

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

ӘОЖ 528.02: 622.83

Қолжазба құқығында

ҚҰРМАНБАЕВ ОЛЖАС СЕИТБОТАНҰЛЫ

Инженерлік құрылыстардың деформацияларын бақылаудың геодезиялық әдістерін жетілдіру (Майқайың кенорны жағдайында)

6D071100 – Геодезия

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер
Нұрпейісова М.Б техника ғылымдарының
докторы, профессор
Рубинов Эльдар - PhD докторы,
Мельбурн университетінің профессоры
(Австралия)

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2017

МАЗМҰНЫ

	НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
	АНЫҚТАМАЛАР, БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....	5
	КІРІСПЕ.....	6
1	КАРЬЕР ҚИЯБЕТТЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ КӘСПОРНЫ АЛАҢЫНДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕМЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	10
1.1	Шешілетін мәселелер тарихына қысқаша шолу.....	10
1.2	Карьер қиябеттерінің деформациялануына әсер ететін факторлар....	12
1.3	Карьер беткейдері деформациялары негізгі түрлері және орнықтылығын бағалау.....	15
1.4	Инженерлік құрылыстардың орнықтылығын бағалау және олардың деформацияларының негізгі түрлері.....	20
	Бірінші тарау бойынша тұжырым және зерттеулердің мақсаты мен міндеттері.....	24
2	МАЙҚАЙЫҢ КЕНОРНЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЖӘНЕ КАРЬЕР БЕТКЕЙІ СІЛЕМДЕРІНІҢ ГЕОМЕАНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ.....	27
2.1	Кенорнының қысқаша тау-кен-геологиялық жағдайы.....	27
2.2	Кенорнын игерудегі инженерлік - геологиялық ізденістер.....	29
2.3	Тау - кен жұмыстарының жағдайы.....	32
2.4	Кенорны тау жыныстарының беріктік қасиеттері және оларды зерттеу.....	34
2.4.1	Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін анықтау үшін сынамаларды іріктеу және оларды зерттеу.....	34
2.4.2	Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зерделеудің нәтижелері.....	38
2.5	Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктері және оларды зерттеу.....	42
2.5.1	Тау жыныстары сілемінің құрылымдық-тектоникалық ерекшеліктері.....	42
2.5.2	Сілемнің құрылымдық ерекшеліктерін зерделеудің әдістері	44
2.5.3	Тау жыныстары сілемінің жарықшақтарын түсірудің нәтижелерін өңдеу.....	48
2.5.4	Сілемінің құрылымдық ерекшеліктерінің геомеханикалық үдерістерге тигізетін ықпалы.....	51
2.6	Карьер бетейі тау жыныстары сілемі мен үйінділердің геомеханикалық жағдайын зерттеу.....	54
	Екінші тарау бойынша тұжырым.....	58

3	КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ МЕН ЖЕРАСТЫ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫҢ ӘДІСТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ.....	59
3.1	Карьер қиябеттерінің орнықтылығын аспаптық бақылау.....	59
3.1.1	Геодезиялық аспаптық бақылаудың әдістемесі.....	59
3.1.2	Майқайың кен орнында бақылау станциясын салу.....	61
3.2	Бақылау станцияларын салудың геодезиялық негіздемесі.....	65
3.3	Геомониторинг жүргізудің дағдылы геодезиялық әдістері және оларды жетілдірудің жолдары	69
3.3.1	Жалпы мәлімет.....	69
3.3.2	Карьер беткейлері тау жыныстарының деформациялануын электронды тахеометрмен бақылау әдісін жетілдіру.....	73
3.3.3	Карьер беткейлері тау жыныстарының деформациялануын лазерлік сканермен бақылау әдісін жетілдіру.....	76
3.3.4	Карьер беткейлері деформацияларын автоматты бақылау.....	79
3.4	Карьер қиябеттеріндегі тау жыныстарының деформациялануын бақылаудың нәтижелері.....	81
3.5	Майқайың кенорнындағы геомеханикалық үдерістің даму заңдылықтары.....	83
	Үшінші тарау бойынша тұжырым.....	87
4.	ТАУ-КЕН КӘСПОРНЫ АЛАҢЫ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ.....	88
4.1	Майқайың кенорны өндіріс алаңындағы құрылыстар..... жайлы мәлімет.....	88
4.2	Бақылау станциясын салу учаскелерін таңдау.....	91
4.3	Бақылау станциялары реперлерін орналастыру.....	93
4.4	Құрылыстардың деформациялануын бақылау әдістемесі.....	95
4.5	Құрылыстардың деформациялануын геодезиялық бақылаудың құрал-жабдықтары мен аспаптары	98
4.6	Геодезиялық бақылаулардың нәтижелері және өлшеулер дәлдігін бағалау.....	101
4.6.1	Құрылыс деформацияларын бақылаудың нәтижелері.....	101
4.6.2	Геодезиялық өлшеулердің дәлдігін бағалау.....	107
4.5	Төртінші тарау бойынша тұжырым.....	108
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	109
	ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР.....	112

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі құжаттарға сілтемелер жасалған:
«Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы» Қазақстан Республикасы заңы – Алматы, 2010.

«Геодезия және картография» туралы Қазақстан Республикасының Заңы – Алматы: ЮРИСТ, 2007. – 164 б.

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

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

СНиП РК 1.03-26-2004 «Геодезические работы в строительстве»

ГОСТ 24846–81 ГРУНТЫ. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.

- ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. Введ. 1984-19-06. – М.: Государственный стандарт Союза ССР: Изд–во стандартов, 1984. – 10 с.

- ГОСТ 21153.5-88 Породы горные. Методы определения предела прочности при срезе со сжатием. Введ. 1988-15-03. – М.: Государственный стандарт Союза ССР: Изд–во стандартов, 1988. – 7 с.

- ГОСТ 21153.0-75-21153.7-75. Породы горные. Методы физических испытаний. Введ. 1975-25-09. – М.: Государственный стандарт Союза ССР: Изд–во стандартов, 1975. – 35 с.

- ГОСТ 24846–81 ГРУНТЫ. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.

- СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».

- СНиП РК 5.04-18-2002 «Металлические конструкции»

- СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений»

- СН РК 1.04.04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. / Астана, 2003.

- СНиП РК 5.03-37-2005 «Несущие и ограждающие конструкции» / Астана, 2003.

- Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Согласованы приказом Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от «22» сентября 2008 года № 39.

- Требования промышленной безопасности при эксплуатации хвостовых и шламовых хозяйств горнорудных и нерудных организаций. Утверждены приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от «29» октября 2008 года № 189.

АНЫҚТАМАЛАР, БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Диссертациялық жұмыста келесідей анықтамалар, белгілер және қысқартулар қолданылады:

Вертикаль деформациялар – кен қазу кезінде жер беті немесе тау жыныстары сілемінің массивінің вертикаль жазықтықта деформациялануы.

Геомеханикалық үдерістер – тау-кен жұмыстарының әсерінен тау-кен сілемнің бұзылуы мен деформациялану үдерістері.

Карьер беткейі – карьердің қиябеттері мен қиябет алаңшаларынан жаралған бет;

Карьер беткейлерінің орнықтылығы - карьер беткейі мен қиябеттерін ұстап тұратын күштер мен сырғытатын күштердің қатынасы.

Кернеу – тау жыныстарын деформациялайтын күш. Ол жанама кернеу және тік кернеу болып ажырайды.

Құрылыс конструкцияларының жай-күйін мониторингтеу – ғимараттар мен құрылыстардың кеңістіктегі өзгерістерін қадағалау.

Орнықтылық қорының коэффициенті – карьер беткейін ұстап тұратын күштер қосындысының сырғытатын күштер қосындысына қатысы. Орнықтылық қорының коэффициенті $\eta > 1,3$.

Профилдік сызықтар – бақылау станциясының реперлері орналасқан жарма сызық.

репер – биіктігі анықталған геодезиялық пункт.

сырғу бет – карьер жағдауындағы таужыныстары опырыла сырғу беті;

k – тау жыныстарының ішкі үйкеліс бұрышы, градус;

σ – қалыпты кернеу, МПа;

τ – жанама кернеу, МПа;

БФ – байыту фабрикасы;

ҚазҰТЗУ – Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті;

ВНИМИ – Бүкілодақтық маркшейдерлік ғылыми-зерттеу институты;

ҚазНИМИ – Қазақстанның маркшейдерлік ғылыми-зерттеу институты;

Майқайың КБК – Майқайың кен байыту комбинаты;

ҚН ж Т – құрылыс нормалары және тәртіптері;

ОКҚ – орташа квадраттық қателік;

КІРІСПЕ

Диссертация тақырыбының өзектілігі. Бүгінгі таңда Қазақстандағы тау-кен өнеркәсібі күнен-күнге кәсіпорындардың өнімдерінің өсуімен, өндіріс процестерінің қарқындылығымен, карьерлердің терімдігі мен қызмет ету мерзімінің ұлғаюымен ерекшеленді. Мұндай жағдайдағы ең маңызды мәселе карьер қиябеттерінің жай-күйімен қатар, тау-кен жұмыстары әсер ететін маңайда, яғни өндіріс алаңында орналасқан инженерлік құрылыстар мен коммуникациялардың орнықтылығын қамтамасыз ету болып табылады.

Өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстарға (байыту фабрикалары, кіші-кірім зауыттар, электрстанциялары және т.б.) және тау-кен кәсіпорнын энергиямен, көлікпен қамтамасыз ететін құрылыстар жатады. Міне осы айтылғандарға байанысты, карьер қиябеттері мен онда орналасқан инженерлік құрылыстардың ұзақ уақыттық орнықтылығын қамтамасыз ету үшін, геомеханикалық мониторинг жүргізу және оның геодезиялық әдістерін жетілдіру қажеттігі туындайды.

Сондықтан да, өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстардың техникалық жағдайын бағалау мақсатымен карьер жағалауындағы таужыныстары сілемінің орнықтылығы зерттелінді. Бұл мәселе, яғни кен орындарын игерудің барлық сатыларында, тау-кен жұмыстары зиянды әсер ететін аймақтардағы орналасқан құрылыстардың ұзақ уақыттық жұмыс атқаруын қамтамасыз етумен тығыз байланыстылығы, күн тәртібінен түспейтін мәселе.

Кей кездерде күнделікті қолданыстағы геодезиялық аспаптар осы заманғы өндіріс талаптарына сай келе бермейді, себебі олармен жұмыс істеу өте көп уақыт алады және де өнеркәсіптегі деформациялық үдерстерге қарсы шараларды жасауға қажет тау жыныстары сілемінің жай-күйі жайлы жан-жақты мәлімет алуға мүмкіндік бермейді. Сондықтан да, геомеханикалық мониторингті жүргізудің басты құралы болып есептелетін геодезиялық аспаптарды (GPS құрылғыларын, электронды тахеометрлер мен лазерлік сканерлерді) қолдану және олармен жұмыс атқару әдістерін жетілдіру, яғни инновациялық тәсілдердің деңгейін көтерумен тығыз байланысты деп білеміз.

Осы жоғарыда айтылғандарға Қазақстан Республикасының «Геодезия және картография», «Жер қойнауы және оны пайдалану» туралы Заңдарында басты көңіл аударылған. Бұл Заңдарда барлық өндіріс саласында геодезиялық заманауи аспаптарды қолдану, сонымен қатар, жер беті және жерасты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз етуде геодезиялық аспаптық бақылаулар жүргізу жүктелген. Демек, бұл диссертация өндіріс алаңында орналасқан инженерлік құрылыстар мен карьер беткейлері массивтің деформацияларын заманауи геодезиялық аспаптарды қолдануға арналғандығының айқын дәлелі.

Диссертациялық жұмыс маңыздылығының тағы бір дәлелі – ол зерттеу жұмыстарының Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-нің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасында 2015-2017 жж аралығында жүргізілген «Техногендік

апаттардың тәуекелін басқарудың инновациялық әдістерін жасақтау жолымен төмендету» атты №757.МОН.ГФ.15.РИПР.44 757 Білім және Ғылым министрлігінің грантық қаржыландыру жобасы аясында жүргізілуі.

Жұмыстың мақсаты: тау-кен кәсіпорындарының өндіріс алаңдарындағы инженерлік құрылыстардың сенімділігін, қауіпсіздігін және функционалдық жарамдылығын бағалаудың геодезиялық әдістерін заманауи аспаптарды қолдану арқылы жетілдіру.

Жұмыстың идеясы заманауи геодезиялық аспаптарды қолдану арқылы карьер беткейлері мен инженерлік құрылыстардың орнықтылық жағдайын мониторингтаудың бірыңғай жүйесін жасауға негізделген.

Диссертациядағы шешілетін негізгі мәселелер:

- карьер қиябеттерінің орнықтылығы мен инженерлік құрылыстардың техникалық жай-күйін бағалауға мониторинг жүргізудің қолданыстағы дағдылы геодезиялық әдістеріне талдау жасау және даму бағытын анықтау;

- Майқайың карьері өндіріс алаңындағы тау-кен жұмыстарының зиянды әсерлеріне ұшырайтын нысандар, инженерлік құрылыстар және коммуникацияларды айқындау;

- карьер беткейі тау жыныстарының беріктік қасиеттері мен кенорны массивінің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу;

- карьер беткейлері мен инженерлік құрылыстарды электронды тахеометр, GPS технологиялары және лазерлі сканер арқылы түсірудің тәжірибесіне талдау жасау;

- геомеханикалық мониторинг жүргізудің геодезиялық әдістерін жетілдіру;

- зерттеу барысында алынған нәтижелерді өндіріске енгізу.

Зерттеудің нысаны. Майқайың кенорны таужыныстарының массиві және өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстар.

Зерттеу әдістері. Өндіріс алаңында орналасқан құрылыстар мен коммуникациялардың деформациялануын зерттеу саласындағы техникалық әдебиеттерге, бай тәжірибеге талдау жасауды, геомониторинг жүргізудің әдістерін, геодезиялық бақылауларда қолданылатын заманауи аспаптар мен өңдеу бағдарламаларды, өлшеулердің дәлдігіне баға беруді қамтитын кешенді әдістер пайдаланылды.

Диссертацияда қорғалынатын ғылыми қағидалар

1. Геодезиялық заманауи аспаптармен бақылаулар жүргізудің әдістемесі – таужыныстары мен инженерлік құрылыстардың деформацияларын мониторингтеуде еңбек өнімділігін, өлшеулердің дәлдігін мен сенімділігін жоғарылатуға мүмкіндік жасайды;

2. Карьер беткейлері таужыныстары мен өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстардың жай-күйін бірыңғай жүйеде геодезиялық бақылаудың кешенді әдісі, тау жыныстары сілемі жылжуы мен инженерлік құрылыстардың деформациялары арасындағы тікелей байланысты анықтауға мүмкіндік береді.

Диссертациядағы ғылыми жаңалықтар:

1. Карьер беткейлері мен инженерлік құрылыс нысандарының техникалық жағдайын бағалаудың геодезиялық әдістерін заманауи аспаптарды қолдану арқылы жетілдірілгендігі;

2. Өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстары және карьер беткейлері тау жыныстары сілемін бір кеңістік координаталар жүйесінде мониторингтеудің кешенді бағдарламасының жасалынуы.

Ғылыми нәтижелер мен қорытындылардың негізделгендігі және сенімділігі өндіріс жағдайында жүргізілген геодезиялық өлшеулердің көлемімен, олардың математикалық өңделуімен, алынған нәтижелердің Майқайын кенорнында енгізілудің оң нәтижелігімен расталады (қолдану актілері).

Жұмыстың ғылыми маңыздылығы тау жыныстары сілемінің жай күйі мен кәсіпорны өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстардың және коммуникациялардың техникалық жағдайын бақылаудың геодезиялық әдістерін заманауи аспаптарды қолдану арқылы жетілдіруден және геодезиялық түсіріс нәтижелерін бағалаудан тұрады.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы геомеханикалық мониторинг жүргізудің жетілдірілген геодезиялық әдістерінің өндіріске (Майқайын КБК) және ҚазҰТЗУ-дың оқу процесіне енгізілуі.

Жұмыстың жариялылығы

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері: 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM-2015, (Albena Resort, Bulgaria, 2015), «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (Москва, ИПКОН РАН, 2014, 2015 жж) атты жас ғалымдардың ғылыми-техникалық мектебінде; «Маркшейдерия және геодезиядағы инновациялық технологиялар» атты маркшейдерлік форумда (Алматы, ҚазҰТУ, 2015 ж.); «Деформирование и разрушение горных пород и выработка» атты академик С.А.Христиановичтің ғылыми мектебінде (Крым, Алушта, 2016 ж), «Тау-кен-металлургия кешендерінің инновациялық дамуын ғылыми және кадрлық қолдау» атты А.Машановтың туғанына 110 жыл толуына арналған халықаралық конференцияда (Алматы, ҚазҰТЗУ, 2017 ж.) және ҚазҰТУ-дың «Тау-кен ісі» кафедрасының ғылыми семинарында (2017 ж) баяндалып талқыланды.

Жұмыс нәтижелерінің басылымдарда жарық көруі.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері мен қорытындылары 13 басылымдық ғылыми еңбектерде жарық көрді. Оның ішінде 4 мақала Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда, 7 - халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында, 1 мақала Scopus базасындағы журналда және 1 мақала ұжымдық монография басылған.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, 4 тараудан және қортындыдан тұратын 120 беттік компьютерлік мәтіннен тұрады. Оның ішінде 77 сурет, 17 кесте, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымшалар енгізілген.

1 КАРЬЕР ҚИЯБЕТТЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ МЕН ӨНДІРІС АЛАҢЫНДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕМЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

1.1 Шешілетін мәселелер тарихына қысқаша шолу

Карьер беткейлерінің орнықтылығына бұрыннан келесі негізгі факторлар әсер ететіндігі белгілі, олар:

- а) кен орнының геологиясы мен гидрогеологиясы;
- б) таужыныстарының физикалық және механикалық қасиеттері;
- в) тау-кен сілемінің құрылымдық-тектоникалық ерекшеліктері;
- г) жаппай жарылыстардың карьер беткейлерінің орнықтылығына әсері.

Кенді ашық әдіспен қазып алуда тау жыныстарының жылжуы өндірістің экономикалық және еңбек қауіпсіздігі көрсеткіштерін төмендетіп, құлаған жыныс кесектерінен кертпеш құламаларын аршу, жиек учасклерін нығайту сияқты қосалқы жұмыстар жүргізуге мәжбүр етеді. Бүгінде Республикамызда кен игерудің 80% ашық әдіспен жүргізілетіндігі және де ол карьерлерде алдыңғы қатарлы автоматтандырылған механизмдерді пайдаланып кен қазу жұмыстарының қарышты қарқынмен дамғандығы, ашық кен орындарының тереңдігі ұлғая түскені де белгілі.

Міне осындай үлкен карьерлерде кен қазудың қауіпсіздігі, дайындалған кен қорын толық алу немесе жоғалту және оның бос тау жыныстарымен қоспаланып құнарсыздануы, сайып келгенде кәсіпорнының экономикалық көрсеткіштері – карьер беткейлерінің орнықтылығына тікелей байланысты. Мәселен, тереңдігі 300 метрлік карьер беткейі көлбеу бұрышын тек қана 1°-қа көтеру, беткейдің әр бір шақырым ұзындығына, аршу жыныстарының көлемін 3 млн.м³ азайтады. Республикамызда карьерлерден үймелерге тасылатын бос тау жыныстарының көлемі жылына жүздеген миллион тоннаға дейін жетеді. Сондықтан, ашық әдіспен кен қазу жұмысын одан әрі дамытуда карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз етуге көп көңіл аударылады.

Кенорнын игеру кезінде карьер қиябеттерінің орнықтылығына әсер ететін көптеген факторлар белгілі болады және оларға қарсы шаралар қолданылады.

Карьер беткейіндегі тау жыныстарының деформациялары бірнеше түрге ажыратылады:

Қорымдар (төгілу) деп карьер кертпешінің жоғарғы жағынан төменге қарай тау жыныстарының үгіліп және бұзылуынан пайда болған кесек тастардың құлап, үйіліп жатуын айтады.

Опырылулар деп кәлсіз беттер арқылы тау жыныстарының тез сырғуын айтады. Осы суретте жылжу беттерге геологиялық бұзылыстар мен жарықшақтары арқылы әлсіреген беттер жатады. Жылжудың ең қауіпті кезеңі өте жылдам өтеді. Сол себепті де опырылулар адамдардың өмірі мен техникаларға өте қауіпті деп айтамыз (сурет 1.1).



Сурет 1.1 - Карьер беткейлерінің опырыла құлауы

Тау жыныстарын мен карьер беткейлерінің жылжу мен опырылу үдерістерінен сақтау үшін аймақтың геологиялық қасиеттері мұқият зерттелінеді де, зерттеуге сәйкес беткейлерді нығайту жұмыстары жүргізіледі.

Жылжымалар – тау жыныстары массивінің көлбеу беттер арқылы ақырындап сырғуы. Массивтің жылжуы жағында біркелкі қисық сызық, ал жоғарғы жағында H_{90} – деп аталатын тік жар (жарықшак) түрінде жүреді.

Бұл кезде жылжыған блок толығымен қопсиды және суланғыштық қасиет пайда болып, кейіннен сусымалыққа айналады.

Отырулар (шөгулер) деп карьердің жиектік учаскілеріндегі жұмсақ жыныстардың жылжымай тік бағытта төмен қарай түсулерін атайды. Олар бос тау жыныстары үйінділерінің нығыздалуы және жауын-шашыннан ылғалдануы нәтижесінде пайда болады.

Сусымалар - суға қаныққыш тау жыныстарында пайда болады және нәтижесінде олар қатты жағдайдан ағатын күйге ауысады. Олар құмды, балшықты және т.б. шөгінділерде байқалады. Сусымаларды құрғатым (дренаж) жасау арқылы жойылады.

Жоғарыда айтылған карьер қиябеттері деформацияларының түрлері Қазақстанның рудалық кен орындарын игеретін карьерлердің барлығына да тән деуге болады (кесте 1.1).

Кесте 1.1 - Орталық Қазақстан кен орындарының карьерлері деформацияларының түрлері

Кен орындары (карьерлер)	Қорым дар	Опыры -лулар	Жылжы- малар	Отыру-лар	Сусыма лар
1	2	3	4	5	6
Мыс рудалық кен орындары					
1. Саяқ (Саяқ)	Бар	ықшам	-	-	-
2. Қоңырат (Қоңырат)	Бар	ықшам	-	-	-
3. Жезказған (Злато-уст-Белов, Ақший Спаский)	бар	ықшам	-	Үйінділер-дің төменгі жақтары	-
Түсті металдарды					

1.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
4. Қарағайлы (Глав-ный, Даль-ний)	бар	ықшам жерлер де	Қиябеттің жоғарғы жақтар	Үйінділердің төменгі жақтары.	-
5. Ақжал (Ақжал)	бар	ықшам	-	-	-
6. Жерек (Жерек)	бар	ықшам	ықшам	-	-
7. Родников	бар	ықшам	ықшам	-	-
Б о к с и т т і					
8. Торғай (Арқалық)	бар	-	ықшам	-	-
Р у д а л ы е м е с					
9. Оңтүстік Топар әктастары	бар	кейбір ықшам жерлерде	қиябет-тің жоғарғы жақтары	Үйінділердің төменгі жақтары	Сумен араласқан тау жыныстары
10. Алексеев доломитері	бар	ықшам	-	-	-

Таужыныстары сілемінің орнықтылығын зерттеудің екі жүз жылдай тарихы бар және оның басы, 1773 жылы француздың атақты ғалымдары Кулон мен Коломбадан бастау алған. Олар құрылыс іргетастарының грунттық негізінің орнықтылығын есептеудің әдістерін ұсынған болатын. Одан кейін, осы бағытты дамытудағы Ж. Сазий(1851), У. Ренкин (1857), Р.Винклер (1872), И. Кульман (1886), Ф. Кёттер (1903), В. Петтерсон(1916), А.Надаи (1928), К.Терцаги (1939), В.В.Соколовский (1939), С.С. Голушкевичтердің (1948) еңбектерін ерекше атап өткен жөн.

Ал, ашық тау-кен жұмыстары қарқынды дамыған ХХ-ғасырда бұрынғы кеңес үкіметінің ғылыми-зерттеу институттары мен жоғарғы оқу орындары және оның ғалымдары В.В.Ржевский[1], Г.Л.Фсенко[2], М.Е.Певзнер[3], К.Н. Трубецкой[4], А.М. Демин [5], В.Н. Попова [6] осы саладағы іргелі ғылыми көзқарастың негізін қалады.

Ал, Қазақстанда А.Ж.Машанов[7], И.И.Попов, Р.П.Окатов, Ф.К.Низаметдинов[8, 9], М.Б.Нурпеисова[10], Т.Т. Ипалакова[11], Х.М. Касымкановой [12] және тағы басқа ғалымдардың атқарған жұмыстары[13-15] айтарлықтай.

Десек те, жоғарыда айтылып кеткен ғалымдардың жүзеге асырылған көптеген зерттеулеріне, қол жеткізген жетістіктеріне қарамастан, өндіріс алаңындағы ғимараттар мен құрылымдар орналасқан карьер беткейлердің орнықтылығын қамтамасыз ету мәселесі әлі де мұқият зерттелмеген және оған кіретін көптеген мәселелерді одан әрі дамытуды және жетілдіруді талап етеді. Мұны автордың қатысуымен 2010-2015 жылдары «Майқайың» кенішіндегі карьер беткейлерінің орнықтылығының нақты жағдайын және инженерлік құрылымын мониторингтеуде қол жеткізген нәтижелер дәлелдейді.

1.2 Карьер қиябеттерінің деформациялануына әсер ететін негізгі факторлар

Карьер қиябеттерінің деформацияларын анықтау және орнықтылығына баға беру бірнеше сатылардан тұратын кешенді зерттеулердің жиынтығы. Сол зерттеулердің бірі – геодезиялық аспаптық бақылаулар жүргізу. Осы зерттеулерді жүргізу үшін ең алдымен карьерлер беткейлері мен қиябеттеріндегі жылжудың түрлері (сурет 1.2) мен оларға әсер ететін факторларды анықтап алған жөн.



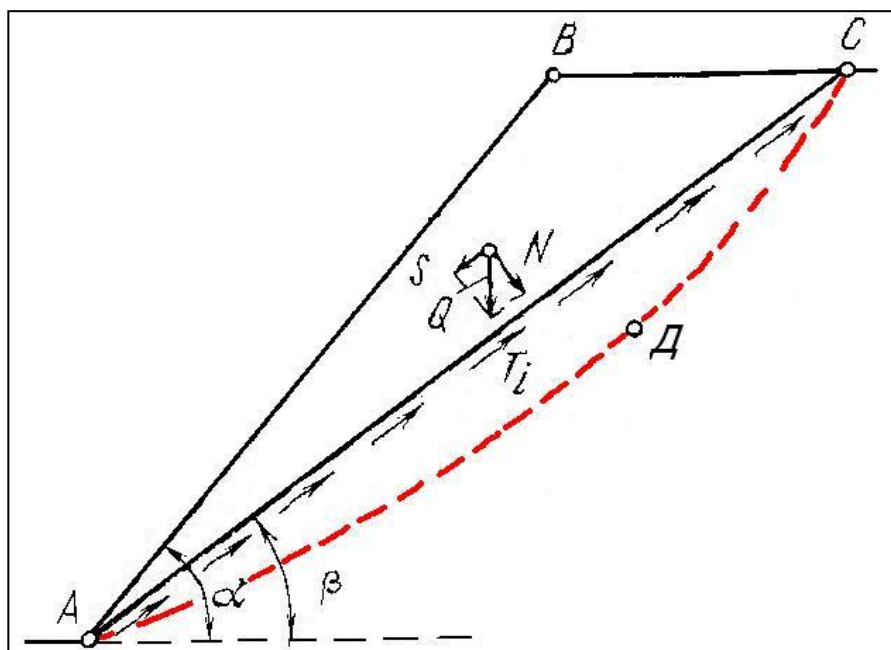
Сурет 1.2 - Карьер беткейлері жылжудың түрлері

Жылжудың осындай әртүрлі параметрлеріне, сайып келгенде карьер беткейлері мен оған жақын орналасқан құрылыстардың орнықтылығына көптеген факторлар әсер етеді. Әрі қарай осы мәселеге тоқталамыз.

Карьер беткейлерінің орнықтылығы кернеулік екі күштің, яғни кертпешті ұстап тұратын және сырғытатын күштердің ара қатынастарына байланысты. Осы екі күштердің шамасына көптеген факторлар ықпалын тигізеді [16]. Карьердің беткей аймағындағы тау жыныстарының тепе-теңдік жағдайын түсіну үшін 1.3-суретке көз салалық.

Мұнда карьер кертпешінің сырғып кетуіне ықтимал ABC үшкілі горизонтқа β - бұрышымен көлбеңкі жатқан AC жазықтық бетімен жылжиды делік. Енді осы сырғытын ABC үшкілінің тепе-теңдік жағдайын, яғни қай жағдайда сырғымай, орнықты тұратынын қарастырамыз. ABC үшкілінің салмақ күші – Q екі құраушыға жіктеледі: тік $N = Q \cos \beta$ және жанама $S = Q$

$\sin\beta$. Сонымен қатар, бұл ABC учаскісіне үйкеліс коэффициенті - $f=\text{tgr}$ мен kL -мен сипатталатын жыныстарының бір - бірімен ілінісуі де әсер етеді.



Сурет 1.3 - Карьер қиябеттері орнықтылығын есептеу схемасы

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

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

мұнда $\sum S$ – ұстап тұратын күштердің қосындысы, МПа;
 $\sum N$ – жылжу бетке әсер ететін қалыпты күштер қосындысы, МПа;
 ρ – ішкі үйкеліс бұрышы, градус;
 k - тау жыныстарының өзара ілінісуі, МПа;
 L - сырғу беттің ұзындығы, м.

Карьер қиябеттері құлама бұрыштарының орнықтылығы кезінде Кулон негізін салып кеткен, кейінен Г.Л. Фисенко [17-19] әрі қарай дамытқан шекті тепе-теңдік теориясына негізделген. Кулонның тепе-теңдік теориясы келесі формуламен өрнектеледі:

$$\tau = \sigma \cdot \text{tgr} + k, \quad (1.2)$$

мұнда τ - жанама каернепу, МПа;
 σ - қалыпты кернеу, МПа;
 k – тау жыныстарының ілінісуі, МПа;
 ρ - тау жыныстарының ішкі үйкеліс бұрышы, градус.

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

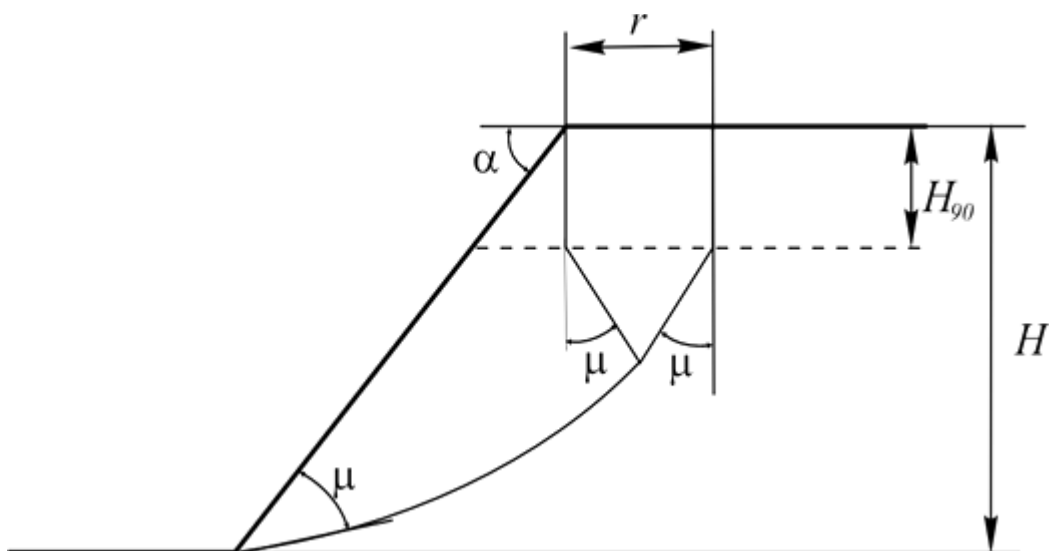
Кейінгі кезде алдыңғы қатарлы автоматтандырылған механизмдерді пайдалану кен игеру жұмыстарының қарышты қарқынмен дамып, ашық кен орындары тереңдігінің ұлғая түскені белгілі. Тереңдіктің артуы жыныстар массивін кернеулік-деформациялық күйге келтіріп, карьер кемерінің орнықтылығын бұзады.

Жанама кернеулер әсерінен тау жыныстары жылжу бет арқылы сырғанап опырылады және қирайды. Сөйтіп, тау жыныстары массивінің тепе-теңдігі бұзылатынынан хабардар болдық. Тау жыныстарының жылжуы өндірістің экономикалық және еңбек қауіпсіздігі көрсеткіштерін төмендетіп, құлаған тау жыныстары кесектерінен кемерлерді аршу, жиек учаскелерін нығайту сияқты қосалқы жұмыстар жүргізуге мәжбүр етеді.

Беткей қиябеттері бұзылуының алдын алу мақсатымен, жүйелі түрде маркшейдерлік-геодезиялық мониторинг жүргізіп және оның нәтижелерінен беткей орнықтылығының бұзылу сипаты мен себептерін анықтап отырады.

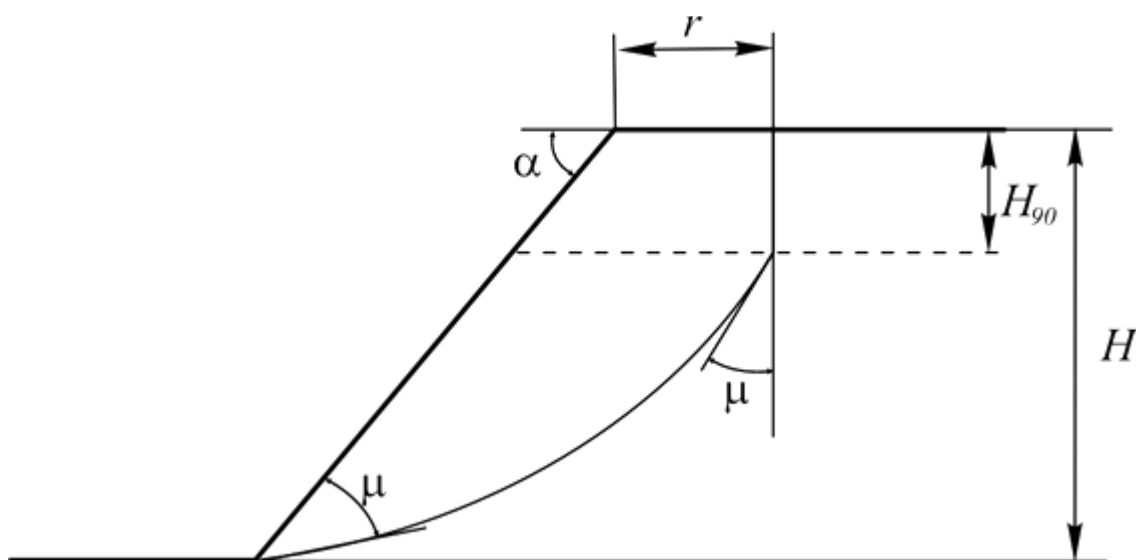
Карьер қиябетінен алыстау жердегі таужыныстары сілемінде ең үлкен қалыпты кернеу σ_1 вертикаль болып келеді, ал неғұрлым карьер беткейіне жақындаған сайын вертикаль жағдайдан қиябетке қарау ауытқи бастайды және қиябетке жеткен кезде онымен қабысады.

Біртекті сілемде жекелеген учаскелердің сырғу беттері вертикаль жағдайдан μ - бұрышымен бағыттарын біртіндеп өзгерте бастайды да, беткейдің төменгі жағына таяу дөңгелекшеңберлі сырғу бет құрайды. Төмендегі 1.4 – суретте біртекті сілемдегі сырғу беттің сұлбасы келтірілген.



Сурет 1.4 - Біртекті сілемдегі сырғу бетті Г.Л.Фисенко әдісімен құру

Тау-кен кәсіпорындарының тәжірибесінде сырғу бетті құрудың келесі 1.5-суретте келтірілген жеңілдетілген тәсілі кеңінен қолданыс табауда.



Сурет 1.5 – Сырғу бетті құрудың жеңілдетілген тәсілі

Карьер беткейінің шекті биіктігін H (немесе құлама бұрышын α) және құлайтын призманың енін r «Әдістемелік нұсқауларда» [20,21] берілген график арқылы анықтауға болады. Ол үшін, берілген орнықтылық коэффициенті- n_{op} карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеуге қажет таужыныстарының беріктік қасиеттерін: ілінісуін - k_p , ішкі үйкеліс бұрышын- ρ_p , содан кейін график бойынша беткейдің шекті биіктігі мен ені нұсқауларда көрсетілгендей [20, 21] анықтайды.

Айтып өткендерден шығаратын қорытындымыз, тау жыныстарының беріктік қасиеттері, оның ішінде олардың екі сипаттамалар (ρ және k) ашық кеніш кемерлерінің орнықтылығын және жылжу үдерісінің параметрлерін есептеу – карьер беткейлерінің орнықтылығына тікелей әсер ететін фактор ретінде кеңінен пайдаланылады. Осы екі сипаттаманың қос үш түрі бар, олар:

1. Үлгідегі жыныстың ішкі үйкеліс бұрышы - $\rho_{ул}$ және ілінісуі - $k_{ул}$.
2. Жыныстардың массивтегі (ρ_m, k_m) сипаттамалары.
3. Жыныстардың әлсіз беттердегі ($\rho_{эл}, k_{эл}$) сипаттамалары.

Бірнеше жылдардағы зерттеулердің нәтижелерінде бейнеленген мәліметтерге көз жүгіртсек, осы екі сипаттамалардың ішіндегі ішкі үйкеліс бұрышы - ρ көп өзгеріске ұшырамайды, сондықтан олардың үлгідегі және массивтердегі мәндері бір-біріне шамалас болып келеді, және жыныстардың массивтегі ілінісуіне - C_m солардың жарықшақтылық санаты, жыныстар блоктарының мәндері. Сонымен қатар, тау жыныстарының табиғи байланысының өзгеруіне массивтің құрылымы, қабаттануы, жарықшақтылығы әсер ететіндігінде.

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

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

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

1.3 Карьер беткейлерінің орнықтылығын бағалау

Кен игерілу кезінде карьер беткейлерінің орнықтылығына әсер ететін көптеген факторлар мәлім болады және оларға қарама-қарсы шаралары қолданылады.

Карьер қиябеттеріндегі тау жыныстарының деформациялары келесі түрлерге бөлінеді: *опырылулар, сусымалар, қорымдар, жылжымалар, отырулар* болып бөлінеді. Міне осы айтылған карьер қиябеттері деформацияларының түрлері Қазақстанның рудалық кен орындарын игеретін карьерлердің барлығына да тән деуге болады.

Кеңес үкіметінің кезінде ашық тау-кен жұмыстары қарқынды дамыған жылдары осы салада әжептәуір жетістіктерге қол жеткізген ғылыми-зерттеу институттары мен жоғарғы оқу орындары қатарына: ВНИМИ, ВИОГЕМ, А.А.Скочинский атындағы тау-кен істері институты, ВНИПИГорцветмет, МГГУ, СПбГУ, УГГА, ҚазҰТУ, Д.А.Қонаев атындағы тау-кен істері институты, ҚарМТУ және тағы басқа мекемелер жатады. Осы көтерілген маңызды ғылыми және практикалық мәселені шешу мақсатымен арнайы бөлімдер, зертханалар, топтар ұйымдастырылып, оған көрнекті ғалымдар тартылды.

Сол жылдары карьер кемерлері мен беткейлерінің орнықтылығын зерттеудің отандық ғылыми мектептерінің іргетастары қаландыды. Ол мектептердің дамуына үлес қосқан ғалымдар қатарына Н.Н. Мельников, В.В.Ржевский, Г.Л.Фисенко, М.Е.Певзнер, В.А.Гордеевтер, ал Қазақстанда А.Ж.Машанов, Р.П.Окатов, И.И.Попов, В.Н.Попов, Ф.К.Низаметдинов, М.Б.Нурпеисова, О.Т.Токмурзин, Т.Т.Ипалактов, В.Н.Догоносов, Н.Г.Ожигин, Х.М.Касымканова және тағы басқа да ғалымдардың атқарған жұмыстары айтарлықтай.

Қазақстанның өзінде сол жылдары екі ғылыми мектеп қалыптасты. Бірі - рудалық кенорындарында ғылыми –зерттеулермен айналысқан, әлі күнге дейін қызыметін жүргізіп келе жатқан ҚазҰТЗУдағы Машановтың ғылыми

мектебі. Екіншісі – И.И.Попов қалыптастырған, көбіне көмір кен орындарын зерттеумен айналысатын Қарағанды мемлекеттік техникалық университетіндегі Ф.К.Низаметдинов басқарып отырған ғылыми мектеп.

Ашық кен орындарын есептеу, орналастыру, салу және игеру үдерістері кезінде карьер беткейлерінің көлбеу бұрыштарын қатесіз есептеу маңызды. Пайдалы қазбаларды ұтымды пайдалану, еңбек қауіпсіздігін арттыру және құнсыздануға жол бермеу карьер беткейлерінің тұрақтылығы мен көлбеу бұрышына тікелей байланысты.

Карьер кемерін арнайы есептер арқылы орнықты етіп жобалауға және жасауға болады. Ол үшін беткейдегі тау жыныстарының беріктілік қорын білу қажет. Сол үшін орнықтылық коэффициентін - η анықтау керек.

Орнықтылық коэффициенті деп, карьер кемерін сырғуынын ұстап тұратын барлық күштер қосындысының оны жылжытатын күштер қосындысына қатынасын айтады және ол жоғарыда айтылған жағдайға сәйкес мына (1.3) формуламен анықталады.

$$\eta = \frac{\sum S_{y\delta}}{\sum T_{c\delta\varepsilon}} = \frac{\sum F_{mp} + \sum F_{cu}}{\sum F_{c\delta\varepsilon}} \quad (1.3)$$

Егер, қозғайтын күштер $\sum \tau$ сәл ғана асып кетсе, онда жылжу үдерісі басталады. Демек, орнықтылық коэффициенті қаншалықты үлкен болса, сеншалықты кертпештер орнықты жағдайында болады.

Бірақта, шамасы өте үлкен коэффициент - η қиябетті көлбеулетеді, яғни карьердегі аршу жыныстарының көлемін ұлғайтады. Сондықтан, карьер беткейлерін жобалағанда $\eta \geq 1,3$ деп алады.

Карьер кемерінің жоғарғы жағында созылу кернеуі әсерінен жарықшақтар пайда болып, тік қалпында құлап түседі. Оны тік жар H_{90} деп айтады және оның биіктігі мына формуламен анықталады:

$$H_{mp} = \frac{2k \cdot ctg(45^\circ - \frac{p}{2})}{\gamma} \quad (1.4)$$

мұндағы k - жыныстардың ілінісу коэффициенті; Mpa

p - жыныстардың ішкі үйкеліс бұрышы, град;

γ - жыныстардың орташа тығыздылығы, Па.

Карьер беткейлерінің орнықтылығын бағалаудың осы күнгі әдістері ортаның шекті –кернеулі күйінің қарпайым моделін жасауға негізделген және онда таужыныстары сілемінің деформацияланған жағдайы ескерілмейді. Мұндай жағдайларда жылдам практикалық нәтижелер алу үшін әртүрлі есептеу схемалары ұсынылған.

Ашық кен қазу жұмыстарындағы күрделі әрқилы кен-геологиялық және кентехникалық жағдайлар карьер беткейлері мен қиябеттерінің орнықтылығын бағалаудың (есептеудің) көптеген тәсілдері мен әдістерін жасауға ғалымдарды,

олардың саны бүгінгі күні 150 асқан [5, с. 168-201]. Карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеудің осыншама көптеген әдістері мен тәсілдері олардың белгілеріне иқарау жігермесін жасауға әкеліп соқты.

М.Е.Певзнердің [17, с. 81-86], И.В. Федоровтың [22, с. 64-69] және Г.Л. Фисенконың [19, с. 189-195] жіктемелері сырғу беттің түріне негізделген. Ал, А.М. Деминнің [5, с. 145-148] әдісінде орнықтылықты бағалау теориялық және аналитикалық әдістерге, сонымен қатар кемерге түсетін күш, кернеу мен деформациялардың сипаттамаларын ескеруге бағытталған.

Дөңгелек цилиндрлі сырғубеттерге негізделген есептеу әдістері екі топқа бөлінген. Біріншісі топтағы есептеу әдістері 1936 ж. А.И.Иванов және 1937 жылы Д. Тейлор қарастырған. Мұнда беткейге түсетін күштер жүйесін есептеу ұсынылған болатын. Кейіннен бұл әдіс О. Фрейлих, Р.Р. Чугаев[23], У.А. Тер-Аракеляна, Н.В. Гольдштейн, И.В. Федоров [22, с. 112-118] еңбектерінде кеңінен дамыды.

Карьер кемерлерінің орнықтылық коэффициентін есептеу әдісін алғаш рет 1935-1936 жылы М. Рендулик ұсынған болатын, одан кейін бұл әдісті Н.П. Пузыревский сусымалы топырақтың орнықтылығын есептеуде қолданды. Бірақ та, ең осал сырғу беттің жағдайын анықтау мәселесі шешілмей қалды.

Міне осындай көптеген әдістердің ішіндегі карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеудің ең жете әдісі –ол Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті (ҚарМТУ) ұсынған әдіс [24-26]. Бұл әдіс карьер беткейінің шекті биіктігі мен опырыла құлау призмасының енін және де беткейдің орнықтылық коэффициентін бағалауға мүмкіндік береді.

1.4 Инженерлік құрылыстардың орнықтылығын бағалау және олардың деформацияларының негізгі түрлері

Бүгінгі тау-кен өндірісі, күнен-күнге кәсіпорындардың өнімдерінің өсуімен, өндіріс үдерістерінің қарқындылығымен, карьерлердің тереңдігі мен қызмет ету мерзімінің ұлғаюымен ерекшеленді. Мұндай жағдайдағы ең маңызды мәселе карьер қиябеттерінің жағдайымен қатар, сол тау-кен жұмыстары әсер ететін зонада, яғни өндіріс алаңында орналасқан инженерлік құрылыстарың орнықтылығын қамтамасыз ету болып табылады.

Карьер беткейлері мен өндіріс алаңындағы көптеген технологиялық үдерістерді басқару мақсатымен алаңда инженерлік құрылыстар орналастырылады. Өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстарға мынар жатады (байыту фабрикалары, кіші-кірім зауыттар, электрстанциялары және т.б.) және тау-кен кәсіпорнын энергиямен, көлікпен қамтамасыз ететін құрылыстар жатады.

Техногендік және антропогендік үдерістердің әсерінен инженерлік құрылыстар вертикаль және горизонталь бағыттарды өздерінің бастапқы жағдайынан ауытқиды және жарықшақтар, иілу, қисаю сияқты әртүрлі деформацияларға ұшырайды. Міне осы айтылғандарға байланысты, карьер қиябеттері мен онда орналасқан инженерлік құрылыстардың ұзақ уақыттық орнықтылығын қамтамасыз ету үшін, геомеханикалық мониторинг жүргізу

мен сенімді инженерлік есептеу әдістерінің кешенді бағдарламасын жасау қажеттігі туындайды [27,28].

Сондықтан да, өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстардың техникалық жағдайын бағалау мақсатымен карьер жағалауындағы таужыныстары сілемінің орнықтылығы зерттеленді. Бұл мәселе, яғни кен орындарын игерудің барлық сатыларында, тау-кен жұмыстары зиянды әсер ететін аймақтардағы орналасқан құрылыстардың ұзақ уақыттық жұмыс атқаруын қамтамасыз етумен тығыз байланыстылығы, күн тәртібінен түспейтін мәселе.

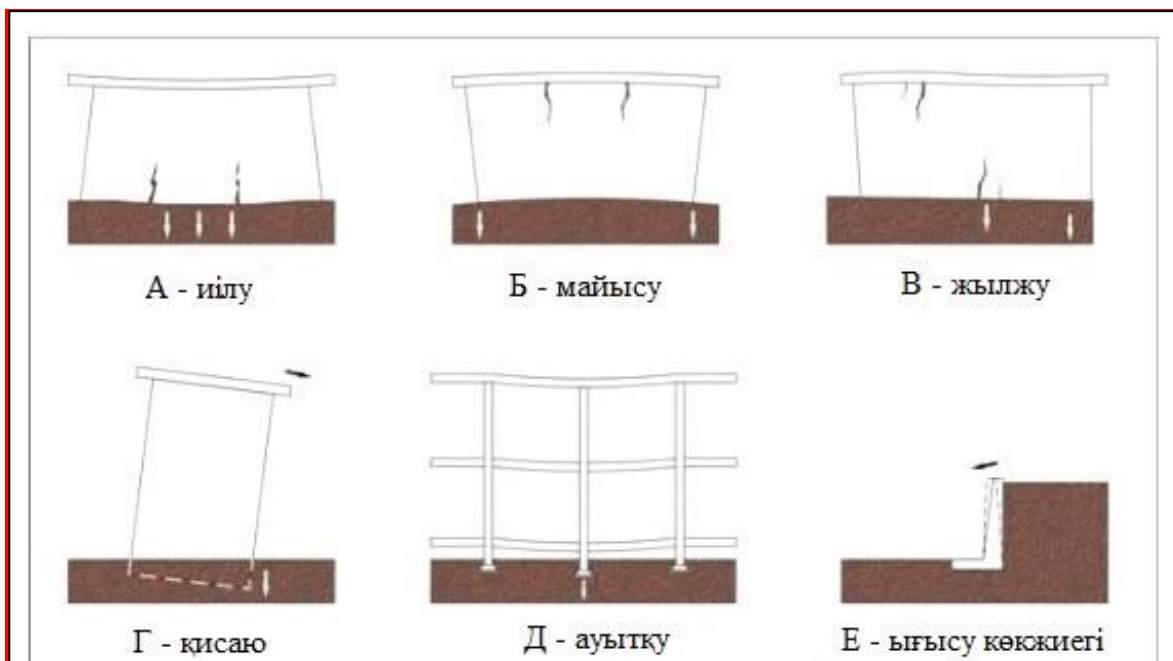
Бұл көптеген мәселелерді қамтитын, кешенді сипатқа ие міндет. Сондықтан, бұл жұмыстағы өндіріс алаңындағы құрылыстар, кез келген ірі геотехникалық жүйе сияқты техногендік факторлар әсер ететінінің салдары болып табылады. Бұл факторларды дер кезінде анықтау және болжау тек инженерлік құрылыстарды ғана емес, сол кәсіпорнының тоқтаусыз және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету болып табылады.

Жалпы деформация дегеніміз бақылау нысанының жекелеген конструкциялары пішіндерінің өзгеруін айтады. Геодезия тәжірбиесінде деформация ретінде бақыланған нысанның қандай да бір бастапқы күйіне қатысты өзгерісін қарастырады.

Құрылыс массасының тұрақты қысымы әсерінен оның іргетас негізіндегі топырақ қабаты біртіндеп нығыздалады (сығылады) және тік жазықтықта қисаюы (крен) немесе ғимараттың іргетасында шөгу пайда болады. Мұндай деформацияның пайда болуына оның массасының қысымынан басқа да себептер болуы мүмкін: мәселен кен қазудың зиянды әсерінен, топырақ сулары деңгейінің артуынан, ауыр механизмдердің жұмысынан, көлік қозғалысынан, сейсмикалық құбылыстардан іргетастар орналасқан топырақ құрылымының біртіндеп өзгеруі кезінде уақыт бойынша тез жүретін деформация жүреді, ол шөгу деп аталады [16, б. 191-194; 29].

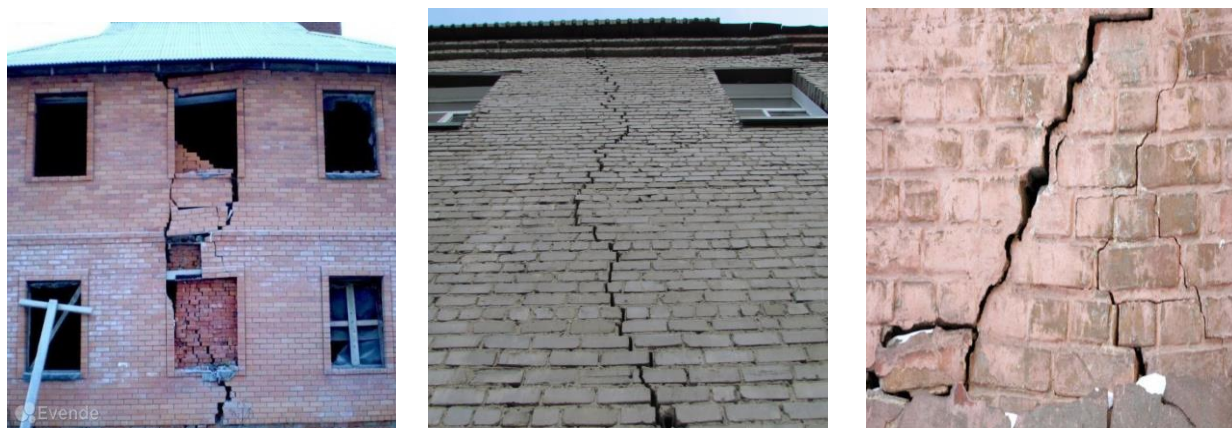
Құрылыстардың іргетас астындағы топырақтардың әртүрді қысылғанда немесе топыраққа әртүрлі жүктер түскенде шөгу біртүрлі бейнеде болмайды. Бұлар құрылыс нысандарының деформацияларының өзге түрлеріне жеткізеді (1.6-сурет): ығысу, көлденең ауытқу, иілу, шөгу сонымен қатар жарықшақтар және т.б. түрінде болуы ықтимал.

Құрылыс деформацияларының бұл бейнесіне құрылыс нысандары мен іргетас қабырғаларындағы жарықшақтар да жатады. Құрылыс нысандарының деформациялары, іргетасында және осы нысанның тірек құрылымдарындағы жарықшақтардың түзілу үдерісінде туындайтын үлкен мәселе деуге болады.



Сурет 1.6 – Құрылыс нысандарындағы деформациялар бейнесі

Жарықшақтар – құрылыстардағы қауіптің бастапқы бейнесі. Құрылыс нысандарының қабырғаларындағы жарықшақтары – іргетастың отыруларының (шөгуінің) диагностикалық белгісі. Ғимараттардың іргетастарының біркелкісіз шөгуінің әсерінен құрылыс нысанның кернеулі–деформацияланған бейнеге ұшырауы оның қабырғалары мен іргетастарындағы жарықшақтардың пайда болуына жеткізеді (сурет 1.7).



Сурет 1.7 – Инженерлік құрылыстар деформациялануының әсерінен пайда болған жарықшақтар

Құрылыстарда жарықшақтар пайда болған жағдайда олардың дамуына жүйелі түрде геодезиялық мониторинг жүргізіледі. Бұл инженерлік құрылыстың жай–күйін сипатын және оны әрі қарай пайдалану мүмкіндігінің деңгейін анықтау үшін қажет.

Таужыныстары сілемінің орнықтылығын зерттеуде отандық және шетелдік ғалымдар мен өндіріс инженерлері көп еңбек сіңіргендігі жоғарыда жете жеткізілді. Десек те, жүзеге асырылған көптеген зерттеулерге, қол жеткізген жетістіктерге қарамастан, өндіріс алаңындағы ғимараттары мен құрылымдар орналасқан карьер беткейлердің орнықтылығын қамтамасыз ету мәселесі әлі де мұқият зерттелмеген және оған кіретін көптеген мәселелерді одан әрі дамытуды және жетілдіруді талап етеді. Мұны ҚазҰТЗУдың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы ғалымдарының 2012-2017 жылдары «Майқайың» кенішіндегі карьер беткейлерінің орнықтылығының нақты жағдайын және инженерлік құрылысты мониторингтеуде қол жеткізген нәтижелер дәлелдейді [30, 31].

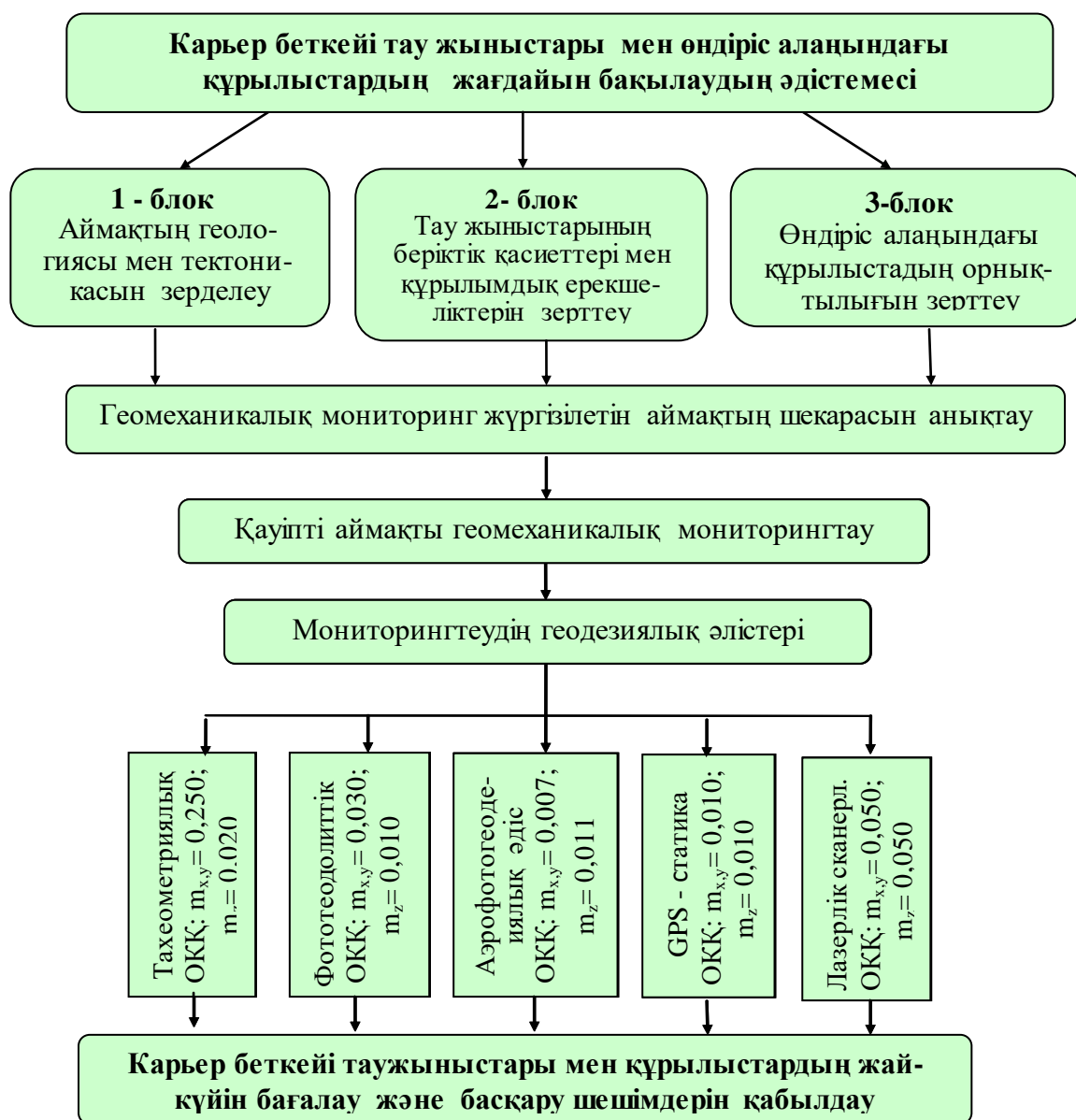
Табиғи-техникалық жүйе аймағында геодезиялық бақылаулар жүргізу әдістемесіне және оның нәтижелерін геомеханикалық және гидрогеологиялық факторлармен байланыстырып геодезиялық талдау жасау, жер бетінің шөгуді (ЖБШ) анықтаудың тиімді тәсілдерінің жоқтығынан туындаған. Бұл өз кезегінде, тау жыныстарының деформациялануын зерделеуде ЖБШ параметрлерін анықтаудың сенімділігін, жылдамдығын жоғарылататын заманауи электрондық аспаптарды қолдану арқылы бақылауды және де бақылаудың маркшейдерлік-геодезиялық әдістерін жетілдіруді талап етеді.

Жылжу үдерісін зерттеудің көптеген әдістеріне талдау және ең тиімді дегендерін ерекшелену арқылы жасалынған, таужыныстары массивінің жай-күйіне геомеханикалық мониторинг жүргізудің әдістемесі ұсынылып отыр (1.8-сурет).

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

- 1) кенорны игерілетін аймақтың геологиясын, тектоникасын зерделеу;
- 2) таужыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу және олардың кеңістіктегі және уақыт аралығында өзгерістерін алдын ала болжау;
- 3) таужыныстары массивінің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу, жарықшақтарды түсірімдеудің нәтижелерін әртүрлі әдістермен өңдеу және олардың жылжу параметрлеріне әсерін анықтау[32].

Осы көрсетіп отырған үш блоктың әрқайсысына тән өзінің әдістемесі бар және олардың барлығынан алынған деректер кенорны және қазу технологиясы туралы деректерді, массивтің сипаттық жағдайын яғни, таужыныстарының геологиялық, құрылымдық, инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық ерекшеліктер, физикалық-механикалық қасиеттері жинақталынып, геологиялық және маркшейдерлік-геодезиялық деректер қорын жинайды. Бұл деректер қорына жинақталған деректер бойынша өздеріне тән әдістері мен аспаптары бар карьер беткейлері тау жыныстары мен жер астындағы қазбалардың жай-күйіне бақылау жүргізіледі.



Сурет 1.8 – Өндіріс алаңы құрылыстарының орнықтылығын мониторингтеу әдістемесінің сұлбасы

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

Әрі қарай, табиғи-техникалық жүйедегі жылжу үдерісі заңдылықтары мен аумалы жағдайы жайлы барлық мәлімет expertтік бөлімге түседі. Ол жердегі мәліметтер қоры мен ғылыми түрде талдау негізде техногеннің жүйе

нысандарына баға беріледі және де қажетті шешімдер қабылданады. Мұндай шешімдердің мақсаты – техногендік жүйенің әрі қарай жұмыс жүргізуін қамтамасыз ету немесе оны аумалы жағдайдан шығару.

Осы көрсетіп отырған кешенді әдістемені іске асыру тау-кен кәсіпорнының қауіпсіз және тоқтаусыз жұмыс жасайтынын және еңбек өнімінің қауіпсіздігі мен тау-кен құрылыстарын қорғауды қамтамасыз етеді.

Бірінші тарау бойынша тұжырым және зерттеулердің мақсаты мен міндеттері

Өте күрделі тау-кен геологиялық жағдайда орналасқан кенорындарын игерудегі, соның ішіндегі құрама әдіспен кен қазу әрекеттері таужыныстарының кернеулі бейнесінің ауысуымен, деформацияға ұшырауымен және бұзылуымен байланысты геомеханикалық үдерістерді туғызады. Осы көрсеткен үдерістер өте қиын техникалық және экологиялық апаттарға жеткізеді. Бұндай геомеханикалық үдерістердің қарсы әсерлерінен шетелдерде және Қазақстан Республикасының көптеген жер қойнауын пайдаланушы құрылыс нысандар, өндіріс аймақтары мен жер бетінің аймақтары зиян шегуде.

Осымен бірге, Қазақстандағы бірнеше кенорындары (Ақжал, Үшқатын-Ш, Майқайың, Итауз, Ақбақай, Соколов, Васильков, Николаев және т.б.) құрама әдісімен игеру жүйесіне ауысуда. Сол себепті жерастындағы қазбаларды геомеханикалық үдерістерді зерттеу және тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету өте маңызды іс-әрекеттің бірі болып отырғандығы.

Осындай кездерде, яғни карьерлерде тау-кен қазбаларының беткейлерінің, кемер, үйінділердің және кеніштегі жерасты қазбаларының төбесінің, табанының, кентіректердің жағдайларын геодезиялық аспаптық бақылауға және техногендік бүкіл тау-кен құрылыс нысандарының орнықтылығын қамтамасыз етуге, сонымен қатар геомеханикалық мониторинг жүргізуге ерекше көңіл бөлінеді. Жалпы геомеханикалық мониторинг кешенінде бақылаудың геодезиялық әдістері ерекше орын алады.

Бұл мәселеге Қазақстан Республикасының «Жер кодексі», «Жер қойнауы және оны пайдалану», «Геодезия және картография» туралы Заңдарында ерекше көңіл аударылған [33-36]. Заңдарда тау-кен кәсіпорындарына геодезиялық заманауи аспаптарды енгізуді және пайдалануды; жерүсті және жерасты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз етуде геодезиялық, топографиялық және басқа да арнаулы жұмыстар жүргізу жүктелген. Демек, бұл диссертациялық жұмыс карьер беткейі тау жыныстары массиві мен өндіріс алаңындағы құрылыстардың жай-күйіне бағытталған өзекті ғылыми-техникалық мәселені шешуге арналғандығының айқын дәлелі.

Бұл көптеген мәселелерді қамтитын, кешенді сипатқа ие міндет. Сондықтан, бұл жұмыстағы өндіріс алаңындағы құрылыстар, кез келген ірі геотехникалық жүйе сияқты техногендік факторлардың әсер ететінінің салдары. Бұл факторларды дер кезінде анықтау және болжау тек инженерлік

құрылыстарды ғана емес, сол кәсіпорнының тоқтаусыз және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету болып табылады.

Осыған орай, зерттеудің басты **мақсаты** – тау-кен кәсіпорындарының өндіріс алаңдарындағы инженерлік құрылыстардың сенімділігін, қауіпсіздігін және функционалдық жарамдылығын бағалаудың геодезиялық әдістерін заманауи аспаптарды қолдану арқылы жетілдіру.

Диссертациялық жұмыстың идеясы заманауи геодезиялық аспаптарды қолдану арқылы карьер беткейлері мен инженерлік құрылыстардың орнықтылық жағдайын мониторингтаудың бірыңғай жүйесін жасауға негізделген.

Алға қойылған мақсатқа жету үшін бұл диссертациялық жұмыста келесідей **мәселелерді шешу** көзделді:

- карьер қиябеттерінің орнықтылығы мен инженерлік құрылыстардың техникалық жай-күйін бағалауға мониторинг жүргізудің қолданыстағы дағдылы геодезиялық әдістеріне талдау жасау және даму бағытын анықтау;

- Майқайың карьері өндіріс алаңындағы тау-кен жұмыстарының зиянды әсерлеріне ұшырайтын нысандар, инженерлік құрылыстар және коммуникацияларды айқындау;

- карьер беткейі тау жыныстарының беріктік қасиеттері мен кенорны массивінің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу;

- карьер беткейлері мен инженерлік құрылыстарды электронды тахеометр, GPS технологиялары және лазерлі сканер арқылы түсірудің тәжірибесіне талдау жасау;

- геомеханикалық мониторинг жүргізудің геодезиялық әдістерін жетілдіру;

- зерттеу барысында алынған нәтижелерді өндіріске енгізу.

Зерттеу әдістері өндіріс алаңында орналасқан құрылыстар мен коммуникациялардың деформациялануын зерттеу саласындағы техникалық әдебиеттерге, бай тәжірибеге талдау жасауды, геомониторинг жүргізудің әдістерін, геодезиялық бақылауларда қолданылатын заманауи аспаптар мен өңдеу бағдарламаларды, өлшеулердің дәлдігіне баға беруді қамтитын кешенді әдістер пайдаланылды.

Алға қойылған мәселелерді шешу барысында, Майқайың кен орнының барлық инженерлік-геологиялық және тау-кен техникалық факторлары, қорғалынатын құрылыс нысандарының түрлері мен сипаттамалары, оларға қойылатын талаптар: СНиП 5.01.03-2004 «Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар», ГОСТ 24846–81 «ГРУНТТАР. Құрылыс іргетастары деформацияларын өлшеу әдістері», СНиП 2.01.07-85 «Жүк-салмақ және әсерлер» және тағы басқа да құжаттар ескерілді [37- 41].

Осы ұстанымдарға сәйкес алдымызға мақсат қойылды, идея негізделді, зерттеу мәселелері қалыптастырылды.

2 МАЙҚАЙЫҢ КЕНОРНЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЖӘНЕ

КАРЬЕР БЕТКЕЙІ СІЛЕМДЕРІНІҢ ГЕОМЕАНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ

2.1 Кен орнының қысқаша тау-кен-геологиялық жағдайы

Майқайың алтын кен орны – Павлодар облысы Баянауыл ауданынан солтүстікке қарай 45 км жерде орналасқан. Кен орны туралы алғашқы мәлімет 1895 жылдан белгілі, ал 1914 жылы бұл жерде алтынмен бірге мыс өндіруге болатындығы анықталған. Сөйтіп, 1918 жылдан бастап ағылшындар Майқайың алтын кенінен мыс рудасын өндіре бастаған. Кен орнын барлау мен іздеу 1926 жылдан жүргізіліп келеді.

Кенорнында барлығы 16 рудалық денелер жиектелінген. Олардың үшеуінде 97% баланстық қор және 99% алтын бар. Баланстық қор шартты түрде 3 учаскеге бөлінген: Оңтүстік-Батыс рудалық денесі карьер түбінен жоғары орналасқан, Орталық – карьер түбімен I-XVI рудалық денелер арасында және Солтүстік-Шығыс баттысы V– рудалық денеден шығыс жаққа қарай орналасқан.

Майқайың рудалық алаңы Орталық брахасинклиналь үйіндісіне жалғасып, түзілімі көптеген қатпарлармен қиындай түседі. Осы брахасинклиналь қанаттарының аймақтары (зоналары) мен гидротермалдық өзгеріске ұшыраған тау жыныстарының қиылысу түйінділерінде орналасқан 9 рудалық учаскелер (Майқайың А, В, С, Д, Е, F, Кіші Майқайың, Үлкен майқайың, Жаңа желі) бар. Бұлардың ішінде қоры жөнінен ең ірісі – «Майқайың В» учаскесі.

«Майқайың В» кенорны 1976 жылға дейін ашық әдіспен, ал, 1976 жылдан бастап жерасты әдісімен игерілуде. Бүгінде «Майқайыңалтын» АҚ құрамына: «Майқайың» жерасты кеніші, «Алпыс» карьері және «Майқайың» алтын бөліп алатын фабрика кіреді. Майқайың кеніші Павлодар - Астана теміржолымен жалғасқан.

Ауданның климаты континенттік құрғақ, ыстық жазымен және аязды қарлы қысымен сипатталады. Жоғарғы температура жазда +30-40°C болса, қыста 40°-45 °C-ге жетеді. Желдің орташа жылдамдығы жиі 10-15м\с. Жел жылдамдығы 40-50м\с-ке жеткен кезде құйындар болып тұрады.

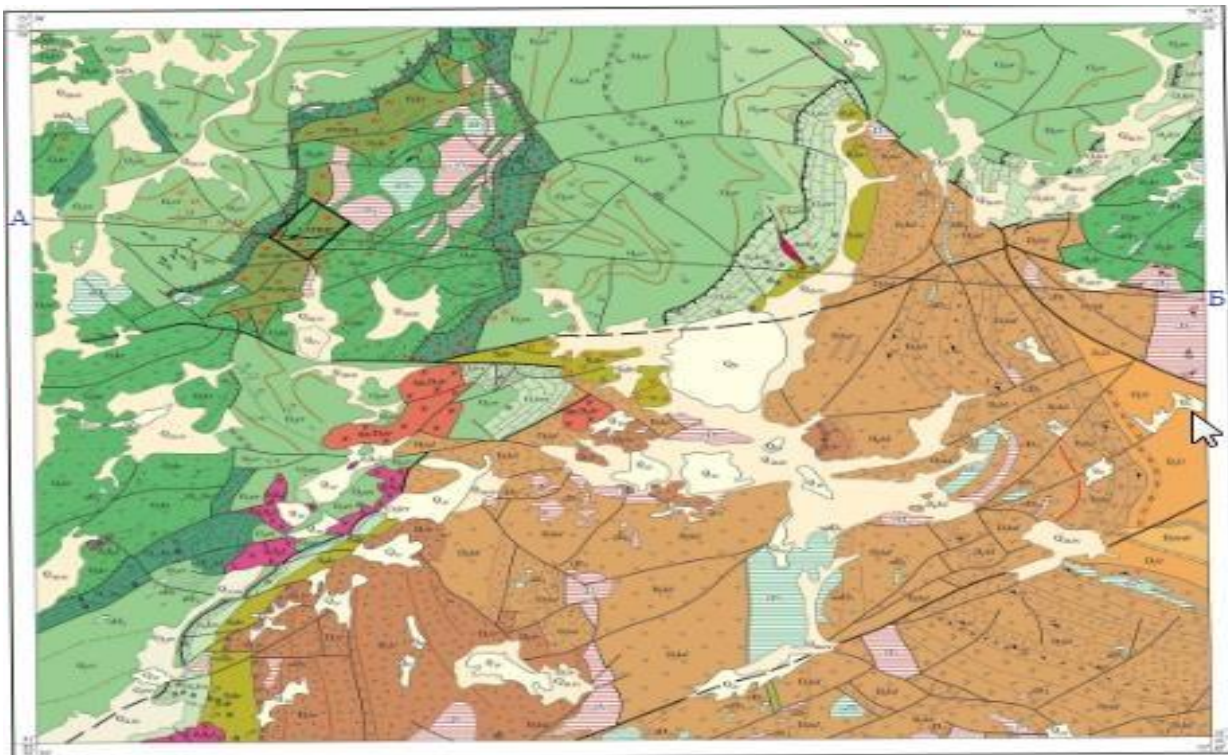
Бүгінде «Майқайыңалтын» АҚ құрамына: «Майқайың» жерасты кеніші, «Алпыс» карьері және «Майқайың» алтын бөліп алатын фабрика кіреді.

Кенорнының геологиялық жағдайына келетін болсақ, ол вулканогенді төменгі және орта кембрий жасты шөгінді таужыныстарынан түзілген. «Майқайың В» учаскесі тақта тастардан, метоморфталған жыныстардан, туынды кварциттерден тұрады. Бұл телімдегі 8 кен денелерінің қоры балансқа алынған. Кеннің линза пішінді кен денелерінің құлама бұрыштары жоғарғы жағында 80-90°, ал төменгі жағында 35-55° құрайды. Тотығу зонасының тереңдігі 30 м-дей.

Кен сілемінде аралары бір метрге дейінгі жерлерде орналасқан көлденең жарылысты бұзылымдар геологиялық картаның А-Б қимасында бейнеленген (ә-сурет 2.1). Қимадан рудалық денелердің морфологиясы осындай қосымша қатпарлармен байланысқандығын және орталық синклиналда ажыраған

бұзылыстардың өте көп таралғандығын 2.1, ә- суретегі қимадан байқауға болады.

а



ә А-Б сызығы бойынша геологиялық қимасы



Сурет 2.1- а- кенорнының геологиялық картасы және ә- А-Б сызығы бойынша қимасы

Кен орнындағы басты руда минералдарына пирит, халькопирит, саф алтын, ковелин, күміс, малахит, барит-полиметал, колчедан-полиметалл, барит, күкірт-колчедан құрамды жатады. Ал басты минералдары мен компоненттер – алтын, күміс, мыс, мырыш, қорғасын, күкірт, барит және қосымшаларына селен, телур, кадмий, талий, германий жатады

Кен орны бірнеше рудалық денелерден тұрады.

I -рудалық дененің негізгі размерлері өзгеріп отырады. Молибденнің жер бетінен барынша тереңдігі - 410 м, 220 м қабаттағы ұзындығы 46 м-ге дейін, ұзындығы 220 м жетеді. Рудалық денелердің қалыңдығы 3-5 м ден 10-75 м. дейін.

II-рудалық дене ең қалың болып келеді және онда барлық қордың тең жартысы орналасқан десе де болады. Рудалық дененің ішкі құрылысы өте

күрделі, пішіні линза тәрізді болып келген. Рудалық дененің жоғарғы жағы 80 м, ал төменгі жағы 350 м тереңдікте, ал (220 м қабаттағы) ұзындығы 166 м ден 720 м дейінгі аралықта өзгеріп отырады. Рудалық дененің қалыңдығы 2-7 м ден 60 м аралығында.

III-рудалық дене бойлық бойынша 400-650 м созылып жатыр, пішіні тақта тас тәрізді. Рудалық дененің қалыңдығы 1-2 м ден 10-12 м дейінгі аралықта ауысып отырады.

Басқа рудалық құрылымдар геометриялық пішінде және өлшемдері де шағын. Майқайың кен орны рудалық құрылымының негізгі параметрлері 2.1-кестеде келтірілген.

Кесте 2.1- «Майқайың В» кенорны рудалық денелерінің негізгі параметрлері

Рудалық денелер	Ұзындықтары, м		Орналасу тереңдігі, м	Қорлар есепте лінген қабаттар, м	Рудалық денелердің қалыңдығы, м			Рудалық денелердің пішіндері	Құлама бұрыштары, град	Руданың қоры, %
	созылым бойынша	құлаамасы бойынша			бастап	дейін	орташа			
I	46-650	12-330	410	100-460	-5	0-75	0-25	линзатәрізі	55-90	35
II	16-720	37-227	350	160-400	-7	0	6-24	линзатәрізі	35-90	42
III	40-650	50-355	485	160-520	-2	2		қойнауқатты	60	21

2.2 Кенорнын игерудегі инженерлік –геологиялық ізденістер

Кен орнын жерасты әдісімен игеруде оның инженерлік-геологиялық жағдайы 220 м қабатқа дейін жан-жақты зерделенген. «ВНИИцветмет» институты карьерден алынған рудалар мен таужыныстарының үлгілері бойынша олардың физикалық-механикалық және деформациялық қасиеттерін 40 м-ден 85 м-ге дейінгі аралықта зерттеген. Зерттеу жұмыстарының нәтижесі бойынша кенорны рудалары екі негізгі түрге бөлінетіндігі анықталған, олар: біртекті және дақталған [42].

Кен орнындағы тау жыныстары өздерінің физикалық-механикалық қасиеттері мен литологиялық түрлеріне қарай бір-бірінен бірсыпыра өзгешеліктері бар. Тау жыныстарының ішіндегі ең мықтысы және берігі лайкалық құрылымдар, олардың беріктігі $f=15\div 19$ арлығында. Вулкандық-шөгінді тау жыныстарының: туфтар, андезит-базальтты порфириттердің беріктігі де ($f=15\div 17$) өте жоғары. Қалған қатпарланған шақпақты туфтар, кварц-хлорит-серицитті тау жыныстарының беріктіктері ($f= 5\div 9$) төмендеу.

Карьеден алынған тау жыныстары мен жерасты кенішіндегі (220 м қабат) тау жыныстарын беріктіктерін бір-бірімен салыстырғанда, кен қазу

жұмыстарының тереңдігі артқан сайын тау жыныстарының беріктіктері ұлғая түсетіндігі анықталды.

Порфириттер, олардың туфтары және колчеданды-полиметалды рудалардың ілінісу шамалары - $2,91 \div 36,7$ МПа, ал кварц-серицитті тау жыныстарының ілінісулері $14,2 \div 18,4$ МПа аралығында.

Порфириттер мен колчеданды-полиметалдық рудалардың ішкі үйкеліс бұрыштары ($\rho = 34-36^\circ$) және қалған тау жыныстарында ($\rho = 29-33^\circ$) төмендеу. Рудалардың орташа ылғалдылығы 0,1 % шамасында.

Қопарылған тау жыныстарының қопсу коэффициенті мен кесектілігін анықтау мақсатымен арнайы зерттеулер жүргізілмеген. Дегенмен, карьердегі жүргізілген тау-кен жұмыстарының нәтижесінде руда мен тау жыныстарының қопсу коэффициенті 1,5 құраған. Карьерден 5-10 % руда шығарып, байыту фабрикасына қабылданатын кесектер рұқсат етілген шектен ($30 \div 40$ см) асып кеткендігі байқалған[43].

1973-1976 жж кеніштің геологиялық қызметті 220 м қабатындағы тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде жерасты қазбалары төбелерінің орнықсыздығын анықтаған. Қазба төбесіндегі тау жыныстарының бір-бірінен ажырауы, құлауы тау жыныстарының жарықшақтылығынан болған жайттар.

Кен қазбалары төбелерінің орнықсыз жағдайы жүргізілген 582 бақылаулардың 14-де тіркелген, яғни ол тек 2,4 % құрайды. Сондықтан да кен орны тау жыныстарының орнықтылығы өте жоғары дәрежеде деп білеміз. Жерасты қабаттарын су басып кету жағдайларында тау жыныстарының орнықтылығы төмендей түседі. Жерасты кен қазбаларындағы суды толығымен құрғатып болғаннан кейін қазба бүйіріндегі тау жыныстарының сол учаскелеріндегі жағдайын қайтадан зерттеу қажеттігі туындайды.

«Майкайың В» кенорнында жерасты тау-кен қазбаларын суландыратын негізгі көздерге рудалы жартасты сілемдегі жарықшақты-грунттық және жарықшақты-желілік жерасты сулары жатады. Жерасты сулары жер бетінен 50-80 метр тереңдікте кеңінен таралған. Мәселен, кеніштің «Капитальная» оқпанын жүргізу кезінде 0-27,5 м және 0-30,3 м аралықта сағатына 7,86 және $8,00 \text{ м}^3$ су келімі болып тұрған.

Жарықшақты-грунттық және жарықшақты-желілік жерасты сулары бірінғай гидравликалық жүйені құрайды. Қазір тау-кен жұмысары жүргізіліп жатқан 220 м қабатағы тау-кен қазбаларына су келімі - $7,83 \text{ м}^3/\text{сағ}$, ал карьерге - $4,2 \text{ м}^3/\text{сағ}$. Кеніштің екі оқпанына («Капитальная», «Вспомогательная») және карьерге келетін жалпы максималды су келімі $27,8 \text{ м}^3/\text{сағ}$ құрайды.

2.3 Тау-кен жұмыстарының жағдайы

80 жылдан астам елімізді алтынмен, мыспен қамтамасыз етіп келе жатқан «Майкайың В» кенорны 180 м тереңдікке дейін ашық әдіспен игеріліп, қазір жерасты тәсіліне көшкен.

Кен орны 340 м тереңдікке дейін екі вертикаль: «Капитальная» және «Вспомогательная» оқпандарымен ашылған. «Капитальная» оқпанының таза диаметрі 5,5 м және ол екі білікті көтергіш, адамдар жүргіш, құбырлы-кабелді бөлімдерімен жабдықталған (2.2, а -сурет). Оқпан тау-кен массасын

жерастынан көтеруге, адамдарды, материалдар мен жабдықтарды түсіріп-көтеруге, таза ауданы жіберіп тұруға арналған.

Кеніштің оқпандары 220м және 280 м қабаттарда квершлагтар мен штректер арқылы бір-бірімен жалғасқан (2.2, ә-сурет).



Сурет 2.2- *а*- кеніштің қосымша оқпанының сырт көрнісі; *ә*- бір-бірімен жалғасып жатқан жерасты қазбалары

Кеніштің қосымша «Вспомогательная» оқпанының таза диаметрі 4,0 м, ол бір білікті көтергіш, адамдар жүретін бөліммен жабдықталған және де ол ластанған ауаны шығару және де авриялық жағдайда адамдарды жер бетіне көтеруге арналған. 220м және 280м қабаттарда оқпанмаңайлы албарлар жасалған.

Кәсіпорнының даму планына сәйкес 2016 жылы –300,0 мың. тонна руда өндірілген, алдағы 2020 жылы өнім жылына 500,0 мың.тонн руда болады деп жоспарлануда. Карьердің солтүстік-шығыс жағындағы кен қоры 160м қабаттан бастап Портал (тонельге кіретін қақпа, 2.3-сурет) және транспорттық еңістікпен ашылған, оның ұзындығы 800 м. Порталдың таза қимасы 14,0 м², транспорттық еңістіктікі – 12,5 м².



Сурет 2.3- Тоннель қақпасы

Оқпан маңайы албары, штректер, орттар 600мм теміржолдар мен тролейлермен жабдықталған. Тау-кен массасын ысырмалау сиымдылығы $0,4\text{м}^3$ тең ЛС-50 лебедкаларымен жүргізіледі, ал оны әрі қарай тасымалдау 7 және 10тн электровоздар арқылы жүзеге асырылады.

Диаметрі 105 мм ұңғымалар ЛПС-3у бұрғылау станоктары арқылы жүргіледі.

Кеніштегі барлық күрделі тау-кен және тау-кен дайындық қазбаларын өту өзіжүргіш техникаларды қолдану арқылы жүзеге асырылуда.

Кәсіпорнының даму планына сәйкес 2016 жылы –300,0 мың. тонна руда өндірілген, алдағы 2020 жылы өнім жылына 500,0 мың.тонн руда өндіріледі деп жоспарлануда..

Кеніштегі барлық күрделі тау-кен және тау-кен дайындық қазбаларын өту өзіжүргіш техникаларды қолдану арқылы жүзеге асырылуда (сурет 2.4).



Сурет 2.4- Кен қазудың заманауи техникалары

«Майқайың В» кенорнының пайдалы қазынды қорын жерасты әдісімен қазып алу бірқатар тау-кен геологиялық жағдайларға байланысты. Осыған орай кен қазудың келесідей нұсқалары қарастырылған: этажарлық штректерден руданы уатып алу және толтырмалау жүйесі; горизонталь қабаттар арқылы қазып алу және толтырмалау жүйесі; кенді қоймалап қазып толтырмалау жүйесі.

«Майқайың В» кенорнын игерудің ұстамында кәсіпорнының өндірістік қуатын жылына 300,0 мың. тонн руда шығару жоспарын ұстап тұру - өндіріске ең заманауи технологиялық жүйелерді, жоғары өнімді тау-кен және транспорттық жабдықтарды енгізуді талап етеді. Сонымен қатар, кәсіпорнының қарқынды дамуы жер қойнауын толық және ұтымды пайдалану, шығарылатын өнімнің сапасын жақсартумен тығыз байланысты.

Кәсіпорнының өндірістік қуатын жоғарылату және тұтынушыға жіберілетін өнімнің сапасын көтерудің келесідей кешенді шаралары қарастырылған:

- қазіргі заманғы жоғары өнімді және экологиялық таза техникаларды қолдану;

- қазылып алынған жерасты қуыстарын толтырмалау кешенін салу және іске қосу;

- рудаларды қазып алу мен қайтадан өндеудің ресурсөнемдеу және қауіпсіз технологияларын қолдану.

Міне осы жоғарыда айтылғандарға байланысты, кеніште толтырмалау кешені салынуға және кені қазылып алынған бос қуыстарды толтырмалау арқылы кен игеру жүйесі енгізілуде, мұнда кенді тазалай қазудың барлық сатыларында өзіжүргіш техникаларды қолдану жоспарлануда.

Сөйтіп, Майқайың кенорнын игерудің индустриалды-геологиялық жағдайы күрделі екендігіне, яғни жартасты тау жыныстарында кен қазылып жатқан жаққа бағытталған әлсіз беттердің көп екендігіне және жерасты сулы қабаттардың бар екендігіне көз жеткіздік.

2.4 Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зерттеу

2.4.1 Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін анықтау үшін сынамаларды іріктеу және оларды зерттеу

Массивтегі кернеулі-деформациялық күйді және ондағы жүріп жатқан геомеханикалық үдерістерді, сонымен қатар оларды басқарудың тиімді әдістерін зерделеу үшін, тау жыныстарының механикалық (оның ішінде беріктілік) қасиеттерін білу қажет. Жалпы тау жыныстары механикалық қасиеттерінің жіктелуі 2.2-кесте келтірілген.

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

Беріктілік деп, тау жыныстарының (тастардың) белгілі бір кернеулі күйде қирамай ұсталып тұру қабілетінің шегін атайды. Тау жыныстарының

беріктілігі деген түсінік екі түрде болады: бірі кесек таста -үлгідегі, екіншісі табиғи жағдайда, яғни массивтегі қасиеттері[10, с. 268-173].

Кесте 2.2-Тау жыныстары механикалық қасиеттерінің жіктемесі

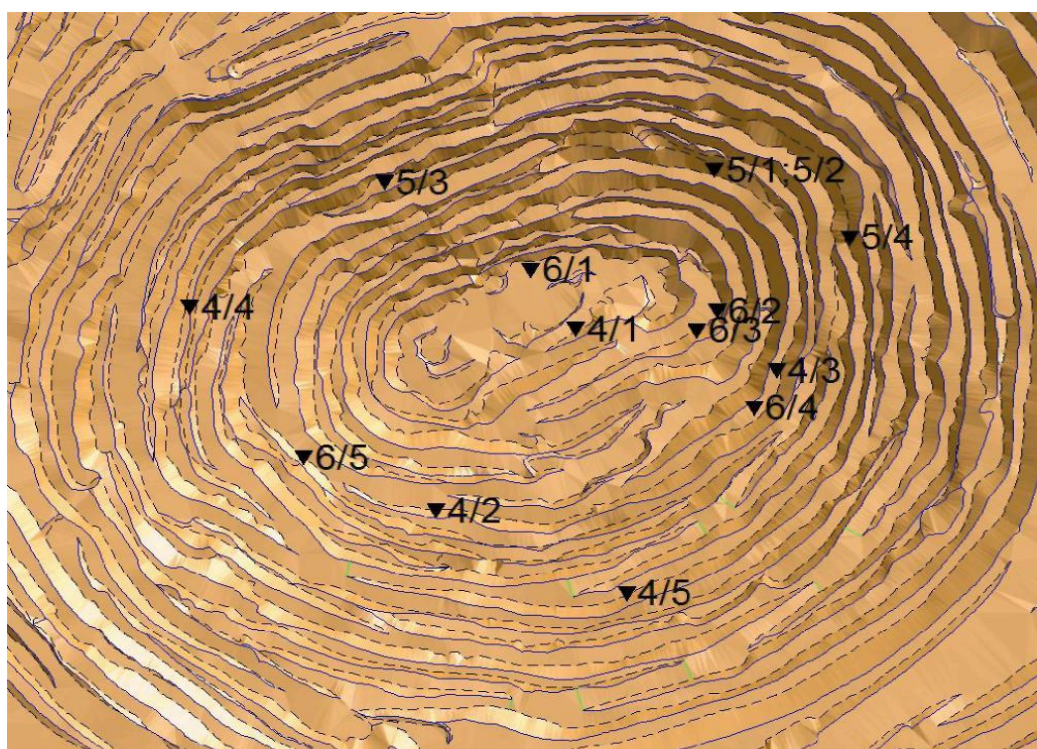
Механикалық қасиеттер	Механикалық қасиеттерді сипаттайтын көрсеткіштер
Серпімділік	Серпімділік модулі Пусассон коэффициенті Сырғу модулі Жан-жақты сығылу коэффициенті
Илімділік	Илімділік коэффициенті Илімділік дәрежесі Илімділіктің жоғарғы шегі Илімділіктің төменгі шегі
Компрессиялық қабілеттілік	Тығыздылық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

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

Майқайың кенорны жағдайында тау жыныстарының беріктік қасиеттерін анықтаудың мақсаты – тау жыныстарының терең қабаттардағы

сипаттамаларын бұрынғы жылдарда анықталған мәліметтермен салыстыру және жер беті құрылыстары орналасқан маңайдағы сілемнің орнықтылығына баға беру. Жоғарғы қабаттардағы (шөгінді тау жыныстары) тау жыныстарының беріктік қасиеттерін анықтаудың қажеттілігі - карьер беткейлеріне жақын аймақта орналасқан құрылыс нысандарының орнықтығына әсер ететіндігінде.

Тау жыныстары сілемінің беріктік қасиеттерін анықтауда сынамалар алу сол «Майқайың» кеніші мамандарымен бірігіп жүргізілді және бұрында «ВНИИцветмет»[44] анықтаған рудалар мен тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерімен салыстырылды. Сынамалар рудалар мен тау жыныстарының әртүрлі типтері анық кездесетін ең ерекше учаскелерінде алынды. Сынамалар іріктеліп алынған учаскелер көрсетілген Майқайың карьерінің жалпы бейнесі 2.5-суретте келтірілген.



Сурет 2.5 - Тау жыныстарының беріктік қасиеттерін анықтау үшін Майқайың карьерінің терең қабаттарынан сынамалар алынған жерлері

Майқайың карьеріне тән ең кеңінен таралған тау жыныстары базальтты-порфириттер мен кварциттер және руданың өзінен сынамалар алынды. Сынамалар алынатын тау жыныстары карьердегі аттыру жұмыстарының кейінгі сілемнен ажыраған монолиттер, әрбір сынамаға тау жыныстарының 4 үлгі кіреді. Сынамалауға алынған монолиттердің өлшемдері 200x200x200 мм болды, әлбетте олардан алмазды коронкамен диаметрі 40 мм және биіктігі 80 мм керндер дайындауға мүмкіндік туды. Әрбір сынама олардың физикалық-механикалық қасиеттерін анықтауға лайықтап нөмірленді. Сынауға іріктелген монолиттердің пішіндері 2.6 және 2.7-суреттерде бейнеленген.



Сурет 2.6 - Сынамаға алынған тау жыныстарының үлгілері



Сурет 2.7- Рудадан алынған үлгі

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

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

Беріктік (механикалық) қасиеттерді анықтау үшін алынған үлгілерді бірөстік сығылуға және созылуға деген уақытша кедергіден сынақтан өткізеді. Сынақтан өткізу үлгілері арнайы ГОСТ 21153.0-75 талаптарына сәйкес дайындалады.

Тау жыныстарының бірөстік сығылуға деген беріктігін анықтау әдісі 21153.2-84 ГОСТ-қа сәйкес жүргізіледі (2.8-сурет). Әдісті қолдану және алынған нәтижелердің сенімділігін бағалау Е.И.Ильницкая және т.б.

еңбегінде[45] толық баяндалған.

а)



ә)



а – сығылуға дейінгі үлгі; ә – қираған үлгі

Сурет 2.8 –Тау жыныстарының бірестік сығылуға деген беріктігін преста сынау

Тау жыныстары үлгісінің сығылудағы беріктілік шегі келесі формуламен анықталады

$$\sigma_{\text{сығ}} = P_{\text{max}} / F, \text{ МПа} \quad (2.1)$$

мұндағы P_{max} - сығылудағы максимал жүктеме, кгс;

F – тау жынысы үлгісі қимасының орташа ауданы, см^2 .

Тау жыныстары үлгілерін қиғаш матрицаларда сынақтау әдісі

Бұл әдісте кернен таңдалып алынған және дайындалған цилиндр тәрізді үлгілерді өлшеп, салмағын анықтайды. Кейін үлгілерді екі топқа бөледі: бірінші топтағы үлгілерді 60° , ал екінші топтағыларды 45° -тық бұрышпен кеседі (сурет 2.9). Тау жыныстарының ілінісуі–к мен ішкі үйкеліс бұрышы - ρ сынайтын үлгіні 45° , 60° көлбеу бұрыштармен кескендегі қима ауданына түсетін күштер арқылы: тік - σ және жанама - τ кернеулерді тауып анықталады.

Кескен кездегі тік және жанама кернеулерді анықтау формулалары:

$$\sigma_m = \frac{P}{S} \cdot \cos \alpha ; \quad \tau = \frac{P}{S} \cdot \sin \alpha \quad (2.2)$$

мұндағы P - кескен кездегі, престен түскен күш, кг;

S – кесінді ауданы, см^2 ;

α - түскен күш бағыты мен нормаль арасындағы бұрыш, градус.

a)



ә)



a – матрицадағы үлгі; ә – үлгінің матрица ішінде ығысуы

Сурет 2.9 - Тау жыныстарын сығылуға сынамалау матрицаларын дайындау

Жоғарыдағы 2.2-кестеде келтірілген тау жыныстарының механикалық қасиеттерінің ішіндегі екі сипаттамалар (ρ және k) ашық кеніш беткейлерінің орнықтылығын және жылжу үдерісінің параметрлерін есептегенде кеңінен пайдаланылады. Осы екі сипаттаманың қос үш түрі барлығын айта кеткен жөн, олар:

1. Тау жыныстарының үлгідегі ішкі үйкеліс бұрышы - $\rho_{\text{үл}}$ және ілінісуі - $k_{\text{үл}}$.
2. Тау жыныстарының массивтегі ($\rho_{\text{м}}$, $k_{\text{м}}$) сипаттамалары.
3. Тау жыныстарының әлсіз беттердегі ($\rho_{\text{әл}}$, $k_{\text{әл}}$) сипаттамалары.

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

Ал, тау жыныстарының массивтегі ілінісуіне - $k_{\text{м}}$ олардың жарықшақтылық дәрежесі, жыныстар блоктарының түрлері әсер еседі.

2.4.2 Тау жыныстары мен рудалардың беріктік қасиеттерін зерттеудің нәтижелері

Көптеген зерттеулерден [7, с. 141-143; 10, с. 254-257; 45-48], тау жыныстарының кедір-бұдыр беттеріндегі ішкі үйкеліс бұрышы, зертханалық жағдайда тегіс бетте анықталған ішкі үйкеліс бұрышынан тек $1-3^\circ$ кіші болып келеді. Сондықтан, массивтегі бет жарықшақтар бетіне сәйкес келмеген жағдайда, массивтің орнықтылығын есептеуде зертханада анықталған ішкі үйкеліс бұрышы – ρ алуға болады. Ал, тау жыныстарының тығыздығы – γ геологиялық ұңғымалардың керндері арқылы анықталады, сондықтан барлық орнықтылық есептеулері үшін зертханалық сынақ нәтижелері алынады.

Десекте, тау жыныстарының ілінісуін - k кен массивінде және зертханалық жағдайда анықтағанда (ВНИМИ) осы екі шама арасындағы байланысты анықтлды.

$$k_m = k' + (k_0 - k')\lambda_0, \quad (2.3)$$

мұндағы $k_{\text{ул}}$ – үлгідегі ілінісу, МПа;

k' - жарықшақтардағы ілінісу, МПа.

Жарықшақтардағы ілінісуді- k' көп жағдайларда анықтау қиынға соғады. Сонда оны нөлге тең деп алсақ, яғни $k'=0$, онда (2.3) формуласы былайша түрленеді:

$$k_m = k_0 \cdot \lambda. \quad (2.4)$$

мұндағы λ – жыныстардың құрылымдық әлсіздену коэффициенті және ол әрбір тау жыныстары үшін және орналасу тереңдігіне байланысты Г.Л.Фисенко әдісімен анықталады [7]:

$$\lambda = \frac{1}{1 + a \cdot l n \frac{H}{\ell}}, \quad (2.5)$$

мұндағы H – құлайтын призманың биіктігі, м;

l – жыныстарының мөлшерлері немесе жарықшақтылықтың жиілігі;

a – массивтегі жыныстардың жарықшақтылық және беріктілігіне байланысты коэффициенті.

a - коэффициентінің мәндері 2.3-кестеде келтірілген.

Кесте 2.3- Жартасты және жартылай жартасты тау жыныстары үшін (a) коэффициенттерінің мәндері

Тау жыныстарының аттары және жарықшақтардың сипаттамалары	Үлгідегі ілінісудің шамасы $k_{\text{ул}}$, кг/см ²	a - коэффициентінің шамасы
Қаттылығы орташа, қатпарланған, жарықшақты тау жыныстары	100-150	3
	150-170	4
	170-200	5
Қатты, орташа жарықшақты тау жыныстары	200-300	6
	300	7
Өте қатты, қиғаш қиып өтетін жарықшақтар дамыған тау жыныстары	200	10

Келесі 2.4-кестеде Г.Л.Фисенко анықтаған және 2.5-кестеде Ақбақай кен орнында ҚазҰТУ-дың анықтаған тау жыныстарының әлсіз беттердегі ілінісу коэффициенттерінің мәндері келтірілген.

Кесте 2.4 - Әлсіз беттердегі ілінісудің мәндері

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

Кесте 2.5- Майқайың кен орны массивіндегі ілінісудің мәндері

Тау жыныстарының аттары	Ілінісудің орт. мәндері	Анықталу жағдайлары
Долмиттер	0,026	Жарықшақтарды түсіру
Балшықты тақта тастар	0,019	Қабыршақталып құлаған жерлерді түсіру
Мәрмәрланған әк тастар	0,060	Тау жыныстары массивіне көлденең сынақтар жүргізу
Тақта тастар	0,020	Жарықшақтарды түсіру

2.6 және 2.7-кестелерде Г.Л.Фисенко ұсынған құрылымдық әлсіздену коэффициентін ескере отыра анықталған, Майқайың кен орны тау жыныстарының негізгі физикалық-механикалық қасиеттері келтірілген [49].

Кесте 2.6 – Рудалардың негізгі физикалық-механикалық қасиеттері

Рудалардың қасиеттері	М.М.Протодьяконов шкаласы бойынша беріктік коэффициенті - f	Рудалардың тығыздығы γ т/м ³
1. Дақталған рудалар	5-9 (до 13)	2,75-3,30
2. біртекті рудалар:		3,30-4,81
- баритті	9-12	
- барит-полиметаллды	12	
- колчеданды- полиметаллды	16	
- колчеданды	9-14	
Рудалардың барлық түрлерінің орташа мәндері	12	4,07

Кесте 2.7- Тау жыныстарының беріктік қасиеттерімен тығыздығы

Тау жыныстарының қасиеттері	Беріктілік коэффициенті - f	тығыздық γ т/м ³
1 Вулкандық-шөгінді тау жыныстары: туфтар , андезит- базальтты порфириттер	13	2,50÷2,91
- андезитті порфириттер	15-16	2,50÷2,91
- андезитті-базальтты порфириттер	15-17	
- базальтты порфириттер	12	
- диабазды порфириттер	12-15	
- туфты құмдақтар	6-9	
- алевролиттер	5-6	
- қоңыр-қызғылт яшмалар	15-18	
- яшма тәрізді темірленген кварциттер	15-18	
2 Магмалық тау жыныстары (дайкалық құрылымдар):		2,65÷2,97
- габбро-диабаздар	15-19	
- диорит-порфириттер	15-17	
3 Гидротермальды (рудалы) тау жыныстары:		2,60÷3,10
- кварц-серицитті тақта тастар	5-9	
- екінші кварциттер	5-13	2,93÷3,08
Тау жыныстарының барлық түрлерінің орташа мәндері	>10	2,90

Сөйтіп, тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зерттеудің нәтижесінде көптеген қасиеттерінің ішіндегі, геомеханикалық үдерістерге әсер ететін механикалық қасиеттеріне: тау жыныстарының беріктігі, тығыздылығы, сығылуға және созылуға қарсы кедергілері, ілінісуі мен ішкі үйкеліс бұрышы жататындығына, сонымен қатар, бұлардың ішіндегі – тау жыныстары ілінісуінің массивтегі мәні үлгідегіден, ал әлсіз беттердегісі – массивтегіден бірнеше есе кемдігіне көз жеткіздік.

2.5 Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктері және оларды зерделеу

2.5.1 Тау жыныстары сілемінің құрылымдық-тектоникалық ерекшеліктері

Қазіргі кезде тау-кен өнеркәсібі қызметкерлерінің жерасты тәсілімен кен қазудағы тау жыныстарының жылжуы және тау-кен қысымы, ашық кеніш беткейлерінің орнықтылығы сияқты көкейтесті мәселелерін массивтің

құрылымдық ерекшеліктерін ескермей шешімін таба алмайтынына көздері жетіп отыр. Массивтің құрылымдық ерекшеліктері – ол геомеханикалық үдерісті туындаушы ең басты фактор.

Осы мәселені 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, Р.П.Окатов, И.В.Милетенко, 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 – тау жыныстарының деформациялануына табиғи-геологиялық жарықшақтардың, кен қабаттары құрылымының әсерін зерттеу және ескеру қажеттігін дер кезінде қолға алғандығында.

Жер қойнауында жүріп жатқан геомеханикалық үдерістерді зерделеу, бір кен орнының географиялық шекарасынан шығып, бүкіл бассейндегі немесе сол аймақтағы геологиялық және тектоникалық құрылымдары ұқсас кен орындарын толық зерттеуді, сөйтіп жылжу үдерісінің 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.

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, айырылымды құрылым мен жарықшақтық болып бөлінетін **жарықшақты тектоника**.

Шөгінді тау жыныстарының *алғашқы құрылымы* өзінің күрделілігімен сипатталады. Мұнда тектоникалық үдерістер кезінде әртүрлі ығысуларды туындататын әлсіз беттер - қатталу қабаттары.

Қатпарлы құрылымның түзілуіне терең және жер бетіне жақын үдерістер әсер етеді. Қатпарлардың түрлері мен шамалар көптеген жағдайларға байланысты, солардың ішіндегі негізгісі: тау жыныстарының механикалық қасиеттер және әсер ететін күштерден пайда болған кернеулердің сипаты.

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.

Тау жыныстарының кеңінен таралған жатыс пішіні – *айырылымды құрылымдар*. Мұндағы ығысу - айырылымдардың деформациясы. Айырылымдар Майқайың карьері және жарықшақтылық түрлерінде пайда болады. Тау жыныстарындағы айырылымдар екі үлкен топқа бөлінеді.

Оның бірінші тобына ығысуларының шамасы онша 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. Масивтегі тау жыныстарын осылайша айыратын жарылымдардың жиынтығын **жарықшақтылық** дейді.

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 үдерістерге ұшырауымен тығыз байланысты.

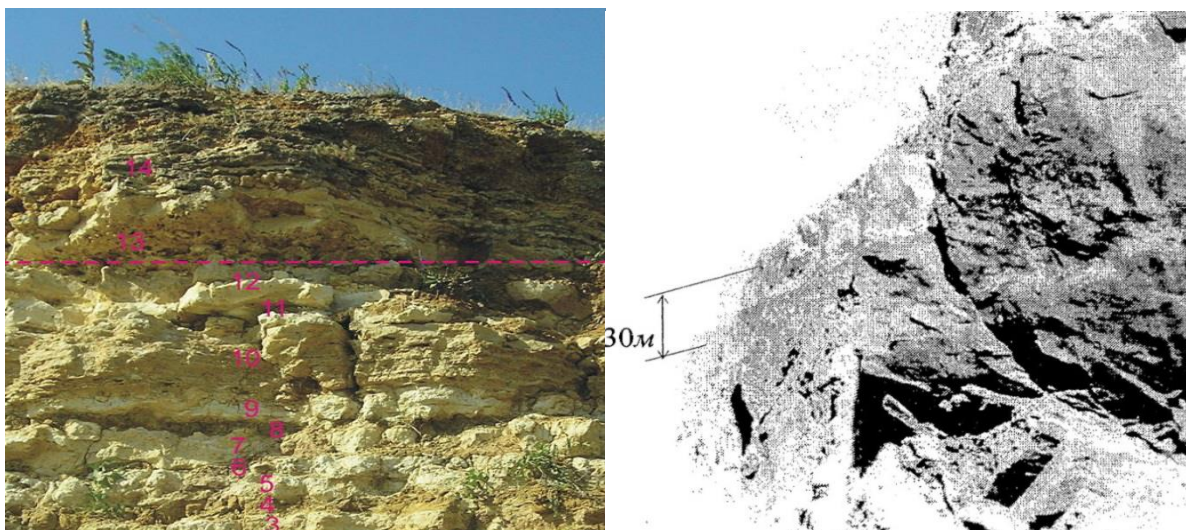
Осы айтылғандардан жер қойнауындағы кендердің түзілуі, өзіндік қалыптасу заңы, өзінің механикасы, жалпы геомеханикалық құрылымының өзіндік кернеулі-деформациялық күйінің болатындығын түсіну қиын емес.

Кен орындарының геомеханикалық құрылымы деп, рудалық кендерді қазып алу кезіндегі жылжу үдерісі мен тау-кен қысымына бірден-бір әсер ететін табиғи геомеханикалық факторлардың жиынтығын атайды.

Геомеханикалық құрылымның элементтеріне мыналар жатады:

кен орнының орналасу тереңдігі; кен денелерінің құлау бұрышы; рудалық дененің қалыңдығы; рудалық дененің морфологиясы; руда мен қоршаған тау жыныстарының механикалық қасиеттері; сілемнің тектоникалық бұзылыстары (2.10-сурет); тау жыныстар мен рудалардың жарықшақтылығы; тау жыныстары сілемінің табиғи кернеулі күйі.

Сөйтіп, зерттелініп отырған Майқайың кеноры біршама қатты тау жыныстарынан тұрады және олар қатпар түзілу нәтижесінде әртүрлі бағыттағы тектоникалық бұзылыстарға ұшыраған.



Сурет 2.10- Тектоникалық бұзылыстар

2.5.2 Сілемнің құрылымдық ерекшеліктерін зерделеудің әдістері

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

С.Г.Авершин «тау жыныстарының жылжуына әсер ететін басты фактор – жарықшақтылық» деп атап өткен болатын[50]. Егер сол тау жыныстары массивіне. Міне содан бері геология, гидрогеология және тауісі саласындағы әртүрлі мәселелерді шешуде тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеу қарқынды түрде қолға алынды. Бұл мәселеге алғаш көңіл аударған Қазақстан Республикасының ұлттық ғылымдар Академиясының академигі А.Ж.Машанов бастаған ғылымдар және олар осы бағытта дамытуға өз үлестерін қосты.

Тау жыныстарының жарықшақтылығын зерделеудің басты мақсаты: кен орнындағы (кеніштегі) негізгі әлсіз беттердің бағытын және сипатын анықтау; негізгі жарықшақтар жүйелерінің кеңістікте орналасуы мен созылымын анықтау; карьердегі немесе кеніштегі жарықшақтармен ерекшеленген учаскелерді бөліп алып бақылау; тау жыныстарындағы жарықшақтардың даму заңдылықтарын анықтау. Сондықтан да геомеханикалық үдерістерді зерделеу - сол кен орнының нақтылы геологиялық жағдайын, әсіресе массивтің құрылымдық ерекшеліктерін сипаттаға мүмкіндік беретін сенімді әдістеме мен жабдықтары және өңдеу тәсілдері жетілдіру қолға алынды.

Тау жыныстары жарықшақтарын зерделеу нәтижелері В.И.Борщ-Компониец[51], И.В.Милетенко[52], А.Ж.Машанов, М.Б.Нурпеисова[47, б. 90-92], М.Е.Певзнера[3, с. 68-71], М.В.Рац[53], Ф.К.Низаметдинов[54] және т.б. еңбектерінде толық жазылған.

Массивтегі тау жыныстары күнделікті горизонталь бағытта орналаспайды. Жер қыртыстарының ішкі әсер ететін күштерінен тау жыныстары қабаттары, табиғи пайдалы кендер желілері, қатпар болады, көлбеу болады. Көлбеу кеннің денесінің, жарықшақтарының созылым бағыттарын, құлама бұрыштарын тау жыныстарының жатыс элементтері делінеді.

Жарықшақтарды түсіргенде, зерттегенде екі түрлі әдіс пайдаланылады:

- 1) әлсіз беттерінің жатыс элементтерін нүктелік тоқтамай өлшеу әдісі;
- 2) ауданды құрылымдық түсірімдеу әдісі.

Екі әдістің бірін таңдау массивтегі тау жыныстары құрылымының күрделілігіне байланысты анықталады. Массивтің құрылымы күрделі болса, яғни жарықшақтардың жатыс элементтері әрқилы болғанда және тектоникалық жарылымдар жиі кездесетін жағдайда біршама учаскені ерекше бөліп алып, аудандық түсірім әдісін қолданған ыңғайлы.

Кен алабындағы немесе кен болады деген учаскедегі жарықшақтар жүйесін және оған қатысты геологиялық құрылымды оның негізгі сипатын анықтауға тіреледі. Осындай кеннің геологиялық құрылымы мейлінше толық, математикалық дәлдіктермен еспетелінеді.

Жарықшақты түсіргендегі басты мақсатымыз – ол жарықшақтар жүйесінің жер қойнауында таралу заңдылықтарын және әлсіз беттерінің тереңдігіне байланыстарын, дизъюнктивті опырылымдар мен желдің әсерінен бұзылған аймақтың шекараларын анықтау.

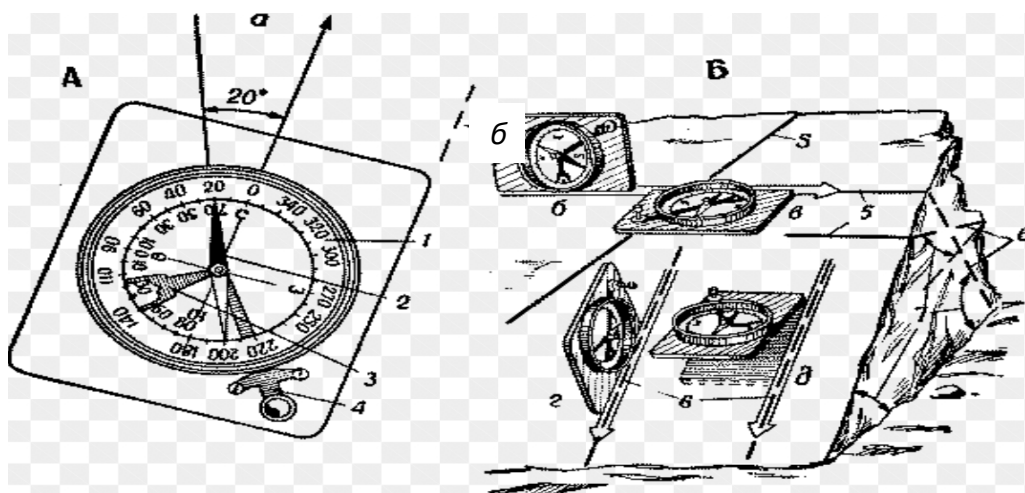
Аудандық түсірстер карьердің жоғарғы аршылған беткейлері мен қиябеттерінде белгіленген араларында жүргізіледі. Аралық арақашықтықтары жарықшақтардың құрылымына байланысты әртекті болып келетіндігінде. Түсірістер метрмен және компас арқылы жүргізіледі.

Жарықшақтарды тау-кен компасымен зерделеу. Кеннің және тау жыныстарының жатыс элементтерін тау-кен компасымен анықтайды. Ашық кеніштер әдісімен мен жерасты қабаттарында компаспен жиі өлшеулер жүргізумен қатар жарықшақтардан пайда болған блоктардың (ірілі-ұсақты) кесектерінен ұзындық өлшемдері анықталынады.

Құрылымдық блоктардың өлшемдері (жарықшақтардың арақашықтықтары) қарапайым рулеткамен, созылым азимуты мен құрама бұрыштары – тау-кен компасымен өлшенеді (сурет 2.11).

Тау-кен компасының жай компастан бірінші айырмашылығы – оның магнит тілі мен градусқа бөлінген лимбы төр бұрышты тақташаға бекітілген.

Ал, тау-кен компасының екінші өзгешелігі – магнит тілінің астындағы инеге тау жыныстарының және жарықшақтардың көлбеу бұрыштарын өлшейтін жүкше-тіктеуіш ілініп, оның ұшына 0° -тан 90° -қа бөлінген шкала жасалғаны.



Сурет 2.11- Тау-кен компасының бейнесі

Тау-кен компасының солтүстік тілі AA1 - созылым азимутын көрсетеді (2.11, а-сурет). Солтүстік темірқазық бағытынан бастап азимуттық есеп сағат

тілінің бойымен алынады. Омен көлденең бағыт құлама азимуты болады, сонымен екі азимут 90° - айырмасына тең болады.

Далалық кездерде тау жыныстарының жарықшақтарын түсіріу үшін, ең бiнiншi кезекте тастың бетiн кедiр-бұдырын тегiстеп, топырақтарын тазартып, горизонталь бағытта алынған тау-кен компасын тау жынысының бетiне ұзын қырымен жанастырылады (сурет 2.12).



Сурет 2.12- Карьерде массивтің жарықшақтылығын түсіру

Тау жыныстарының жарықшақтарын тау-кен компасымен өлшеудің қолы, көзі үйреніп машықтанған адамға ешқандай қиындығы жоқ. Адам бір жолы жүздеген жатыс элементтерін түсіре алады. Жаппай түсіріс нәтижелері арнайы журналға жазылады. «Майқайың В» карьеріндегі жаппай түсіріс нәтижелерінің журналы 2. 8 - кестеде келтірілген.

Кесте 2.8-Жарықшақтардың жатыс элементтерін түсіру журналы

Нүктелер	Түсірім орындары	Тау жыныстары	Жарықшақтардың жатыс элементтері		Іш.м жердегі жарқшақт. жиілігі
			А	δ	
1	№28 – маркшейдерлік нүкте	Порфирит-тер	260^0	70^0	8-10
2	№28 –нүктеден 5 м жерде	Порфириты	200^0	75^0	15
3	Квершлаг пен штрек-тің қилысқан жері	Тақта тастар	240^0	76^0	10

Тау жыныстарының құрылымын зерделеудің осы әдістемесі еліміздің көптеген карьерлері мен кеніштерінде апробациядан сүрінбей өтсе де, бұл әдістің бір кемшілігі – ол массивтің құрылымдық ерекшеліктерін түсіру (өлшеу) тек қиябеттің төменгі жақтарында жүргізілетіндігі, яғни кемердің төменгі қабағынан 3 м-ден жоғары өлшеулер жүргізе алмайтындығымыз.

1. Бұларды тау жыныстары массивінің құрылымын өте сенімді түрде зерделеп, есепке дұрыс алмайтындығымызды көрсетіп отыр.

Сол себепті, әр кезеңдерде әр түрлі тәсілдер (масштабты суретке түсіру, тахеометр мен лазерлі рулеткаларды пайдалану, жердегі фотограмметрия; жағылдырғышсыз қашықтық өлшегішті электронды тахеометр; GPS түсірістері; сандық фотограмметрия және т.б.) пайдаланылған.

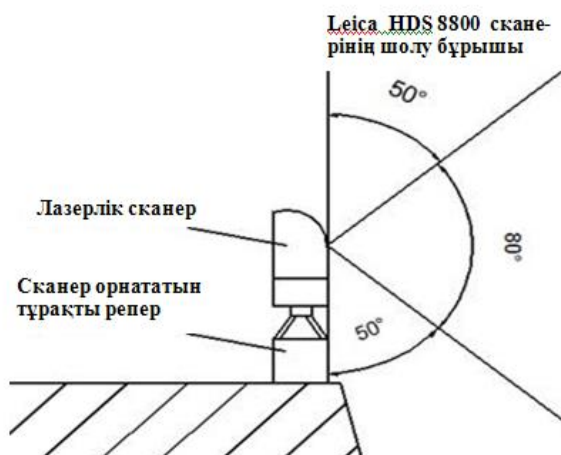
Ал, осы кезде тау-кен массивін зерделеудің дүниеге жаңа әдістері келді және оларды массивтің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуде кеңінен пайдалануға болады. Оларға лазерлік сканирлеу мен геотомография әдістері жатады.

Жарықшақтар жүйесін лазерлік сканирлеу арқылы зерделеу[55].

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

«Leica» фирмасының Leica HDS3000 сканері кез келген климаттық жағдайда пайдалануға болады, оның сканирлеу жылдамдығы тым жоғары және тахеометрге ұқсайтын аспаптың айналасында 360° горизонталь бағыттағы нысандарды түсіруге мүмкіндік туғызады. 80° шолу бұрышы жоғары жылдамдықты осы сканердің құрамына кіреді (сурет 2.13): шешімдігі 70 мПкс цифрлы фотокамера, далалық компьютерлік планшет, жұмыс істеу кезінде аспаптың жай күйін қамтамасыз ететін оптикалық трегер қосылады.

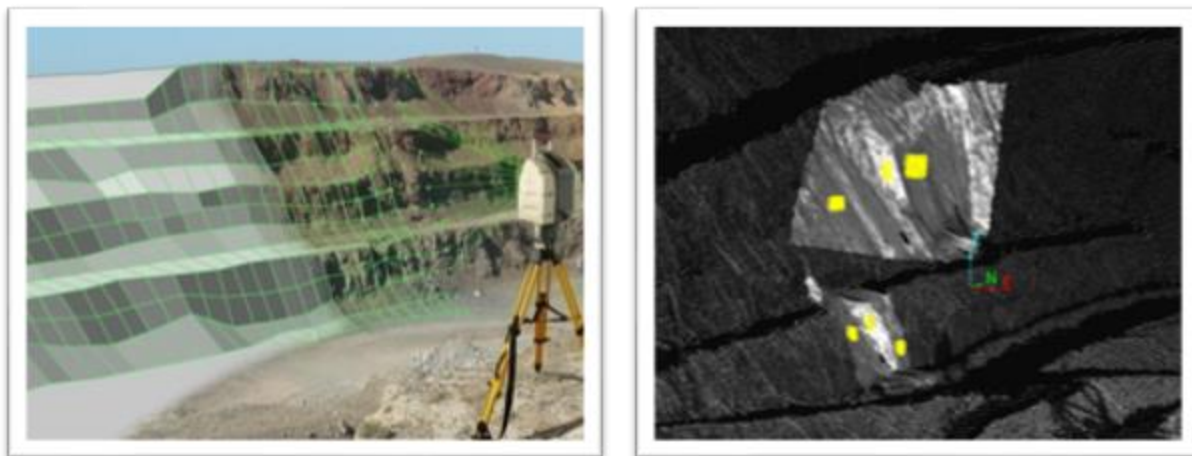
Бұл лазерлік сканирлеу әдісінің бір құндылығы – тау жыныстары жарықшақтарының элементтері туралы мәліметтерді, массивпен ешқандай да контактысыз алуға мүмкіндік беретіндігі.



Сурет 2.13- Сканердің шолу бұрышы

Тау жыныстарының жарықшақтылығын зерделеудегі бұл әдістің екінші бір жақсы жағы – жоғары ақпараттылығы. Тау-кен компасымен түсіруге мүмкіншілік болмайтын жерлерді, лазерлік сканермен толық түсіруге болады және жұмыс өнімділігі мен түсіріс көлемі он-жүз рет өседі.

Сонымен қатар, компаспен өлшеу жұмыстарын жүргізуге болмайтын темір кен орындарында, лазерлік сканермен түсірісті ойдағыдай орындап шығуға болатындығын да атап өткен жөн (сурет 2.14).



Сурет 2.14- Карьер беткейін лазерлік сканерлеу және құрылымдық элементтерін анықтау

Карьер беткейін лазерлік сканирлеуден алынған электрондық деректердің көлемі, камералдық жағдайда барлық құрылымдық элементтерді: бұзылыстар, жарықшақтар, литологиялық айырымдар шекараларын, деформацияларды және т.б. алуға, цифрлық түрде массивтің моделін құрауға және оны геомеханикалық есептерге енгізуге мүмкіндік беретіндігі.

2.5.3 Тау жыныстары сілемінің жарықшақтарын түсірудің нәтижелерін өңдеу

Тау жыныстарының жарықшақтылығын зерделеу кезінде көптеген мәліметтер алынады және олар геометризациялаудың әртүрлі әдістері бойынша өңделеді. Өңдеу нәтижесінде жарықшақтардың негізгі жүйесі, олардың бағыттары және әр жүйенің максимал шоғырлануы анықталады. Жарықшақтардың жатыс элементтерін өңдеу және тұжырымдау әртүрлі әдістермен (Ефимовтың роза тәрізді диаграммасы; Соколов пен Смирновтың сәулелі диаграммалары; Вульф пен Каврайскийдің экваториалдық торы; Хабаковтың нүктелік дөңгелек диаграммалары; Сухоручкиннің полярлық ортографиялық диаграммасы; Борщ-Копониецтің тік бұрышты диаграммасы) жүргізілген.

Ғылым мен техниканың соңғы жылдары өркендеп дамуы, біздің күнделікті өмірімізге есептеу машиналарын, компьютерде өңдеу

технологиясын енгізді. Сондықтан да, осы кезде таужыныстары жарықшақтарын далалық түсіріс нәтижелерін компьютерлерде өңдеуге қол жеткіздік. Бұл дегеніміз тау жыныстары массивінің құрылымдық ерекшеліктерін компьютерлік технологияны қолданып модельдеу дегенді білдіреді. Осы сияқты компьютерлік бағдарламалардың бірі жарықшақтарды тік бұрышты торлар негізінде автоматты түрде диаграмма құру әдістемесі (сурет 3.14).

Жарықшақтар диаграммалары автоматты түрде алудың осы компьютерлік бағдарламасы - тау жыныстарының құрылымды ерекшеліктерін модельдеуге негізделгендігі. Осы жай машинамен есептеу емес, компьютерге енгізілген және уақытқа байланысты өзгерістерді кіргізіп, алғашқы деректерді реттеп, талдау жасап отыруға мүмкіндік беретін бағдарламалық модуль. X - абсцисса осіне жарықшақтардың (A) бойлық азимуттары, ал Y - ордината осіне құлама бұрыштары (δ) салынады. Сонда нүктенің орнын келесі дискреттік функциямен өрнектеуге болады:

$$Z = (X, Y, n), \quad (2.6)$$

мұндағы Y - жарықшақтың құлама бұрышы; X - созылым азимуты;
 n – бұл нүктеде анықталған жарықшақтардың жиілік саны.

Бағдарлама алгоритмі жарықшақтарды өңдеуде үш санатта жүргізіледі.

Осы әдісте өлшенген жарықшақтар элементтері арасындағы байланыс - Z тік бұрышты диаграмма арқылы

Бірінші санатта бақылау нүктелерінің ең жиі жиналған жерлерін анықтауда және ең жиі жиналғандардың ішіндегі жарықшақтар жүйесіне жатпайтын, «кездейсоқ» өлшеулерді алынып тастау.

Екінші санатта қалған өлшеулерді жүйелерге бөліктеп, біріктіру. Ал, үшінші санатта нүктелердің арасын интерполяциялау арқылы үзік сызықтар алынады, кейіннен бұлар тегістеліп қисық сызықтар бейнесінде келеді.

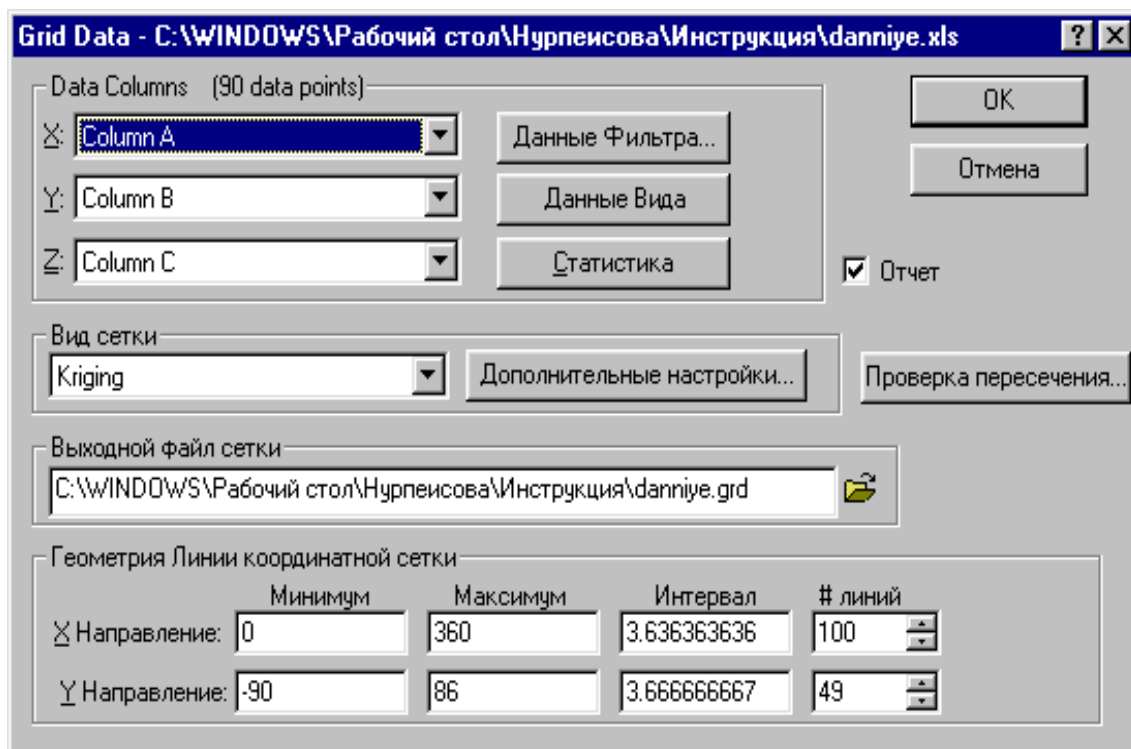
Осы тәсілді Golden Software Surfer 8.0 бағдарламасымен жүзеге асыруға болады. Геологиялық, топографиялық карталар жасауға және солармен жұмыс істеуге арналған осы Golden Software Surfer 8.0 бағдарламасын біздер тау жыныстары массивінің құрылымдық ерекшеліктерін моделдеуде пайдаландық.

Сонымен, осы тәсілді жарықшақтарды өлшеудің бастапқы мәліметтерін бағдарламаға енгізіп статистикалық өңдеуге, диаграммаларды құруға, принтерден шығаруға арналғандығын көреміз. Алынған деректер, мәліметтер карьер беткейлерінің жай күйін есептеуде және жылжу бұрыштарын алдын-ала болжауға мүмкіндік туғызады.

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

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

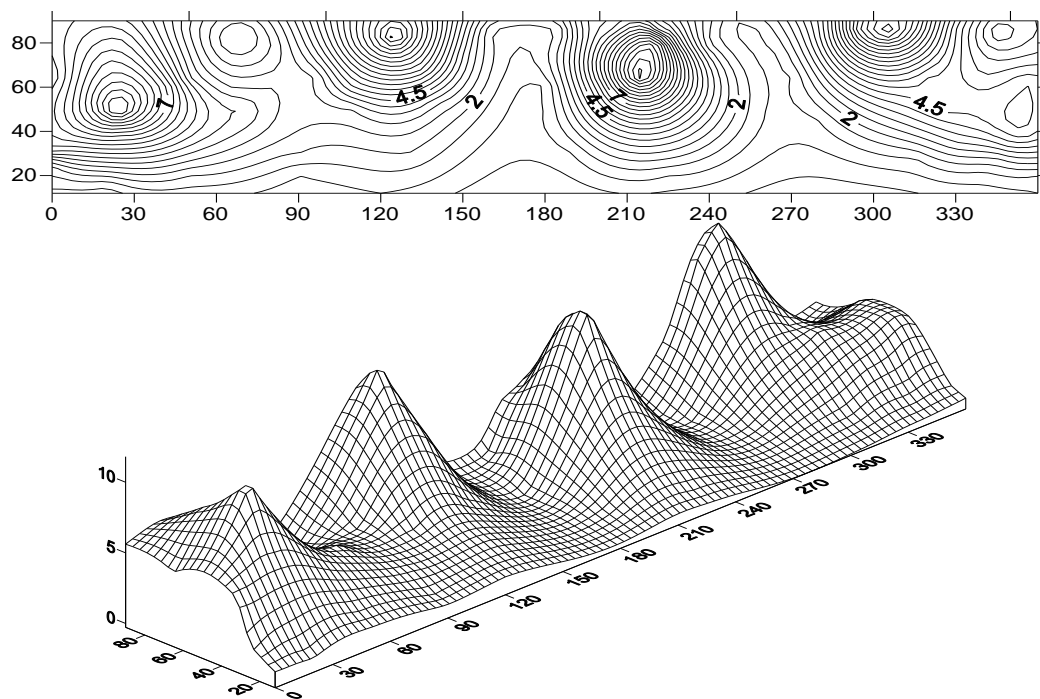
Бағдарлама X, Y, n координаталарын A, B, C бағаналарында іздестіріп табады. Жарықшақтар диаграммасын алу үшін құру файлы (сурет 2.15) жіберу қажет.



	A	B	C
1	180	50	1
2	190	30	1
3	190	30	3
4	200	60	6
5	200	70	7
6	195	90	5
7	215	65	12
8	217	75	11
9	220	80	10
10	218	85	8

Сурет 2.15 - Өңдеу журналы редакторының сыртқы бейнесі

Далалық өлшеу мәліметтерін компьютерлік өңдеуден алынған изосызықты бейне (диаграмма), тау жыныстары массиві жайында жаңа деректер пайда болған сайын толқтырылып, жаңартылып отырылады. Өңдеу нәтижелері: екі өлшемді (2.16, а-сурет) және үш өлшемді (2.16, ә-сурет) изосызықтар арқылы бейнеленеді.



Сурет 2.16 - Тау жыныстары жарықшақтарын компьютерлік өндеудің нәтижесі

2.5.4 Сілемінің құрылымдық ерекшеліктерінің геомеханикалық үдерістерге тигізетін ықпалы

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

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

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

Тау-кен жұмыстарының әсерінен тау жыныстары жылжыған (сырғыған)

кезде жаңа әліз беттер пайда болмайды. Кересінше, тау жыныстарының табиғи жарықшақтары мен тектоникалық жарылымдары, яғни байырғы әлсіз беттер арқылы жылжиды. Жаңадан пайда болған жарықшақтар бойымен сырғу сирек кездеседі. Жылжу үдерісі массивтің беріктігі, үйкеліс күшіне және жыныстардың бір-бірімен ілінісуіне тікелей байланысты. Әлбетте, бұл элементарлық блоктар арасында болатын жайт.

Деформация кезінде жарықшақтар арқылы бөлшектенген блоктар өзіндік деформацияға ұшырамайды, тек бір-біріне қарағанда орындарын өзгертеді де тұтас массив деформациясын береді. Массивті түзетін ірілі-кіші блоктар (бөлшектер) геологиялық шыңтас құрылымының элементарлық «кірпіштерін» құрайды. Жылжу үдерісі кезінде осы құрылымдық блоктардың кейбіреулері ғана әлсіз беттер арқылы сырғиды, Ол қандай блоктар? Қандай жарықшақтардан тұрады? Әлсіз беттердің сипаты қандай? Міне осындай сауалдарға жауап беру қажет.

Жер қойнауы көптеген заңдылықтарға толы табиғи зертхана екендігі мәлім. Солардың бірі тау жыныстарының жарықшақтар әсерінен әртүрлі құрылымдық блоктарға бөлінетіндіктері және ол блоктардың жер қойнауында бір заңдылықпен пайда болатындығы Майқайың карьерітау жыныстарының құрылымын зерделеуде дәлелденді.

Мәселен, балшықты тақтатастар блоктарының өлшемдері 2x3 см-ден 15-20см-ге дейін, ал пішіндері пластика тәрізді жұқа болып келеді және қабыршақталып бұзылады. Әк тастардағы жарықшақтар жүйелері арасындағы бұрыштар $38^{\circ}10'$ және $51^{\circ}50'$ - қа, шақпақ тастарда -30° , ал төменгі долмиттерде -32° және $57^{\circ}50'$. Ал, енді осы бұрыштардан тұратын блоктардың ұзындық өлшемдерінің қатынастары: 1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,8 және т.б. болып кете береді.

Құрылымдық блоктардың бұрыштары мен қабырғаларының пропорциональ қатынастары әлемдегі барлық геометриялық үйлесімділіктің (гармонияның) негізгі байланыс жүйесі болып есептелетін «алтын қима» заңдылығына сәйкес келеді.

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

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

Осы айтқанымыздың дәлелі ретінде Урал, Мырғалымсай, Алтай, Майқайың карьері рындарында жылжу бұрыштары мен жарықшақтар жүйелерінің арасында тығыз байланыс А.Г.Акимовтың[56], Ж.С.Ержановтың[57], М.А.Кузнецовтың[58], М.Б.Нұрпейісованың[59] еңбектерінде дәлелденіп атап өткен орынды. Шын мәнінде, осы жұмыстардағы ажырау бұрыштары β'' мен жарықшақтар құлау бұрыштары- δ бір-біріне тең келетіндігі және айырмашылығы $\pm (2 - 5^\circ)$ тан аспайтындығы анықталды (кесте 2.9).

Кесте 2.9- Рудалық кен орындарындағы ажырау бұрыштары мен жарықшақтар құлама бұрыштарын салыстыр

Кеніштер, профилдік сызықтар	Бастапқы параметрлер			Тау жыныстарының сипаттамалары		Жарықшақтар құлама бұрыштары		Ажырау бұрыштары β''		Айырма-шылықтары
	Н., м	α , град	γ , т/м	ρ , град	κ , т/м ³	δ_1	δ_2	По трещинам	Фактический	
Салаир, профиль 1-1	240	70	2,5	25	40	75	63	63	65	+2 °
Салаир, профиль П	300	70	2,5	25	40	75	63	75	80	+5 °
Ташпоголь, Профиль Д	320	90	2,5	25	40	60	50	50	48	-2 °
Чорух-Дайрон, 1-1	210	850	2,8	305	40	80	70	75	75	0
Успен, профиль Ш	250	90	2,7	30	40	85	50	80	84	+4 °
Золотушинск профиль 2	192	78	2,5	25	40	60	45	60	64	+4 °
Теклі, Профиль 2-2	300	70	2,8	32	37	60	55	55	60	+5 °
Молодежн. профиль П-П	340	82	2,8	33	46	75	60	75	75	0
Ақсай, Профиль 3-3	180	70	2,7	30	40	70	60	70	72	+2 °
Ақбақай, профиль П-П	300	82	2,7	34	50	85	80	85	85	0
Майқайың-В Профиль Ш	220	82	2,8	34	50	80	85	85	85	0

Осы айтылғандардан, тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін жан-жақты зерделеу нәтижесінде жарықшақтардың жер қойнауында пайда болуы мен таралуының өзіндік заңдылықтары бар

екендігіне және де тау жыныстарының деформациялануы сол заңдылықтармен тығыз байланысты екендігіне көз жеткіздік. Сөйтіп, жылжу үдерісі сырғу түрінде жүреді, яғни төмбе бүйір тау жыныстары жылжу

бұрыштарының – кері жаққа құлайтын жарықшақтар жүйелері, ал жатпа бүйір тау жыныстары жылжу бұрыштарының жаныстар қапарларының құлама бұрыштары арқылы сырғиды.

2.5 Карьер беткейлері мен тау жыныстары үйінділердің геомеханикалық жағдайын зерттеу

Майқайың карьері беткейлері тау жыныстары мен үйінділерінің геомеханикалық жағдайын 1971 ж. ВНИМИ, 1978-1999 ж. ВИОГЕМ 1999 ж. ҚарМТУ, 2011 ж. «Казгорпроект» зерттеген және 2015-2017 жылдар аралығында Мемлекеттік қаржыландыру гранты бойынша жүргізілген «Техногендік апаттардың тәуекелін басқарудың инновациялық әдістерін жасақтау жолымен төмендету» атты жоба аясында зерттелінуде.

Осы жұмысты жүргізу барысында кенорны бойынша жоғарыда келтірілген барлық тау-кен геологиялық және жобалық материалдар зерделенді, сонымен қатар карьер алабын көзбен қадағалау және карьер беткейлері мен кемерлерінің жай-күйі, орнықтылық жағдайы толық бақылауда болды (сурет 2.17).



Сурет 2.17 - Майқайың карьерінің жалпы көрінісі

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде карьер беткейлері мен тау жыныстары үйінділерінің деформациялануына кейбір учаскелердегі тау жыныстарының беріктілігінің төмендігі, суланғыштығы және жұмыс кемерлері параметрлерінің жоғарылап алынғаны себепкер болғандығы анықталды. Майқайың карьеріндегі деформацияланған учаскелердің бейнелері 2.18-2.20-суреттерде келтірілген.

Карьердің солтүстік-шығыс беткейінде 2016 жылы сырғу бет (2.18, а - сурет) және оңтүстік жағында опырыла құлау (2.18, ә - сурет) тіркелді.

a



ә



Сурет 2.18- Сырғу және опырылу деформациялары

Карьер беткейлері тау жыныстарының жағдайын қадағалау нәтижелері көптеген деформациялардың түрлерін анықтады, олар: көшкіндер, жарықшақтар, опырыла құлау, негіздердің ісінуі.



Сурет 2.19- Карьер түбінде шұңқырлар (воронки) пайда болуы

Карьердің оңтүстік-батыс бөлігіндегі үйіндінің негізі көтерілген, оңтүстігінде опырылу, құлау жоқ. Үйіндінің оңтүстік-шығыс бөлігінің 2-ші қабатында, ұзындығы шамамен 400 м жарықшақтар, ал солтүстік бөлігінде 80 м сырғу бет пайда болған (сурет 2.20).



Сурет 2.20 - Тау жыныстары үйінділерінің жоғарғы алаңында жарықшақтардың пайда болуы

Карьер төңірегінде ертеде болған деформациялар да тексерілді, олардың орындары сақталуда.



Сурет 2.21- Ескі деформациялардың орындары

Жүргізілген зерттеулер негізінде тау жыныстары үйінділері орналасқан жердегі инженерлік-геологиялық жағдай орташа деп айтуға болады.

Тау жыныстары үйінділерінде анықталған деформациялардың негізгі түрлері: көшкін, сырғу және опырыла құлау болып табылады. Үйінділер орнықтылығы бұзылуының, деформацияланудың негізгі себептеріне:

- ылғалданған, атмосфералық сулармен қаныққан тау жыныстарының көтергіштік қабілеттілігінің төмендігі;

- үйінділердің төменгі қабаттары биіктіктерінің шеттен асып кетуі және топырақпен жабу тәртібінің сақталмауы жатады.

Карьердің өндіріс алаңында орналасқан құрылыс нысандарының деформациялануына келесі тарауларда кеңінен тоқталамыз.

Екінші тарау бойынша тұжырым

1. Майқайың кен орнында жүргізілген зерттеулер негізінде кен игерудегі инженерлік-геологиялық және тау-кен-техникалық талаптар, барлау, ізденістер, сондай-ақ құрылысты салу және пайдалану кезіндегі карьер беткейлері мен үйінділердің геомеханикалық жағдайы, бірінші таруда ұсынылған геомеханикалық мониторинг жүргізудің әдістемесіне сәйкес егжей-тегжейлі қарастырылды.

2. Автордың тікелей қатысуымен ұсынылған әдістеменің 1 және 2 блоктарын, яғни кен алқабының геологиясы, тектоникасы, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері және құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуде үлкен көлемді жұмыс атқарылды. Карьердің терендігінің артуына байланысты тау жыныстарының анықталған физикалық-механикалық қасиеттері де өзгеретіндігі анықталды. Алынған деректер басқа кен

орындарында бұрын анықталған мәліметтермен салыстырылып, алынған аналитикалық-графиктік байланыстардың сенімділігі дәлелденді.

3. Тау жыныстары үйінділерінің орнықтылығын зертханалық және табиғи жағдайда зерттеудегі ВИОГЕМ, ҚарМТУ және «Казгорпроект» мекемелерінің алған нәтижелері ҚазҰТЗУдың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының 2015-2017 жылдар аралығында жүргізген жұмыстарының мәліметтерімен толықтырылды.

4. Таужыныстардың түрлеріне байланысты зертханадан алынған және қс мәндеріне әлсірету еселігі енгізіліп, таужыныстарының сілемдегі мықтылығы анықталды. Нәтижесінде мықтылық құжаты салынып, сырғу бетінің қисықтарын сызу үшін, әртүрлі мәндер алынды.

5. Кен орнында жүргізілген тікелей бақылаулар рудалар мен тау жыныстары түрлерінің инженерлік-геологиялық жағдайы мен карьер алаңының орнықтылық факторы бойынша аудандастырылғандығын толығымен растады. Карьер беткейлерінің орнықтылығының кейбір учаскелердегі бұзылуының негізгі себептері ылғалданған, атмосфералық сулармен қаныққан тау жыныстарының көтергіштік қабілеттілігінің төмендігі, сондай-ақ жұмыс кемерлері параметрлерінің жоғарылығы. Жүргізілген зерттеулер және кен-геологиялық мәліметтерді талдау нәтижесінде Майқайың карьері кемерлері қиябеттерінің деформацияға ұшыраған негізгі учаскелері анықталды.

6. Тау жыныстары үйінділерінің орнықтылық жан-жақты зерттелді. Бұл ретте, үйінділердің деформациялану үдерісінің сипаты мен дамуына үйінді негізінің әлсіз қабатының (саз балшық) қалыңдығы мен жатыс элементтері шешуші әсер етеді. Әдетте, үйінділердің бірінші ярустары деформацияға ұшырайды да төменгі аймақтағы тау жыныстарын сығып ылғалдандыра түседі және бұл денформациялар жылдың көктемгі-жазғы мезгілінде анық білінеді.

7. Үйінділер орнықтылығының бұзылуының негізгі себептері: ылғалданған тау жыныстары негіздерінің төмен көтергіштік қабілеті; үйіндіге жиналған сазды тау жыныстарының беріктігінің төмендігі; үйінді алабындағы ағын және атмосфералық сулармен шамадан тыс ылғалдануы; төменгі қабаттардың шекті биіктіктерден асып кетуі; топырақпен жабу тәртібінің сақталмауы және үйінді негізі мен бірінші қабаттың жеткіліксіз уақыт аралығында шоғырландырылуы.

3 КАРЬЕР ҚИЯБЕТТЕРІ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ МЕН ЖЕРАСТЫ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫҢ ӘДІСТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ

3.1 Карьер қиябеттерінің орнықтылығын аспаптық бақылау

3.1.1 Геодезиялық аспаптық бақылаудың әдістемесі

Рудалық кенорындарындағы геомеханикалық зерттеулер жүргізу және оның әдістемесін жетілдіру саласында ленинградтық, мәскеулік және қазақстандық геомеханиктердің ғылыми мектептері үлкен жұмыстар атқарды[60-64]. Қазіргі кезде геомеханикалық өлшеулер жүргізудің жалпы әдістемесі А.Г.Акимов, С.Г.Авершин, В.И.Борщ-Компониец, И.М.Бахурин, В.Н.Попов, М.Е.Певзнер, М.А.Кузнецов, М.Б.Нұрпейісова, Ф.К.Низаметдинов, И.А.Петухов және т.б. еңбектерінде кеңінен көрсетілген.

А.Ж.Машанов атамыздың шәкірттері таужыныстарының жарықшақтық тектоникасымен байланысты іргелі ғылыми жұмыстар жүргізуде. Бұл жұмыстардың ең бір ерекшеліктері, бұларда деформациялану үдерісінде таужыныстарының жарықшақтылығын есепке алу мәселесі өте орынды және дер кезінде қойылғандығында.

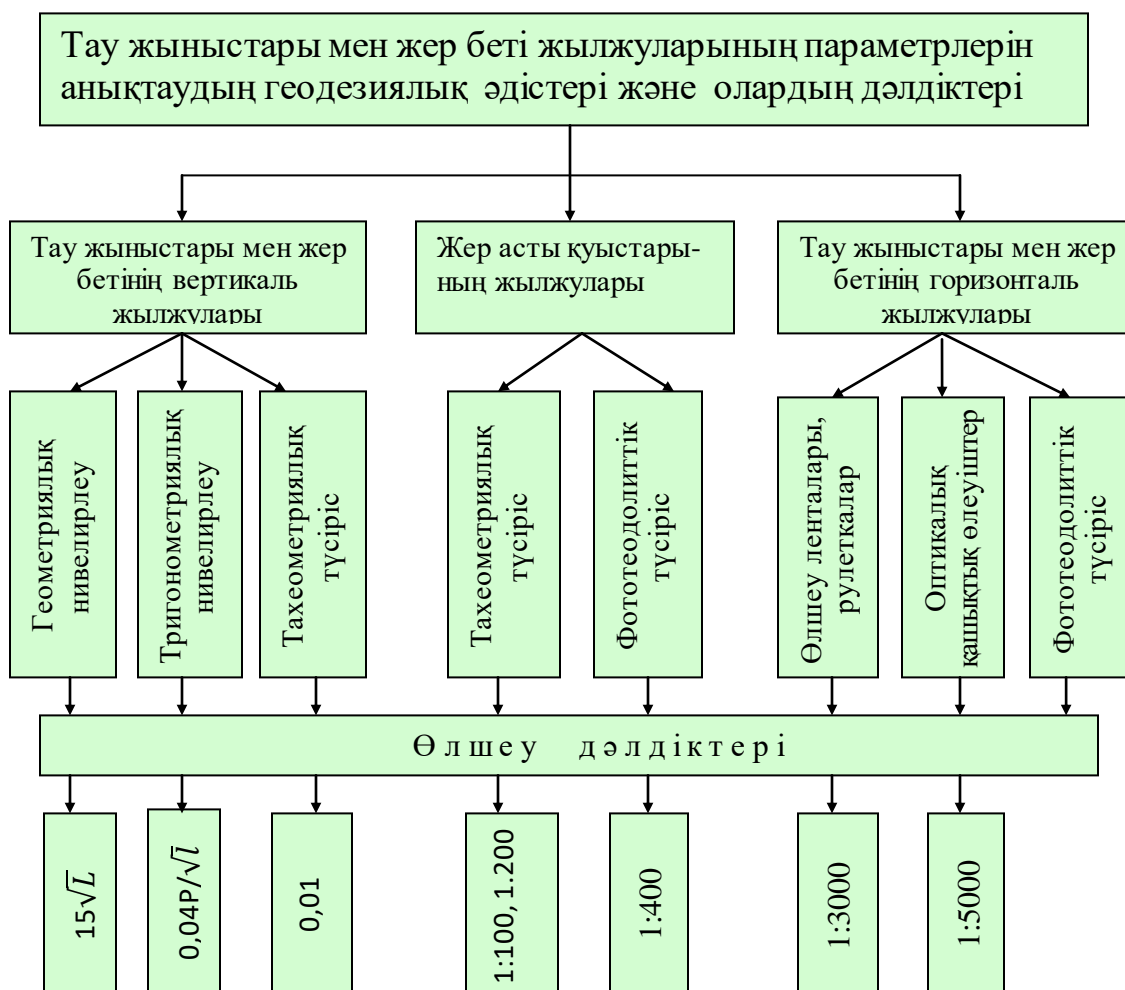
Мінекей осындай, құрама әдіспен (алғаш ашық, кейін жерасты) кен игеріп жатқан Майқайың кенорнында жылжу үдерісін зерттеу, яғни геомеханикалық мониторинг жүргізу 1990 жылдан бастау алған.

2010 жылы кенорнында бұрыннан белгілі геодезиялық пункттерді қайтадан қалпына келтіру және координаталарын осы заманғы аспаптармен анықтау жөнінде жұмыстар жүргізілген.

Әртүрлі жағдайларға байланысты Майқайың кенорнында 1990-2010 жылдар аралығында ешқандай бақылау жұмыстары жүргізілген жоқ.

2011 жылдан бастап «Майқайыңалтын» АҚ-ның сұранысы бойынша «Майқайың кенішінің 220 м қабатына станция салу және бақылаулар жүргізу» жұмысы жүргізіле бастады. Бақылау станциясының жербетіндегі жоғалған реперлері қайтадан қалпына келтіріліп, жерасты қазбаларының төбелері мен бүйір жақтарына қосымша реперлер салынды. Ол жұмыстарды техника ғылымдарының кандидаты және авторы О.А.Сарыбаев жүзеге асырды[42, с. 24-26]. Геодезиялық бақылаулар алғаш Та3М электронды тахеометрі, кейін нәтижелерін салыстыру мақсатымен «*Leica Geosystem*» фирмасының TCR1200 тахеометрі арқылы орындалды[49, с 44-46].

Геомеханикалық мониторинг жүргізуде геодезиялық аспаптармен бақылаулар жүргізу басты роль атқарады. Осыған орай, геодезиялық бақылау әдістерін жетілдіру мақсатымен, ертеректе (1990-2000 жылдар аралығында) жүргізілген геодезиялық бақылауларда қолданылған өлшеу әдістері мен олардың дәлдіктеріне талдау жасалынды (сурет 3.1).



Сурет 3.1 - 1900-2000 ж аралығындағы бақылауларды қолданылған геодезиялық бақылау әдістері мен олардың дәлдіктері

Негізі, мониторинг дегеніміз (латынның monitor – күні бұрын ескерту, сақтандыру деген сөзінен алынған) – жылжу үдерісінде – таужыныстары массивінің кен қазудың әсер-ықпалынан өзгеруін бақылау, бағалау, болжау және құрылыс нысандары мен жер қойнауын сақтаудың шараларын жасау. Аталған кенорнында жылжу үдерісін бақылау осы уақытқа дейін жүргізіліп жатыр және геомеханикалық мониторинг сол кәсіпорнындағы GPS технологиялары, электронды тахеометрлер, лазерлік нивелир, лазерлік рулеткалар, лазерлік сканерлермен жүргізілуде.

Геомеханикалық мониторингті (бақылаулар) инженерлік-геологиялық кентехникалық зерттеулермен біріктіріп кешенді жүргізу, деформациялардың алдын алады, олар өз кезегінде жылжу үдерісінің уақыт аралығында және кеңістікте дамуын болжауға, сонымен қатар қауіпті деформациялардың пайда болуына тежеу шараларын орындауға мүмкіндік жасайды.

Геодезиялық бақылаулар жер бетінде, жерасты қазбаларында салынған және арнаулы станцияларда орындалады.

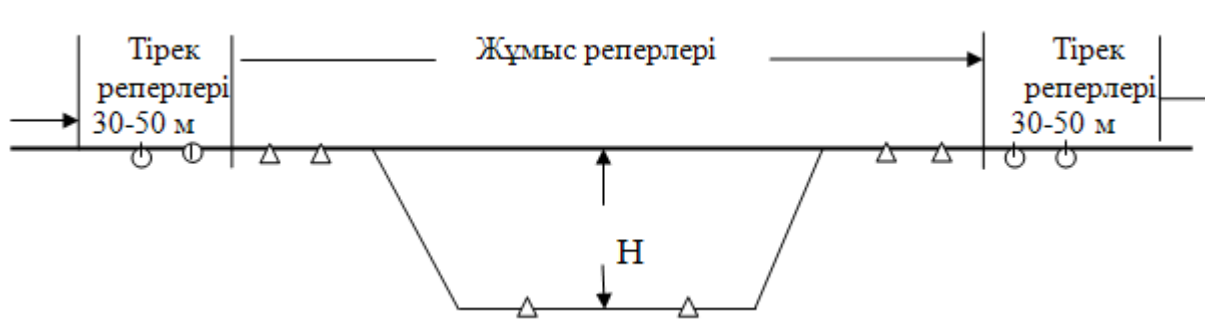
Жер үстіндегі бақылау станциялары – кен қазуда бірнеше қабаттарда жүріп жатқан кезде, жер беті жылжуының негізгі параметрлерін анықтау үшін орнатылады. Осындай бақылау станцияларының мерзімі екі, үш немесе одан көп жылдарға арналады. Сол себепті станция реперлері де ұзақ мерзімге лайықталып орнатылады. Майқайың кен орны жағдайында жер үстіне екі профильдік сызықтардан тұратын бақылау станциясы орнатылды.

Жерастындағы бақылау станциялары – тау-кен жұмыстарының тереңдігі 200 м-ге дейінгі жағдайда жылжудың жекелеген өлшемдерін, демек вертикаль және горизонталь жылжулардың жылдамдықтарын, тазарту қазбалары жанындағы жылжуларды анықтау үшін жерасты қазбаларында орнатылады. Станцияның жұмыс істеу мерзімі екі, үш жылға дейінгі аралық. Мұндай бақылау станциясы 220 м қабаттағы жерасты қазбаларында орнатылады.

Арнаулы бақылау станциялары – бір нысан астында ұңғып кен қазылып жатқанда, сол құрылыстарды қорғау үшін және қазу жүйесінің тиімді өлшемдерін таңдау мақсатымен орнатылып бақыланады. Арнаулы бақылау станциялары құрылыс нысанының іргетастарына, сол нысанның жылжу үдерісімен байланысын анықтау, жылу өлшемдерін алдын ала есептеу және құрылыс нысандары мен жер қойнауын жерасты кен қазу жұмыстарының зиянды әсерлерінен қорғау шараларын жасау үшін орнатылады. Арнаулы станцияларды салу және бақылау жұмыстары жайлы мәлімет диссертацияның 4-тарауында келтіріледі.

3.1.2 Майқайың кен орнында бақылау станциясын салу

Майқайың кенорнында карьер беткейлері тау жыныстарының орнықтылығын зеттеу мақсатымен жылжуға бейімді деген учаскелерге екі профильдік сызықтан тұратын бақылау станциясы орналастылды. Профильдік сызықтардың ұзындықтары вертикаль қималарда қабылданған жылжу бұрыштары арқылы есептеледі. Профильдік сызық ұзындықтары анықталғаннан кейін салынатын реперлердің саны мен конструкциясы анықталады. Әр профильдік сызықтар 3.2–суретте көрсетілгендей екі тірек және жұмыс реперлерінен құралады. Реперлердің конструкциялары негізгі таужыныстарының беріктігіне байланысты алынады. Тірек реперлері профильдік сызықтың жұмыс бөлігінен 50 м-ден кем емес қашықтықта салынуы керек, ал жұмыс реперлері арақашықтықтары 10-15 метр аралығында бейнеленеді.



Сурет 3.2 - Профильдік сызықтың құрылымдық бейнесі

Тірек реперлері профильдік сызықтардың бас жағына, жылжитын аймақтан алыс орнатылады және олардың саны екеуден кем болмауы керек. Ал, жұмыс реперлері болжамды жылжу аймағының ішіне орнатылады. Станция реперлерін маркшейдерлік-геодезиялық тірек пункттеріне горизонталь жазықтықта байланыстыру тұйықталған полигонометриялық немесе теодолиттік жүрістер, ал вертикаль жазықтықта біріктіру нивелирлеу арқылы жүргізіледі.

Бақылау станциясын жобадан жергілікті жерге көшіру геодезиялық тірек жүйелері пункттерінен бастап, аспаптар (теодолиттер, нивелирлер, метрлер, керу жабдықтары, тіктеуіштер және нивелирлік рейкалар) арқылы жүзеге асырылады. Профильдік сызықтар бойынша реперлер орнатылатын жерлерді, бір түзудің бойында ағаш қазығымен белгілейді және олардың мәндерінің ауытқулары 5 см-ден аспау керек.

Реперлердің конструкциясы және орнату тәсілі олардың таужыныстарымен сенімді байланысын және ұзақ мезгіл сақталуын қамтамасыз ету керек. Реперлердің конструкциялары ВНИМИ-дің Нұсқауларында [66] ұсынылған.

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

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

Карьерлер мен жер үстіндегі геодезиялық бақылаулардың нәтижелері мына жайттарды шешу үшін қолданылады:

- 1) қиябеттердегі деформациялардың, ығысуларды, жылжу үдерісі жылдамдығының мәндерін және деформациялану шекараларын анықтау;
- 2) беткей жағаларындағы массивтің бұзылу деформацияларының түрлерін анықтау;
- 3) деформацияға ұшыраған карьер беткейлері мен үйінділердегі тау-кен жұмыстарының қауіпсіз жүргізілуін қадағалау;
- 4) карьер қиябеттерінің орнықтылығына әсер ететін факторлар мен деформациялану үдерісі арасындағы тікелей байланысты анықтау;
- 5) деформациялардың алдын алу шараларының тиімділігін анықтау.
- 6) қиябеттердегі ығысуларды, деформациялардың, жылжу үдерісі жылдамдығының мәндерін және деформациялану шекараларын анықтау;
- 7) беткей жағдауындағы массивтің қирау деформацияларының түрлерін анықтау;
- 8) қиябеттердегі ығысуларды, деформациялардың, жылжу үдерісі жылдамдығының мәндерін және деформациялану шекараларын анықтау;
- 9) карьер беткей жағдауындағы массивтің бұзылу деформацияларының түрлерін анықтау;
- 10) карьер қиябеттерінің орнықтылығына әсер ететін факторлар мен

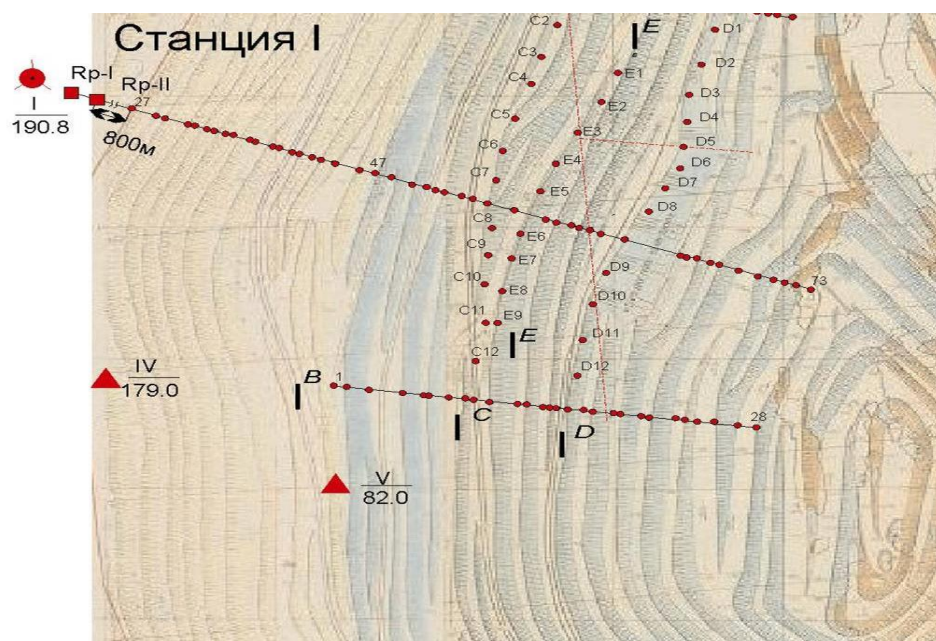
деформациялану үдерісі арасындағы өзара тікелей байланысты анықтау;

11) деформацияға ұшыраған беткейлер мен үйінділердегі тау-кен жұмыстарының қауіпсіз жүргізілуін бақылау.

3.1.2 Майқайың кен орнында бақылау станциясын салу

Бақылау станциясын салудың тәртібі мен бақылаулар жүргізудің әдістемесі ВНИМИ-дің (Одақтық маркшейдерлік ғылыми-зерттеу институтының) карьер беткейлері, қиябеттері және үйінділердегі деформацияларды бақылау үшін жасаған арнайы Нұсқауларында[67] толық жазылған.

Станция дегеніміз карьер кемеріне перпендикуляр етіп бір түзудің (профильдің) бойына бекітілген реперлердің қатары. Профиль сызықтары жұмыс және тірек реперлерынан тұрады. Тірек реперлеры болжаулы жылжу аймағының сырт жағында орналасуы қажет (сурет 3.3).



Сурет 3.3 - Жербеті бақылау станциясының жобасы

Карьер кертпештерінде үздіксіз жүріп жатқан жұмыстар маркшейдерлік бақылауға кедергі жасайды және бекітілген бақылау реперлері ұзақ уақыт сақталынбайды. Сол себепті маркшейдерлік бақылау қысқа уақыт аралығында жүргізіледі. Бақылау жұмыстарын жүргізу үшін карьер кемерлеріне бақылау станциялары орнастырылып, оларды тиісті уақыттарда аспаптар арқылы тексеріп тұрады.

Профильдік сызықтардың ұзындықтарын анықтауда, оның бір ұшы күтілетін жылжу аймағынан тыс жерде болуы тиісті. Профильдік сызықтар жұмыс және тірек реперлерінен тұрады. Тірек реперлері жылжу аймағынан тыс жерде орналастырылады. Карьер кемерлерінің алаңшаларына салынатын жұмыс реперлерінің арақашықтықтары профильдік сызықтың орналасқан

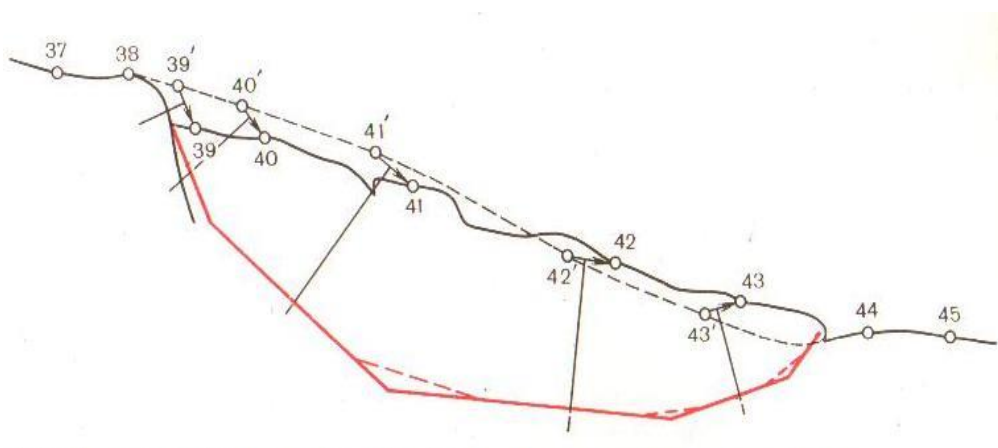
жеріне байланысты әртүрлі болып келеді. Әр алаңшадағы (бермадағы) жұмыс реперлерінің саны екіден кем болмауы керек.

Профильдік сызықтардың бас жағына, яғни жылжитын аймақтан алыс орнатылған тірек реперлерінің ұзақ уақытқа сақталуын қамтамасыз ету үшін терең қабатқа салынады. Тірек реперлері карьердің бастапқы пункттеріне байланыстырылады.

Орнатылатын реперлердің (жұмыс және тірек) конструкциялары ВНИМИ нұсқаулықтарына сәйкес қабылданып, оларды салуда реперлердің тау жыныстарымен берік байланыста болуын қамтамасыз ету тәсілдері қолданылады.

Геодезиялық бақылауларға барлық реперлерді нивелирлеу, олардың ара қашықтықтарын жобалау, өлшеу, шөгу және горизонталь жылжуларды анықтау үдерістері кіреді. Бақылау жұмыстарының нәтижесінде бақылау станциясының жобасы, профильдік сызықтардың қималары, репер векторларының жылжу графиктері бейнеленеді.

Массивтегі шөгу, созылу немесе сығылу деформацияларының мәндері және де әрбір профильдік сызықтар бойынша сырғу бетте жатқан нүктелердің жылжу векторлары арқылы карьер беткейлерінің сырғу беті анықталады (3.4-сурет).



Сурет 3.4 - Бақылау нәтижесінде сырғу сызығының орнын анықтау схемасы

Профильдік сызықтардағы реперлердің орналасуын бастапқы реперден бастап геометриялық нивелирлеу арқылы жобалайды. Бастапқы реперлердің биіктіктері Инструкцияға сәйкес III санаттық нивелирлеу әдісімен жүргізіледі. Сонымен қатар, профильдік сызықтар күрт құлама жерде орналасқан жағдайда тригонометриялық нивелирлеу жүргізіледі.

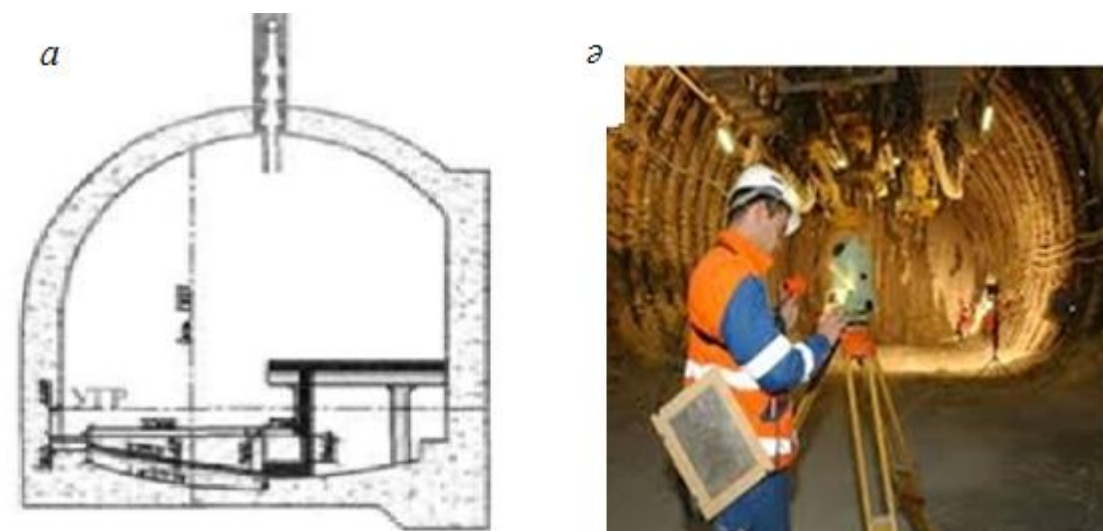
Аспаптық бақылаулар нәтижесінде алынған деформациялардың шамалары мен жылжу жылдамдықтары карьер кемерлері массивінің жағдайын бағалаудың және мүмкін болатын деформациялардың пайда болуына қарсы шаралар жасаудың негізі болмақ.

Таужыныстарының, одан кейін жер бетінің опырылып жылжуының заңдылықтарын болжау, геомеханикалық үдерістерді зерттеп, тау-кен

кәсіпорындарындағы жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету бүгінгі күннің маңызды мәселелерінің бірі. Жерасты қазбаларын игеру, оларды қауіпсіз пайдалану және пайдалы қазбаларды тиімді жүргізу – кәсіпорнының техникалық–экономикалық негіздемесінің инженерлік–геологиялық ізденістерінің негізіне «Тау-кен кәсіпорындарын жобалау және салу үшін инженерлік–геологиялық ізденістер бойынша нұсқа» және СНиП II–44–77 талаптарына сай жүргізіледі.

Кеніштерді салу мен пайдалану кезеңінде жер үсті және тау-кен қазбаларының деформациялануы жер бедерінің шөгуіне алып келеді. Жерасты қазбаларындағы геодезиялық мониторинг жерасты қазбаларының деформацияларын бақылау, бағалау жұмыстары шамамен барлығына ортақ жоба бойынша, және жерасты бақылау станциясының жобасына сәйкес орындалады. Жоба бойынша жерастындағы қазбалардың төбесіне (3.5, а–сурет) салынады. Аспалы репер (қада белгі) дегеніміз кен қазбасы төбесінде бекітілген, абсолюттік биіктігі нивелирлеу арқылы анықталатын белгі.

Жерастындағы қазбаларды аспаптық бақылаулар Leica Geosystems фирмасының электронды тахеометрімен орындалады (3,5, ә–сурет).



Сурет 3.5 - а-жерасты қазбасының төбесінде орнатылған репер;
ә-қазбадағы бақылау жұмыстары

Пайдалы кен қазбалары жерасты тәсілімен игеру барысында орындалатын геодезиялық бақылау жерасты қазбаларындағы болжамды және нақты деформацияларды анықтап, соларға талдау жасауға мүмкіндік береді.

3.2 Бақылау станцияларын салудың геодезиялық негіздемесі

«Майқайың В» кенорны территориясында маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізу үшін 2010 жылы геодезиялық негіздеме құрылған. Геодезиялық 4 пункт, тау-кен жұмыстарының әс ерінен жойылып кетпеу үшін алыстан көрінетін және орнықты жерлерге салынып, ұзындығы 2,9 км II –

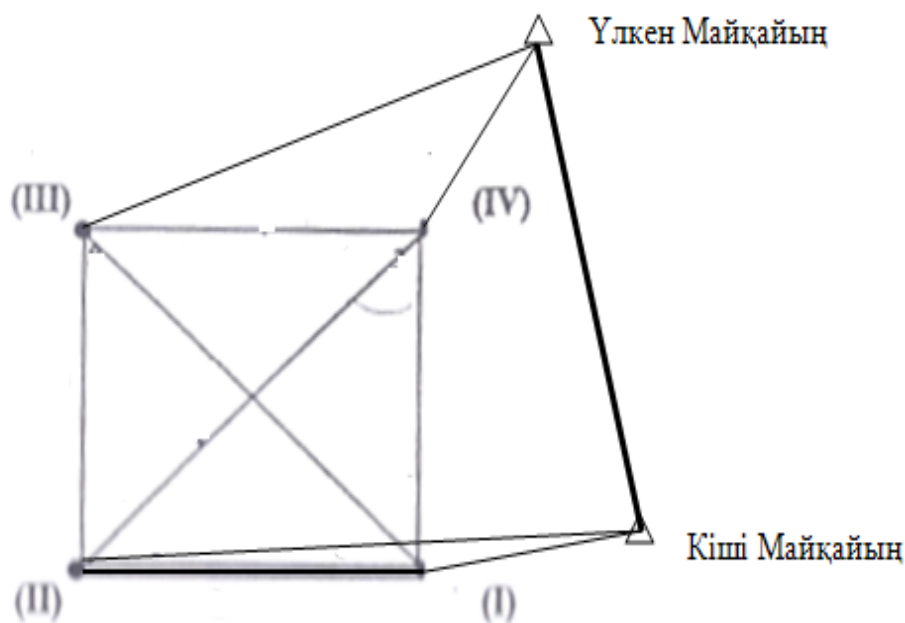
кластық нивелирлеу жүргізілген [65]. Геодезиялық негіздеменің жаңа пункттерін (I, II, III және IV) салу үшін Мемлекеттік геодезиялық тораптың «Үлкен Майқайың», «Кіші Майқайың» пункттерінен горизонталь бұрыштар мен базистік арақашықтықтар өлшенген .

Триангуляция пункттеріндегі бұрыштар орташа квадраттық қателігі $\pm 5''$ Dählta 010A теодолитімен өлшеген, ал IV- кластық нивелирлеу Н-3 нивелирімен атқарылған.

Реперлердің конструкциялары «Мемлекеттік геодезиялық пункттерді салу Нұсқауларының»[66] талаптарына сәйкес орындалған. Нивелирлеу Үлкен Майқайың мен «Кіші Майқайың» пункттерінен I, II, III және IV пункттерге қарай жүргізілді, жүріс қателігі $\pm 20\sqrt{L}$ мм аспады, мұндағы L, км - нивелирлік жүрістің ұзындығы.

Осы салынған геодезиялық негіздеменің координаталарын дәлдігі жоғары аспаптармен анықтау және шахта оқпандарына жақын (подходной) пункттерді қайтадан қалпына келтіру мақсатымен 2016 жылы Майқайың кеніші маркшейдерлік қызыметі геодезиялық жұмыстар жүргізді. Маркшейдерлік бөлімнің жұмысшысы ретінде осы геодезиялық негіздеменің координаталарын қайтадан анықтауға қатыстым. Барлық жұмыс «Leica Geosystem» фирмасының TCR1200 тахеометрі және нәтижелерін салыстыру мақсатымен GPS -жүйесі арқылы жүзеге асырылды.

Далалық өлшеу кезінде теодолит мен нысаналау маркалары 1 мм дәлдікте центрленіп, нәтижелері төртбұрышты теңестіру арқылы өңделді және олардың шекті қиылыспаушылықтары әр үшбұрышта $5''$ аспады (сурет 3.6).



Сурет 3.6 - «Майқайың « В » кенорнындағы геомеханикалық мониторинг жүргізудің геодезиялық негіздемесінің сұлбасы

Негіздеме координаталары жергілікті жерлік, ал биіктік белгілері Балтық теңізі биіктігі жүйесінде анықталды. Анықталған пункттерінің координаталары 3.1- кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 - Геодезиялық пункттер координаталарының каталогі

Пункттердің атаулары	координаты		
	X	Y	H
I	3095,629	57117,662	249,940
II	2899,279	57224,478	250,330
III	2600,493	56845,826	255,891
IV	2645,325	65724,099	255,571
Үлкен Майқайың	3068,06	55010,140	299,110
Кіші Майқайың	3900,29	57020,640	283,650

Қазіргі таңда жер беті мен онда орналасқан нысандардың деформацияларын зерттеуде геомеханикалық полигондарда және кеніштер аймағында геомеханикалық мониторинг жүргізу үшін жаңа технологияларды енгізу, қазіргі заманауи геодезиялық аспаптармен және бағдарламалық өнімдермен қамтамасыз ету жұмыстары жүргізіліп жатыр. Сондықтан да, GPS-технологиясын қолдану тау-кен өндірісі кәсіпорындарында кеңінен қолданыс табауда. Осыған орай, Қазақстан Республикасының территориясы геодезиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы тұрақты базалық станция жүйелерімен қамтамасыз етілген (сурет 3.7).



Сурет 3.7 - «Қазақстан Ғарыш Сапары» Ұлттық компаниясының тұрақты базалық станциялар жүйесі

«Қазақстан Ғарыш Сапары» Ұлттық компаниясының Республика аумағында бірнеше тұрақты базалық станциялары орналастырылған. Бұлар GPS немесе GNSS қабылдағыштарынан деректер жинақталып, RTK (нақтылы уақыт) режимінде роверлерге түзетпелер енгізіліп отырады.

Сондықтан да, Қазақстан аумағындағы геодезиялық жұмыстар тасымалды базалық станция мен тұрақты жеке базалық станциялардың көмегімен орындалады (сурет 3.8).



а) тасымалды және ә) тұрақты жеке базалық станциялар

Сурет 3.8 - Базалық станциялары

Сонымен, Майқайың кен орнында геодезиялық негіздеме пункттерінің координаталары электронды тахеометр аспабымен қатар Павлодар қаласында орналасқан базалық станцияға сүйене отырып жерсеріктік жүйе арқылы анықталды. Жерсеріктік бақылаулар нәтижелері «Leica Geosystem» фирмасының GPS қабылдағыштарының құрамына кіретін стандартты SKI бағдарламасы арқылы өңделді.

Жүргізілген өлшеулердің (TS1200 электронды тахеометрі мен GPS қабылдағыштары) дәлдігіне талдау жасалды. Бақылау жүйесіне торабы барлық ішкі бұрыштары мен арақашықтықтары өлшенген төртбұрыштан тұрады, олардың максимум арақашықтықтары орташа 1,5 км құрайды. Талдау нәтижесінде (кесте 3.2) электронды тахеометр және жер серіктіктен алынған мәндердің дәлдіктері бір-біріне ұқсас болып келетіндігін көрдік.

Кесте 3.2 - Электронды тахеометр мен жер серіктік ұзындық (S) өлшеулерінің салыстыру мәндері

Пункт-тен	Пунктке дейін	GPS арқылы анықталған S	TS1200 арқылы анықталған S	Кездейсоқ қателік dS	Салыстырмалы қателік-f
1	2	1359,266	1359,265	0,001	1/135930
2	4	1606,720	1606,714	0,005	1/32130
2	3	1220,430	1220,428	0,002	1/61020
1	4	1276,461	1276,465	-0,004	1/31914
1	3	1962,898	1962,896	0,005	1/39250
4	3	1340,789	1340,796	-0,003	1/44690
Қилыспаушылықтың орташа квадраттық қателігі				0,004	

Келесі формуламен орташа квадраттық қателік анықталады

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum ds^2}{n}} \approx 0.003 ; \quad (3.1)$$

мұндағы $n = 5$ өлшеулер саны

Салыстырмалы қателікті мына формуламен анықталды

$$f_{сал} = \frac{ds}{s} = \frac{1}{s \cdot ds} ; \quad (3.2)$$

Қорыта келе ой түйеріміз, нүкте координаталарын аз уақыт ішінде анықтауда ғаламдық радионавигациялық жүйелер кеңінен қолданылуда және де геодезиялық түсірістерде 3D сканерлердің қолданысқа ие болуы тау-кен кәсіпорындарының көптеген мәселелерін шешуге, әсіресе тау-кен нысандарының үшөлшемді моделдерін жасауға мүмкіндік туғызуда.

Сонымен, жер серіктік анықтаулар мен олардың нәтижелерін геодезия саласында қолданылу әдістемесін аяқталды деп есептеу дұрыс емес, өйткені техника мен аппаратуралар күннен күнге жетілдіріліп, олардың қолдану аясы да ұлғая түсуде [68].

Карьер кемерлерінің жай-күйін аспатық бақылаудың әдістеріне талдау жасау – қолданыстағы әдістерді әрі қарай жетілдіру қажеттігін көрсетті, яғни дағдылы геодезиялық жабдықтармен қатар лазерлік сканирлеу, электронды тахеометрия, фотограмметрия, ғаламдық жерсеріктік жүйелер, заманауи ақпараттық технологиялар мен радарлық интерферометрияларды қолдануды қолға алу.

Қазіргі таңда радарлық интерферометрияның: жерсеріктік және жердегі екі түрлі бақылаулары бар. Жер бетінің жылжуларын бақылауда жерде тұрып радиолокациялық мониторинг жүргізу әдісі Қазақстанда кеңінен таралуда. Жылжу үдерісін зерттеуде жердегі радарлық интерферометрия технологиясын қолдануды дүние жүзінде тек бірнеше ғылыми-зерттеу институттары мен мекемелер ғана қолданып келе жатыр.

Маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізуде электронды тахеометрлер мен жерсеріктік GPS аспаптарын кеңінен қолдану жылжу үдерісінің параметрлерін жылдам және өте жоғары дәлдікпен анықтауға және сол параметрлердің уақыт аралығында өзгерулерін қадағалап отыруға мүмкіндік туғызады.

Геодезиялық аспаптық бақылауларға барлық реперлерді нивелирлеу, олардың арақашықтықтарын өлшеу мен тахеометриялық түсірістердің өлшемдері жатады. Карьерлердегі үздіксіз жүріп жатқан тау-кен жұмыстары геодезиялық мониторинг жасауға кедергі жасайды және бекітілген бақылау реперлері ұзақ уақыт сақталынбайды. Сол себепті геодезиялық аспаптық бақылау қысқа уақыт аралығында орындалады.

Аспаптық бақылаулар нәтижесінде алынған деформациялардың деректері мен жылжу жылдамдықтары карьер беткейлері кемерлерінің массивінің жай-күйін бағалаудың және мүмкін болатын болжатылған деформациялардың пайда болуына қарама-қарсы қолданылатын шараларды жасаудың негізі болып саналады.

3.3 Геомониторинг жүргізудің дағдылы геодезиялық әдістері және оларды жетілдірудің жолдары

3.3.1 Жалпы мәлімет

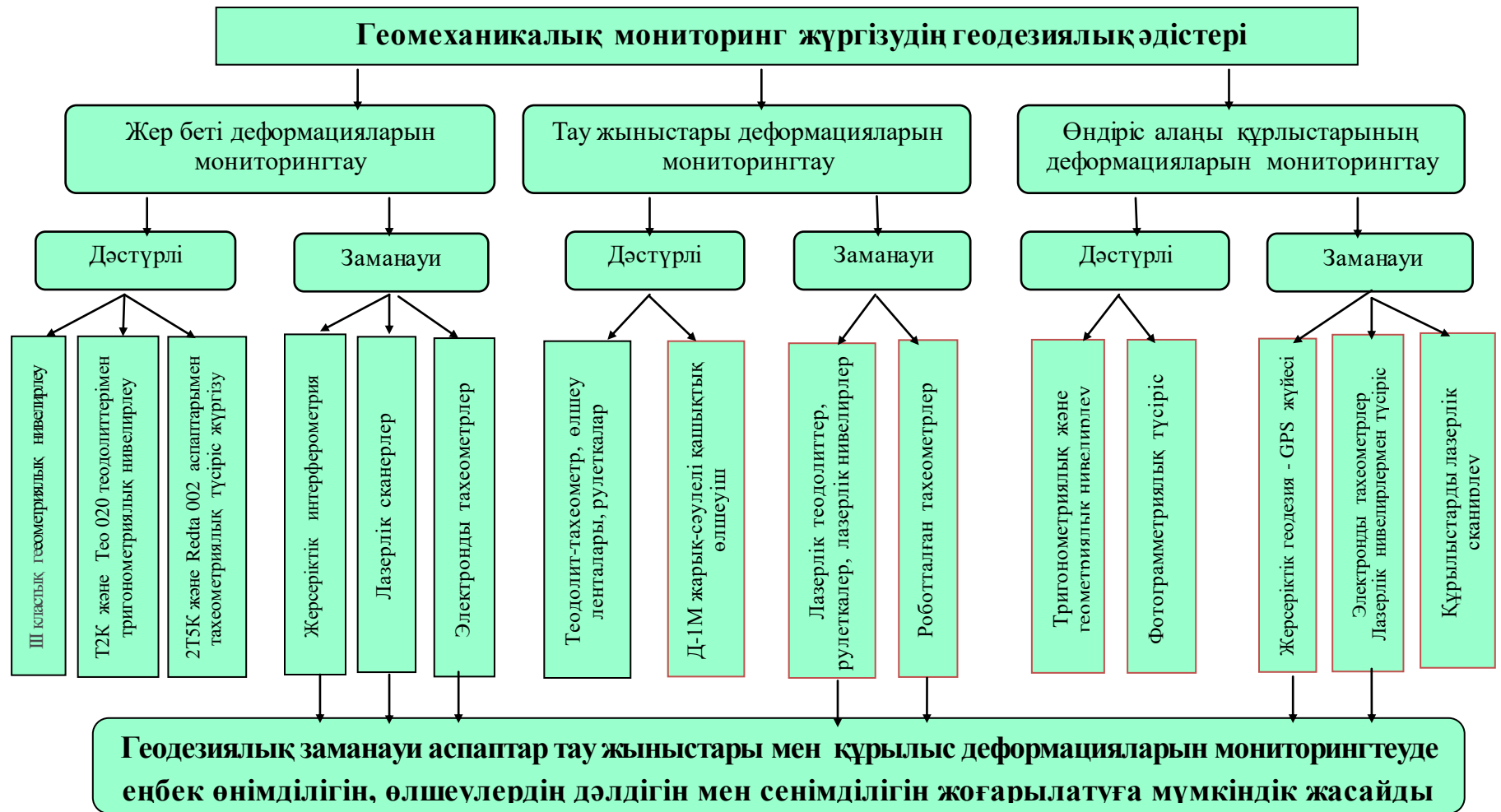
Қазір маркшейдерлік-геодезиялық, тау-кен, метро, құрылыс жұмыстары заманауи аспаптарсыз өз шешімін таба алмайды. Ал геомеханикалық мониторинг жүргізу – сол заманауи геодезиялық аспаптар саласында жоғары деңгейдегі біліктілік пен білімділікті қажет етеді.

Геодезия ғылымы мен техниканың соңғы он жыл ішінде қарқынды дамуы, жоғарыда айтып кеткен өндіріс салаларына көптеген электронды аспаптарды әкелумен сипатталады. Қазіргі таңда геодезиялық мониторинг жасауда атқаратын міндеттері мен құрамына сәйкес сан түрлі аспаптар қолданылады және олардың мәндерін камералдық өңдеу заманауи бағдарламалар арқылы жүзеге асырылады. Олардың басым бөлігі өлшеу мен есептеудің күрделі үдерістерін автоматтандыратын есептеу механизмдері электрондық, радио-техникалық құрылғылары дәлдігі өте жоғары құрылғылар.

Қазіргі таңдағы геодезиялық-маркшейдерлік бақылау өзінің жабдықталуы бойынша жоғарғы талаптарға сай болуы керек. Оның дәл және жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін, яғни электронды-лазерлік аспаптар, ғаламдық жерсеріктік қабылдағыштары (GPS), 3D сканирлеу жүйелері және геотомографтар және бағдарламалық қамтамасыздандырулары, тау кен массивін бақылау және басқару жүйелері болуы тиісті. Геодезиялық бақылаулар жүргізуде электронды тахеометрлер, жерсеріктік GPS аспаптары және лазерлік сканерлерді кеңінен қолдану жылжу үдерісінің параметрлерін жылдам және өте жоғары дәлдікпен анықтауға және сол параметрлердің уақыт аралығында өзгерулерін қадағалап отыруға мүмкіндік туғызады [69].

Дәстүрлі қолданылып жүрген құрылғылар арқылы бақылаудың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар таужыныстары массивінде жүріп жатқан нақты геомеханикалық үдерістерді жоғары дәлдікпен бейнелеп көрсете алмайды, сол себепті де дәстүрлі құрылғылар арқылы бақылауларға негізделген болжаулық өлшемдерді сенімді деу жеткіліксіз. Екіншіден, дәстүрлі құрылғылар арқылы бақылауларды жүргізу өте көп еңбек етуді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді дәл мезгілде алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді заманауи аспаптарды қолдану арқылы жоюға болады.

Техногендік жүйе нысандарын геомеханикалық мониторингтауда қолданылатын бұрынғы дәстүрлі және осы күнгі геодезиялық аспаптар туралы мәлімет 3.9-суретте келтірілген.



Сурет 3.9 - Техногендік жүйе нысандарын мониторингтаудың заманауи геодезиялық әдістері

Қазіргі кезде радарлық интерферометрияның: жерсеріктік және жердегі екі түрлі бақылаулары бар. Жер үстінің жылжуларын бақылауда жерде тұрып радиолокациялық мониторинг жүргізу әдісі Қазақстанда кеңінен қолданыс табуда. Жылжу үдерісін зерттеуде жердегі радарлық интерферометрия технологиясын қолдануды дүние жүзінде тек бірнеше ғылыми-зерттеу институттары мен мекемелер ғана қолданып келеді.

Маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізуде электронды тахеометрлер мен жерсеріктік GPS аспаптарын кеңінен қолдану жылжу үдерісінің параметрлерін жылдам және өте жоғары дәлдікпен анықтауға және сол параметрлердің уақыт аралығында өзгерулерін қадағалап отыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі геодезиялық жұмыстарда бірнеше инновациялық бағыттар бар, яғни электронды және лазерлік аспаптарды кеңінен өндіріске қолдану түсіру жұмыстарының өнімділігін және сапасын, жылдамдығын арттыру, деректерді өңдеу үдерістерін автоматтандыру, нәтижелерді сандық түрде алу және т.б. Геодезиялық мониторингтеуде соңғы жылдары жиі қолданылатын құрылғылар, аспаптар және олардың дәлдіктері жайлы мәлімет 3.3 - кестеде көрсетілген.

Кесте 3.3 - Өлшеу қателіктерінің орташа квадраттық қиылыспаушылығы

Маркшейдерлік бақылаулардың әдістері	Тірек реперлерінен жұмыс реперлеріне дейінгі арақашықтық, м	Нүктенің орнын анықтаудың ОКҚ, м	
		пландық $m_{x,y}$	биіктік m_z
Тахеометриялық	100	0,250	0,020
Геодезиялық бақылаулар, III кластық нивелирлеу	100	0,010	0,002
Фототеодолиттік әдіс, суреттерді график түрінде өңдеу	100	0,030	0,010
Фототеодолиттік түсіріс әдісі, нүктелердің жылжуын дифференциалды түрде анықтау	100	0,008	0,004
Стереофотограмметриялық әдіс	100	0,030	0,030
Аэрофотогеодезиялық әдіс	100	0,007	0,011
Лазерлік сканерлеу	100	0,050	0,050
Интерферометрия әдісі: жерсеріктік жердегі	1 Пиксель	0.500 0.001	0.500 0.001
GPS: статика	100	0.010	0.010
Кинематика		0.020	0.020

Карьер беткейлері кемерлерінің жағдайын геодезиялық аспаптық бақылаудың әдістеріне талдау жасау – қолданыстағы әдістерді әрі қарай жетілдіру қажеттігін көрсетуде, демек дағдылы геодезиялық жабдықтармен

қатар ғаламдық жерсеріктік жүйелер, лазерлік сканерлеу, электронды тахеометрия, заманауи ақпараттық технологиялар мен радарлық интерферометрияларды қолдануды қолға алу қажет.

3.3.2 Электронды тахеометриялық әдісті жетілдіру

Қолданыста жүрген дәстүрлі геодезиялық аспаптардың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар тау жыныстары массивінде жүріп жатқан нақты геомеханикалық үдерістерді дәл бейнелеп көрсете алмайды, сол себепті де дәстүрлі құрылғылармен бақылауларға негізделген болжаулық нәтижелерді сенімді деп ауыз толтырып айтуға болмайды. Екіншіден, оларды жүргізу өте көп еңбек етуді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді қажетті уақытта алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді электрондық тахеометрлерді қолдану арқылы түзетуге болады.

Электронды тахеометрлерді қолдану далалық өлшеулер мен камералдық өңдеулерді анақұрлым жылдамдатады, олар заманауи технологияларды маркшейдерлік және геодезиялық жұмыстарда қолдану талаптарына сәкес келеді. Қазақстанның көптеген кен орындарында, карьерлер қиябеттері жағдауы массивінің жай-күйін мониторингтеу үшін заманауи электронды тахеометрлер өндіріске енгізілген (3.10-сурет).



Сурет 3.10- Пунктте орнатылған электронды тахеометр

Заманауи аспаптардың бірі болып саналатын электронды тахеометрлерді ашық кен орындары жұмыстарында қолдану далалық өлшеулер мен камералдық өңдеулерді жылдамдатады, олар заманауи технологияларды

геодезиялық бақылауларда қолданыс талаптарына толығымен сәйкес келеді, сонымен қатар электронды тахеометрлері көбіне карьерлер қиябеттері жағдайы массивінің жағдайын қадағалау үшін де пайдаланылуда.

Қазақстанның көптеген кенорындарында геомониторинг жүргізудің бұрыштық және сызықтық өлшеулері Nikon, Trimble, Leica Geosystems, TOPCON тахеометрлері, роботталған тахеометрлер арқылы орындалады. Одан әрі қарай далалық өлшеулер нәтижелері әртүрлі өңдеу бағдарламаларында (CREDO кешені, Liscad, AutoCAD, Autodesk, Trimble Geomatics Office, CAD-Relief, TOPOCAD, қажет болған жағдайда нысанның үш өлшемді 3D моделін алу, координаталарын теңдестіру, горизонтальдар сызу) бағдарламалары қолданылады.

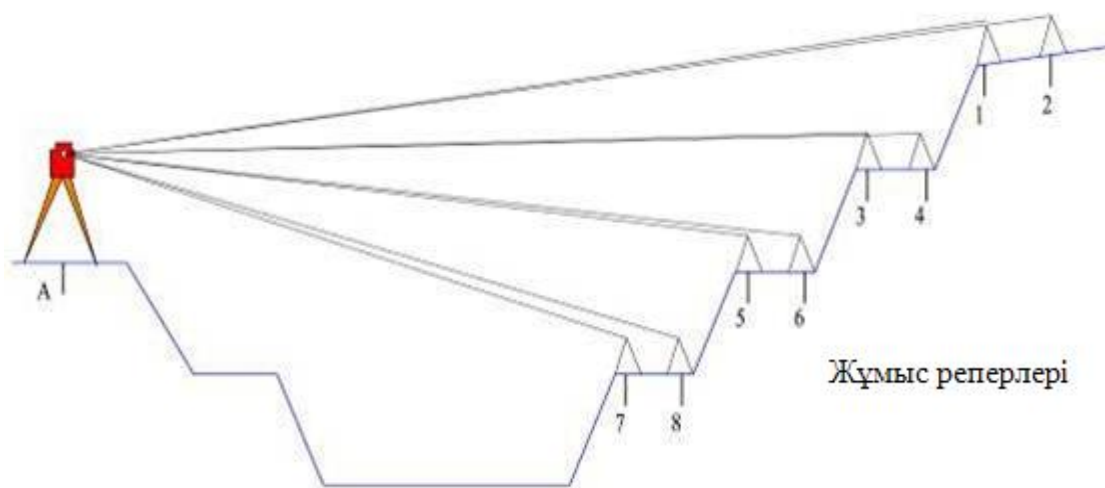
Өндіріс жағдайында электрондық тахеометрлер арқылы геомеханикалық бақылау жүргізудің көпжылдық тәжірибесі карьер беткейлерінің орнықтылығын аспаптық бақылаудың оңтайлы сұлбаларын орындауға мүмкіндік береді. Профильдік сызықтар ұзындығының шағын учаскелерінде бақылау станциясының 3.11-суретіндегі сұлбасы қолданылды.



Сурет 3.11–Профильдік сызықтың жармасы бойынша бақылау сұлбасы

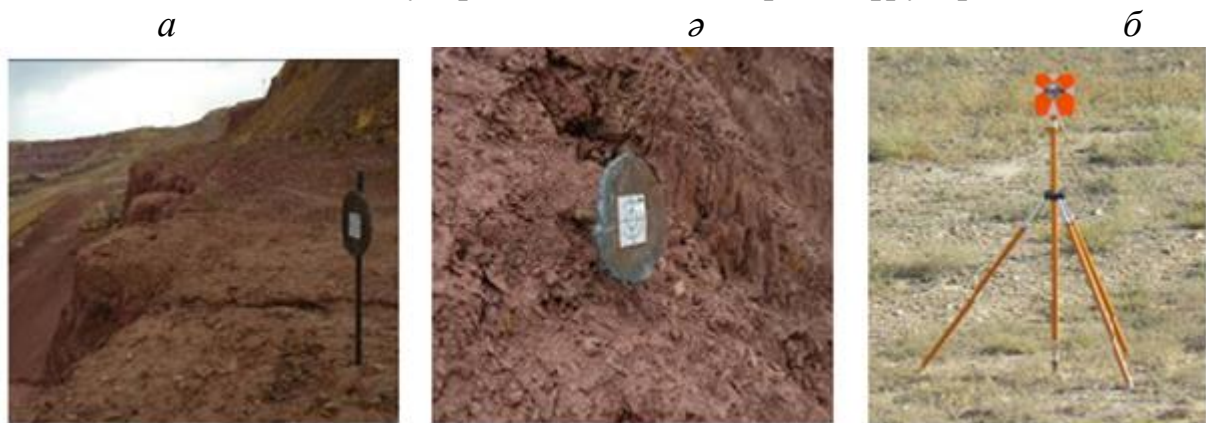
Мұндағы бақылаулар барлық жұмыс реперлері көрсетіліп тұрған жағдайда тірек реперлерінен (TP1, TP2) бастап қима бойымен жүргізіледі.

Реперлердің биіктік белгілерін электронды тахеометрмен берудің дәлдігі тригонометриялық нивелирлеудегі биікайырымды есептеудің қателік мәні бойынша анықталады. Мұндағы вертикаль бұрыштардың шамалары нешетүрлі болатындығы 3.12- суретте көрсетілген сызбада байқауға болады.



Сурет 3.12 - Вертикаль бұрыштарды және арақашықтықтарды өлшеу сызбасы

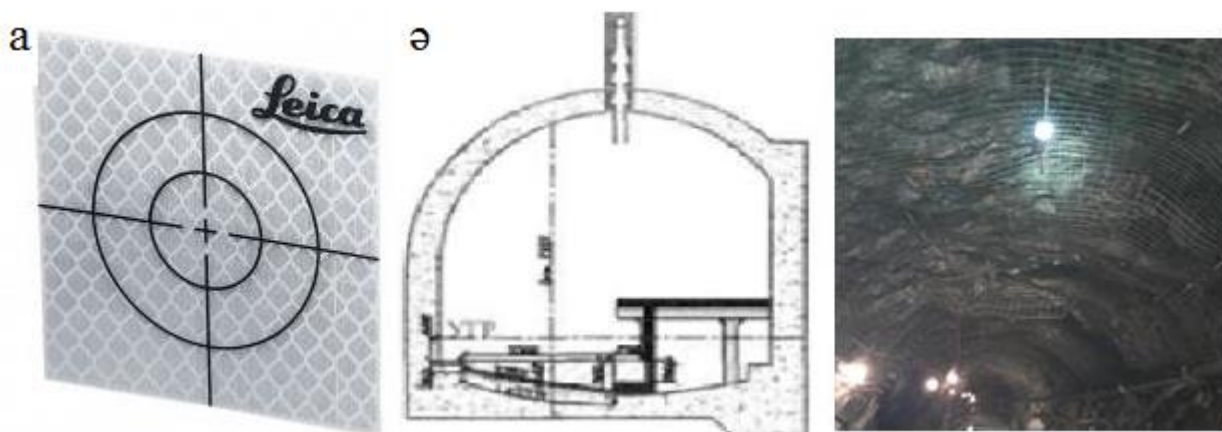
Профильдік сызбалардың қиябет алаңшаларындағы (бермалар) жұмыс реперлеріне тұрақты призмалы шағылдырғыштар орнатылады (3.13,а-сурет) немесе әдеттегідей реперлер орнатылып, оның үстіне аспап биіктігіне тең қадашағылдырғыштар (3.13,ә-сурет) салынады. Жұмыс репері алаңша деңгейінен 0,3-0,5 м биіктікте бақылаулар кезінде жақсы көрініп тұрулары қажет [70].



а, ә – карьер алаңшасындағы реперлер; б – репер үстіндегі шағылдырғыш

Сурет 3.13 - Салынған жұмыс реперлері

Бақылау жұмыстары кезінде әр жұмыс реперлерінің үстіне шағылдырғыштарды орнау ұзақ уақыт алады. Сондықтан, реперлерді мейлінше биіктеу қылып орнатып және әр реперге «Leica Geosystems» фирмасының бақылау маркаларын (жарқырап көрініп тұратын) жапсырып қою арқылы қадағалау арқылы жұмыс мерзімін үнемдедік (сурет3.14).



Сурет 3.14 - а-қадағалау маркасының сырт бейесі; б- жерасты қазбалары төбесіндегі репердегі қағалау маркалары

Бақылау маркаларын қолдану алғаш Ақжал кенорнының «Центральный» карьерінде орнатылып жүзеге асырылған. Осындай жетілдірілген бақылау маркалары Майқайың карьерінің екі қарама-қарсы беткейлеріне орнатылды[71]. Майқайың карьері кемерлеріндегі бақылау маркаларын қадағалау бақылау дәлдігін жоғарылатады және жұмыс өнімділігін арттыра түседі (сурет 3.15).



Сурет 3.15 - Инженерлік құрылыстар мен карьер кемерлеріндегі реперлері электронды тахеометрмен бақылау

Бұрыштық және сызықтық өлшеулер тек «Leica Geosystems» тахеометрлері қана емес TOPCON GTS – 800 А және TOPCON TPS 800 тахеометрлері немесе басқа да электрондық тахеометрлер арқылы орындалады. Далалық өлшеулер әртүрлі өңдеу бағдарламаларына (Liscad, CREDO-DAT, RGS, AutoDesk Survey) оңай жіберіледі және теңдестіріледі.

Осындай гедезиялық бақылау нәтижелері карьер беткейлерінің орнықтылығын есептеуде және т.б. инженерлік жұмыстарда қолданылады.

3.3.3 Карьер беткейлері тау жыныстарының деформациялануын лазерлік сканермен бақылау әдісін жетілдіру

Тау кен жұмыстарын орындау барысында карьер қиябеттерінің опырыла құлауы мен жылжуын лазерлік сканермен жүзеге асырған өте қолайлы [72].

Лазерлік сканерлеудің мақсаты карьер қиябеттерінде пайда болып бастаған жылжымалар мен опырылуларды дәл уақытында табу және күні бұрын ескерту, және де өндіріс алаңында жұмыс атқаратын адамдардың өміріне қауіпті және кәсіпорнында экономикалық зиян келтіретін деформацияларға қарсы шараларды орындауға мүмкіндік туғызу. Осы айтылған деформациялардың пайда болып көріне бастауын тек алыстан бақылау аспаптарымен ғана тиімді түрде қадағалауға болады. Әсіресе ашық кен қазу жұмыстарының жүргізуде қолдануға лайықтап швейцариялық «Leica» фирмасының жасап шығарған лазерлік сканерлері кеңінен қолданыс табуда.

«Leica» фирмасының жерүсті лазерлік сканерін әртүрлі климаттық жағдайда қолдануға болады, және ол сканердің сканирлеу жылдамдығы өте жоғары, сканирлеу дәлдігі 6 мм. Бақылаулардың нәтижесін жоғарылату үшін GPS-жүйесі мен 3D-сканерді біріктіріп орындауға болады.

Сканирлеуден бұрын дайындық жұмыстары жүргізіледі. Ол үшін карьердің периметрі бойынша, жағалауында және оның кемерлерінде карьер (толық көрінетін жерлерде) тұрақты нүктелер (пункттер) орнатылып, олардың координаталары анықталады. Сканер штативке орнатылып, жұмыс бабына келтіріледі (сурет 3.16) және әрі қарай сканирлеу жұмысы жүргізіледі.



Сурет 3.16 - а- жер бетілік тау-кен жер лазерлік сканері; б-сканирлеу және планшеттегі скандарды тексеру үдерісі

Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуде Leica фирмасының HDS4400 тау-кен сканерін қолданылды.

Әрі қарай жер беті лазерлік сканерімен бақылау жұмыстарын жүргізу үдерісін жетілдіруге тоқталамыз.

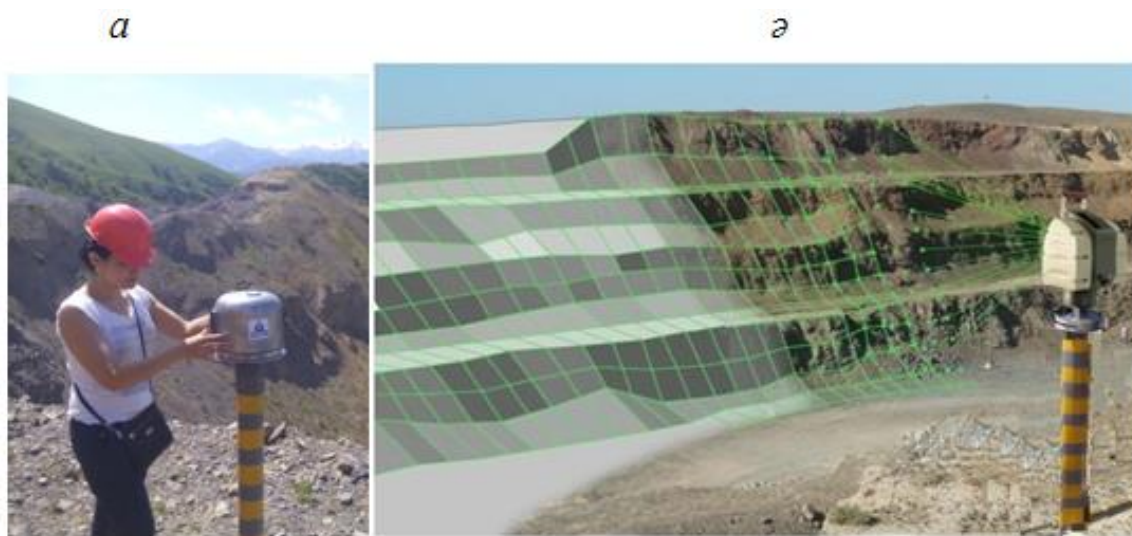
Лазерлік сканерлердің қай түрі болсын салмақтары біршама екендігі белгілі, оны далалық жағдайда иыққа іліп алып жүруге болмайды. Сол себепті

сканер өзінің сыртқы қобдишасымен бірге тасымалданады. Сөйтіп, жер беті мен тау-кен кәсіпорындарында орындалған көпжылдық аспаптық бақылаулар далалық жұмыстардың, әсіресе бір пункттен екінші пунктке аспаптар жиынтығын (аспаптың өзін, штативті, рейка және тағы аспапқа керекті басқа құралдарды) тасымалдау үлкен еңбек өнімділігін қиындататындығын көрсетеді. Міне осындай көпжылдық жұмыс тәжірибесі, тек аспапты ғана алып келіп үстіне орната салатын тұрақты грунттық реперді қолдану арқылы лазерлік сканермен бақылау әдісі жетілдірілді.

Тұрақты грунттық репердің жаңа нұсқасы (авторлары: М.Б.Нұрпейісова, Д.М.Қырғызбаева, А.Е.Орманбекова) ҚР патентімен расталған [73].

Жаңартылған грунттық репердің негізіне, өлшеу кезінде геодезиялық аспапты орнату үшін штативтің қажеттілігі болмайтын және аспапты центрлеудің дәлдігін жоғарылататын, сондай-ақ аспап орнату құрылғысын сыртқы әсерден, оның ішінде, атмосфералық әсерден қорғайтын, жер бетін геомониторингтеу кезінде пайдалануға қолайлы тұрақты грунттық репер салынған.

3.17-суретте жаңартылған сыртқы әсерден қорғайтын қалпағымен жабдықталған грунттық репердің сырт бейнесі мен тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеу үдерісі көрсетілген.



Сурет 3.17 - Репердің үстінгі құрылғысын жауып тұратын қалпақты ашу (а), тұрақты реперге орнатылған лазерлік сканермен карьер беткейі жарықшақтарын түсіру (б)

Осы тұрақты грунттық репердің екеуі Майқайың карьері беткейіне орнатылып бақылау жұмыстарын жүргізуде қолданылды. Нәтижесінде салынған бақылау станциялары реперлерінің пландық-биіктік координаталары алынды (сурет 3.18).



Сурет 3.18 - Майқайың карьеріндегі тұрақты реперге орнатылған Leica HDS8810 лазерлік сканері

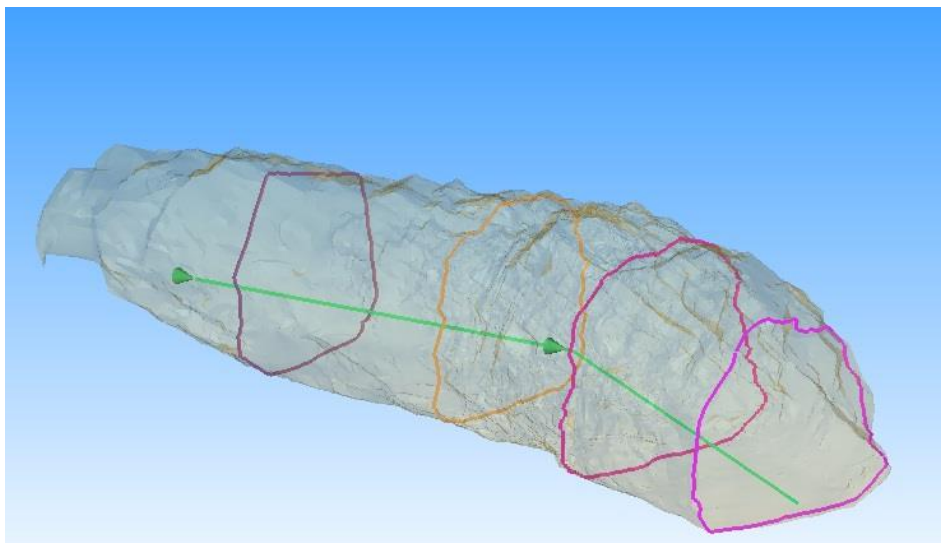
Сканирлеу жұмыстары аяқталғаннан соң, ерекше жарықшақталған, жылжуға ықтимал деген аймақтар бөлініп алынады (сурет 3.19).



Сурет 3.19 - Сканерлеу аймағын бөліп зерделеу

Карьер қиябеттерін лазерлік сканерлеу арқылы алынған электрондық нәтижелердің көлемі камералдық жағдайдағы барлық құрылымдық элементтерді: бұзылыстарды, жарықшақтарды, деформацияларды, литологиялық айырымдардың шекараларын және нысандарының 3D моделін

(сурет 3.20) алуға, сандық түрде массивтің моделін құруға және оны геомеханикалық есептерге кіргізуге мүмкіндік жасайды.



Сурет 3.20 - Жерасты қазбасының 3D моделі

Лазерлік сканерлеудің мәні өте жоғары жылдамдықпен лазерлік сәуленің таралуы арқылы сканер мен объектідегі нүктелерге дейінгі арақашықтықты вертикаль және горизонталь бұрыштарды өлшеуі болып табылады. Жұмыстың нәтижесі ретінде үш өлшемді 3D растрлық кескін яғни скан алынады, мұндағы нүктелер жиынтығын «нүктелер бұлты деп атап, ал осы скандарды біріктіру әдісін-тігу деп атайды. Тігуді дұрыс орындау үшін көршілес скандар жабынды аймақты құрулары тиіс және олардан бақылау нүктелері таңдалынады .

Жер беті лазерлік сканері жоғары дәрежелі автоматтандыруымен қоса кеңістік мәліметтерді алудың басқа түрлерінен келесі артықшылықтармен ерекшеленеді:

а) далалық жағдайда нысан нүктелерінің кеңістік координаталарын X, Y, Z анықтауға қажетті арақашықтық, вертикаль және горизонталь бұрыштарының өлшенуімен;

б) түсіріс кезінен бастап үш өлшемді шолу жасау мүмкіндігімен;

в) мәліметтерді бұзбай нақтылы алу тәсілімен;

Бақылау нәтижелерін өңдеу арнайы I – Site Studio бағдарламасы арқылы жүзеге асырылады және оның негізгі мүмкіндіктері келесідей:

1) карьердің кез келген нысандарының 3D моделін құру(3.20-сурет);

2) карьер қиябеттеріндегі, алаңшалардағы тау жыныстарының

құрылымдық бұзылыстарын тану;

3) уақыт аралығындағы жылжулардың динамикасын талдау;

4) геологиялық бұзылыстарды, жарықшақтарды және т.б.түсіру;

5) тау жыныстарының уақыт аралығындағы жылжулары мен жылдамдықтарын бағалау.

3.3.4 Карьер беткейлері деформацияларын автоматты бақылау

Қазақстанның пайдалы қазбаларын өндірумен айналыстатын бірнеше карьерлерінің тереңдігі 300 м асып кетті, олар: Качар, Ақчий-Спас, Қоңырат, Николаев, Соколов, Сарбай және тағы басқалары. Бұл карьерлерді «Соколов-Сарбай тау-кен өндірістік бірлестігі» (ССГПО) АҚ және «Қазақмыс» Корпорациясы сияқты ірі тау-кен өндіріс орындары (сурет 3.21) басқарды.



Сурет 3.21 - Соколов карьері

Өте терең карьер кемерлері қиябеттерінің орнықтылығын қамтамасыз ету және қадағалап отыру өзекті мәселесі болады. Бұл мәселені шешу - карьер қиябеттері жағдау массивтерінің жай-күйін кешенді зерттеулер жүргізу арқылы жүзеге асырылады. Карьерлердегі қиябет деформацияларын геодезиялық бақылау электронды аспаптар мен бағдарламалық өнімдерді пайдалану арқылы жүргізіледі, яғни автоматты және жартылай автоматты бақылау жүйелерін өндіріс жағдайына енгізуге мүмкіндік береді.

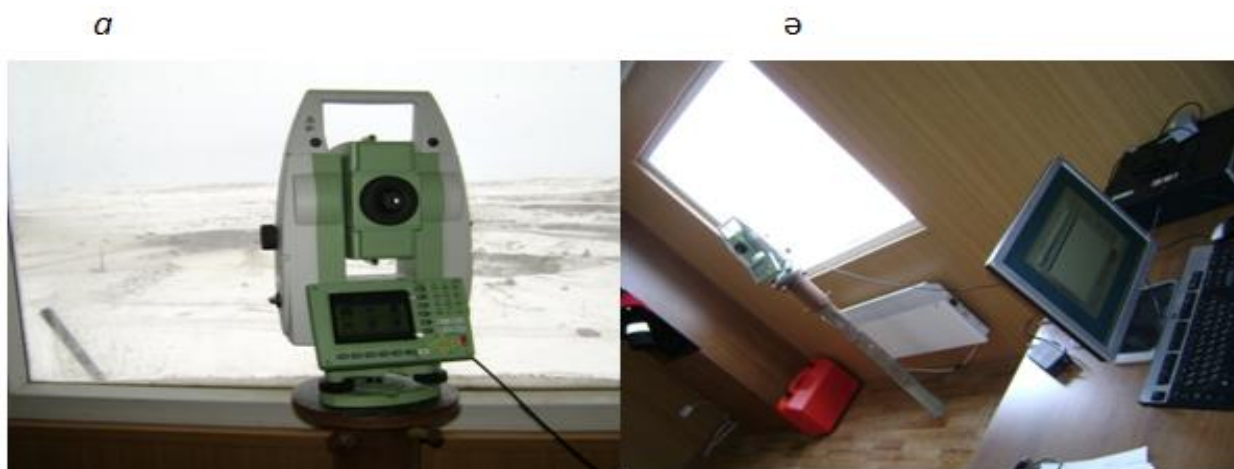
Деректерді автоматты түрде алу үшін бағдарламалық кешен пайдаланылады. Ол Microsoft басшылығымен жұмыс істейтін: Windows 95/98, Windows 2000 операциялық жүйедегі CREDO бағдарламасы, өйткені бұл кәзіргі кездегі ең қолайлы, заманауи графикалық интерфейсі бар операциялық жүйе[16].

Автоматтандырылған жүйенің әсерлі жұмыс істеуі үшін, бағдарламалық кешендерден басқа, бірнеше техникалық жағдайлар орындалуы тиісті (3.22-сурет):

- өлшеу күркесі (өлшеулер жүргізілетін пункт) орнын таңдау және орнату;
- аспап орнатылатын тұғырықтың (бағананың) конструкциясы;
- бақыланатын және қадағалау нүктелерін дұрыс жерлерге орнату.

Бақылау күркесі аспапты қоршаған орта әсерінен қорғау және дәлдігін жоғарлату үшін қолданылады (3.22, а-сурет).

Аспаптық бағана (3.22,ә-сурет) металдан немесе бетоннан жасалады. Оның биіктігі 2,2 ден 2,5 метр аралығында, 1,0 метр тереңдікке бетондалып бекітілген. Бағананың үстінгі жағында аспапты бекітетін винт және призмалық шағылдырғышы бар горизонталь алаңша орнатылады.



а- бақылау күркесінде орнатылған роботталған тахеометр;
ә- аспаптық бағана және компьютерлік стол

Сурет 3.22 - Васильков карьеріндегі автоматтандырылған бақылау жүйесі

Автоматтандырылған бақылау жүйесі Майқайың кен орнында қолданылмаса да, ол жайында мәлімет бере кетуді жөн деп көрдік.

3.4 Карьер қиябеттері мен жерасты қазбалары тау жыныстарының деформациялануын бақылаудың нәтижелері

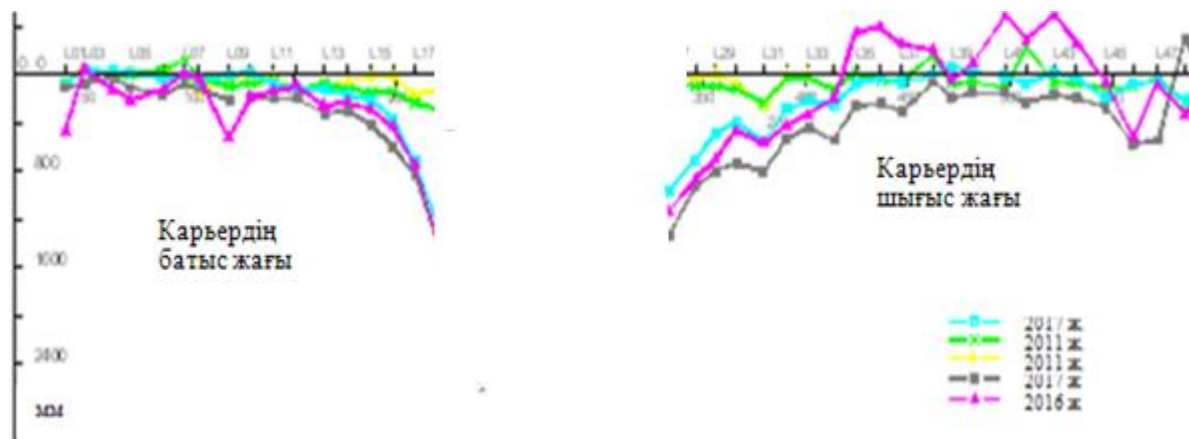
Карьерлер беткейлерінің абсолют деформацияларын бақылау профильдік сызықтарда жүргізілді. Бақылау жұмыстары жүргізу үшін алдымен бақылау станциясының жобасы жасалынып, сол жобаға сәйкес станция салынды және әрі қарай жүйелі түрде бақылаулар жүргізілді, әрі қарай өлшеу нәтижелері компьютерлік өңдеуден өтті.

Әрбір профильдік сызықтар бойынша ведомостар жасалынды, олар: реперлердің вертикаль бағытта сырғулары, профильдік сызық бойынша реперлердің горизонталь бағытта сырғулары, горизонталь деформациялардың (созылулар мен сығылулар), реперлердің векторлар бағытымен жылжу жылдамдықтары.

Сонымен қатар, графиктік құжаттар жыл сайын өзгерістермен, бақылау станциясының планы мен әр профильдік сызықтар бойындағы вертикаль қималары жаңадан пайда болған жарықшақтар, жарылымдар және т.б. толықтырылып отырылады. Әрі қарай айтылып отырған әдістеме бойынша Майқайың кен орнында жүргізілген бақылаулар нәтижелеріне тоқталамыз

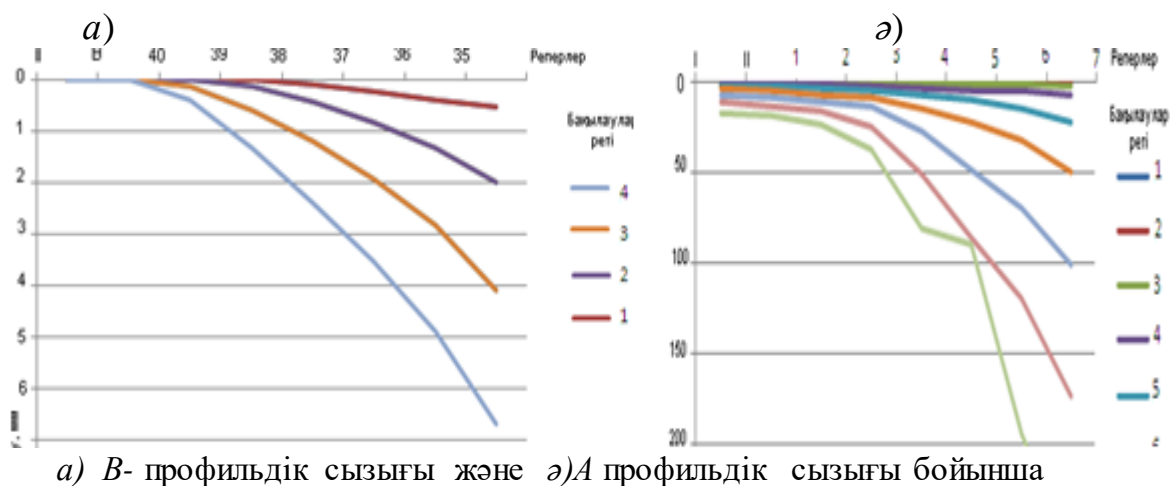
[74].

Майқайың карьерінің екі жақ беткейіне қарама-қарсы салынған бақылау станциясында 2016-2017 жж аралығында 3 рет, ал қысқа профильдерде 5 рет бақылаулар жүргізілді және олардың шөгу графиктері – 3.23, 3.24- суреттерде келтірілген.



Сурет 3.23 - I-I профильдік сызық бойынша реперлердің шөгу графигі

Карьер жағдаулары тау жыныстарының жылжу үдерісін зерттеуде вертикаль құрастырушы электронды тахеометр немесе лазерлік нивелир арқылы жүргізілген, дәлдігі жоғары қайталанған өлшеулер нәтижесінде анықталады. Электронды тахеометрмен нивелирлеу және жұмыс істеу кодталған сигналдарға негізделген.



а) В- профильдік сызығы және б) А профильдік сызығы бойынша

Сурет 3.24 - Қысқа профильдік сызықтар бойынша реперлердің шөгу графиктері

Сөйтіп, жүргізілген аспаптық бақылаулар 220 м қабат төбесіндегі тау жыныстарында айтарлықтай деформациялар байқалмағанды. Барлық

реперледегі анықталған шөгу белгілерінің сипатын сенімді түрде анықтау үшін, әрі қарай профильдік сызықтарды тазарту қазбаларына қарай ұзарта түсіп бақылауларды жүргізе берсек, геомеханикалық үдерістің табиғаты туралы дәлірек қорытынды жасай аламыз.

3.5-кестеде карьер қиябеттері деформацияларының жіктемесі келтірілген. Бұл жіктемеденің белгілері: карьер қиябеттерінің бұзылуы кезеңдері, даму мезгілі, деформациялану сипаты, жылжудың шамасы, орнықтылық қоры және экологиялық қауіп дәрежесі.

Кесте 3.4 - Карьер қиябеттері деформацияларының жіктемесі

Кезеңдері	Даму мезгілінің ұзақтығы	Деформациялану сипаты	Шөгу	Сырғу жылдамдығы	Орнықтылық қоры.	Қауіп дәрежесінің категориясы
Жасырын	Оншақты жыл	Ұсақ жарықшақтар	Оншақты миллиметрге дейін аралықта	Тұрақты жылдамдық	1,3 және жоғары	Қауіпсіз
Аралық-белсенді	Айлар-жыл	Көзге көрінетін ұсақ жарықшақтар жылжымалар, сусымалар	Оншақты миллиметр және одан жоғары	Үдей түсетін жылдамдық	1,3-1,2	Қауіпке бейім
Белсенді	Ай-апталар, сағаттар-минуттар	Жарықшақтармен шектелген алғаш сырғитын және кейіннен өлінетін массив	Метрлер және оншақты метрге дейін	Үдеудің өсе түсуі	1,1-1,0	Қауіпті

Қысқа мерзімде тау жыныстар массивінің жай-күйі жайында жылдам мәліметтер алу үшін, аспаптық бақылаулармен қатар салыстырмалы деформацияларды көзбен шолу жұмыстары да жүргізілді. Көзбен шолу бақылаулары жарықшақтар жүйелерінің дамуы геофизикалық аспаптар мен жабдықтар арқылы жүзеге асырылды.

3.5 Майқайың кенорнындағы геомеханикалық үдерістің даму заңдылықтары

Геомеханикалық үдерістерді алдын-ала болжау тау-кен өндіру өндіріс дамыған барлық елдер үшін маңызды мәселе екендігіне, 2005 жылы Австралияда өткен тау-кен соққылары мен шахталық сеймика жайындағы 6-Халықаралық симпозиумның материалдары дәлел[75]. Геомеханикалық

үдерістерді басқаруға барлық жерде көп көңіл аударылуда, оның дәлелі бұл тақырыпқа арналған жариялымдардың күннен-күнге өсуі [76,77].

Сонымен қатар, маркшейдерлік-геодезиялық тәжірибеде тау жыныстары массивінің жай-күйін, заманауи аспаптарды қалдану арқылы, геомониторингтеудің бірінғай әдістемесінің жоқтығы. Сондықтан да, массивтің жай-күйін бағалау және болжауда геомониторинг жүргізудің заманауи геодезиялық әдістерін енгізу – тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен кен орындарын игерудің экономикалық тиімділігін жоғарылатудың негізі болмақ. Соңғы он жылда, карьердегі маркшейдерлік мәселелерді шешуде, техникалық прогресс үлкен ықпал жасады.

Осы айтылғандардың барлығының Майқайың кенішінде тән сипаттары бар. Майқайың кенорнында карьер астын кеулеп қазудың әсерінен тау жыныстары массиві мен жербетінің жылжуын (терең орлар) ҚазҰЗТУ-дың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының ғылыми-қызметкерлері заманауи аспаптардың көмегімен зерттеді. Сондықтан да, іс-тәжірибеге электрондық, лазерлік аспаптарды және GPS технологияларын енгізуді ХХІ-ғасырда маркшейдерия, геодезия және басқа да шектес салалардағы айтарлықтай технологиялық жаңалық деуге болады.

Зерттеу жұмыстарының мақсаты, Майқайың алтын кен орнын құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтарын анықтау үшін, таужыныстары массивінің жай-күйін қадағалауда жоғары дәлдікті және түсіріс жұмыстарының өнімділігін қамтамасыз ететін, заманауи геодезиялық әдістерді өндіріске енгізу. Зерттеулерге зертханалық және шахталық жағдайдағы зерттеу, аналитикалық есептеулер, бақылау нәтижелерін математикалық статистика және компьютерлік модельдеу әдістері кірді.

Кендерді құрама тәсілмен игеруде тау жыныстары массивінің тек бір ғана учаскесіне ашық және жерасты тау-кен жұмыстарының әсерінен бір мезілде немесе бірінен кейін бірі, бірнеше есе жүктеме түсуіне байланысты, күрделі геомеханикалық үдерістер туындайды. Мұндай жағдайда, яғни массивке әсер ететін факторлардың көптігінен және олардың кеңістік пен уақыт аралығында өзгерісе ұшырап отыратындықтан, геомеханикалық жай-күйді бағалау өте қиын.

Майқайың кен орнын игерудің қоршаған ортаға, бірінші кезеңде тау жыныстарының кернеулі-деформацияланған күйіне тигізетін кері әсерінің көлемі, карьерлерде ірі жылжымалар, опырылулар, ал кеніштердің төменгі қабаттарында кысым мен кен соққылары сияқты күшті апаттарды туындататын, жер қойнауындағы техногендік бұзылыстар қатарына жатады.

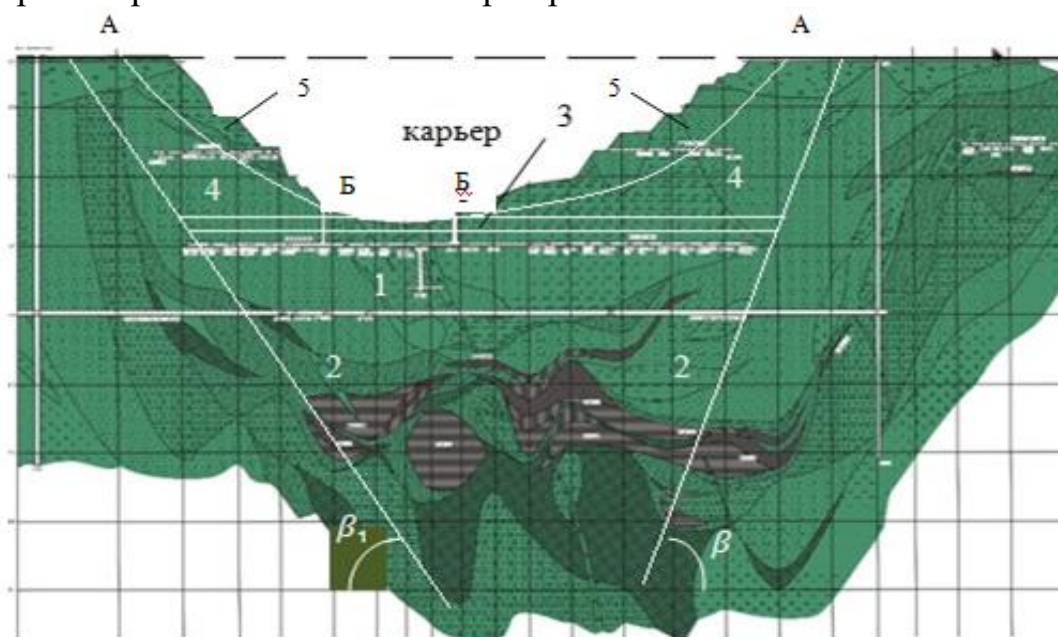
Геодезиялық жер беті және жерасты бақылуларында электронды тахеометрлер мен GPS аспаптарын кеңінен қолдану таужыныстары массивінің жылжу параметрлерін уақыт аралығында дәл және тез анықтауға мүмкіндік туғызады.

2016-2017 жылдар аралығында барлық рудалық желілерді қамтитын, екі профильдік сызықтардың тұратын бақылау станциясы салынды және карьер

беткейлері мен жерасты қазбаларының орнықтылығын қадағалау үшін Leica Geosystems фирмасының роботталған электрондық TC1200 тахеометрін қолданып бірнеше сериялы бақылаулар жүргізілді.

Электронды тахеометрді қолдану өлшеу үдерісін автоматтандырады. Сөйтіп, далалық жұмыстарға жұмсалатын уақытты, сонымен қатар, өлшеу деректерінің электронды түрде қалыптасуынан, өлшеу нәтижелерін камералдық өңдеу әжептәуір жеңілдейді.

Сөйтіп, Майқайың кен орнында көпжылдық кешенді геомеханикалық мониторинг жүргізу (2001-2010 жж) негізінде тау жыныстарының жылжу сұлбасы алынды (3.25-сурет). Мұнда: *жеңілденген және жоғарылаған кен қысымы* деген екі аймақтан, және де бір-бірінен айырмашылығы бар қасиеттерімен ерекшелінетін 5 зоналар бар.



зоналар: 1- опырылу; 2- жай иілу; 3 – шекті кернеулі күй (карьер түбі қабатындағы созылу және сығылулар); 4- сырғу призмасы; 5 – карьер жағдауы массиві; 4 және 5 зоналарды бөліп тұратын А-Б – сызығы(сырғу бет)

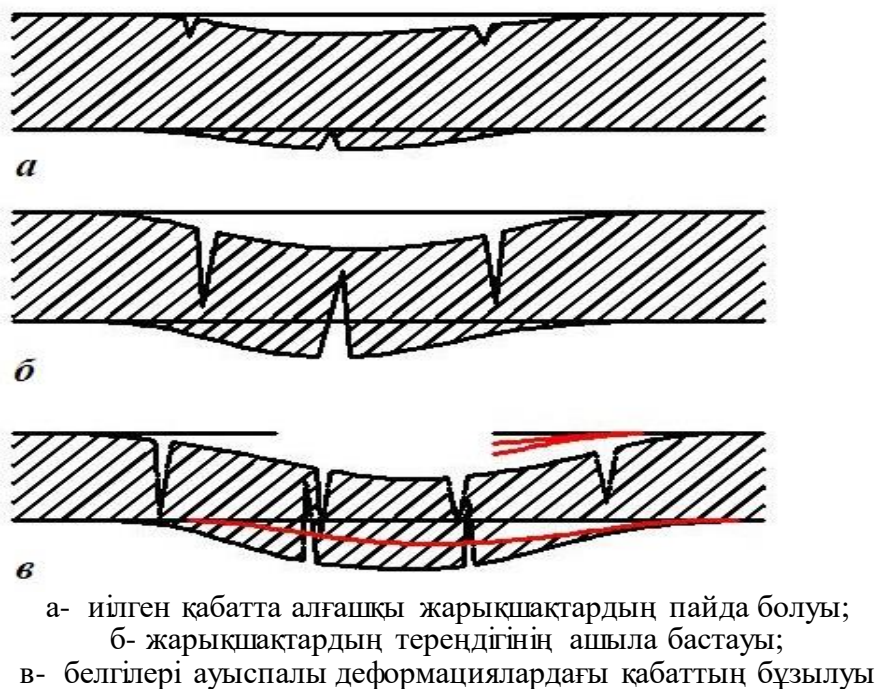
Сурет 3.25 - Құрама тәсілмен игерілетін Майқайың кен орны тау жыныстары жылжуының сұлбасы

Жеңілденген аймақ, массивтің әртүрлі дәрежедегі бұзылыстарымен сипатталатын опырылу, жарып өтетін және жергілікті жарықшақтар сияқты зоналарға бөлінеді. 3.25 -суреттегі сұлбаға сәкес, деформациялану жағдайына және жарықшақтарын түзілуіне байланысты негізгі 5 зонаны ерекше айтуға болады. Зоналардың сипаттамасы мен сандық параметрлері кен игеру кезіндегі тау жыныстарының геомеханикалық және гидрогеологиялық жай-күйін бағалауда пайдаланылады.

Кен орнының табиғи гидрогеологиялық жүйенің түбегейлі өзгеруі су нысандарының опырылу зоналарына түсіп қалған немесе бірнеше жарып өтетін жарықшақтары, немесе техногендік жарықшақтары бар иілу зоналарына кезіп қалған жағдайда болуы мүмкін[78].

Сонымен қатар, карьер түбінің (1-қабаттың төбелік кентірегінiң) және этажалық кентіректердің салмақ түсетін қабілетін зерттеуге баса көңіл аударылды. Кентіректер әдетте серпімді жағдайда болады, бірақ уақыт өткен сайын кентіректер пластикалық жағдайға, немесе аққыштық жағдайына (мәселен реологиялық үдерістердің дамуы салдарынан) көшуі мүмкін.

Тау-кен қазбалары төбесінің (карьерастын қабаты) опырыла құлауы тау жыныстарының беріктік шегінен (созылуға, сығылуға деген) асып кеткенде басталады, оның салдарынан массив жарықшақтар арқылы блоктарға бөлінеді. Массивте техногендік жарықшақтардың түзілу мен даму механизмі 3.26-суретте келтірілген[79].



Сурет 3.26 - Карьер астын кеулеу кезінде жарықшақтардың түзілу схемасы

Қабаттың иілуі салдарынан, онда созылу кернеуі туындайды және арлықтың белгілі бір шамаға жеткен кезінде беріктік үзілудің шегіне жетеді. Сол кезде қабаттың жоғарғы және төменгі беттерінде көлденең жарықшақтар пайда болады. Жарықшақтар арасының ұлғаюы, әрі қарай созылу кернеулерін туындатып, басқа да жарықшақтардың пайда болуына әкеліп сағады.

Майқайың кенорнын игерудің жай-күйіне талдау жасау екі ұстанымда жасалынды.

Біріншіден, массивтегі судан қорғайтын қабатта (СҚК), кеніштің бос қуыстардына (кен қазбаларына) су өтіп кететін каналдар болу мүмкіншілігі бар, қауыпты вертикаль жарықшақтардың дамуын бағалау.

Екіншіден, тау-кен жұмыстарының әсерінен қабаттың жоғарғы жағында әлсіз зоналардың пайда болу жағдайы қарастырылды, себебі ол зоналар жер бетіндегі нысандар мен инженерлік ғимараттарға шын мәнінде қауіп төндіруі ықтимал.

Үшінші тарау бойынша тұжырым

1. Майқайың кәсіпорнының Маркшейдерлік қызметі координаталары жоғары дәлдікпен анықталған геодезиялық негіздеме пункттарымен (бұрынғылары және жаңадан салынғандары) қамтамасыз етілді.

2. Карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатымен жүргізілген GPS бақылаулары, электронды тахеометр және лазерлік сканерлерді қолдану нәтижесінде карьер қиябеттері мен жер асты қазбалары деформациялары анықталды. Сөйтіп, «Геодезиялық заманауи аспаптармен бақылаулар жүргізудің және олардың нәтижелерін жаңа технологиялармен өңдеудің жетілдірілген әдістемесі – тау жыныстарының деформацияларын мониторингтеуде еңбек өнімділігін, өлшеулердің дәлдігін мен сенімділігін жоғарылатуға мүмкіндік жасайды» атты ғылыми қағида дәлелденді.

3. Майқайың кен орнында кешенді геомеханикалық мониторинг жүргізу негізінде тау жыныстарының жылжу сұлбасы алынды. Мұнда: жеңілденген және жоғарылаған кен қысымы деген екі аймақтан, және де бір-бірінен айырмашылығы бар қасиеттерімен ерекшелінетін 5 зоналар анықталды. Майқайың кен орныдағы геомеханикалық үдерістің даму заңдылықтары Scopus базасындағы журналда жария болды.

4. Өз кезегінде, геомеханикалық болжаудың нәтижелері техногендік бұзылыстар шоғырланған зоналарды айқындап және бөле зерттеу үшін геодезиялық бақылаулар жүргізілетін ең қауіпті учаскелерді айқындауда қолданылады және үлкен роль атқарады. Жүргізілген зерттеулерден алынған іс-тәжірибелік және теориялық нәтижелердің өндіріске енгізілуі тау-кен кәсіпорындарда таужыныстары массивінің жай-күйін анықтаудағы жүргізілген көп жылғы аспаптық маркшейдерлік бақылаулармен дәлелденген.

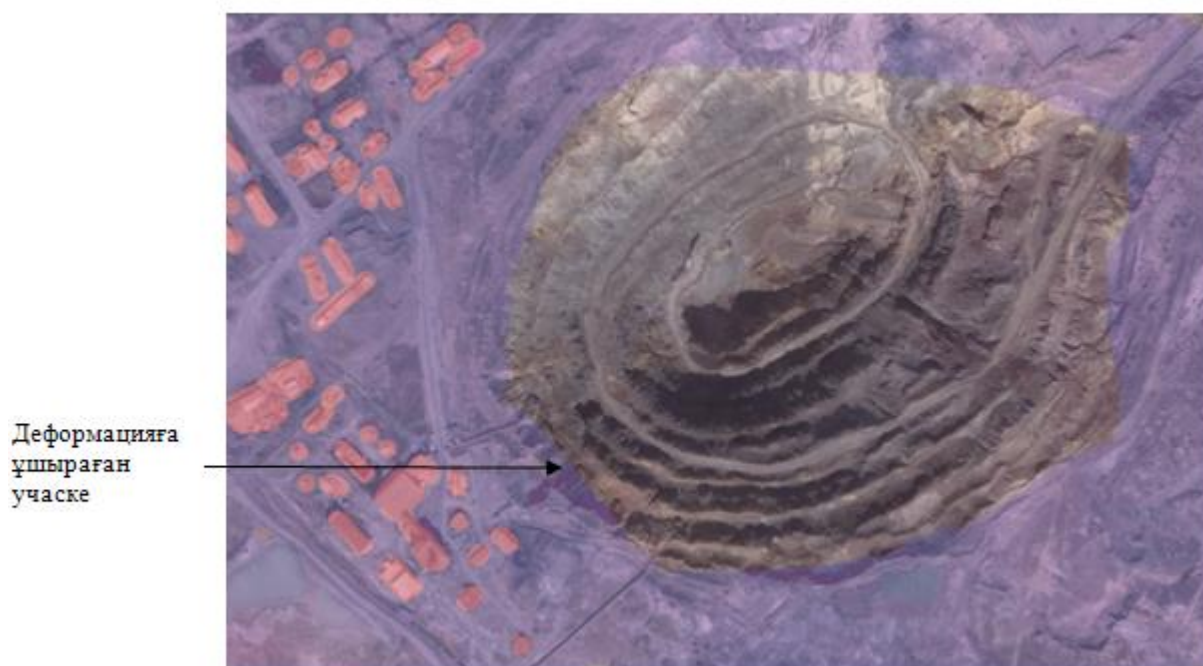
5. Зерттеу жұмыстарының нәтижелері «Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі», атты монографияға және Майқайың кен орнына арналған әдістемелік нұсқауларға негіз болды және олар Қазақстан Республикасының жоғарғы оқу орындарында тау-кен мамандарын және магистранттар мен PhD докторларды даярлауда оқу үдерісінде пайдаланылуда.

4 ТАУ-КЕН КӘСПОРНЫ АЛАҢЫ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ

4.1 Майқайың кенорны өндіріс алаңындағы құрылыстар жайлы мәлімет

Тау-кен кәсіпорындарында көптеген технологиялық үдерістерді қамтамасыз ету үшін өндіріс алаңына инженерлік құрылыстар орналастырылатыны жайлы 1-тарауда айтып кеткенбіз. Олар техногендік және антропогендік факторлардың әсерінен олардың орындары тік және горизонталь жазықтықтарды өзгеріске ұшырауы мүмкін (сурет 4.1). Осы әсерлер уақтылы анықталмаған және ешқандай шаралар қолданылмаған жағдайда, инженерлік құрылыстар бұзылып, пайдалануға жарамай қалуы мүмкін. Сондықтан, олардың жұмыс істеу кезінде -геодезиялық бақылаулар жүргізіп отыру қажет [81, 82].

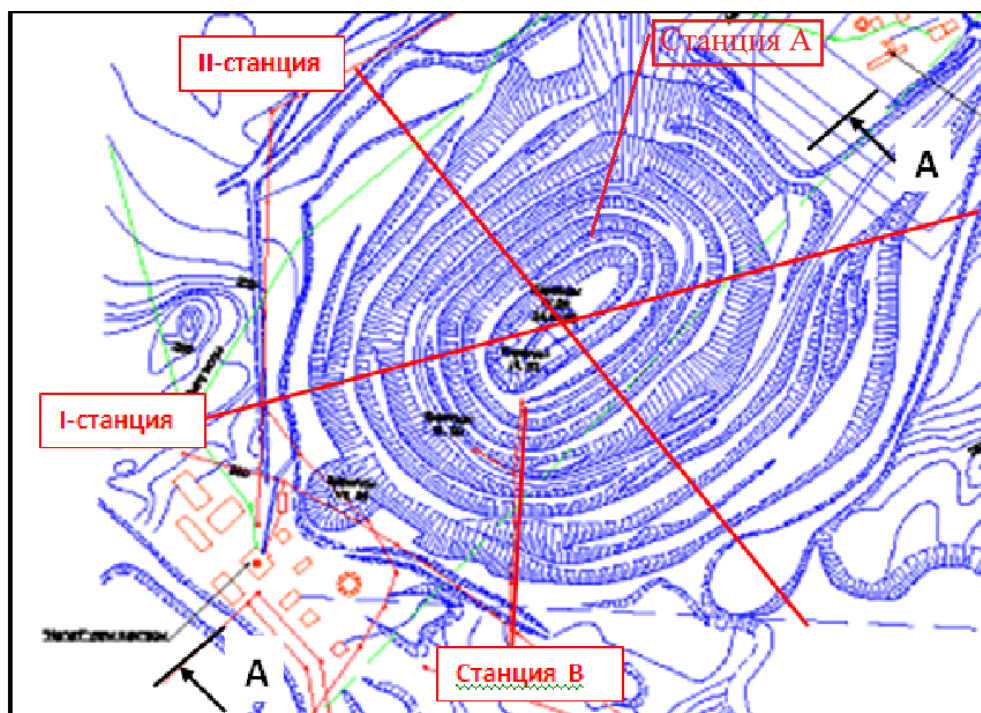
Майқайың кен орны өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстарға ғарыштан көз тастайтын болсақ (сурет 4.1), олар карьердің оңтүстік – батыс жағында орналасқандығын және сол құрылыстар орналасқан аймақтағы карьердің жоғарғы кемерлеріндегі деформацияларды да айқын көруге болады.



Сурет 4.1- «Майқайың «В»кенорны карьері мен оның өндіріс алаңында орналасқан құрылыстардың ғарыштық суреті

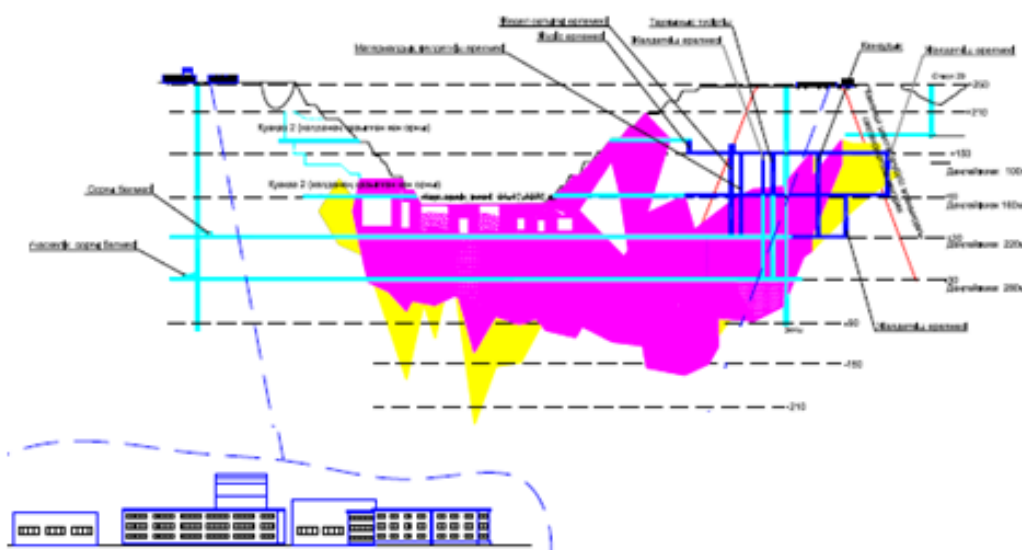
Енді осы кеніштің ситуациялық планына (сурет 4.2) қарайтын болсақ, дәл жоғарыдағы ғарыштық суретпен сәйкес келетіндігін байқаймыз. Бұл суреттегі I және II станциялар жер бетіне ұзақ уақытқа салынған және оның тірек реперлері кеніштегі геодезиялық негіздемеге байланыстырған. А және В

станциялары қысқа профильдерден тұрады. Құрылыс нысандарын бақылауды қамтамасыз ету мақсатымен I және B станцияларының тірек пункттері өндіріс алаңы құрылыстарына жақын орналастырылған.



Сурет 4.2 - Бақылау станциясының карьер және өндіріс алаңымен біріктірілген планы

Сурет 4.2-А-А сызығы бойынша алынған қимада да өндіріс алаңы нысандары анық көрсетілген (сурет 4.3).



Сурет 4.3- А-А сызығы бойынша қима

Енді осы өндіріс алаңындағы құрылыстарға келетін болсақ, олар шахтаның көтергіш кешені, байыту фабрикасы, электр желілерінің бағаналары және т.б нысандар, олар келесі 4.4-суреттерде келтірілген.



Сурет 4.4- Өндіріс алаңы құрылыстары, бет 1



Сурет 4.4, бет 2

4.2 Инженерлік құрылыстарды бақылау станциясын салу учаскелерін таңдау

Кен игеру жүріп жатқан кезде жер беті мен жер астында орналасқан тау-кен қазбаларының және де өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстардың орнықтылығын мониторингтау геодезиялық жұмыстардың айырылмас бөлігі. Сондықтан, геодезиялық мониторинг кеніштің барлық кезеңдеріндегі жауапты үдеріс болып есептеледі.

Майқайың кен орны карьері кемерлері қиябеттері мен беткейлерінің орнықтылығын қадағалау үшін профильдік сызықтардан тұратын бақылау станциялары салынды. Бақылау станицияларын құру орындарын таңдау кен орнын игерудің кен-геологиялық жағдайларын, карьер мен үйінділердің қазіргі жағдайын және тау-кен жұмыстарын дамыту перспективаларын талдауға негізделді[83, 84].

Жүргізілген зерттеулер мен тау-геологиялық құжаттаманы талдау нәтижесінде Майқайың карьеріндегі деформациялардың мынадай бағыттары анықталды:

- карьердің оңтүстік-батыс жағының жоғарғы төрт кемері құлаған (4.5-сурет);
- карьердің оңтүстік беткейі құлаған, жарықшақтар пайда болған (4.6-сурет);
- жер бетіндегі және инженерлік құрылымдардағы деформациялар (4.7 сурет);
- тау-кен жұмыстарының әсер ету аймағында орналасқан өнеркәсіптік алаңының көпірөткелі (4.8-сурет);



Сурет 4.5- Карьердің оңтүстік-батыс жақ беткейінің деформацияға ұшырған жері



Сурет 4.6 - Карьердің оңтүстік беткейіндегі құлаған және ені 1,5 м дейін жарықшақтар пайда болған жерлер



Сурет 4.7- Инженерлік құрылымдар мен құрылыс нысанының деформацияға ұшырауы



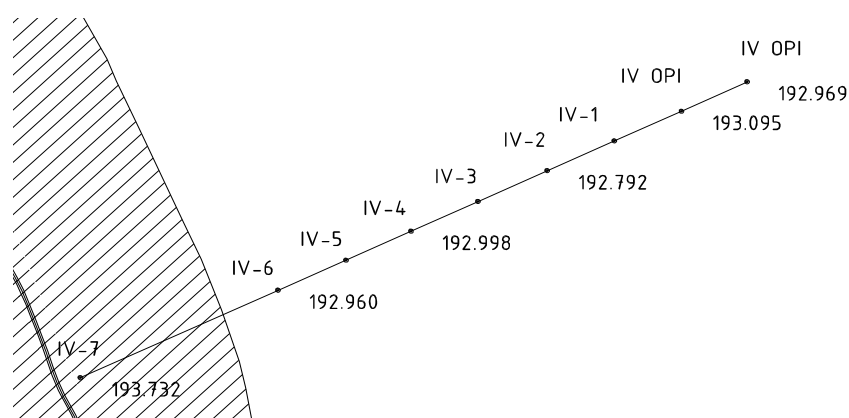
Сурет 4.8- Өнеркәсіптік алаңдағы көпірөткелі (путепровод); көпірөткелінің құрылысы

4.3 Бақылау станциялары реперлерін орналастыру

Өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстарды геодезиялық мониторингтаудың мақсаты пайдаланылып жатқан құрылыстардың сенімділігін, қауіпсіздігін қамтамасыз ету, конструкцияларының деформациялануын, құрылыс нысандарының қабырғаларындағы жарықшақтарды және т.б. жағдайларын бақылау жүргізу. Құрылыс массасының тұрақты қысымының әсерінен оның іргетас негізіндегі топырақтар ақырындап нығыздалынуы және түзу жазықтыққа қисаюы құрылыс нысанының іргетасын шөгуге әкеледі. Осындай деформациялардың басталуына соның массасының қысымынан өзге да себептер болуы ықтимал: мысалы топырақтың су деңгейлерінің көбейуінен, үлкен салмақты техникалардың жұмыс істеуінен, автомобильдердің қозғалысынан, сейсмикалық өзгерістерден және т.б. іргетас орналасқан топырақтың құрылымы түбегейлі өзгеруі кезінде деформациялар болады, бұл құрылыс нысандарының шөгуі деп аталады.

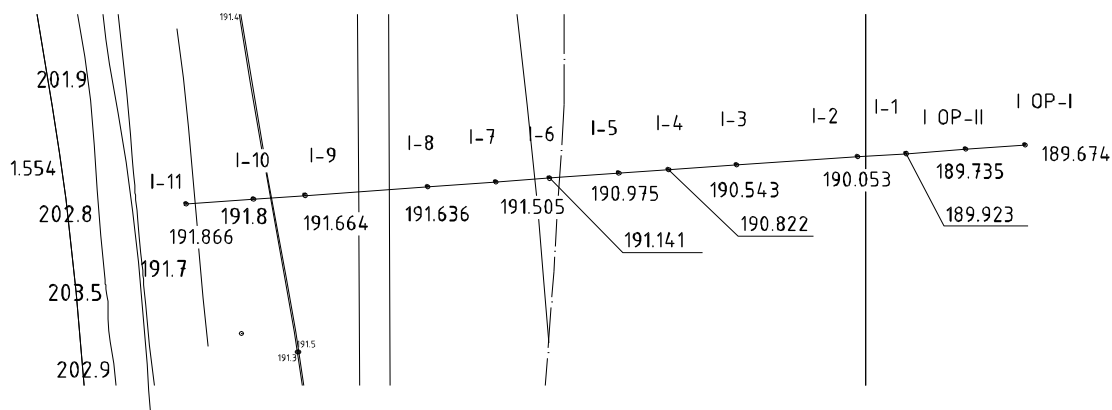
Алдын-ала жасалған жоба бойынша Майқайың карьері беткейлері мен үйінді сілемдерінің орнықтылығын геомеханикалық мониторингтеудің жүйесі жасалынды. Мониторинг жүйесіне 5 бақылау станциялары кіреді.

I-бақылау станциясы. Ол карьердің оңтүсік–батыс жағындағы 4 бірдей кемер деформацияланған учаскеге салынды және ол екі тірек репері мен 22 жұмыс реперлерінен тұрады. Профильдік сызығық аймағында электр желілерінің бағаналары орналасқан, оларға да 22 деформациялық маркалар орнатылған (4.9-сурет). Бұл I - бақылау станциясы көпір өткелінің құрылысымен жалғасып жатыр. Сондықтан да, өнеркәсіптік алаңдағы құрылыстардың техникалық жағдайы карьердегі бақылау станциясымен бірге жүйелі-геодезиялық қадағалаулар арқылы жүзеге асырылды және ол төменде қарастырылатын әдістеме ұстанымына байланысты жүргізілді.



Сурет 4.9 - Карьердегі I-бақылау станциясының планы

II - бақылау станциясы. Ол тау жыныстары үйіндісінің шығыс бөлігінде орналасқан және екі тірек және 15 жұмыс реперлеріненен тұрады (сурет 4.10).

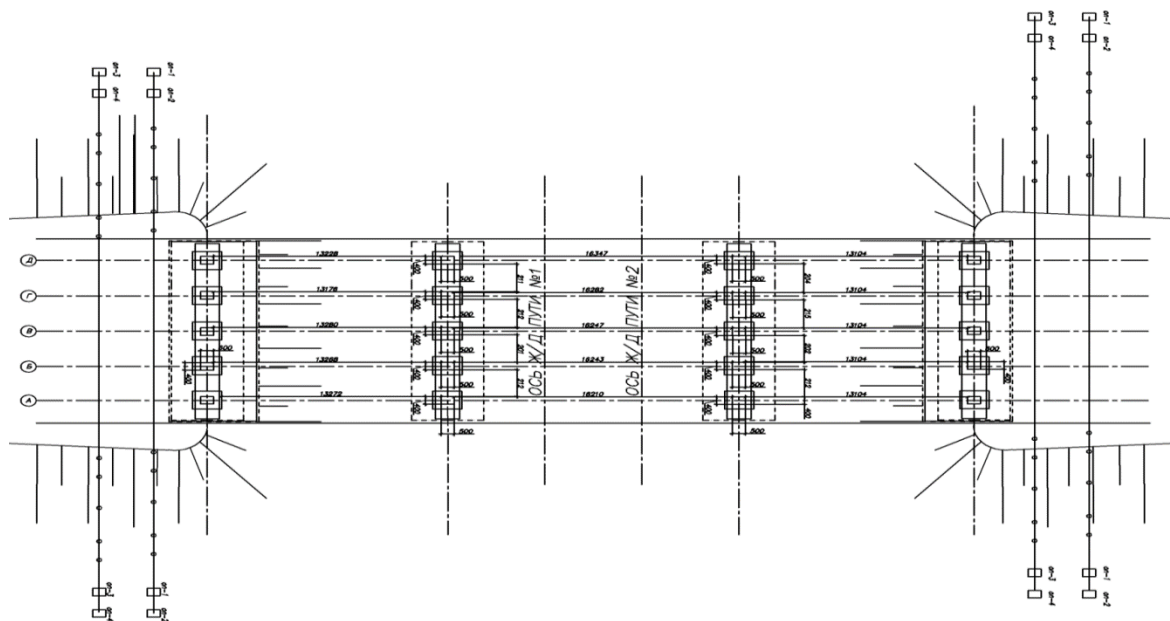


Сурет 4.10 - Карьердегі II -бақылау станциясының планы

III -бақылау станциясы. Карьердің оңтүстік жағында орналасқан, ол екі тірек және 26 жұмыс реперлерінен тұрады.

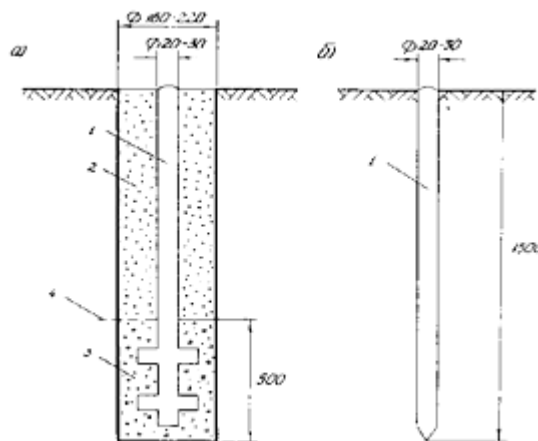
IV- бақылау станциясы карьердің солтүстік-шығысында орналасқан , оның құрамына екі тірек репері мен 7 жұмыс реперлері кіреді.

V- бақылау станциясы. Кеніштің солтүстік-батысында «Қалалық өнеркәсіптік алаңындағы» көпірөткелінің аумағында орналақан (4.11-сурет).



Сурет 4.11- Өнеркәсіптік алаңының көпірөткеліндегі бақылау станциясының планы

Кеніштегі бақылау станцияларында бастапқы және тірек реперлері бетондалып, ал жұмыс реперлері жерге қағылып орнатылды (сурет 4.12).



a-бетондалатын:1 – металл арматура; 2 – құрғақ тығыз толтырма (күм, шлак);
3 - бетон; 4 –маусымдық мұздату шекарасы; б-қағылатын репер

4

Сурет 4.12- Бақылау станциялары реперлерінің конструкциялары

Тау-кен жұмыстарын дамыту кезінде, бастапқы ұстамға байланысты, бақылау станцияларын қайта құру және қажет болған жағдайда жаңасын салу жұмыстары жүргізіледі.

4.4 Құрылыстардың деформациялануын бақылау әдістемесі

«Майқайыңалтын» АҚ өнеркәсіптік нысандарының орнықтылығын бақылау 2015 жылдың қазан айынан бастап жүргізіле бастады. Құрылған мониторинг жүйесі қазіргі заманғы электрондық геодезиялық жабдықтармен - Leica TCA1200 электронды тахеометрін, цифрлы нивелир және лазерлік сканерді пайдалана отырып жүзеге асырылады[86].

Өндірістік алаңдағы нысандарды мониторингтеудің мақсаты - пайдаланылып жатқан құрылыстардың сенімділігін, қауіпсіздігін қамтамасыз ету; конструкцияларының деформациялануын, жарықшақтар пайда болуын және т.б. жағдайларын жүйелі түрде геодезиялық аспаптар көмегімен бақылап отыру.

Құрылыс іргетасының астындағы топырақтар әрқилы сығылғанда немесе топыраққа әртүрлі жүктеме түскенде шөгуі бірыңғай сипатта болмайды. Осы құрылыс нысандары конструкцияларының деформациясының басқа түрлеріне әкеледі: ығысу, иілу, көлденең ауытқу, шөгу, жарықшақ және т.б. бейнесінде болуы ықтимал. Құрылыс деформацияларының осы бейнесіне құрылыстар мен іргетас қабырғаларындағы жарықшақтарды жатқызуға болады. Құрылыс деформациялары, іргетастарында және осы ғимараттың тірек құрылымдарында жарықшақтарының түзілу үдерісінде туындайтын үлкен мәселе деуге болады.

Құрылыс нысандарында жарықшақтардың алғашқы белгісінен ақ бұлардың дамуына жүйелі түрде геодезиялық бақылау жасалынады. Осы инженерлік құрылыстың жай-күйін сипатын және соны одан ары қарайғы қолдану мүмкіндіктерін анықтау үшін керек.

Осы заманғы геодезия аспаптары мен технологиялары зерттелетін құрылыс нысандадарында пайда болған жарықшақтардың орнымен қатар, геометриялық сипаттамаларды нақты түсіруге мүмкіндік береді.

Соңғы кездегі геодезия тәжірбиесінде электронды тахеометр кең қолданыс табуда, бұлар осындай геодезиялық жұмыстарды орындауға арналады: түсіру нүктелерінің координаттарын анықтау, сызықтың ұзындығын өлшеу, тік және көлденең бұрыштарды өлшеу, құрылыс нысандарын түсіру және т.б. Электронды тахеометрлер басқаларымен өлшеу дәлдіктері, техникалық сипаттамалары, атқаратын қызметімен айқындалады.

Осы кезге дейін неше түрлі құрылыстардың деформациялануын анықтауға пайдаланылатын инженерлік-геодезиялық өлшеудің әдістері GPS көмегімен жүргізілген дұрыс. Құрылым деформацияларын мониторингтеуге керекті қарапайым құрал-жабдықтарына дәстүрлі геодезиялық аспаптар, бұларды қолданудың әдістері, сондықтан да басқа геотехникалық аппаратуралар жатады. Осы әдістер дәлірек болғанымен GPS мониторингтің артықшылығы –

оның тақтаусыз өздігінен жұмыс істеуі, сондай ақ нақтылы және өте тез уақыт аралығында құрылым конструкциялары жұмыс реперлерінің биіктіктерін, пландық белгілерін позициялауға мүмкіндік жасайды. Бұл түсіріс бір жыл, жарты жыл немесе ай сайын үздіксіз жүргізілген кезде аса тиімді. Үздіксіз GPS–бақылаулары кезінде мәліметтер кез-келген уақытта алынады[87].

Соңғы жылдары құрылыс құрылымдарын, әсіресе жарықшақтарды түсіру кезінде лазерлік сканерлерді қолдану жиі қолға алынуда.

Лазерлік сканирлеу – нүктелердің кеңістіктегі координаталарының жиынтығы түріндегі қоршаған ортаның сандық моделін алуға мүмкіндік беретін әдіс. Лазерлік сканердің электронды тахеометрден айырмашылығы–оның үлкен өлшеу жылдамдығы (бір секундта 50000- дай өлшеулер, аспаптың өлшегіш бөлігінің горизонталь және вертикаль жазықтықтарда айнала алатындығы).

Лазерлік сканерді тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеуде қолданғанымыз 3.3-тарауда толық айтылған. Сол әдістеме бойынша құрылыс нысандарында пайда болған жарықшақтарды түсіруге және олардың нақты уақытта сипаттамаларын анықтауға сканерлеуші жүйелерді пайдаланған дұрыс деп есептейміз. Жарықшақтарды сканерлеген кезде олардың ашылу ені өте жоғары дәлдікпен анықталады.

Геодезиялық бақылау жүйесі инженерлік құрылыс нысандары конструкцияларының ауытқулары мен деформацияларын бақылау нүктелерінің кеңістіктегі координаталарын аспаптық бақылауға негізделіп отырған. Геодезиялық бақылау жүргізу және құрылыстардың техникалық жағдайына бағалау үшін дәлдіктері жоғары электронды геодезиялық аспаптары пайдаланылады. Орындалған геодезиялық өлшеулердің мәндері бойынша әр бақылаудың нақтылығы бағаланады.

Бақылау жүйесін жобалауда және құруда келесідей жағдайлар шешіледі:

– құрылыстың ең жауапты деген элементтері ерекшеленіп алынады, бұларға аспапты орнату, өлшеулер жүргізу үшін керекті бақылау нүктелері салынады;

– аспаптық бақылау орындалады, бақыланатын элементтердің нақтылы ауытқулары зерттеледі;

– аспаптық бақылаудың мәндерді жобадағы есептеулермен салыстыра отырып, құрылыстың техникалық жағдайы анықталады, бағаланады;

– бақылайтын нүктелеріне кернеулі-деформациялық жағдайды бақылап отыратын техникалық жабдықтар салынады.

Құрылыс нысандарының техникалық жағдайын бақылау үшін, арнайы бағдарламаларды қолданылып, нысандардың математикалық (компьютерлік) моделі салынады. Келесіден бұл модель инженерлік құрылыстың техникалық жағдайын геодезиялық бақылау мендерімен салыстырып талдау жасау үшін пайдаланылады.

Бақылау мәндерін өңдеу үшін пайдаланған аспаптарға лайықты арнайы бағдарламалық өнімдер қолданылады. Геодезиялық бақылау міндерінен

алынған мәліметтер зерттелініп отырған инженерлік құрылыстардың сол кезеңдегі, жақын аралықтағы техникалық жағдайын бақылауға, болжауға мүмкіндік туғызады.

Құрылыс нысандарына геодезиялық бақылау жүргізудің жасалынған әдістемесінде бақылаудың мақсаты ескеріледі және деформациялық үдерістердің дамуын анықтауға мүмкіндік береді. Бақылау жүргізудің осы әдістемесі (барлық өлшеулерді есептегенде), көлемі оның сенімділігі мен алынған деректердің тұтастығы құрылыстың техникалық жағдайына баға беруді қамтамасыздандырады.

Бақылау нәтижелерін кешенді түрде өңдеуде, талдау жасауда, геодезиялық аспаптық өлшеулердің мәндері арнайы бағдарламалық өнімдер пайдаланылады, құрылыстарға рұқсат етілген шекті деформациялар мен ауытқулардың нәтижелерімен салыстыруға мүмкіндік туғызады. Құрылыстардың деформациялануын мониторингтеудің осы әдістемесі бастапқы уақытта нысандағы қауіпті кернеулі-деформациялық жағдайды айқындап, нысанда апатты жағдайдың болуының алдын алуға мүмкіндік береді. Бақылаудан алынған деректер негізінде құрылыс нысандары конструкцияларындағы пайда болған жаман жағдайларды жоюдың шаралары орындалады.

Сөйтіп, құрылыстардың техникалық жағдайына мониторинг жүргізу жұмыстарының құрамы жекелеген бағдарлама бойынша анықталады. Мониторинг жүргізу кезінде инженерлік құрылыстың жауапты бөлшектері мен элементтерінің жағдайы жүйелі түрде бақыланып отырылады. Бақылау нәтижелері электронды ведомостарда жазылып, автоматты түрде графиктерде бейнеленіп отырылады. Құрылыстардың деформацияларын бақылаудың бұл әдістемесі тау-кен кәсіпорындарының өндіріс алаңдарындағы нысандарды ғана емес, Алматы, Астана және т.б. қалалардағы күрделі ғимараттардың деформациялануын қадағалауда кеңінен қолданысқа ие болуда.

4.5 Құрылыстардың деформациялануын геодезиялық бақылаудың құрал-жабдықтары мен аспаптары

«Құрылыстардағы геодезиялық жұмыстар» (СНиП РК 1.03–26–2004) және Ғимараттар мен құрылыстар іргетастарының деформацияларын өлшеудің әдістері (ГОСТ 24846–81 Грунттар) талаптарын сәйкес қадағаланатын нысандарға бақылау маркаларын (сурет 4.13), мониторингтік призмалар мен шөгу маркаларын (4.14–сурет) бекітіп қояды [97; 98].



Сурет 4.13 – «Қазақстан темір жолы» мекемесі ғимаратындағы бақылау маркаларының орналасуы



Сурет 4.14–Мониторингтік призма және шөгу маркасы

Нысандағы бақылау маркаларының орналасуы 4.16-суретте көрсетілген.



Сурет 4.16 - Электр желілерінің тректері мен бақылау станциялары реперлеріндегі деформациялық маркалар

Майқайың өнеркәсіптік алаңындағы құрылыстардың жағдайын мониторингтауда Швейцарияның Leica Geosystems фирмасының заманауи электронды аспаптары: электронды тахеометр TCR 1200 (сурет 4.17) және цифрлық лазерлік нивелир DNA03 (4.18–сурет) қолданылды.

Leica Geosystems компаниясының DNA03 цифрлық нивелирі биіктіктермен арақашықтықтарды автоматты түрде өлшеп, бейнелерді сандық тіркеуге лайықтанған дүниежүзіндегі алғашқы нивелирлер.

Нивелирдің сыртқы бейнесі осы күнгі дизайнмен істелгендігі, нарықтағы ең үлкен және эргономикалық сұйық кристал дисплейлі екендігі бірден көңілді аударды. Ол нивелирлердің ең басты ерекшеліктері – еңбек өнімділігін 50% арттыратындығы, есептеу бағдарламаларының интегралданғандығы, биіктіктерді үздіксіз есептей беретіндігі.

Есептеу бағдарламалар қалтасы өлшеу мәндерін әрі қарай өңдей беруді қамтамасыздандырады. Мысалы, пикеттерден алынған мәндерді өңдеу, нивелирлік жүрістерді теңестіру, нивелирлік тораптарды теңестіру, профильдерді орнатту және басып шығару.

DNA03 – I және II класты нивелирлеу, жарықшақтарды мониторингтеу, өндірістік өлшеулер жасауға арналған жоғарғы дәлдікті нивелир.

Нивелир тұтынушының белгіленген дәлдігіне сәйкес өлшеу мәндерін өзара салыстыру әдістемесі бойынша жұмыс жасайды. Тұрақты нәтижелер – температураның әсерін ескере отырып, өлшеулерді автоматты түрде жүргізу арқылы алынады. Жоғары дәлдікті, жан-жақты, жұмыс істегенде қолайлы, әрі қарапайым аспап.



Сурет 4.17- Электрондық
Leica TCR 1200 тахеометрі



Сурет 4.18 - Лазерлік
DNA 03 нивелирі

Leica TCR 1200 электрондық тахеометрі және DNA03 сандық нивелирін қолданып Майқайың комбинатының салынып жатқан байыту өндірістік ғимараты құрылыс элементтерінің жағдайы бақыланды. Құрылыстың вертикаль

ауытқулары (шөгуі) лазерлік DNA 03 нивелирі мен цифрлы инварлы рейка арқылы геометриялық нивелирлеу әдіспен анықталды.

Электронды тахеометр мен лазерлік нивелирден алынған далалық мәліметтері CREDO–DAT, RGS, AutoDesk Survey бағдарламаларында өңделіп, геодезиялық өлшеулер теңестірілді. Әрі қарай нүктелердің теңестірілген үшөлшемді координаталары CREDO–MIX, CAD–Relief, TOPOCAD, AutoDesk Land Development Desktop бағдарламаларына жіберіледі[88].

Соңғы жылдары құрылыс құрылымдарын, әсіресе жарықшақтарды түсіру кезінде лазерлік сканерлерді қолдану жиі қолға алынуда. Мұндай түсіріс жүргізу үшін станциялардың орналасу орнын таңдап алып, өлшеулерді жүйелі түрде жүргізіп отыру қарастырылады (сурет 4.19).



Сурет 4.19 – Leica HDS8800 лазерлі сканері

Лазерлік сканер тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерделеуде қолданылды және сол әдістеме бойынша құрылыс нысандарында пайда болған жарықшақтарды түсіруге және олардың нақты уақытта сипаттамаларын анықтауға сканерлеуші жүйелерді пайдаланған дұрыс деп есептейміз. Жарықшақтарды сканерлегенде олардың ашылу ені өте жоғары дәлдікпен есептелінеді.

Лазерлік сканерлеу – нүктелердің кеңістіктегі координаталарының жиынтығы түріндегі қоршаған ортаның цифрлы моделін жинақтау үшін мүмкіндік алуға болатын әдіс. Лазерлік сканердің электронды тахеометрден айырмашылығы – үлкен жылдамдықпен өлшеуінде (бір секундта 5000-дай өлшеулер, аспаптың өлшегіш бөлігінің горизонталь және вертикаль жазықтықтарда айнала алуында).

Геодезиялық мониторинг жүйесі инженерлік құрылыстар конструкцияларының ауытқулары мен деформацияларын бақылау нүктелерінің кеңістіктегі координаталары аспатық бақылап отыруға негізделген. Геодезиялық мониторинг жүргізу және құрылыстардың техникалық жағдайына баға беру

үшін дәлдігі жоғары электрондық геодезиялық аспаптар қолданылады. Жүргізілген геодезиялық өлшеулердің нәтижесі бойынша әр бақылаулардың дәлдігіне баға беріледі.

4.6 Геодезиялық бақылаулардың нәтижелері және өлшеулердің дәлдігін бағалау

4.6.1 Құрылыс деформацияларын бақылаудың нәтижелері

Майқайың өнеркәсіптік алаңы құрылыстарының техникалық жағдайын бағалау үшін құрылыстың конструкциялары жоғарыда айтылған әдістеме бойынша және кеніш төңірегіндегі жер беті мен карьер беткейлері таужыныстарының деформациялануы бірыңғай жүйеде дәлдігі жоғары аспаптармен бақыланды. Мониторинг кеніштің тірек пункттерінің жүйесіне негізделіп орындалды, одан таужыныстары массивінің сырғуы мен құрылыстың негізгі конструкциялары деформацияларының арасындағы байланысты анықтауға болады, яғни кеніштің және оның инфроқұрылымдарының сенімді де қауіпсіз жұмыс істеуі қамтамасыздандырылады.

Өндіріс алаңында салынған құрылыстарды бағалаудың нәтижесінде келесілер анықталды:

карьердің оңтүстік-батысында орналасқан электр желілерінің бағаналарының тіректері қауіпті деформациялар аймағына кіргендігі анықталынды. Кейбір тіректердің вертикаль жылжулары (–) 36мм– ге дейін жеткен және 4 репер опырылулар аймағына кірген. Электр беру тіректерінің карьерге қарай жоғарғы мәнінің жылжуы 58 мм құрайтындығы 4.1-кестеде көрсетілген;

а) байыту фабрикасының калонналарының крені (қисаюы) TCR 1200 электронды тахеометрімен шағылдырғышсыз тәсілмен анықталды. Бір тік жазықтықта орналасқан нүктелер координаталарының (4.20,а–сурет) өсімшелері бойынша креннің шамасы $-L$ анықталды.

$$L = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}, \quad (4.1)$$

мұнда X_1, X_2, Y_1, Y_2 – құрылыс калонналарының ерекше нүктелерінің астыңғы және үстіңгі қималарындағы координаталары. Бақылау нәтижелері 4.1-кестеде көрсетілген;

ә) байыту фабриканың төбелік балкаларының майысуы сандық DNA 03 нивелирі және сандық инварлы рейка арқылы жүргізілді (4.20,ә–сурет). Осы нивелирлеуде рейканы балканың басында, ортасында және соңында орнатып отырдық. Балка майысуын бақылаудың мәндері 4.3 -кестеде көрсетілген.



Сурет 4.20– Байыту фабрика конструкцияларының деформацияларын анықтау

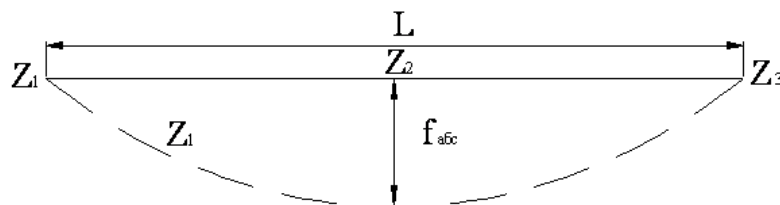
Балканың майысу шамасы $-f_{abc}$ және салыстырмалы майысуы $f_{салс.}$ 4.21–суретке сәйкес келесі формулалар арқылы шешіледі:

$$f_{abc} = \frac{2Z_2 - (Z_1 + Z_3)}{2}; \quad (4.2)$$

$$f_{отн} = \frac{f_{abc}}{L}, \quad (4.2)$$

мұндағы Z_1 және Z_3 – құрылыстардың конструкциясының шеткі нүктелері.

Өндіріс алаңындағы ғимараттардың техникалық жағдайын бағалаудың нәтижелерін ҚР СНИП–тарының [103] рұқсат етілген шамаларымен салыстырылды.



Сурет 4.21- Төбелік балка(мәтке) майысуының геометриялық сұлбасы

Кесте 4.1 – Фабрика колонналарын геодезиялық түсіру нәтижелері

Маркілеу	Айырықша нүктелердің координаталары		Вертикаль жазықтықтағы өс бойынша ауытқу		Креннің абсолюттік шамасы
	Y,м	X,м	$\Delta Y, мм$	$\Delta X, мм$	
Колонна өсі №					L, мм
ФК1	97,381	100,134	8	-3	8,54
	97,373	100,137			
ФК2	96,22	104,477	-14	-2	14,14
	96,234	104,479			
ФК3	101,686	105,293	7	3	7,62
	101,679	105,29			
ФК4	101,787	101,314	-15	-9	17,49
	101,802	101,323			
ФК5	106,632	101,625	-5	-4	6,40
	106,637	101,629			
ФК6	104,156	100,444	0	10	10,00
	104,156	100,434			
ФК7	101,083	97,855	1	9	9,06
	101,082	97,846			
ФК8	100,916	104,249	-3	-14	14,32

4.1-кестедегі фабрика колонналарын бақылаудың нәтижелерін талдай келе айтарымыз, ФК4 колонносындағы марканың вертикаль жазықтықтан ауытқуы 17,49мм құраған. Демек алынған бұл шама ҚР 5.04-18-02 СНИП дағы 26 кестенің 4-пунктінде көрсетілген шекті 12 мм асып кеткен.

Өлшеу нәтижелерін бағалау Қазақстан Республикасының «Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар» 1.03–26–2004 Құрылыс нормалары мен ережелеріне,

Қазақстан Республикасының 24846–81 Топырақ. «Құрылыстар мен іргетастардың деформациялары» 1.03–ГОСТ–қа [37-40] сәйкес тау–кен кәсіпорындарының өндіріс алаңдарындағы құрылыстарға қатаң талаптар қойылады, ондағы геодезиялық өлшеулердің дәлдігі жоғарғы кластық болуы қажет. Құрылыс нормалары мен ережелеріне сәйкес ғимараттардың геометриялық параметрлері деформацияларын бақылауда жоғары дәлдікте геодезиялық өлшеулер жүргізу қатаң қадағаланады.

Аспаптық бақылаулар жылына екі рет (көктем, күз айларында) жүйелі түрде жүргізіліп отырылды.

Кесте 4.2 – Электр желілері бағаналарын деформациялық маркалар арқылы бақылаудың нәтижелері

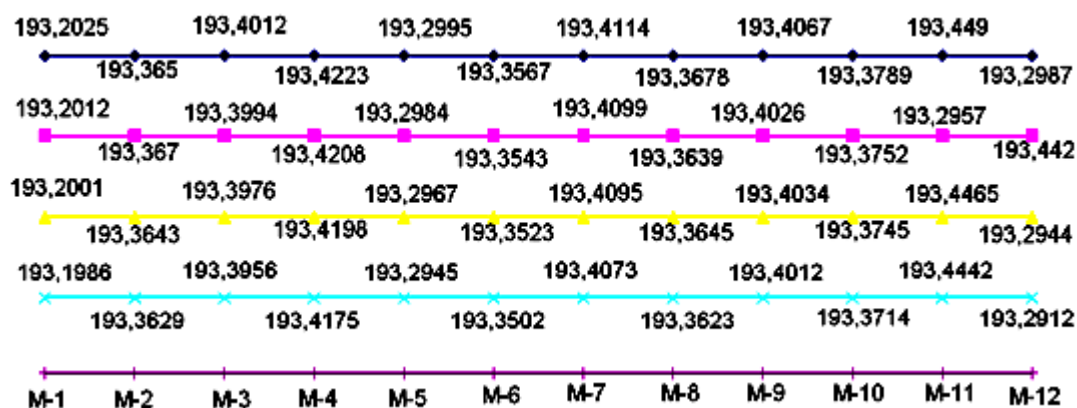
Бақылау нүктелерінің №	1- бақылау, м 08.09.16			2- бақылау, м 12.04.2017			Деформациялық маркалардың бақылау аралығындағы горизонталь және вертикаль ауытқулары, мм		
	Y	X	Z	Y	X	Z	ΔY,мм	ΔX,мм	ΔZ,мм
TP1	3095,629	57117,662	249,940	3095,654	57117,676	249,906	25	14	-34
TP2	3105,257	57137,55	250,616	3105,28	57137,562	250,599	23	12	-17
TP3	3125,654	57157,12	249,323	3125,68	57157,137	249,299	29	15	-24
TP4	3175,440	57157,84	250,527	3175,45	57157,898	250,491	10	58	-36
1	3195,441	57177,84	250,527	орнында жоқ					
2	3225,448	57197,84	250,529	3225,474	57197,854	250,495	26	14	-34
3	3245,448	57207,86	250,541	3245,468	57207,896	250,526	20	36	-15
4	3295,461	57227,895	250,601	3245,504	57207,914	250,592	43	19	-9
5	3315,509	57267,9	249,661	3315,531	57267,936	249,642	22	36	-19
6	3335,599	57297,5	251,7	орнында жоқ					
7	3366,605	57305,78	249,851	орнында жоқ					
8	3401,827	57313,52	279,95	3401,841	57313,533	279,936	14	13	-14
9	3409,995	57320,152	285,124	орнында жоқ					
10	3414,75	57327,899	297,852	орнында жоқ					
11	3424,666	57333,654	308,861	3424,724	57333,695	308,797	58	41	-64
2	3435,986	57348,954	315,895	3431,024	57349,020	315,872	38	66	-23

Кесте 4.3 – Фабриканың төбелік балкаларын геодезиялық түсіру нәтижелері

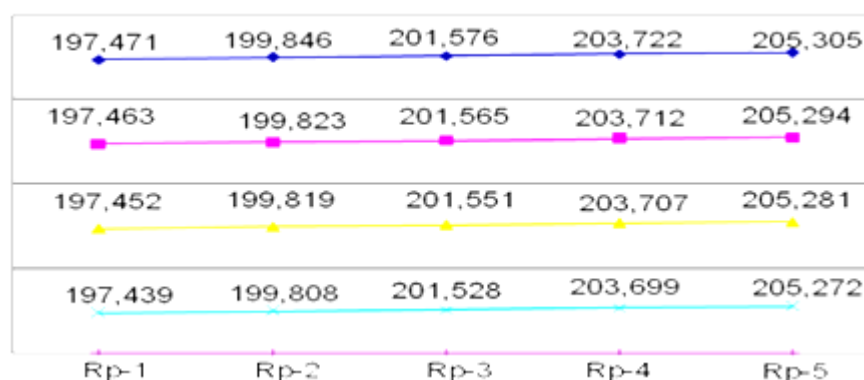
Төбелік балкалардың маркалары	Сандық рейка бойынша есептер	Балкалардың абсолюттік майысуының шамасы f, м
A-37-7	0,5187 0,5205 0,5195	-0,0014
A-36-8	0,3749 0,3858 0,3662	-0,01525
A-35-8	0,381 0,3833 0,3665	-0,00955
A-34-8	0,3819 0,3873 0,3825	-0,0051
A-25-6	0,5117 0,5113 0,5126	0,00085
A-23-6	0,3651 0,3763 0,3771	-0,0052
A-22-8	0,368 0,3817 0,3823	-0,00655
A-21-8	0,3683 0,3854 0,3854	-0,00855
A-20-8	0,3742 0,3805 0,3768	-0,005
A-81-6	0,5069 0,5114 0,5075	-0,0042
A-08-8	0,5001 0,5215 0,5036	-0,01965
A-07-8	0,4979 0,5228 0,504	-0,02185
A-06-8	0,4986 0,5148 0,4957	-0,01765

Электронды ведомостардың нәтижелері бойынша автоматты түрде жылжу графиктері алынады (сурет4.22).

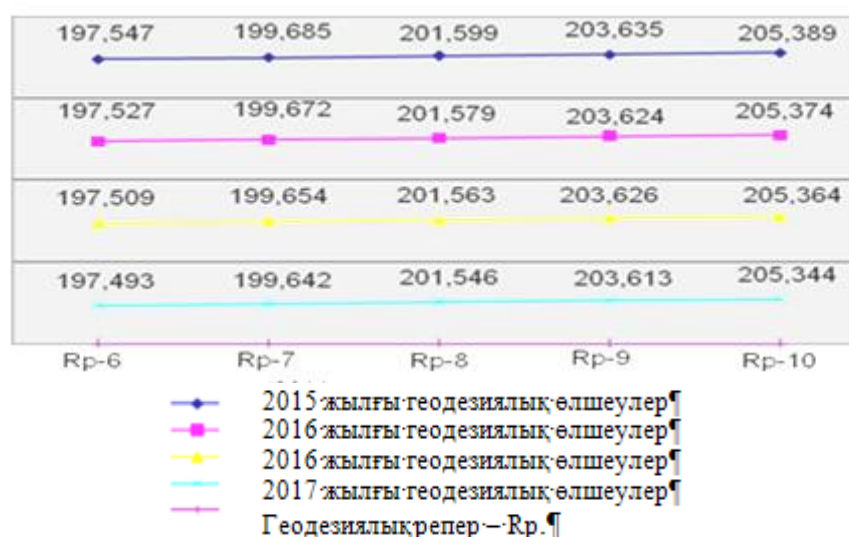
а)



ә)



б)



а – өндіріс алаңындағы құрылыстардың шөгү маркалары бойынша нәтижелері; ә,б – жер бетіндегі реперлер бойынша бақылаулардың нәтижелері

Сурет 4.22 – Вертикаль жылжулардың графиктері

Құрылыстардың деформацияларын бақылаудың бұл әдістемесі тау-кен кәсіпорындарының өндіріс алаңдарындағы нысандарды ғана емес, Алматы, Астана және т.б. қалалардағы күрделі ғимараттардың деформациялануын қадағалауда кеңінен қолданысқа ие болуда.

3.6.2 Геодезиялық өлшеулердің дәлдігін бағалау

Мониторинг жүргізудің планы бойынша 2015 – 2017 жылдар аралығында келесідей жұмыстар атқарылды:

1. 2015 жылы жасалынған Жаба бойынша 2015 жылы бақылау станциялары профильдік сызықтарының реперлері салынды және олардың координаталары анықталды.

2. Жыл сайын екі рет бақылаулар жүргізілді.

3. Өндіріс алаңындағы құрылымдардың техникалық жағдайына баға берілді.

Зерттеу мәндерін бақылау Қазақстан Республикасының «Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар» 1.03-26-2004, ҚР Құрылыс нормалары және Ережелерінің (ҚНЖЕ) – не, ҚР-ның 24846–81 ГРУНТТАР. «Құрылыстар мен іргетастардың деформациялары» 1.03- ҚНЖЕ - не сәйкес орындалды.

Бұл ҚНЖЕ де тау-кен кәсіпорындарының өндіріс алаңындағы құрылыс нысандарына жоғарғы талаптар қойылған, бұндағы геодезиялық өлшеулердің дәлдігі өте жоғарғы кластық болуы қажеттілігі көрсетілген. Кәсіпорындағыр құрылыс нысандарының геометриялық мәндерінің дәлдігі геодезиялық бақылау құрылыстық Нормалар мен Ережелерге сай және құрылыс конструкцияларына орындалатын бақылаулармен анықталады.

Құрылыс нормалары мен ережелерің талаптарына сәй тау-кен кәсіпорындағы өндіріс алаңдарындағы құрылыс нысандарға өте жоғарғы талаптар қойылатындығына байланысты алынған мәндер құрылыс аймағын бақылауға қолданылады. Геодезиялық бақылаулардың әрқайсысы орындалған кезде, кездейсоқ қателіктердің ықтималдығын есепке ала отырып, өлшемдердің дәлдігі бағаланды.

Мысалы, цифрлық лазерлік нивелир DNA 03 және цифрлық инварлық рейкамен жұмыс атқарған кезінде ең үлкен қателіктің мәні $m = 0,345$ мм аспауы керек.

Электронды TSR1200 тахеометрді қолданғандағы пландық қателіктің ең үлкен мәні 0,5 мм тең болады, егер түсірілетіне нүкте аспаптан 250 м жерде орналасқанда. Егер тахеометр 150 м жерге дейін орнатылған 4.14-суретте көрсетілген мониторингтік призмаға көзделсе, онда пландық қателік 1 мм құрайды.

Ал, цифрлы лазерлік DNA 03 нивелирінің көмегімен геометриялық нивелирлеу және нүктелердің кеңістіктік координаталарын TSR1200 электронды тахеометрмен анықтау кезіндегі өлшеулердің дәлдігі, оларды өнеркәсіптік алаңдағы құрылыстардың іргетастар мен құрылымдардың

деформациялануын бақылау үшін толығымен қолдануға болатындығын дәлелдеді.

Төртінші тарау бойынша тұжырым

1. Майқайың кәсіпорнындағы құрылыстардың техникалық жағдайын бағалау үшін құрылыс конструкциялары жоғарыда айтылған әдістеме бойынша және кеніш төңірегіндегі жер беті мен карьер беткейлері тау жыныстарының деформациялануы бірыңғай жүйеде дәлдігі жоғары аспаптармен бақыланды. Бақылаулар кеніштің тірек пункттерінің жүйесіне негізделіп, яғни бірыңғай координаталық жүйеде жүргізілді. Демек, тау жыныстары сілемінің жылжуы мен құрылыстың негізгі конструкциялары деформацияларының арасындағы байланысты анықтауға болады, сөйтіп, кеніштің және оның инфроқұрылымдарының сенімді де қауіпсіз жұмыс істеуі қамтамасыз етіледі.

2. Майқайың кәсіпорны өндіріс алаңында орналасқан құрылыстарды мониторингтаудың нәтижесінде мыналар анықталды:

а) фабрика колонналарын бақылаудың (4.1-кесте) нәтижелерін талдай келе айтарымыз, ФК3/1с, Д/1с колоннасындағы марканың вертикаль жазықтықтан ауытқуы 17,49 мм құраған. Демек алынған бұл шама ҚР 5.04-18-02 СНиП-дағы 26 кестенің 4-пунктінде көрсетілуі шекті 12 мм асып кеткен;

ә) кейбір электр желілері (ЛЭП) бағаналарының (4.2-кесте) вертикаль жылжулары (-) 36 мм- ге дейін жеткендігі және олардың карьере қарай максимал жылжуы 58 мм құрайтындығы анықталды;

б) карьердің оңтүстік-батысында орналасқан электр желілерінің бағаналары қауіпті деформациялар аймағына кіріп кеткендігі анықталды;

в) байыту фабрикасының төбелік балкаларының (мәтке) майысуы (4.3-кесте) цифрлы DNA 03 нивелирі мен инварлы рейка арқылы анықталды. Бұл бақылаудан алынған нәтижелерді талдай келе айтарымыз, А-08-8 және А-07-8 балкалар тиісінше 0.01965мм және 0.02185мм иілген. Бұл анықталған шама СНиП 2.0107-85-тың 19-кестесінің 2-пунктінде рұқсат етілген 37 мм мәннен аспады.

г) байыту фабрикасы колонналарының қисаюын анықтау TCR 1200 электронды тахеометрімен шағылдырғышсыз жүзеге асырылы. Бір вертикаль жазықтықта орналасқан нүктелер координаталарының өсімшелері бойынша иілудің шамасы анықталды.

Карьер беткейлері тау жыныстары сілемі мен өнеркәсіптік алаңдағы құрылыстардың жай-күйін мониторингтеудің әзірленген кешенді бағдарламасы негізінде құрылыстар деформациясы мен тау жыныстары жылжулары арасында тікелей байланысы анықталды. Нәтижесінде сілемнің кернеулі-деформациялық күйі мен алаңдағы құрылыс конструкциялардың қауіпті учаскелерін ертерек анықтауға мүмкіндік туды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыста тау жыныстары сілемінің орнықтылығы мен өнеркәсіптік алаң құрылыстарының техникалық жағдайын геомеханикалық мониторингтеудегі геодезиялық бақылауларды орындаудың көп еңбек қажеттілігін төмендетуге мүмкіндік беретін геодезиялық әдістердің заманауи аспаптарды қолдану арқылы жетілдіруге арналған, геодезиялық өлшеулердің дәлдігі мен сенімділігін жоғарылатуға үлес қосатын ғылыми-техникалық шешімдер келтірілген.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері төмендегідей:

1. Кен қазу жұмыстары жүріп жатқанда жер қойнауында түзілетін геомеханикалық үрдістері мен кәсіпорнының өндіріс алаңында орналасқан құрылыс нысандарының деформациялануына бақылау жүргізудің геодезиялық әдістері және онда пайдаланылатын дағдылы және заманауи аспаптары саласындағы орындалған ғылыми-техникалық әдебиеттерді, тәжірибелік жұмыстарды сарапталып, геомеханикалық мониторинг жүргізудің кешенді әдістемесінің жасалынуы.

2. Геомеханикалық мониторинг жүргізу әдістемесінің 1 және 2 блоктарында көрсетілген кен алқабының геологиясы, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері және құрылымдық ерекшеліктерін зерттелінді. Алынған нәтижелер карьер беткейлері массиві мен инженерлік құрылыстардың орнықтылығын бағалауда қолданылады.

3. Карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатымен жүргізілген GPS бақылаулары, электронды тахеометр және лазерлік сканерлерді қолданудың әдістері жетілдірілді, яғни:

- карьер беткейлері мен өндіріс алаңындағы дағдылы реперлерге жарқырап көрініп тұратын бақылау маркаларын жапсырып қою арқылы;
- карьер беткейіне тұрақты грунттық реперлерді орнату арқылы;
- жарықшақтарды зерттеуде тау-кен компасының орнына заманауи лазерлік сканерді қолдану арқылы;
- өндіріс алаңындағы инженерлік құрылыстар мен карьер беткейлерін бір профильдік сызықтармен жалғастырып бақылау арқылы.

Сөйтіп, «Геодезиялық заманауи аспаптармен бақылаулар жүргізудің және олардың нәтижелерін жаңа бағдарламалармен өңдеудің жетілдірілген әдістемесі – таужыныстарының деформацияларын мониторингтеуде еңбек өнімділігін, өлшеулердің дәлдігін мен сенімділігін жоғарылатуға мүмкіндік жасайды» атты ғылыми қағида дәлелденді.

4. Майқайың кәсіпорнындағы карьер беткейі тау жыныстары мен инженерлік құрылыстардың орнықтылығын бақылау нәтижелері, кебір учаскелерде жекелеген деформацияларға қарамастан, жалпы карьер қиябеттерінің орнықтылық жағдайын көрсетті. Сөйтіп, кәсіпорны өндіріс алаңында орналасқан құрылыстарды мониторингтаудың нәтижесінде:

- байыту фабрикасы колонналарын бақылаудан (4.1-кесте) ФК4 колонналарының вертикаль жазықтықтан ауытқуы 17,49 мм құрады және бұл шама ҚР 5.04-18-02 ҚНЖЕ дегі 26 кестенің 4-пунктінде көрсетілген шекті 12 мм асып кеткендігі анықталды;

ә) электр желілерінің(ЛЭП) кейбір бағаналарының (4.2-кесте) вертикаль жылжулары (-)36 мм- ге дейін жеткендігі және олардың карьерге қарай максимал жылжуы 58 мм құрайтындығы анықталды;

б) карьердің оңтүстік-батысында орналасқан электр желілерінің бағаналары қауіпті деформациялар аймағына кіріп кеткендігі анықталды;

в) байыту фабрикасының төбелік балкаларының (мәтке) майысуы (4.3-кесте) цифрлы DNA 03 нивелирі мен инварлы рейка арқылы анықталды.

А-08-8 және А-07-8 балкалар тиісінше 0.01965мм және 0.02185мм иілгендігі және бұл шама ҚР 2.0107-85 ҚНЖЕ дегі 19-кестесінің 2-пунктінде рұқсат етілген 37 мм мәннен аспағандығы анықталды.

5. Карьер жағдаулары мен өндіріс алаңындағы ғимараттарға мониторинг жүргізудің құрастырылған кешенді бағдарламасы негізінде ғимараттардың деформациялануы кен сілемінің жылжуына тікелей байланыстылығы негізделді, яғни «Карьер беткейлері таужыныстары мен өндіріс алаңындағы құрылымдардың жай-күйін бірыңғай жүйеде монитиорингтеу - тау жыныстары сілемі мен инженерлік құрылым деформациялары арасындағы тікелей байланысты анықтауға мүмкіндік береді» атты екінші ғылыми қағида дәлелденді.

Геомеханикалық мониторинг жүргізу негізінде Майқайың кенорнындағы геомеханикалық процестің даму заңдылықтары алынды және ол Scopus базасындағы журналда жария болды.

Алға қойылған мәселелердің шешілу толықтығын бағалау. Жұмыста Майқайың кен орнын құрама әдіспен игеруде түзілетін геомеханикалық процестерге, жер беті мен инженерлік құрылыстардың деформацияларын геодезиялық бақылаудың отандық және шетелдік тәжірибеге жан-жақты талдау жасалынды. Кенорындарын қауіпсіз игеруді және оның тиімділігін қамтамасыз ететін, сонымен қоса, өлшеу нәтижелерінің дәлдігін жоғарылататын, тау жыныстары массивінің жай-күйі мен инженерлік құрылыстардың деформациялануын маниторингтеудің әдістемесі жетілдірілді. Бақылау жұмыстарын орындауға керек заманауи аспаптарды таңдалынып, мониторинг жүргізу мәселелері толығымен зерделенді.

Ғылыми нәтижелерді нақтылы пайдалану туралы ұсыныстар мен алғашқы мәліметтер. Бақылау станциялары реперлері бойынша анықталған жер беті мен инженерлік құрылыстар деформацияларының мәліметтері және көрнекті жылжу графиктері Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының оқу үрдісіне «Құрылыс деформацияларын бақылау» пәні бойынша пайдаланылуда.

Сонымен қатар, алынған нәтижелерді ізденуші жұмыс атқарып жатқан ХБК ның оқу процесінде кеңінен қолдануға болады.

Енгізудің техникалық-экономикалық нәтижелілігін бағалау. Майқайың кенорны аймағында жер қабатының деформациясы мен кәсіпорны өндіріс алаңында орналасқан құрылыстардың техникалық жағдайын бақылау үшін заманауи аспаптармен геодезиялық мониторинг жүргізу арқасында олардың жай күйі бағаланды және құрылыстар деформациясы мен тау жыныстары жылжулары арасында тікелей байланыс анықталды. Нәтижесінде сілемнің кернеулі-деформациялық күйі мен алаңдағы құрылыс конструкциялардың қауіпті учаскелерін ертерек анықтауға мүмкіндік туды.

Зерттеу нәтижелері бойынша 13 ғылыми жұмыс, оның ішінде 4 мақала Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда, 7 мақала халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында, 1 мақала Scopus базасы мәліметінде жарияланған және 1 ұжымдық монографияда жарық көрді

Осы саладағы таңдаулы жетістіктермен салыстырғандағы орындалған жұмыстың ғылыми деңгейін бағалау

Ғылыми нәтижелер мен қорытындылардың негізделгендігі және сенімділігі өндіріс жағдайында орындалған геодезиялық өлшеулердің көлемімен, солардың математикалық өңделуімен, алынған мәндер оқу құралдары ретінде оқу үдерісіне енгізілудің оң нәтижелігімен расталады (қолдану актілері), сонымен қатар «Техногендік апаттардың тәуекелін басқарудың инновациялық әдістерін жасақтау жолымен төмендету» атты №757 Білім және Ғылым министрлігінің 12719 грантық қаржыландыру жобасында пайдалануда.

Жұмыстың ғылыми маңыздылығы тау жыныстары сілемінің жай-күйі мен кәсіпорны өндіріс алаңындағы құрылыс нысандарының техникалық жағдайын бақылаудың геодезиялық әдістерін заманауи аспаптарды қолдану арқылы жетілдіруден және геодезиялық түсіріс нәтижелерін бағалаудан тұрады.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері, жаңалығы ҚР Ұлттық зияткерлік меншік институтының «Пайдалы моделдерімен» расталған, қазба төбелерінің шөгуін анықтайтын тәсіл мен жарықшакталған тау жыныстарын беріктеу ертіндісінің тау-кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретіндігі және Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУдың оқу үдерісіне енгізілуі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ржевский В.В. процессы открытых горных работ. - М.: Недра, 1974. – 520 с.
- 2 Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. - М.: Недра, 1965. - 378 с.
- 3 Певзнер М.Е. Борьба с деформациями горных пород на карьерах. - М.: Недра, 1978. – 255 с.
- 4 Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. и др. Напряжения и деформации в массивах горных пород при разработке полезных ископаемых. - М.: ИПКОН АН СССР, 1998.- 188 с.
- 5 Дёмин А.М. Устойчивость открытых горных выработок и отвалов. – М.: Недра, 1973. – 232 с.
- 6 Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. - М.: Издательство МГГУ, 2008. - 684 с.
- 7 Машанов А.Ж. Механика массива горных пород. - Алма-Ата: АН Каз. ССР, 1961. - 166 с.
- 8 Попов И.И., Окатов Р.П., Низаметдинов Ф.К. Механика скальных массивов и устойчивость карьерных откосов. - Алма-Ата, 1986. - 256 с.
- 9 Попов И.И., Низаметдинов Ф.К., Окатов Р.П., Долгоносков В.Н. Природные и техногенные основы управления устойчивостью уступов и бортов карьера. – Алматы: Гылым, 1997. – 215 с.
- 10 Нурпейсова М.Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана.- Алматы: КазНТУ, 2012.- 324 с.
- 11 Ипалаков Т.Т. Геомеханическое обоснование напряженного состояния прибортовых массивов и конструирования устойчивых карьерных откосов.-Алматы: Гылым, 1996. - 365 с.
- 12 Касымканова Х.М., Нурпейсова М.Б., Бек А.Ш. Инновационные методы ведения геомониторинга для прогнозирования опасных техногенных явлений при освоении недр.- Алматы: Қазақ университеті, 2017.-22 с.
- 13 Долгоносков В.Н., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Старостина О.В. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов. - Караганда: изд-во «Санат-Полиграфия», 2009. - 332 с.
- 14 Управление устойчивостью техногенных горных сооружений / под общей ред. проф. Низаметдинова Ф.К. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2014.- 657 с.
- 15 Певзнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика. –М.:МГГУ, 2008.- 438 с.
- 16 Нұрпейісова М.Б.Геомеханика. –Алматы: РПБК «Дәуір», 2014.-240 б.
- 17 Машанов А.Ж., Певзнер М.Е., Бекбасаров Ш.С. Устойчивость уступов и бортов карьеров бассейна Каратау.- Алматы: Наука, 1985.- 120 с.
- 18 Попов И.И., Окатов Р.П., Низаметдинов Ф.К. Механика скальных массивов и устойчивость карьерных откосов. - Алма-Ата, 1986 – 256 с.

- 19 Фисенко Г.Л., Ревазов М.А., Галустьян Э.Л. Укрепление откосов в карьерах. - М.: Недра, 1974. - 207 с.
- 20 ВНИМИ. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. - Л., 1972.-165 с.
- 21 Временные методические указания по управлению устойчивостью бортов карьеров цветной металлургии. – М., 1989. – 128 с.
- 22 Фёдоров И.В. Методы расчёта устойчивости склонов и откосов. - М.: Госстройиздат, 1962. – 121 с.
- 23 Чугаев Р.Р. Земляные гидротехнические сооружения. - Л.: Энергия, 1967. - 460 с.
- 24 Шпаков П.С., Долгоносов В.Н., Шпакова А.П. Расчет параметров предельного откоса на слабом наклонном основании численно – аналитическим способом // Горный информационно – аналитический бюллетень. ГИАБ. – М.: МГГУ, 2003. - №3. – 98 с.
- 25 Шпаков П.С., Шпакова А.П., Долгоносов В.Н.. Пакет прикладных программ по расчету устойчивости откосов на карьерах // Горный информационно-аналитический бюллетень. ГИИБ. – М.: МГГУ, 2003. - №8. - С. 56-59.
- 26 Байгурин Ж.Д., Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Геомеханические процессы в сложных условиях разработки месторождений // Алматы: Горный журнал Казахстана. – 2011. - №11. -С. 36-38.
- 27 Сашурин А.Д., Панжин А.А. Диагности-ка геомеханического состояния массива горных пород геодезическими методами. Проблемы геотехнологии и недроведения.- Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2005.-С. 170-178.
- 28 Милетенко Н.А., Нурпеисова М.Б. Прогноз опасных геомеханических процессов при комбинированном способе разработки месторождений // Маркшейдерский вестник. - М., 2014. - №4. - С. 55-58.
- 29 Nurpeisova M.B., Kyrgyzbaeva G.M., Aitkazinova Sh.K. The methodology of monitoring the earth surface displacements during the development of the subsoil // Известия НАН РК -2015.-№4. - С. 95-100.
- 30 Курманбаев О.С., Сарыбаев О.А. Закономерности развития геомеханических процессов на руднике Майкаин // Труды Международного форума маркшейдеров «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии». – Алматы: КазНТУ, 2015.-С. 94-98.
- 31 Kurmanbaev O.S., Kirgizbaeva D.M., Nurpeisova M.B. Research of geographic information systems at creation 3D models // 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015. – Bulgaria, 2015. – P. 281-290.
- 32 Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С., Бек А.А. Мониторинг состояния прибортовых массивов и инженерных сооружений // Материалы XXVI международной научной школы им.академика С.А. Христиановича. – Крым: Алушта, 2016. – С. 51-54.

- 33 Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы. – Алматы, 2010.
- 34 Қазақстан Республикасының жер кодексі. – Алматы: ЮРИСТ, 2008. – 104 б.
- 35 Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы. – Алматы, 2010 // <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z100000291>
- 36 Геодезия және картография» туралы Қазақстан Республикасының Заңы. – Алматы: ЮРИСТ, 2007. – 164 б.
- 37 СНиП РК 1.03-26-2004 «Геодезические работы в строительстве».
- 38 ГОСТ 24846–81 ГРУНТЫ. Методы измерения деформаций оснований
- 39 СНиП 5.03-37-2005 «Нагрузки и воздействия». - Астана, 2005.
- 40 СН РК 1.04.04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. - Астана, 2003.
- 41 Положение по оценке состояния и содержания искусственных сооружений на железных дорогах Республик Казахстан. –Алматы, 1998.
- 42 Отчет по НИР «Изучение состояния горного массива на бортах карьера и потолочины горизонта 220 м».-Алматы: «НИПИ «Казгорпроект», 2011.- 32 с.
- 43 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.
- 44 Инженерно-геологические исследования: отчет по НИР. - М.: «ВНИИцветмет», 1980.
- 45 Ильницкая Е.И, Тедер Р.И, Ватолин Е.е, Кунтыш МФ. Свойства горных пород и методы их определения. - М.: Недра, 1965.
- 46 Машанов А.Ж., Машанов А.А. Основы геомеханики скально-трещиноватых пород. - Алма-Ата: Наука, 1985. - 192 с.
- 47 Машанов А.Ж., Нурпеисова М.Б. Геомеханика: оқулық. – Алматы: ҰТУ, 2000. - 124 б.
- 48 Певзнер М.Е., Нурпеисова М.Б., Кривошейна М.Е. Свойства горных пород Каратауского фосфоритоносного бассейна // Труды ГИГХСа. - М., 1971.- С. 22-26.
- 49 Снижение риска техногенных катастроф путем разработки инновационных методов управления: отчет о НИР (заключительный). - Алматы: КазНИТУ, 2015. - 50 с.
- 50 Авершин С. Г. Сдвигение горных пород при подземных разработках. – М.: Углетехиздат, 1974. - 245 с.
- 51 Борщ-Компаниец В.И. Механика горных пород: массивов и горное давление. - М.: МГИ, 1968. – 464 с.
- 52 Милетенко И.В, Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Новый геомеханический подход к прогнозу опасных гидрогеологических процессов

при подземной разработке твердых полезных ископаемых // ГИАБ. – 2011. - № 77. - С. 103-108.

53 Рац М.В. Неоднородность горных пород и их физические свойства. - М.: Наука, 1978. - 201 с.

54 Низаметдинов Ф.К. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов глубоких карьеров. Состояние и перспективы развития маркшейдерского дела.-Екатеринбург: УГГ, 2011.-С.148-154.

55 Nurpeisova M., Korpzhassaruly K. Innovative ways to capture of solid violations and processing of result // Научный вестник НГУ. - Днепропетровск, 2016. - №2. Р. 5-18.

56 Акимов А.Г. Сдвигение горных пород. – Л.: ВНИМИ, 1980. - 145 с.

57 Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород. – Алма-Ата: Наука, 1970. - 195 с.

58 Кузнецов М.А. и др. Сдвигение горных пород на рудных месторождениях. - М.: Недра, 1971. - 224 с.

59 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов. - Алматы: КазНТУ, 2014. - 266 с.

60 Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М. Устойчивость бортов рудных карьеров и отвалов. – Алматы: КазНТУ, 2006.-131 с.

61 Бек А.Ш. Геоинформационное обеспечение устойчивости карьерных откосов.- Алматы: КахНТУ, 2006. – 140 с.

62 Инструкция по наблюдению за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – М.: Недра, 1971. - 90 с.

63 Курманбаев О.С. Тау-кен қазбаларының жылжуына кешенді мониторинг жүргізу // Хабаршы КазГАСА. – Алматы, 2016. - №2(60).– Б.147-151.

64 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Бек А.А. Геомеханический мониторинг техногенных систем. - Германия: LAR LAMBERT Academic Publishing, 2017.-120 с.

65 Технический отчет по закладке геодезических пунктов на месторождении «Майкаин В» АО Майкаинзолото».- Экибастуз: ТОО «ЦентрГеоПроект», 2010. – 10 с.

66 Инструкция по наблюдения за сдвижения горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями при подземной разработке рудных месторождений.- М.: Изд.ВНИМИ,1980.- 457 с.

67 Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Согласованы приказом Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от «22» сентября 2008. - №39.

68 Милев Иво, Айтказинова Ш., Нурпеисова М. Методика наблюдении за опасными геомеханическими процессами // 22 Междун. симпозиум

«Современные технологии, образование и профессиональная практика в геодезии». - София, 2012. - С. 24-27.

69 Nurpeisova M.B., Kirgisbaeva G.M., Sarybaev O.A., The methodology of monitoring the earth surface displacements during the development of the subsoil // Вестник КазНТУ. - 2015. №4. – P. 95-99.

70 Нурпейсова М.Б., Сарыбаев О.А., Курманбаев О.С., Майқайын кенорнындағы геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтарын зерттеу // «Жер қайнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі» монографиясында.-Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016.- Б.191-201.

71 Нурпейсова М.Б., Солтабаева С.Т. Инновационные методы съемки подземных выработок. - Алматы: Горный журнал Казахстана, 2017. - №8. – С.25-30.

72 Нурпейсова М.Б. Опыт и перспективы использования лазерно-цифровой технологии при маркшейдерском обеспечении горной промышленности // Международный маркшейдерский форум СМК.- Караганда: КарГТУ, 2017.- С.27-33.

73 Пат. 10-2963 РК «Постоянный грунтовый репер, используемый при геомониторинге земной поверхности / Нурпейсова М.Б., Киргизбаева Д.М., Бек А.А. опубл. от 16.03.2016 г.

74 Нурпейсова М.Б., Курманбаев О.С. Майқайын кен орнындағы геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтары // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. - 2016. - №6. - Б. 109-115.

75 Rockburst and seismicity in mines proceedings.-Australia: Australian Centre for Geomechanics, 2005.

76 Owen M.L. Calibrating a semi-quantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metalliferous mines/ Controlling seismic risk.- Australia: Australian Centre for Geomechanics, 2005.-P. 191-204.

77 Нурпейсова М.Б., Киргизбаева Г.М. Изменение геодинамического режима геологической среды при освоении недр // Геология и охрана недр. – 2009. - №4.- С.80-85.

78 Kurmanbaev O.S., Nurpeisova M., Sarybaev O.A. Study of regularity of geomechanical processes development while developing deposits by the combined way // Научный вестник НГУ. – Днепропетровск, 2016. - №4. – P. 30-36.

79 Нурпейсова М.Б., Сарыбаев О.А., Курманбаев О.С. Майқайын кенорнындағы геомеханикалық үдерістердің даму заңдылықтарын зерттеу // «Жер қайнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі» монографиясында. - Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016. - Б.191-201.

80 Nurpeisova M.B., Aitkasimova Sh.K. Kirgisbaeva G.M. Geomechanical monitoring of the massif of rocks at the combined way of development of fields // Geodesy & Mine Surveying 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – Болгария: Альбена, 2014. - P. 279-292.

81 Бек А., Нурпейсова М., Орманбекова А. Оценка технического состояния инженерных сооружений. – Германия: LAR LAMBERT Academic

Publishing, 2015. - 117 с.

82 Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С., Рубинов Э. Гедезические наблюдения за креном инженерных сооружений // 13th International scientific conference. – Austria: Vienna, 2017. – P. 16-20.

83 Проект наблюдательной станции за состоянием устойчивости бортов и отвалов Майкаинского карьера: отчет НИР. – Алматы: КазНТУ, 2015. - 128 с.

84 Байгурин Ж.Д., Сарбаев О.А., Курманбаев О.С. Проект наблюдательной станции за состоянием устойчивости бортов и промышленных сооружений Майкаинского карьера: отчет НИР. – Алматы: КазНТУ, 2009.- 80 с.

85 Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С., Өндіріс алаңындағы құрылыс деформацияларын бақылаудың геодезиялық әдістері // Қазақстанның кен журналы. - 2017. - №2. – Б. 17-20.

86 Середович В.А., Комиссаров А.В. и др. Наземное лазерное сканирование.- Новосибирск: СГГА, 2009. - 261 с.

87 Паспорт лазерного сканера FARO® Laser Scanner Focus3D. - 2014.

88 Описание программного обеспечения Trimble® RealWorks®. – 2015.

89 Гордеев В.А., Самарин А.В. Новые технологии геомеханического мониторинга карьеров // Маркшейдерский вестник. - 2004. - № 1. - С. 33-36.

90 Руководство пользователя для приборов TPS 1200 SERIES фирмы Leica Geosystems. -2007.

91 Нурпеисова М.Б., Кигизбаева Д.М. Лазерная съемка трещиноватости горных пород и создание 3D моделей // Сб.научн. статей межд.НПК «Проблемы и пути инновационного развития ГМК». - Ташкент, 2014. - С. 55-60.

92 Охотин А.Л. Применение лазерного сканирования в маркшейдерии. – Иркутский технический университет, 2009.

93 Курманбаев О.С. Совершенствование методов разбивочных работ путем применения современных приборов // 11 международная научная школа молодых ученых и специалистов «Проблемы основания недр в XXI веке глазами молодых». – М.: ИПКОН РАН, 2014. - С. 154-157.

94 Курманбаев О.С., Айтказинова Ш.К., Сарыбаев О.А. Мониторинг состояния инженерных сооружений // 12 международная научная школа молодых ученых и специалистов «Проблемы основания недр в XXI веке глазами молодых». – М.: ИПКОН РАН, 2015.- С. 105-110.

95 Nurpeisova M.B., Kyrgyzbaeva G.M., Soltabaeva S., Bek A.A. Innovational methods of geomonitoring - the most effective way of providing industrial safety in mines // 16-th International symposuim on Environmental Issuis and Waste Managment in Energy and Mineral Production. - Istanbul, 2016. - P. 52-54.

96 Nurpeisova M.B., Zharkimbaev B.M, Krgizbayeva G.M., Bek A.A. Laws of development of geomechanical processes in the combined method of field development // 16th International symposuim on Environmental Issuis and Waste Managment in Energy and Mineral Production. - Istanbul, 2016. - P. 45-48.

97 Nurpeissova M.B., Ormambekova A.E, Bek A.A. The geodetic monitoring of the engineering structures stability conditions // International conference on the belt and road strategic alliance of mining technology innovation. – Пекин, 2017. - С. 165-176.

98 Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С. Современные методы геодезических наблюдений за деформацией инженерных сооружений // Вестник КазНТИУ. - 2017. - №1. – С. 51-56.

99 Снижение риска техногенных катастроф путем разработки инновационных методов управления: отчет о НИР. -Алматы: КазНТИУ, 2016.- 128 с. - №ГР 0115РК02448.

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

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

102 География и геодезия. Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі.- Алматы: Мектеп, 2007.- 264 б.

103 Нурпеисова М.Б., Рысбеков Қ.Б., Сарыбаев О.А., Қырғызбаева Д.М. Геодезия:оқулық. – Астана: Фолиант, 2016. - 140 б.

104 Нурпеисова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық аспаптар: оқулық. - Астана: Фолиант, 2013.-192 б.

105 Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі.- Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016.- 436 б.

ҚОСЫМША А

УТВЕРЖДАЮ :



Директор МПР

Терешков И.Б

» _____ 2017 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов диссертационной работы Курманбаева О.С. на тему «Совершенствование геодезических методов наблюдений за деформациями инженерных сооружений (в условиях месторождения Майкаин)»

Предприятие, использующие результаты. АО «Майкаинзолото» настоящим актом подтверждает, что полученные результаты в диссертационной работе Курманбаева О.С. - докторанта кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» КазННТУ имени К.И.Сатпаева, выполненный в период 2014-2017 гг., использованы при наблюдений за деформациями земной поверхности и инженерных сооружений.

Форма внедрения результатов диссертационной работы. Результаты работы внедрены в производства в форме «Методического руководства по наблюдению за сдвижением земной поверхности».

Главный маркшейдер МПР:

Кайыпханулы Д

ҚОСЫМША Б



АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Курманбаева О.С., в учебный процесс

Мы, нижеподписавшиеся, директор ГМИ д.т.н., профессор З.С.Абишева, заведующий кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия» доктор PhD Б.Б.Имансакипова, научный руководитель проекта №757. МОН.ГФ.15. РИПР 44 д.т.н., профессор Нурпеисова М.Б. составили настоящий акт, о том, что результаты НИР «Снижение риска техногенных катастроф путем разработки инновационных методов управления» внедрены в учебный процесс в виде:

– написания монографии: «Исследование закономерностей развития геомеханических процессов на месторождении Майкаин», Алматы: КазНУ, 2016 г. (авторы: Нурпеисова М.Б., Сарыбаев О.А., Курманбаев О.С.);

– чтение лекции по курсу «Наблюдения за деформациями сооружений» (на государственном языке);

– написания заключительного отчета по проекту №757. МОН.ГФ.15. РИПР 44 за в 2015-2017 г.

Использование результатов НИР в учебный процесс позволит повысить качество подготовки специалистов в области маркшейдерии и геодезии.

Результаты исследования включены в диссертационную работу докторанта PhD Курманбаева О.С., так как он является непосредственным исполнителем данного проекта.

Директор ГМИ

Зав.кафедрой МДиГ

Научный руководитель

З.С.Абишева

Б.Б.Имансакипова

М.Б.Нурпеисова