326	-7	5
VII-7	26576,375	21979,702	626,512	17,173	26576,400	21979,656	626,521	17,173	-9	9
VII-8	26575,29	21994,42	625,994	14,758	26575,319	21994,369	626,001	14,750	-10	5

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VII бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VII-OP-I	26604,881	21724,583	669,931		26604,881	21724,583	669,93		-1	
VII-OP-II	26592,109	21795,058	670,639	71,623	26592,109	21795,058	670,637	71,623	-2	1
VII-1	26585,728	21835,628	669,449	41,069	26585,728	21835,628	669,446	41,069	-3	3
VII-2	26582,995	21869,583	661,005	34,045	26582,995	21869,583	661,002	34,045	-3	3
VII-3	26580,857	21895,512	657,592	26,022	26580,857	21895,512	657,589	26,022	-3	5
VII-4	26579,616	21909,568	656,935	14,112	26579,616	21909,568	656,93	14,112	-5	4
VII-5	26578,521	21935,317	642,225	25,785	26578,521	21935,317	642,22	25,785	-5	4

VII-6	26575,955	21962,518	626,913	27,326	26575,955	21962,518	626,906	27,326	-7	5
VII-7	26576,400	21979,656	626,521	17,173	26576,400	21979,656	626,516	17,173	-5	9
VII-8	26575,319	21994,369	626,001	14,750	26575,319	21994,369	626,001	14,750	0	5

Кесте Ә.7 - Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIa бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIa-1	25552,841	22049,711	663,452		25552,848	22049,723	663,449		-3	
VIa-2	25574,342	22089,805	650,955	45,495	25574,352	22089,833	650,941	45,511	-14	16
VIa-3	25585,337	22107,104	645,534	20,497	25585,355	22107,145	645,513	20,513	-21	15
VIa-4	25601,42	22162,325	628,232	57,515	25601,456	22162,385	628,202	57,539	-30	23

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIa бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIa-1	25552,848	22049,723	663,449		25552,868	22049,733	663,445		-4	
VIa-2	25574,352	22089,833	650,941	45,511	25574,376	22089,858	650,93	45,526	-11	15
VIa-3	25585,355	22107,145	645,513	20,513	25585,378	22107,189	645,498	20,528	-15	16
VIa-4	25601,456	22162,385	628,202	57,539	25601,536	22162,443	628,187	57,568	-15	29

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIa бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIa-1	25552,868	22049,733	663,445		25552,874	22049,739	663,44		-5	
VIa-2	25574,376	22089,858	650,93	45,526	25574,389	22089,865	650,923	45,530	-7	4
VIa-3	25585,378	22107,189	645,498	20,528	25585,386	22107,195	645,488	20,525	-10	-4
VIa-4	25601,536	22162,443	628,187	57,568	25601,546	22162,455	628,173	57,574	-14	6

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIa бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIa-1	25552,874	22049,739	663,44		25552,879	22049,744	663,436		-4	
VIa-2	25574,389	22089,865	650,923	45,530	25574,395	22089,874	650,918	45,534	-5	4
VIa-3	25585,386	22107,195	645,488	20,525	25585,396	22107,205	645,481	20,528	-7	3
VIa-4	25601,546	22162,455	628,173	57,574	25601,558	22162,468	628,161	57,578	-12	3

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VIa бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10-шы бақылау, м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIa-1	25552,879	22049,744	663,436		25552,924	22049,74	663,434		-2	
VIa-2	25574,395	22089,874	650,918	45,534	25574,403	22089,888	650,912	45,539	-6	5
VIa-3	25585,396	22107,205	645,481	20,528	25585,401	22107,216	645,476	20,531	-5	5
VIa-4	25601,558	22162,468	628,161	57,578	25601,562	22162,478	628,158	57,582	-3	4

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VIa бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10- шы бақылау, м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIa-1	25552,924	22049,74	663,434		25552,868	22049,733	663,437		3	
VIa-2	25574,403	22089,888	650,933	45,539	25574,376	22089,858	650,93	45,526	-3	15
VIa-3	25585,411	22107,216	645,476	20,531	25585,378	22107,189	645,468	20,528	-8	16
VIa-4	25601,572	22162,473	628,158	57,582	25601,536	22162,443	628,147	57,568	-11	29

Кесте Ә.8 - Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIb бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIb-1	25574,983	22026,988	662,594		25574,985	22026,99	662,591		-3	
VIb-2	25577,412	22035,161	662,125	8,526	25577,415	22035,171	662,117	8,534	-8	8
VIb-3	25593,845	22070,482	647,384	38,957	25593,859	22070,506	647,372	38,974	-12	17
VIb-4	25605,587	22132,766	635,696	63,381	25605,607	22132,809	635,683	63,401	-13	20

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIb бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIb-1	25574,985	22026,99	662,591		25574,987	22027,003	662,589		-2	
VIb-2	25577,415	22035,171	662,117	8,534	25577,426	22035,183	662,111	8,536	-6	2
VIb-3	25593,859	22070,506	647,372	38,974	25593,878	22070,528	647,356	38,986	-16	12
VIb-4	25605,607	22132,809	635,683	63,401	25605,643	22132,853	635,669	63,426	-14	25

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIb бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S,м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
VIb-1	25574,987	22027,003	662,589		25574,993	22027,012	662,582		6	9	-7	
VIb-2	25577,426	22035,183	662,111	8,536	25577,436	22035,195	662,102	8,540	10	12	-9	4
VIb-3	25593,878	22070,528	647,356	38,986	25593,889	22070,534	647,345	38,981	11	6	-11	-5
VIb-4	25605,643	22132,853	635,669	63,426	25605,676	22132,865	635,642	63,436	33	12	-27	10

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIb бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S,м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	ΔY	ΔX	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z					
VIb-1	25574,993	22027,012	662,582		25574,998	22027,016	662,576		5	4	-6	
VIb-2	25577,436	22035,195	662,102	8,540	25577,445	22035,205	662,093	8,547	9	10	-9	7
VIb-3	25593,889	22070,534	647,345	38,981	25593,897	22070,545	647,331	38,982	8	11	-14	0
VIb-4	25605,676	22132,865	635,642	63,436	25605,693	22132,876	635,624	63,437	17	11	-18	2

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VIb бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S,м	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIb-1	25574,998	22027,016	662,576		25574,999	22027,02	662,569		-7	
VIb-2	25577,445	22035,205	662,093	8,547	25577,466	22035,168	662,09	8,543	-3	-4
VIb-3	25593,897	22070,545	647,331	38,982	25593,902	22070,558	647,326	38,987	-5	5
VIb-4	25605,693	22132,876	635,624	63,437	25605,703	22132,883	635,609	63,442	-15	5

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VIb бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S,м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIb-1	25574,999	22027,02	662,569		25574,987	22027,003	662,562		-7	
VIb-2	25577,466	22035,168	662,09	8,543	25577,426	22035,183	662,095	8,536	5	-7
VIb-3	25593,902	22070,558	647,326	38,987	25593,898	22070,548	647,32	38,986	-6	-1
VIb-4	25605,703	22132,883	635,609	63,442	25605,643	22132,853	635,601	63,426	-8	-22

Кесте Ә.9 - Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIe бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	5-ші бақылау (2018ж. қараша), м			S,м	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIe-1	25611,031	22015,731	660,735		25611,038	22015,743	660,731		-4	
VIe-2	25612,652	22023,43	660,383	7,868	25612,667	22023,445	660,376	7,872	-7	5
VIe-3	25615,906	22035,01	656,511	12,029	25615,923	22035,047	656,488	12,050	-23	22
VIc-4	25623,912	22086,579	643,236	52,187	25623,967	22086,647	643,198	52,223	-38	36
VIc-5	25628,745	22099,957	638,442	14,224	25628,786	22100,084	638,388	14,275	-54	51

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIe бақылау станциясының деректері [68]

№ нүктелер	6-шы бақылау (2019ж. мамыр), м			S,м	7-ші бақылау(2019ж. қазан), м			S,м	ΔZ	dS, мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIe-1	25611,038	22015,743	660,731		25611,048	22015,753	660,726		-5	
VIe-2	25612,667	22023,445	660,376	7,872	25612,678	22023,455	660,371	7,873	-5	0
VIe-3	25615,923	22035,047	656,488	12,050	25615,956	22035,067	656,478	12,066	-10	16
VIc-4	25623,967	22086,647	643,198	52,223	25623,987	22086,689	643,177	52,243	-21	20
VIc-5	25628,786	22100,084	638,388	14,275	25628,809	22100,163	638,353	14,311	-35	36

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIe бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	7-ші бақылау (2019ж. қазан), м			S.м	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIe-1	25611,048	22015,753	660,726		25611,056	22015,765	660,722		-4	
VIe-2	25612,678	22023,455	660,371	7,873	25612,687	22023,467	660,362	7,873	-9	0
VIe-3	25615,956	22035,067	656,478	12,066	25615,998	22035,078	656,465	12,074	-13	8
VIe-4	25643,426	22054,888	653,509	43,971	25643,437	22054,901	653,495	43,973	-14	2
VIe-5	25653,203	22077,555	642,786	24,686	25653,221	22077,567	642,771	24,688	-15	2
VIe-6	25658,977	22094,123	638,767	17,545	25658,998	22094,136	638,752	17,547	-15	2

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы арқылы алынған VIe бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	8-ші бақылау (2020ж. мамыр), м			S.м	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIe-1	25611,056	22015,765	660,722		25611,067	22015,772	660,715		-7	
VIe-2	25612,687	22023,467	660,362	7,873	25612,697	22023,481	660,351	7,879	-11	7
VIe-3	25615,998	22035,078	656,465	12,074	25616,012	22035,091	656,452	12,074	-13	0
VIe-4	25643,437	22054,901	653,495	43,973	25643,454	22054,935	653,474	43,993	-21	19
VIe-5	25653,221	22077,567	642,771	24,688	25653,266	22077,599	642,753	24,697	-18	9
VIe-6	25658,998	22094,136	638,752	17,547	25659,023	22094,174	638,723	17,546	-29	-1

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VIe бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	9-шы бақылау (2020ж. қазан), м			S.м	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIe-1	25611,067	22015,772	660,715		25611,078	22015,813	660,709		-6	
VIe-2	25612,697	22023,481	660,351	7,879	25612,708	22023,505	660,341	7,884	-10	5
VIe-3	25616,012	22035,091	656,452	12,074	25616,022	22035,107	656,438	12,092	-12	18
VIe-4	25643,454	22054,935	653,474	43,993	25643,426	22054,888	653,487	43,998	13	5
VIe-5	25653,266	22077,599	642,753	24,697	25653,203	22077,555	642,766	24,717	13	20
VIe-6	25659,023	22094,174	638,723	17,546	25658,977	22094,123	638,747	17,562	24	19

Электрондық тахеометр TCR 1201 аспабы мен GS 14 қабылдағышы арқылы алынған VIe бақылау станциясының деректері [78]

№ нүктелер	10-шы бақылау (2021ж. шілде), м			S.м	11-шы бақылау (2021ж. қараша), м			S.м	ΔZ	dS. мм
	Y	X	Z		Y	X	Z			
VIe-1	25611,078	22015,813	660,709		25611,078	22015,813	660,709		-5	
VIe-2	25612,708	22023,505	660,341	7,884	25612,708	22023,505	660,331	7,873	-5	0
VIe-3	25616,022	22035,107	656,438	12,092	25616,022	22035,107	656,438	12,066	-10	16
VIe-4	25643,426	22054,888	653,487	43,998	25643,426	22054,888	653,509	33,874	-23	27
VIe-5	25653,203	22077,555	642,766	24,717	25653,203	22077,555	642,786	24,686	-35	41
VIe-6	25658,977	22094,123	638,747	17,562	25658,977	22094,123	638,767	17,545	-42	49

ҚОСЫМША Б

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ТОО «Nova Цинк»

Мустафин М.М.

2022



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы Н.С.Доненбаевой на тему:
«Совершенствование геодезических методов геомониторинга
устойчивости бортов ккарьера»

Предприятие, использующие результаты: ТОО Nova Цинк настоящим актом подтверждает, что результаты полученные в диссертационной работе Доненбаевой Н.С., выполненной в КазНИТУ имени К.И.Сатпаева за период 2019-2022гг использованы при планировании горных работ карьера «Центральный» Акжальского месторождения.

Форма внедрения результатов работы:

- разработаны и установлены 2 наземных пунктов принудительного центрирования приборов (НППЦ), позволяющие повысить точность центрирования, оперативности измерения, без использования штатива и контролировать состояние объектов в любой момент времени;
- способ прогнозирования физико-механических свойств пород (ФМС) с глубиной их залегания, позволяющего повысить уровень производственной безопасности на руднике и минимизации экологических рисков, вызванных освоением недр.

Место и время внедрения. Карьер Акжал ТОО «Nova Цинк», 2020-2021годы.

Технический директор
ТОО «Nova Цинк»



Омаров Д.И.

Научный руководитель работы,
д.т.н., профессор



Нурпеисова М.Б.

ҚОСЫМША В

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по
академическим вопросам
КазНУ им.К.И.Сатпаева

Б.А.Жаутиков

2022 г



АКТ внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс

Мы, нижеподписавшиеся, директор ГМИ им.О.А.Байконурова, к.т.н., ассоц.пофессор К.Б.Рысбеков, заведующий кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия», PhD доктор, ассоц.профессор Э.О.Орынбасарова, научный консультант докторанта, д.т.н., профессор М.Б.Нурпеисова составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Назгуль Сериковны Доненбаевой на тему: **«Совершенствование Моделирование геодинамических процессов на территории нефтегазового месторождения в Мангыстауской области»** внедрены учебный процесс.

- установлены в учебном полигоне два наземных и два подземных пунктов принудительного центрирования (ППЦ), где проводятся учебные занятия по дисциплинам «Геодезия» и «Маркшейдерское дело».

- дополнен курс лекций по дисциплинам «Геомеханика» и «Геотехнический и маркшейдерский мониторинг» фактическими материалами;

Использование результатов диссертационной работы в учебный процесс позволит повысить качество подготовки специалистов в области маркшейдерского дела и геодезии.

Директор ГМИ

Зав. Кафедры МДиГ

Научный консультант

К.Б.Рысбеков

Э.О.Орынбасарова

М.Б.Нурпеисова