

Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті

ӘОЖ 622.27(574.3)=512.122 М84

Қолжазба құқығында

БАЛПАНОВА МЕРЕЙ ЖУМАГАЛИЕВНА

**Ашық тазарту кеңістігі жүйесі арқылы жазық кеншоғырларды қазып
өндіруді геомеханикалық қамтамасыз ету**

6D070700 «Тау-кен ісі»

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін диссертация

Ғылыми кеңесшілер:
PhD Имашев А.Ж.

техника ғылымдарының докторы
Кожогулов К.Ч.
(Бішкек қ.)

Қарағанды, 2024

МАЗМҰНЫ

ШАРТТЫ БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....	4
КІРІСПЕ.....	5
1 МӘСЕЛЕНІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУДІҢ МІНДЕТТЕРІН АНЫҚТАУ.....	10
1.1 Кенді ашық тазарту кеңістігімен қазу жүйесін қолданатын кенорындардың таукен-геологиялық және таукен техникалық жағдайлары.....	10
1.2 Камералық бағанды қазу жүйесін қолдану тәжірибесін талдау.....	11
1.3 Жомарт кенішінде қазу жүйесінің қабылданған параметрлеріне шолу.....	17
1-Бөлім бойынша қорытынды.....	24
2 ҚАЗУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҰЙҒАРЫНДЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУДЫҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІ.....	25
2.1 Өндірілген кеңістіктің рұқсат етілген өлшемдерін анықтауға қойылатын талаптар.....	25
2.2 Камера енінің ұйғарынды шамасын анықтаудың әдістері.....	27
2.3 Кенорынның кені алынған кеңістігіндегі камерааралық кентіректердің орнықтылығын анықтаудың әдістері.....	37
2.4 Массивтің табиғи кернеулі күйіндегі физикалық процесстердің таралу аясын бағалаудың әдістері.....	38
2-Бөлім бойынша қорытынды.....	44
3 ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ ЕСЕПТЕУ, НАТУРАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	45
3.1 Жазық кеншоғырларды ашық тазарту кеңістігі әдісімен өндіру кезіндегі деформациялық процесстерді есептеу.....	45
3.2 Жомарт кенішінің жабылған панельдерінің үстіндегі іргелес жыныс қалыңдығының опырылу аймақтарының шекараларын натурада анықтау.....	50
3.3 Таужыныс массивіндегі деформация аймағын есептеудің әдістемесін Жомарт кенорны жағдайын бейімдеу мақсатында жетілдіру.....	59
3.4 Кенорынның Жомарт-2 бөлігінде массивтің геомеханикалық күйін болжау.....	66
3.5 Кені алынған кеңістіктің төбесіндегі массивтің орнықтылығының оның еніне байланысты өзгеруін сандық модельдеу.....	69
3-Бөлім бойынша қорытынды.....	74
4 ЖАЗЫҚ КЕНШОҒЫРЛАРДЫ ТИІМДІ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗ ӨНДІРУГЕ ҚОЛАЙЛЫ ШАРТТАРДЫ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....	77

4.1 Жазық кеншоғырларды ашық кеңістікпен қазу жүйесіне қойылатын талаптарды анықтау.....	77
4.2 Массивті кентіректермен қазу жүйесінің қолдануды негіздеу.....	79
4.3 Қазу бірлігінің оңтайлы параметрлерін анықтау.....	81
4.4 "Жомарт-2" кен орны өрісіндегі КК және МК оңтайлы параметрлерін анықтау үшін сандық модельдеу.....	85
4.5 Кентіректерді өндіру кезінде геомеханикалық жағдайды сандық модельдеу, жұмыс тәртібін анықтау.....	87
4-Бөлім бойынша қорытынды.....	96
ҚОРЫТЫНДЫ.....	98
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	100
ҚОСЫМША А – Енгізу Анықтамасы.....	106
ҚОСЫМША Ә - Енгізу Актісі.....	111
ҚОСЫМША Б – КК беріктік қоры коэффициентін есептеудің нәтижелері.....	114

ШАРТТЫ БЕЛГІЛЕР ЖӘНЕ ҚЫСҚАРТУЛАР

ЖШС – Жауапкершілігі шектеулі серіктестік;
БАБО – Бірлік алаңдағы бағанның орнықтылығы;
ӨБ – өндірістік бірлестік;
ҒӨК – ғылыми өндірістік компания;
ҒЗЖ – ғылыми зерттеу жұмыстары;
КЕАҚ – коммерциялық емес акционерлік қоғам;
ҒЖББСБК - Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті;
КБКЖ – камералық-бағаналы қазу жүйесі;
ТК – тосқауыл кентірек;
КК – камерааралық кентірек;
МК – массивті кентірек;
БЖИ – бас жобалау институты;
FF – Fracture Frequency (сыну жиілігі);
RQD – Rock Quality Designation (жыныс сапасының көрсеткіші);
GSI – Geological Strength Index (тұрақтылықтың геологиялық индексі);
RMR – Rock Mass Rating (тау-кен жынысы сілемінің рейтингі);
SRF – Stress Reduction Factor (кернеуді төмендету факторы);
ВНИМИ – Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела (Тау-кен геомеханикасы және маркшейдерлік іс ғылыми-зерттеу институты);
КБК – кен байыту комбинаты;
МОГТ - метод общей глубинной точки (жалпы тереңдік нүктесінің әдісі).

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі уақытта жерасты кеніштері тиімділігінің тиісті деңгейін ұстап тұрудың қолда бар барлық тау-кен-геологиялық және технологиялық ресурстарын ұтымды пайдалану мәселелері мен міндеттері барған сайын өзекті бола түсуде, бұл ретте кеншоғырларды игеру тиімділігін арттырудың маңызды резервтерінің бірі, кентіректерді кейіннен қазып алу есебінен қорларды неғұрлым толық алу деп есептеген жөн.

Жазық кеншоғырларды игерудің кең таралған жүйесі камералық-бағаналық қазу жүйесі болып табылады. Жоғары өнімді жүйе болғанымен, алайда, елеулі кемшіліктері де бар: панельдегі кеннің жоғалымы 20...40% - ға жетіп, және тау-кен қысымының өсуінің себебінен, камераның төбесінің және кентіректердің мерзімінен бұрын қирауының салдарынан артады. «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС Жомарт кенорнында 2006 жылдан бері кенішті пайдалану кезінде жер қойнауынан 50 млн. тоннадан астам кен алынды, 16 млн.м³ кені алынған кеңістіктер пайда болып, оларда 5 мыңға жуық камерааралық (КК) және 60-тан астам тосқауыл (ТК) кентіректер қалған. Қазіргі таңда сол кентіректердегі қалған кеннің қорын қайта қазу мәселесі туындап отыр.

Төбе қабаты мен кентіректердің параметрлерін есептеу әдістерімен көптеген ғалымдар айналысқан, мысалы: Бирюков К. С., Борщ-Компониц В. И., Гомес Ц., Гулевич Г. Е., Давыдова Н. А., Ержанов Ж. С., Кузнецов Г. Н., Либерман Ю. М., Модестов А. Ю., Протосеня А. Г., Руппенейт К. В., Рыбаков В.И., Слесарев В. Д., Стаматиу М., Цимбаревич П. М., Чабдарова Ю. И., Чарковский К.И., Шевяков Л. Д., Юн Р.Б. және басқалар.

Қазу жүйесінің конструкциялық элементтерінің кернеулі күйін бағалау бойынша [1-6] теориялық және эксперименттік зерттеулердің біршама көлеміне қарамастан, осы уақытқа дейін кенорындарды қазудың технологиялық параметрлерін тиімді жобалауға түпкілікті ғылыми негізделген тәсіл жоқ. Қазу жүйесінің параметрлерін есептеудің жалпы қабылданған әдістемесі қазу тереңдігіне байланысты және нақты кен орындарында алынған эмпирикалық тәуелділіктер негізінде тазарту камераларының кентіректері мен аралықтарының параметрлерін есептеу болып табылады, ал бұл дегеніміз басқа ұқсас кен орындарында әрдайым қолдануға мүмкіндік бермейді. Тіпті бір кенорындағы тау-кен-геологиялық жағдайлар бірталай шамада өзгеруі мүмкін екенін ескерсек, және кенорынның бір учаскесінен алынған таужыныстың сырғу параметрлерін басқа учаскеге пайдалану, кентіректерге әсер ететін жүктеме шамасын не арттыруға немесе кемітуге әкеліп соқтыруы мүмкін. Бұл, тиісінше, кентіректер өлшемдерінің ұлғаюына немесе азаюына, осы кентіректерде қалып қойған пайдалы қазбалардың жоғалымына, "кентіректер – тау жыныстардың төнбе қабаты" геомеханикалық құрылымының тепе-теңдігінің бұзылуына және оның опырылуына әкеледі.

Сондықтан пайдалы қазбаларды өндірудің толықтығын қамтамасыз ету үшін массивтің кернеулі-деформацияланған күйін ескерудің негізінде геомеханикалық қамтамасыз ете отырып, кен орындарын қазу тиімділігін арттыру проблемасы практикалық және ғылыми тұрғыдан маңызды міндет болып табылады, оны шешу өндірілетін пайдалы қазбаның бірлігіне келетін шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың мақсаты. Геомеханикалық зерттеулер кешені негізінде таукен жұмыстарын жүргізудің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік беретін ашық тазарту кеңістігі қазу жүйесінің параметрлерін негіздеу болып табылады.

Жұмыстың идеясы. Жұмыстың идеясы, әртүрлі кернеулі-деформациялану жағдайларында ашық кеңістікпен қазу жүйелерін қолданудың қауіпсіздігін арттырудың, таукен қысымын басқарудың қажетті параметрлерін анықтаумен байланыстылығын негіздеу.

Зерттеу міндеттері:

- жазық кен денелерді ашық тазарту кеңістігімен қазу жүйелерін қолданудың қазіргі заманғы отандық және шетелдік тәжірибесін талдау;
- таукен-геологиялық және таукен техникалық факторларды ескере отырып, жазық кеншоғырларды толық қазып алу кезінде жоғары қабаттағы таужыныс массивіндегі деформациялық және физикалық процестерді теориялық және натурада зерттеу;
- геотехникалық зерттеулер кешені және қорларды игерудің технологиялық параметрлерін көп факторлы ескеру негізінде, сонымен бірге жапсарлас таужыныстар массивінің геомеханикалық күйін бағалау негізінде кенді өндірудің бірінші және екінші кезеңдерінде кентірек пен камера төбесінің орнықтылығын қамтамасыз ететін, кен денелерін қазудың ұтымды технологиялық схемасын әзірлеу
- Жаманай-Айбат кен орны жағдайында әзірленген технологиялық схеманы тексеру.

Ғылыми жаңалығы:

- камераның төбесіндегі таужыныс қабатының қауіпсіздік қорының өзгеру заңдылығы камераның еніне (7, 8 және 9 м) байланысты болатындығы ғылыми негізделді;
- кені алынған кеңістіктің өлшемі мен кеңістікке қатысты тосқауыл кентіректердің орналасуына байланысты тазарту жұмыстарының әсер ету аймағындағы ығысулар мен деформациялардың қалыптасу заңдылықтары анықталды;
- натурадағы зерттеулер (сейсmobарлау) нәтижелерін БАБО әдістемесінің нәтижесімен салыстырудың нәтижесінде, кері есептеу әдісі бойынша Жомарт кенорнының жағдайында сырғу параметрлері анықталып және БАБО әдісіне түзету енгізілді;
- кентіректерді қайта өндіру тәртібін жобалау үшін қажетті және камералық-бағаналы қазу жүйесінің негізгі геомеханикалық параметрі болып саналатын, жер бетінің толық өндіру шарты ($L_3 > H/1,09$) анықталды;

– кен орнын игерудің бірінші және екінші кезеңдерінде тау-кен қысымын басқаруға мүмкіндік беретін, таукен жұмыстарының қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз ететін ашық тазарту кеңістігі бар қазу жүйесінің жетілдірілген нұсқасы әзірленді.

Зерттеу нысаны. Кенді ашық тазарту кеңістігімен алатын кенорындардағы таужыныстар массиві.

Зерттеудің тақырыбы. Таужыныстар массивінде жүретін физикалық процесстер.

Қорғалатын ғылыми қағидалар.

- Кеншоғырдан жоғары жатқан таужыныстағы деформация аймақтарының мүмкін болатын таралу шекараларын анықтау сырғу беттердің үш топтарының қисық сызықтарын құруға негізделген төбе қабатты құрайтын тау жыныстарының әр түрінің беріктігі мен деформациялық қасиеттерін ескере отырып жүргізілуі керек.

- Таужыныстардың опырылу бұрышы δ мықтылық құжаттан табылатын β және $\rho_{\text{КС}}$ ішкі үйкеліс бұрышына тәуелді және 430 м терендікте $\rho_{\text{КС}} = 33^\circ \div 36^\circ$ аралығында болғанда $\delta = 65,86^\circ \div 62,84^\circ$ өзгереді.

- Жер бетін толық өндірілу шарты орындалған жағдайда, тосқауыл кентіректерді қалдырып, ал шарт орындалмаған жағдайда массивті кентіректі қалдырып өндіру қажет.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық зерттеулердің негізгі теориялық негізі

- табиғи тепе-теңдік шатыр теориясы. Осы мақсатқа жету үшін сонымен бірге зерттеу әдістерінің кешені қолданылды, оның ішінде: кен орындарын тазарту кеңістігін әр түрлі мақсаттағы кентіректерді қалдыра отырып табиғи ұстап тұрып, артынан төбе қабатты опыруды іске асыратын қазу жүйелерін қолдану кезінде орын алатын геомеханикалық процестер саласындағы отандық және шетелдік ғалымдардың эксперименттік және теориялық зерттеулерінің деректерін ғылыми жүйелік талдау және жалпылау; материалдар кедергісі, серпімділік теориялары, тұтас орта механикасы, есептеу математикасы әдістері; далалық сейсмикалық барлау жұмыстарын қолдана отырып далалық әдістер; компьютерлік модельдеудің инновациялық технологияларын қолдана отырып, кентіректердің кернеулі-деформацияланған күйі мен орнықтылығын талдамалық зерттеу; тау жыныстарының опырылуларының карточкаларының деректерін және тау қысымы көрінісінің динамикалық нысандары жағдайында кентіректер мен таукен құрылымдарының күйін комиссиялық зерттеу хаттамаларын талдау.

Практикалық құндылығы

Диссертациялық жұмыстың апробация барысында расталған практикалық маңыздылығы, ашық тазарту кеңістігі бар жүйелермен жазық кен денелерін өндіру кезінде пайдалы компоненттің жоғалу және құрамсыздану мөлшерін азайту болып табылады, ал бұл өз кезегінде өндірілген пайдалы қазбалардың өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Жұмыс нәтижелерін іске асыру.

Ғылыми зерттеулердің нәтижелері практикалық енгізуге жеткізілді және "Қазақмыс Корпорациясы" ЖШС "Жезқазғанцветмет" ӨБ Жомарт кенішінде пайдаланылады.

Диссертациялық зерттеудің нәтижелері «АлГеоРитм» ҒӨК» ЖШС мен "Қазақмыс Корпорациясы" ЖШС арасындағы 24.03.2022 ж. №P1100108845 келісімшарт шеңберінде орындалған «Жомарт кенішінің 5-III, 5-II, 5-I кеншоғырының 21-панелінің, 4-III кеншоғырының 22-панелінің, 4-I, 3-VI кеншоғырының 23-панелінің қорларын массивті кентіректерді қалдыра отырып камералық-бағандық қазу жүйесімен тәжірибелік-өнеркәсіптік өндіру жұмыстарын орындауды зерттеу» ҒЗЖ шеңберінде ұсыныс ретінде «21, 22 панельдердің кен қорын массивті кентіректерді қалдыра отырып камералы-бағанды қазу жүйесімен тәжірибелік-өндірістік игеру» ПЗ 20-22/03-ПЗ жобасын әзірлеу кезінде пайдаланылды (енгізу туралы актілермен және анықтамалармен расталды (қосымша А).

Автордың жеке үлесі:

- ғылыми-зерттеу жұмыстарының міндеттерін қоюда;
- кен мен таужыныстарының массивіндегі геомеханикалық процестерді бағалау бойынша және қазу жүйесінің құрылымдық элементтерін геотехникалық сипаттау бойынша теориялық және далалық зерттеулер, сынақтар жүргізуде;
- тау-кен жұмыстарын жүргізудің технологиялық параметрлерін негіздеу үшін салыстырмалы, статистикалық, талдамалық және сандық талдаулар жүргізуде;
- кентіректер мен камералардың орнықтылығын болжау үшін сандық модельдеу әдістерімен тау жыныстарының массивін талдауда.
- кен кенорындарын игерудің кентіректерді артынан қазып ала отырып оңтайлы технологиялық схемаларын әзірлеуде.

Жұмысты апробациялау.

Жұмыстың негізгі қағидалары "Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті" КЕАҚ «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасының ғылыми семинарларында; «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы - Ұлт жоспарын іске асырудың негізі», «Prospects and key tendencies of science in contemporary world» халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларында, баяндалды және мақұлданды.

Диссертацияның жекелеген ережелері ғылыми-зерттеу мемлекеттік бюджеттік тақырыптар шеңберінде орындалды: №AP14972873 "Пайдалы қазбаларды қазып алудың толықтығын арттыру мақсатында рудалы кенорындарды игерудің үнемді технологияларын жасау" ("Жас ғалым-2" жобасы бойынша жас ғалымдарды гранттық қаржыландыру).

Диссертация материалдары "Тау жыныстары физикасы", "Кеніштік кенорындарды жерасты өндіру" пәндері бойынша "Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру" кафедрасында оқу процесінде қолданылады (қосымша Ә).

Жұмыстың жариялануы.

Web of Science Core Collection деректер базасында индекстелетін журналда

Journal of Mining Science, 2020, volume 56, №2, 184–195 (2020).

Scopus тізімінен ұсынылған журналдарда мақаланы жариялау

Mining of Mineral Deposits, 2023, Volume 17 (2023), Issue 1, pp.129-137.

(Мақала “Жас Ғалым-2” жас ғалымдарды гранттық қаржыландыру бойынша №AP14972873 "Пайдалы қазбаларды қазып алудың толықтығын арттыру мақсатында рудалы кенорындарды игерудің үнемді технологияларын жасау" гранттық жобасы шеңберінде және осы диссертациялық жұмыстың жекелеген нәтижелері бойынша жарияланған (Жоба жетекшісі – Балпанова М.Ж.).

ҒЖББСБК (КОКСНВО) ұсынған басылымдарының тізбесіне кіретін журналдарда

Қазақстанның тау-кен журналы №6 (2019 ж.);

Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых №2 (2020 ж.);

Университет еңбектері №4 (2022 ж.);

Қазақстанның тау-кен журналы №2 (2023 ж.);

Қазақстанның тау-кен журналы №11 (2023 ж.).

Зияткерлік меншік объектісіне қорғау құжаттары туралы мәліметтер:

№8447 "Жасанды кентірек салу тәсілі" пайдалы моделіне ҚР патенті. 22.09.2023. Балпанова М. Ж., Таханов Д. К., Балабаев О. Т.

Жұмыс құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен және қорытындыдан (қорытындылардан) тұрады, 122 беттен тұратын баспа мәтіні және 61 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімі бар.

Докторант отандық ғылыми кеңесші А.Ж. Имашевқа және шетелдік ғылыми кеңесші К.Ч. Кожоголовқа, «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС Геотехникалық бөлімнің және Жомарт кенішінің қызметкерлеріне диссертациялық жұмыстың әр кезеңдерін орындауда көрсеткен жәрдемі үшін алғыс білдіреді.

1 МӘСЕЛЕНІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЗЕРРТТЕУДІҢ МІНДЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

1.1 Кенді ашық тазарту кеңістігімен қазу жүйесін қолданатын кенорындардың таукен-геологиялық және таукен техникалық жағдайлары

Кенді ашық тазарту кеңістігі бар жүйелерге: тұтас қазу жүйелері, камералық-бағаналы жүйелері, төбе кемерлі қазу жүйелері, кенді жарылыс күшімен жеткізетін жүйелер, қабат аралық бұзу қазу жүйелері және қабатты-камералық жүйелер жатады [7].

Ашық тазарту кеңістігі бар қазу жүйелерін қолданудың негізгі шарты кен массиві мен негізгі жыныстардың тұрақтылығы болып табылады. Бұл жүйелер әр түрлі формадағы, мөлшердегі, құлау бұрыштарындағы кен орындарын игеру үшін қолданылады. Сонымен қатар, осы қазу жүйелері үшін рұқсат етілген кен орындарының максималды қалыңдығы қауіпсіз жұмыс жағдайларымен, сондай-ақ олардың орташа көлденең өлшемдері бар кентіректердің жеткілікті тұрақтылығымен шектеледі. Осыған байланысты, осы класс жүйелері, әдетте, шағын және орта қуатты кен орындарында және тек ерекшелік түрінде - қуат жоғары кен орындарында қолданылады.

Бұл қазу жүйелердің негізгі артықшылығы таукен жұмыстарының өнімділігінің жоғары болуы. Кемшілігі - кеннің жоғалымының жоғары болуы.

Орталық Қазақстанның Жезқазған, Жаман-Айбат, Жыланды, Саяқ кенорындарында камералы-бағанды немесе панельді бағанды қазу жүйелері кең қолданылады.

Жезқазған кенорнының таукен геологиялық жағдайлары мен таукен жұмыстарының ықпалынан болатын геомеханикалық процесстер мен олардың жүру заңдылықтарына байланысты қазу жүйелерінің параметрлері де бір ретке келген. Өйткені бірнеше ондаған жылдар бойы жиналған тәжірибе мен ғылыми жұмыстардың жетілуі өз нәтижесін беріп отыр.

Жомарт кенорнының таукен геологиясы Жезқазғандікіне ұқсас болғанымен күрделілік бойынша одан 4 есе ауыр. Жомарт кенішінің таукен жағдайлары тереңдігі 2 есе үлкен және тау жыныстарының беріктігі 2 есе аз. Сондықтан қазбаларды қазу өте жиі (Жезқазғанға қарағанда 4 есе жиі) тау қысымының көріністерімен - тау массасының опырлуларымен қиындайды (таукен жұмысы баяулайды, шығын артады) [8-12].

Зерттеу жұмыс Жомарт кенорны жағдайында жасалған. Кенорынның кен алқабының геологиялық құрылымына генезисі мен жасы бойынша әртүрлі стратиграфиялық түзілімдер қатысады [12, 6.8].

Негізгі өнеркәсіптік кендеу бірінші буманың төменгі ірітүйіршікті қабатымен (горизонт 4-I) шектеседі, ол негізінен сұр құмтастардан тұрады, қуаты 0,05-тен 5 м-ге дейінгі гравелиттер мен формааралық конгломераттардың 1-5 қабаты бар. Кен орны қорларының негізгі бөлігі 4-I, 4-II, 4-III, 3-V, 3-VI горизонттарының 50-60 метрлік интервалында шоғырланған.

Кен орны бойынша кен қабаттарының қиылыстарының қуаты жеткілікті кен шектерде 0,5-тен 18 м-ге дейін ауытқиды, өнеркәсіптік кендердің орташа қуаты 3,5-5,0 м құрайды. Онда мыс пен 100% күрделі кендердің өндірістік қорларының 89,5% шоғырланған [12, б.8].

Кен орындарының кендері, әртүрлілігіне қарамастан, химиялық, минералогиялық, литологиялық құрамдар мен текстуралық - құрылымдық ерекшеліктерге жақын. Кенді жыныстар әртүрлі түйіршікті құмтастардан (70-80%), гравелиттерден (5-10%), интерформациялық конгломераттардан (5-10%), алевролиттерден (5-10%) және сирек, саздақтардан (2-3%) тұрады [12, б.8].

Негізгі жыныстар әртүрлі түйіршікті сұр құмтастардан (70-80%), конгломераттардан (5-10%), алевролиттерден (5-10%) және саз балшықтарынан (2-3%) тұрады. Осының ішіндегі ең берігі - сұр құмтастар, олардың нақты құрамына және құрылымдық-құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты бір осьті қысу беріктігінің шекті мәні ($\sigma_{\text{кс}}$) 48 – ден 281 МПа-ға дейін өзгереді; созылу беріктігінің шегі ($\sigma_{\text{соз}}$) - 2,3-тен 12,8 МПа-ға дейін; қоңыр ұсақ түйіршікті құмтастар үшін $\sigma_{\text{кс}} = 27-163$ МПа, $\sigma_{\text{соз}} = 1,3-11,6$ МПа. Раймунд конгломераттары $\sigma_{\text{кс}} = 84-141$ МПа мәндерімен сипатталады, $\sigma_{\text{соз}} = 6-10,1$ МПа. Алевролиттер мен саз балшықтары беріктік қасиеттерінің ең кіші мәндеріне ие - $\sigma_{\text{кс}} = 10-88$ МПа, $\sigma_{\text{соз}} = 0,5-7,5$ МПа. Сұр құмтастар мен Раймунд конгломераттары жұмсартылмайтын (жұмсарту коэффициенті $k_{\text{сф}} 0,75$), қызыл алевролиттер мен саз балшықтары-жұмсартылатын ($K_{\text{сф}} 0,4$ -тен $0,6$ -ға дейін) ретінде сипатталады [12, б. 8].

1.2 Камералық бағанды қазу жүйесін қолдану тәжірибесін талдау

Камералық-бағаналы қазу жүйесі (КБКЖ) – қатты пайдалы қазбаларды (кен, көмір және т.б.) қазу жүйесі, төбені ұстап тұратын бір-бірінен жеке орналасқан кентіректер камераларды бөліп тұрады. Тұрақты және орташа тұрақты кендер мен негізгі жыныстарда төмен және орташа қуаттылықтағы $0-35^\circ$ дейін құлау бұрыштары бар жазық және көлбеу кеншоғырларды өндіру үшін қолданылады.

Камералық-бағаналы жүйеде учаскелер панельдерге бөлінеді, олар бір уақытта бірнеше камералармен жұмыс істейді, оларда тұтас немесе бағаналы тірек кентіректер қалдырады. Панельдің шекараларында панельдер (тосқауыл кентіректер) қалады. Барлық кентіректер, соның ішінде камерааралық және тосқауылдар тұрақты немесе уақытша болып бөлінеді. Тұрақты кентіректер ұзақ уақыт бойы өндірілген кеңістікті сақтауға, уақытша – бірнеше камералар немесе панельдер жұмыс істеген кезде есептеледі.

Төбе қабаттың жыныстардың құлауы бар камералық-бағаналы жүйе кезінде кен орындарын өндірудің тұрақтылығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ететін негізгі жағдайлар тазарту жұмыстары майданының жоспарлы жылжуы, тірек және опырылым астындағы кентіректердің жеткілікті көтергіштігі және төбе жыныстардың сенімді түрде құлауы болып табылады.

Классикалық түрдегі камералық-бағаналы жүйе көптеген жылдар бойы тек тұрақты кентіректермен (алынбайтын) қолданылып келді. Соңғы жылдары кентіректерді толықтай және жартылай өндіруі бар камералық-бағаналы жүйенің нұсқалары жиі кездеседі. Бұған кенді өндіру технологиясын дамыту және жетілдіру, сондай-ақ қатаятын толтырманы қолдану ауқымын кеңейту сияқты факторлар ықпал етті [13].

Сонымен бірге ұзақ уақыт бойы іргелес жоғары қабат таужыныстарын толығымен сақтай алмайтындығына көз жеткізді. Жезқазған, Миргалимсай, Вишневогорск және басқа да кеніштерде камерааралық кентіректердің қирауы және жер бетіне шығатын күмбез жыныстарының құлаған жағдайлары да белгілі.

Камералық қазу жүйелері жоғары тиімділігіне байланысты тау-кен тәжірибесінде кеңінен қолданылады. Камералық жүйелердің тиімділігі мен қауіпсіздігі олардың негізгі құрылымдық элементтерінің мөлшері кен орнының тау-кен геологиялық жағдайларына және өздігінен жүретін жабдықтың өлшемдеріне қаншалықты сәйкес келетіндігімен анықталады.

Ашық тазарту кеңістігі бар қазу жүйелерінің маңызды көрсеткіші, құрамсыздану және өнімділікпен қатар, камералар мен камералар арасындағы кен қорларының арақатынасы (қорларды алу коэффициенті) болып табылады.

ТМД аумағында және шетелдік кеніштерде қолданылатын камералық-бағаналы қазу жүйесінің параметрлері 1.1 - кестеде келтірілген.

Кесте 1.1 - Камералық-бағаналы қазу жүйесінің параметрлері

Кенорын, кеніш, комбинат	Ең үлкен тереңдік, м	Төбе таужынысы, қазу қалыңдығы	Параметрлері	
			Жоспардағы кентіректің ені, м	Камераның ені, м
1	2	3	4	5
Жезқазған	200	Сұр және қызыл құмтастар, мыс құмтастар	6;3-8 диаметр	10-17
Миргалимсай	800	Доломиттелген әктастар, 5 - 10	6×20 4×6÷5×7	6-8
Каула	400	Филлиттер, серпентиниттер, 3-40	7	9-32
Контсельваара	230	Серпентиниттер, кенделген филлиттер, брекчия, 3,5-30	4×7	10-12
Каммикиви	100	Тальктенген серпентиниттер, кенделген филлиттер, серпентиниттер және кенді брекчия, 0,5-20	3×4÷6×7	7-9
Вишнегорский»	170	Нефелин сиениттері, авгит фениттері және гнейстер, 2-12	2,5×3÷5×8	6-12
СУБР	500	Әктастар, сазды тактатастар, 2-10	4×4÷5×5, 6-9	8-12 6-9

1.1– кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
«Оутокумпу» (Финляндия)	250	Тақтатастар, серпентиниттер, кварциттер, 1-40	7,5	6,5-8
«Сулливан» (Канада)	600	Кварциттер, метаморфозды кварциттер, орташа 24	18-26	15-23
«Флат-Ривер» (США)	250	Магнезиялық әктас, доломанизацияланған әктас, 3-12	9×18	12-15
«Уайт Пайн» (США)	900	Құмтастар, тақтатастар, кеуекті тақтатастар, 1,2-4	6×6	8,5-10
«Лайсвал» (Швеция)	120	Құмтастар, тақтатастар, кеуекті сұр құмтастар, 25-ке дейін	7 (диаметр)	15

Пайдаланылған кен орындарының жаңа және жекелеген учаскелері үшін камералар арасындағы кентіректердің өлшемдері мен камералардың ені әдетте аналогия принципін қолдана отырып қабылданады.

Бұл принципті қолдану салыстырылатын кен орындары арасындағы тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық жағдайларының ұқсастығына негізделген.

Алайда, ұқсастықтың өзі көбінесе салыстырмалы болып табылады, бұл камералық бағаналы жүйенің параметрлерін өзгертуге ғана емес, сонымен қатар басқа қазу жүйелеріне ауысуға әкелуі мүмкін.

Мысал ретінде Жезқазған кен орнына ұқсас геологиялық құрылымы бар Жаманай-Айбат кен орнын қарастыруға болады, бірақ массивтің беріктік сипаттамалары Жезқазған тау жыныстарының көрсеткіштерімен салыстырғанда екі есе дерлік төмен. Массивтің құрылымы көміртекті және сазды жыныстардың едәуір әлсіз қабаттарын қоса алғанда, негізгі жыныстар мен кендерді жиі таңдаумен сипатталады [14].

Қорды толығымен алу бойынша тау-кен жұмыстары "Котсельваара", "Каммикиви", "Қадамжай", "Каула", "Миргалимсай", Жезқазған кен орындарында және т. б. кен орындарында жүргізілді.

Осындай жұмыстар "Дед Белт" (АҚШ), "Эльзас" (Франция), "Любен" (Польша), "Сулливан" (Канада) және т. б. сияқты шет елдердің компанияларының шахталарында жүргізілді.

Кентіректерді қазу кезінде қолданылатын әдістерді келесі үш негізгі топқа бөлуге болады.

- кені алынатын кеңістіктен;
- дала қазбаларынан;
- қазылған кеңістікті толтыру арқылы.

Дайындық жұмыстарына қосымша шығындарды қажет етпейтін бірінші әдіс ең тиімді және үнемді болып табылады.

Жезқазған кен орнында бірінші топтың әдістерінің бірі қолданылды. Эксперименттік учаскеде кен денесінің пайда болу шарты дерлік көлденең. Кен денесінің қуаты 2-ден 8 м-ге дейін өзгерді. Камералық қорлар камералық-бағаналы жүйеде камералық кентіректерді қалдырып, келесі параметрлермен өңделді: камералар - 20 м, камералар бойындағы кентіректердің арақашықтығы - 15 м, кентіректердің диаметрі - 5-6 м. Кентіректердің көпшілігі көлденең қимада азаятын сигнал түрінде жасалған және олардың тек бір бөлігі толығымен шығарылды. Осылайша 30 мың тонна кен өндірілді.

Жезқазған кен орнындағы осындай тәжірибелер тағы бірнеше рет қайталанды. Мәселен, мысалы, №12 шахтадағы "Покро-4" кен орнының учаскесі КБКЖ бойынша тірек кентіректерін тұрақты емес қалдырумен пысықталды. Қазу тереңдігі шамамен 30 м, шөгінділердің қуаты 4-5 м, эксперименттік учаскенің көлемі 50x75 м² болды. Камералық кентіректердің өлшемдері 1,5x2-ден 6x12-ге дейін өзгерді, олардың арасындағы қашықтық 3-тен 25 м-ге дейін. Төбе мен тірек кентіректердің күйі эксперимент жүргізілгенге дейін және одан кейін талданды және нәтижелер олардың жеткілікті жүк көтергіштігін сақтайтындығын көрсетті. Қорларды қайта өңдеу барысында микросейсмикалық бақылау жүргізілді. Сондай-ақ, екі профильді сызық бойынша жер бетінің шөгуін өлшеу үшін геометриялық нивелирлеу жүргізілді.

Қазіргі уақытта Жезқазған кен орнында өндірілген қорлардың негізгі үлесі қайта қазуға тиесілі.

"Каммикиви" кенішінде, 320-340 м қабаттарда кентіректерді қазу ашық өндірілген кеңістіктен жүзеге асырылды. Сайтта ең бай кендері бар бірқатар кентіректер ішінара немесе толығымен өңделді. Бұл кентіректердің биіктігі 3-6 м, көлденең өлшемдері 3x4 және 6x7 м, камераның ені 3 м. Қазу тереңдігі 40-115 м, құлау бұрышы $0 \div 25^\circ$. Учаскенің шектеулі өлшемдері 150x500 м, төменгі горизонттан ол тосқауылдың бүкіл бөлігімен шектелді.

Камералық-бағаналы жүйе, содан кейін шатырдың құлауы АҚШ-тағы Уайт-Пайн кенішінде қуаты 2-4 м және 700 м тереңдіктегі мыс құмтастарының шөгінділерін өндіру кезінде қолданылды [15].

Францияда Рукетт, Мазог-Авал, Бом-Суд боксит кеніштерін қазу кезінде тазарту қазбасы кентіректерді ең төменгі мөлшерге дейін жеткізіп, оларды жұқартып, өндеуден тұрады, бұл ретте басында созылу бойынша бірқатар қазбалар пысықталады. Тұтас жұмыс кезінде бос орын шегіну тәртібімен өтеледі. Егер пайдаланылған камераларда кентіректер жойылғаннан кейін пайдаланылған камераларда консоль пайда болса, онда іргелес қалыңдық шатырға ұңғыманы бұрғылаумен және оның жарылуымен құлайды.

КБКЖ кезінде кен шығынын толығымен азайтудың бір жолы-тазарту кеңістігін тірек кентіректермен уақытша ұстап тұру, содан кейін үстіңгі қабаттың шегіну тәртібімен құлауы. Бұл қосымша жұмыс нұсқасы Польшада Любин, Полковице, Сорошовице және Рудна кеніштеріндегі мыс кені бассейнінде қолданылған. Кендердің жалпы қорының шамамен 30% - ы қуаттылығы 2-5 м қабаттарда, 44% - ы 5-10 м қабаттарда жатыр. Тереңдігі 800-

ден 1800 м-ге дейін. Қорларды қазу барысында кентіректерді қазып алу және бос орындарды өтеу олардың негізін бұза отырып жүзеге асырылады, бұл жоғары қалыңдықтың тегіс түсуіне ықпал етеді.

Францияда Лотарингияның темір кен орындарында және Замбияның мыс кеніштерінде төбе таужыныстардың құлауымен камералық қазу жүйелері қолданылады.

КБҚЖ "Севуралбокситруда" ААҚ (СУБР) шахталарында қазу кезінде кеңінен қолданылды. Жалпы кен өндірудегі жүйенің үлес салмағы 50% дейін құрады. КБҚЖ штангалық бекіткішті орнату арқылы қазбалардың және жүйенің құрылымдық элементтерінің тұрақтылығын арттырудың көтергіш қабілетін күшейту кезінде қолданылады.

Жоғарыда сипатталған бірқатар кен орындарында қолданылатын жыныстардың жоғары қабатының кейіннен құлауымен камералық-бағаналы қазу жүйесінің сипаттамалары 1.2-кестеде келтірілген.

КБҚЖ кезінде жоғары жатқан қабаттың құлау нұсқасын таңдауға әсер ететін факторлар, әрине, тау-кен геологиялық жағдайлары, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, шатырдың тұрақтылығы, жұмыста қолданылатын тау-кен жабдықтары және басқалар. Барлық нұсқаларда тірек қысымы аймағындағы негізгі жүктеме тазарту кеңістігін сақтай отырып, толығымен түседі. Тау-кен жұмыстарын жүргізу барысында бұл КК ішінара немесе толығымен алынып тасталады, ал тау жыныстарының үстіңгі қабаты құлайды.

Бұл ретте кен қорлары толығымен екі жолмен алынады: жүріп өткен камераларды кеңейту немесе құлау аймағымен шекарада шектеулі қызмет ету мерзіміне есептелген сигналдық кентіректерді қалдыра отырып, тұтастай кірулер немесе ойықтар жүргізу.

Көп жағдайда өндірілген кеңістікті жоспарлы құлатып-жабу ұңғымалық зарядтардың көмегімен шатыр жыныстарының мәжбүрлі құлауымен жүзеге асырылады. Егер шатыр борпылдақ, оңай құлайтын жыныстардан тұрса, онда өтеу уақытша бүтіндердің мәжбүрлі түрде жойылуымен жүзеге асырылады.

Іргелес жыныстардың құлауы бар камералық-бағаналы жүйе кезінде кен орындарын өңдеудің тұрақтылығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ететін негізгі жағдайлар тазарту жұмыстары майданының жоспарлы жылжуы, тірек және подзаваль кентіректерінің жеткілікті көтергіштігі және жоғары орналасқан жыныстардың сенімді құлауы болып табылады.

Кесте 1.2 - Жоғары қабат жыныстардың кейіннен құлауымен камералық-бағаналы қазу жүйесінің сипаттамалары

Кенорын-ның (кеніштің) атауы	Пайдалы қазбалар	Қазу терең-дігі, м	Қазу қуаты, м	Кен денесінің құлау бұрышы, град.	Камера өлшемдері		Тірек кентіректің пішіні мен өлшемдері, м	Панельдерді (целиктерді) өндіру әдісі	шығынд ар %
					ені	ұзынды - ғы			
Лотарингия	темір кені	265	1,6-9,0	0-7	5	80-100	таспа 12-20	ені 5м 4м арқылы	5-15
Киерсардж	мыс	1600	2,2	38	10	35-40	бағаналы (1,5-8)×6	ішінара пысықтау	5
Муфулира	мыс	-	9-21	30-55	18	150-200	таспа	толық шығару	16
СУБР	боксит	250	до 25	18-30	12	60-70	дөңгелек, 4	просечки	8
«Польская медь»	мыс	до 850	до 4,5	3	5 5	100 100	таспа 15 бағаналы, 7×7	просечки просечки	6 6

Тәжірибеге сүйене отырып, тау-кен жұмыстары мен тау жыныстарының құлауы түзу бағытта болуы керек және олар үнемі қозғалуы керек. Сонымен қатар, тазарту жұмыстарының және сәйкесінше құлаудың жылдамдығы неғұрлым көп болса, тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі соғұрлым жоғары болады, бұл КК мөлшерін азайтуға, демек, пайдалы қазбалардың жоғалуын азайтуға мүмкіндік береді. Қолданылатын қазу жүйесінің параметрлері нақты тау-кен геологиялық жағдайлары үшін алынған эмпирикалық тәуелділіктерге сүйене отырып анықталады, мұндай қазу жүйелерінің параметрлері анықталады.

Д. А. Қонаев атындағы ТКИИ (Таукен істері институты) 70-ші жылдары Жезқазған кен орнының орталық кен алқабының шахта алқаптарының баланстан тыс қорларының сарқылуы жөніндегі болжамды жағдайды бағалау нәтижелері бойынша Батыс және Шығыс кеніштерінің өндірістік қуаттарын толықтыру және өндірілген кеңістіктерді өтеу жөніндегі техникалық шешімдерді іздеу бойынша іздестіру жұмыстарын жүргізе бастады [16].

Бұрын өндірілген учаскелерді, панельдер мен кен орындарын қайта қазу тәсілдерін негіздеу бойынша негізгі теориялық және эксперименттік зерттеулер 80-жылдары Жезқазған комбинатына ғылыми есептер мен технологиялық регламенттер түрінде тиісті ұсынымдар бере отырып аяқталды [17].

Уақыт факторы мен тау-кен жұмыстарының әсерін ескере отырып, КК-терде нәзік қирау жинақталады, бұл олардың жойылуымен және іргелес қалыңдықтың кенеттен құлауымен аяқталады. Қираған кентіректер санының, құлау аймақтарының ауданы мен көлемінің өсуі Жезқазған кен орнындағы геомеханикалық жағдайдың біртіндеп нашарлауын көрсетеді. Геомеханикалық ортадағы сапалы өзгерістер 90 - жылдардың ортасынан бастап орын ала бастады. Олар бұрын байқалмаған жаңа әсерлер мен

құбылыстардың пайда болуымен көрінді. Мұндай құбылыстарға [18] мыналарды жатқызуға болады:

- жекелеген әлсіреген учаскелерді қираған және әлсіреген кентіректермен ірі әлсіреген аудандарға біріктіру;

- жер бетіндегі техногендік жер сілкінісі және шахталардағы әуе соққылары үлкен аудандарда іргелес қалыңдықтың құлауы салдарынан жиі кездеседі.

1997 жылғы мәліметтер бойынша, Жезқазған кен орнын игерудің барлық кезеңінде қираудың әртүрлі кезеңдерінде ресімделген камерааралық кентіректердің шамамен 16% - ы болған. Жобалық талаптарды бұза отырып, учаскелердің жиынтық алаңдары жұмыс істеп тұрған қалыңдықты ұстап тұру шарты бойынша барлық жұмыс істеген алаңдардың 20% - на жақындады. Геомеханикалық жағдайдың бұл көрсеткіштері 90-шы жылдардың басында 7-10% деңгейінде болды, яғни 5-7 жыл ішінде жойылған кентіректердің саны және әлсіреген учаскелердің ауданы іс жүзінде екі есе өсті [18].

Кеніштердегі бұл геомеханикалық жағдай тау-кен қысымын басқару саласындағы техникалық саясатты өзгертуді талап етті [19]. Мемгортехнадзор комитетімен келісілген және Қазақстан Республикасының Индустрия және сауда министрлігі бекіткен «Қалыптасқан тау-кен техникалық және геомеханикалық жағдайларда Жезқазған кен орнын одан әрі тиімді және қауіпсіз қазу жөніндегі тұжырымдамада» жаңа қағидат тіркелді: Жезқазған кен орнын камералық-бағаналы қазу жүйесімен одан әрі пайдалану жинақталған бос орындарды өтей отырып, бұрын игерілген алаңдар мен горизонттарды қайта қазумен сүйемелденуге тиіс құлату. Іргелес қалыңдықтың құлауының негізгі геомеханикалық мәні-тау жыныстарының массивін жинақталған серпімді энергиядан түсіру, өйткені жер қойнауында жасанды қуыстар пайда болған кезде массивтің потенциалдық энергиясы артады [19, б.117]. Жезқазған кен орнында өнеркәсіптік ауқымда қайта қазу 1998 жылдан басталды.

1.3 Жомарт кенішінде қазу жүйесінің қабылданған параметрлеріне шолу

Жезқазған кен орнында қайта игеруді сынақтан өткізу және оны тиімді енгізу нәтижелері бойынша екі кезеңде өндірілетін Жомарт кен орнындағы кентіректерді қазып, бос орындарды құлатып жабумен ұқсас панельдік-бағаналы қазу жүйесі қабылданды [20, 21]:

1. Камералық қорларды панельді-бағаналы жүйемен тосқауыл кентіректерді қалдыру арқылы игеру;

2. Кені алынған кеңістіктерді құлатып-жабу және кентіректерді алу.

Бірінші кезеңнің қорларын игеру кезінде Жомарт кенорнында 2006-2010 жылдар аралығында шамамен 3,7 млн.м³ бос кеңістік пайда болған. 2009 жылдан бастап кенді қайта қазып алу мен бос кеңістіктерді құлатып-жабуға көшіп, 4-1 кеншоғырының 2 панелінің таспа тәрізді кентіректерін қазып алды.

Кенді қайта қазып алу бойынша алынуы керек мәліметтердің жеткіліксіздігіне байланысты, келесі панельдерде кентіректерді алу бойынша тәжірибелік-өндірістік өндіру жүргізілді.

Камералық-бағаналы қазу жүйесінің параметрлері бірнеше рет өзгеріп, 1.1-суретте көрсетілген.

1, 2, 3, 39 юг бастапқы панельдердегі жүйенің бастапқы параметрлері келесідей болды: ТК қадамы-150 м; панельдің жарықта аралығы – 130 м; ТК ені-20 м; панельдің ені бойынша: 8 камера және 7 КК; КК торы – 18 x 18 м; бағаналы КК диаметрі және камералардың ені - 9 м.

КК-тердің алғашқы қатарларын осындай параметрлермен безендіргеннен кейін, КК-тердің бұзылуы және шатырдан тау жыныстарының үйінділері түрінде тау қысымының қарқынды көрінісі басталды. Жоғарыда келтірілген панельдердегі геомеханикалық жағдайдың асқынуы Жезқазған кеніштерімен ұқсастығы бойынша қабылданған қазу жүйесінің параметрлері Жомарт кенішінің тау-кен геологиялық және геомеханикалық жағдайларына сәйкес келмейтінін көрсетті. Тау жыныстарының беріктік сипаттамалары Жезқазғанға қарағанда 2 есе төмен болып шықты, ал тау жыныстары мен кендердің қалыңдығының құрылымы көміртекті және сазды жыныстардың едәуір әлсіз қабаттарын қоса алғанда, тау жыныстарының жиі қабаттасуымен сипатталады.

Әрі қарай, қазу жүйесінің параметрлері бастапқы панельдерді өндіру нәтижелерін ескере отырып түзетілді: панельдің жарықтағы аралығы ТК-тің бұрынғы қадамы 150 м болғанда 95 м-ге дейін азайтылды; ТК ені 55 м-ге дейін ұлғайтылды; панельдің ені бойынша камералар саны 6 – ға дейін, кентіректер-5-ке дейін азайды; бағаналы КК жолақты 9x30 м-ге ауыстырылды; тазарту камераларының ені-9 м. Осындай параметрлермен 1, 2, 3, 39сев, 40, 41 панельдер өндірілді.

Қосарланған кентіректерді жобалаумен қорларды алғашқы камералық өңдеу кезінде өндірілген кеңістіктердің геомеханикалық жағдайы камераның төбесі мен кентіректердің тұрақты күйімен қанағаттанарлық нәтиже көрсетті. Алайда, кеннің тұтастай үлкен шығынына байланысты (50% – дан астам) кейінірек жүйенің параметрлеріне тағы бір түзету енгізілді: ТК қадамы 125 м-ге дейін азайтылды; панельдің жарықтағы аралығы 85 м-ге дейін азайтылды; ТК ені 40 м-ге дейін қысқарды; панельдің ені бойынша камералар саны 5-ке дейін, кентіректер-4-ке дейін азайтты. Таспалы КК 19 тор бойынша бағаналы КК – пен 19 м; бағаналы КК диаметрі – 10 м, тазарту камераларының ені-9 м болып ауыстырылды. Осындай параметрлермен барлық келесі панельдер өндірілді.

Сонымен бұрын қабылданған параметрлер (сурет 1.1):

39юг және 1, 2, 3 (бірнеше камералар) панельдерінің оңтүстік бөліктерінде қабылданған **1-Параметр:**

- биіктігі 12 м-ге дейінгі және ені 9-да 9 болатын камера аралық кентіректер;

- тазарту камерасының аралығы - 9м;

- камералық кентіректердің орналасу торы 18х18м;
- тосқауыл кентіректің ені 40м, және оның бойымен панельдік 20м штрек өтіледі;

- панельдің жарықта аралығы - 130 м.

1, 2, 3, 39сев, 40, 41, 54, 55, 56 панельдерде қабылданған **2-Параметр:**

- камерааралық кентіректің параметрлері - 9х30м, биіктігі 12 м-ге дейін;

- тазарту камерасының аралығы - 9м;

- камералық кентіректердің орналасу торы 18х18м;

- тосқауыл кентіректің ені 55м;

- панельдің жарықта аралығы - 95 м.

3-Параметр шахтада негізгі ретінде қабылданған, және 100-ден астам панель өндірілді (осы талдауда 91 панельдің деректері ескерілді):

- камерааралық кентіректің параметрлері - 10х10м, биіктігі 12 м-ге дейін;

- тазарту камерасының аралығы - 9м;

- камералық кентіректердің орналасу торы 19х19м;

- тосқауыл кентіректің ені 40м, және оның бойымен панельдік 45м штрек өтіледі;

- панельдің жарықта аралығы - 85 м.

4-Параметр 5-III кеншоғырдың 21 панелінде, 4-III кеншоғырдың 22панелінде, 5-IV кеншоғырдың 23 панелінде камерааралық кентірек пен камераның ендерін кішірейте отырып және тосқауыл кентіректің орнына массивті кентіректерді қолданады:

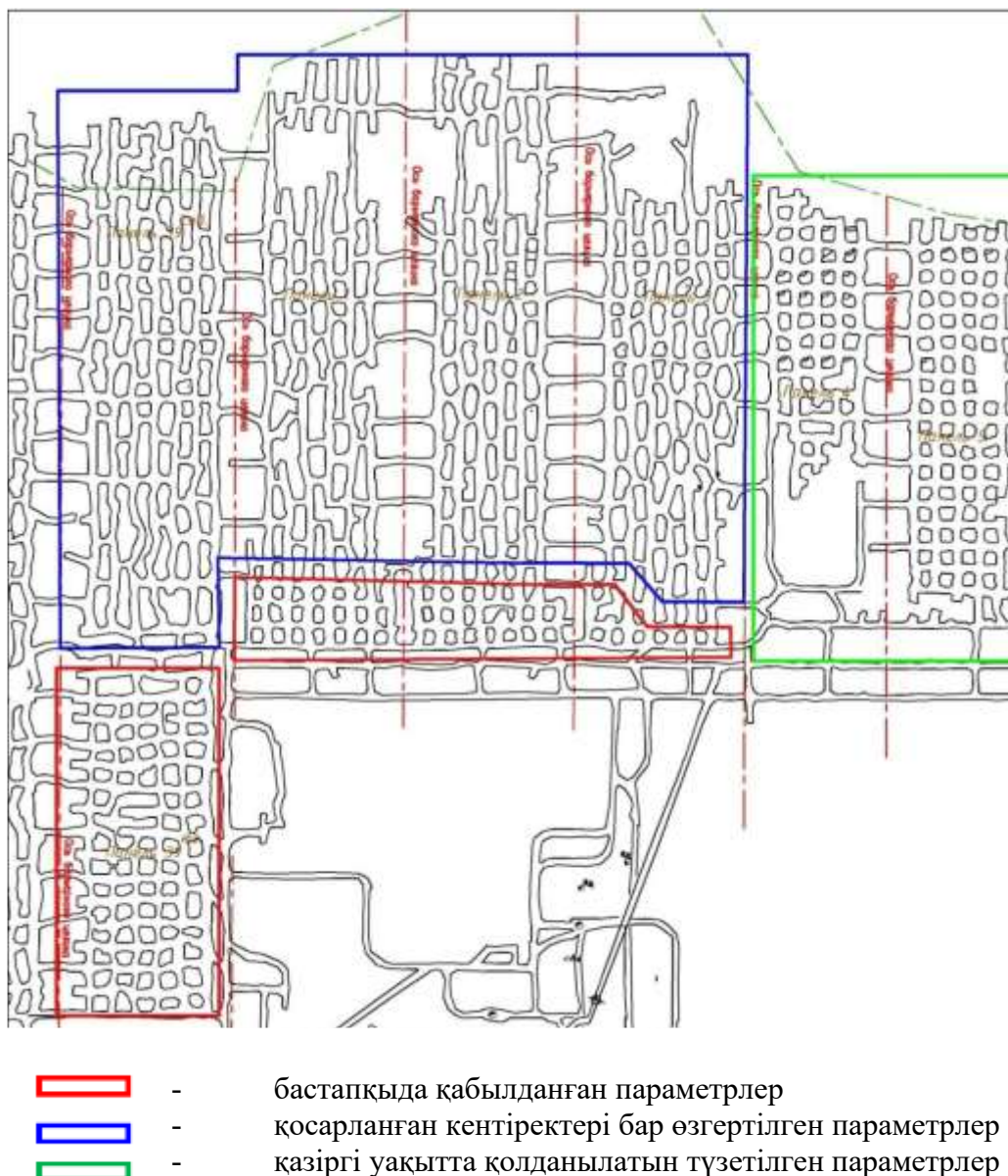
- камерааралық кентіректің параметрлері - 7х7м, биіктігі 12 м-ге дейін;

- тазарту камерасының аралығы - 7м;

- камералық кентіректердің орналасу торы 14х14 м;

- массивті кентіректің ені 35 на 35м;

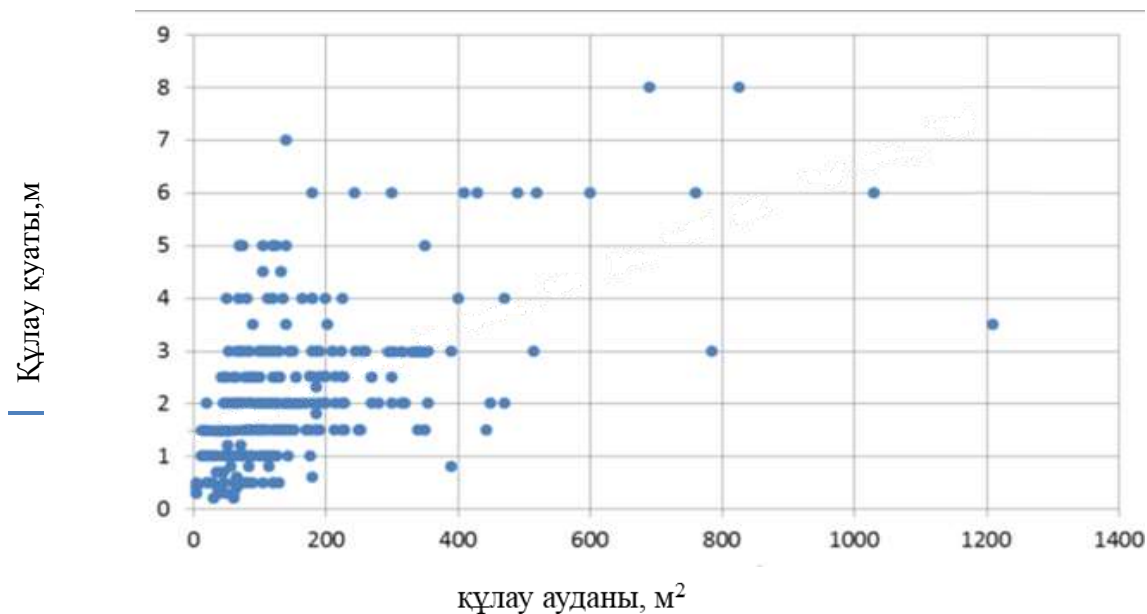
- панельдің жарықта аралығы - 85 м.



Сурет 1.1 – Жомарт кен орнында камералық-бағаналы жүйенің қолданылатын параметрлерінің өзгеруі

Төбенің орнықтылығы. Жомарт кенішінде жыл сайын тазарту камераларының 200-230 мың м² төбесі ашылады. [22, 23] мәліметтері бойынша, қабыршақтанудың (кұлаудың) жалпы ауданы 16-18 мың м²-ге жетеді, бұл өндірілген кеңістіктің 8% құрайды. 2008-2021 жылдары болған 339 жүргізілген статистикалық талдау бойынша:

- опырылымдардың аудандары мен қуаттарының таралуы логнормальды заңға бағынады;
- опырылымдардың ауданы мен қуатының көлемі іс жүзінде бір-біріне тәуелді емес (сурет 1.2).



Сурет 1.2 – Жомарт кенішіндегі опырылулардың ауданы мен қалыңдықтарының арақатынасы

Опырылымдардың жартысынан сәл астамы (52%) 100 м² дейінгі аудандарда болады. 600-1200 м² аудандарда үлкен опырылымдар сирек кездеседі: олардың тек 1%. 67% жағдайда опырылымдардың қуаты 2 м-ге дейін. Қуаты 2 м-ден асатын опырылымдар (яғни қарнақпен бірге) 33% жағдайда болады. Бұл Жезқазғанға қарағанда 3÷4 есе жиі.

Жалпы алғанда, камералардың төбесінің 46% - ы тұрақсыз. Бұл көрсеткіш тазарту камераларының төбесінің жобалық аралығы 9 м және оны бекіту параметрлері Жомарт кенішінің тау-кен геологиялық жағдайына сәйкес келмейтінін көрсетеді.

1.2- суреттен байқағанымыздай опырылымдардың ауданы мен қуатының көлемі іс жүзінде бір-біріне тәуелді емес. Бұл дегеніміз массивтегі физикалық процесстер сол массивті құрайтын таужыныстың литологиялық түріне байланыстылығын көрсетеді. Егер бір кеншоғырдың аумағында төнбе қапталдағы таужыныстың түрі бірнеше рет өзгеретінін ескерсек, тәуелділіктің болмауы заңды.

4-I кеншоғырының 95сев панелінде камераның ені 6 м болғандағы қолдану тәжірибесі қолданыстағы жабдықты пайдалану кезінде өзінің тиімсіздігін көрсетті, оның негізінде 95сев панеліндегі камералық қорларды одан әрі өндіру үшін камералардың ені 9 м болатын ескі "3-Параметр" қайтарылды.

Сонымен қатар, камераның ені 7 м болып, 5-III кеншоғырының 21 панелінде, 4-III кеншоғырының 22 панелінде, 5-IV кеншоғырының 23 панелінде кен орындары қазіргі уақытта тәжірибелік тәртіпте қолданылады және өзінің тиімділігін көрсетті. 1.3-кестеде көрініп тұрғандай, төбеден тау жыныстарының құлауының жалпы ауданы 13% - дан 1% - ға дейін азайды, яғни он есе артық.

Камералық-бағаналы қазу жүйесінде өндірілген кеңістіктің тұрақтылығын қамтамасыз ететін негізгі құрылымдық элементтер-бұл камера

және кентірек. Пайдалы қазбалар қорларын өндірудің қауіпсіздігі мен тиімділігі осы қазу элементтерінің орнықты күйіне байланысты.

Кентіректердің орнықтылығы

450÷650 м тереңдікте қазу қуаты 6÷8 м болатын камералық қорларды өндіру кезінде 361 м² шатырды ұстап тұратын 10×10 = 100 м² КК тұрақтылығында проблемалар жоқ, өйткені олардың ені биіктіктен асады. КК тұрақтылығымен проблемалар оларды алу барысында немесе ТК кесу кезінде басталады. Екі жағдайда да КК-нің тірек қысымымен шамадан тыс жүктелуі кеннің бүйір беттерінен ығысулар мен бөлінулерге әкеледі. Нәтижесінде камералардың ені 12÷13 м-ге дейін артады, бұл жұқа плиткалы төбенің иілуіне, ондағы тасжарықтардың пайда болуына және ашылуына, қабыршақтануға, үйінділерге, құлауға әкеледі. Нәтижесінде, төбенің тұрақсыз күйі КК-терді алу үшін кеңістікке кіруге мұрша бермейді. 7юг, 11, 12, 13, 49, 50, 51 панельдеріндегі КК алу тәжірибесі бойынша, 2015 жылы олардағы кеннің орташа шығыны 61% құрады (жобалық - 35% орнына). 54% жағдайда КК өндіру кезінде кендердің нормадан тыс жоғалуы төбенің проблемаларына байланысты болды.

Жезқазған сияқты, Жомарт кенішінде 4-1 кеншоғырында КК алу кезінде олардың жойылуының тізбекті реакциясымен қатар жүрді. Айырмашылығы- КК-тің бұзылуы ішінара (частично) болды. Кентіректердің бүйір беттерінен ұсақталған кен бөлінгеннен кейін камералардың аралықтары көбейіп, содан кейін олардың құлауы басталды. Қайта қазып алуды тоқтату керек болды. Көп жағдайда КК-тің қирауының тізбекті реакциясы 5÷7 қатардағы кентіректерді өндіргеннен кейін басталып, ұзын (әрқайсысы 700÷800 м) панельдердің ортасында дамыды. Панельдер ұзындығының ортасында тұрақсыз немесе құлаған камералары бар жартылай қираған КК-тің 10÷12 қатарынан тұратын аумақты қалдыруға тура келді және бұзылмаған КК қатарларынан қайта өндіруді жалғастыруға тура келді. Сол сияқты жағдай 11, 12, 13, 14, 15, 18, 35 егіс, 36 сев, 37 сев, 42, 44, 48, 49, 50, 51, 52, 62, 63 панельдерде дамыды. Жағдай іс жүзінде кең таралған, көбінесе жобадан тыс ТК-ті кесумен ушығып кетті. Осыдан кейін КК шамадан тыс жүктеліп, бұзыла бастады.

2021 жылдың басындағы жағдай бойынша өндірілген панельдерде 6190 КК алынбаған. Олардың 84% - ы тұрақтылықты сақтаса, 16% - ы бұзылудың әртүрлі кезеңдерінде (мойынтірек қимасының жоғалуы 10% - ға дейін, 30% - ға дейін, 30% - дан астам).

Егер бірінші өндірудің сатысында камералық қорларды өндіру кезінде және өндірудің екінші сатысында КК алу кезінде камералар мен КК төбесінің зақымдану жиілігін салыстыратын болсақ, мынаны байқаймыз. Қазіргі уақытта оның екі негізгі құрылымдық элементтерінің қазу жүйесінің параметрлері қабылданған кезде, төбенің сенімділігі тұтасымен салыстырғанда 3÷5 есе төмен. Сондықтан, Жомарт-2 өрісі үшін қазу жүйесінің параметрлерін түзету кезінде камералардың ені мен панельдердің ұзындығын азайту қажет.

2022 жылғы маусымнан қыркүйекке дейінгі кезеңде Ж-А 5-III, 22 Ж-А 4-III, 23 Ж-А 5-IV (56-С2 блок) кеншоғырларының 21-панельдерінде 6 массивтік және 109 камерааралық кентіректер жасалды.

Ж-А 5-IV кеншоғырының 23 панельдегі геомеханикалық бақылаулар мен геомеханикалық жоспарларға сәйкес, тазарту жұмыстары кезінде бірінші массивтік целикті жобалағанға дейін 10 камерааралық кентіректе бүйірлік беттердің қирауы көлденең тау қысымымен байланыстылығы көрініс берді. Кентіректердің мұндай қирауы Ж-А 4-I кеншоғырының 39гг, 1, 2, 3 панельдердің алғашқы камераларын жобалау кезінде байқалды [10, 6.60, 24]. Ж-А 5-III кеншоғырының 21 панелінде және Ж-А 4-III кеншоғырының 22 панелінде кентіректердің қирауы байқалмайды.

2022 жылғы 11 қыркүйектегі жағдай бойынша қарастырылып отырған панельдердегі камералардың төбесінің ауданы 35509 м² құрайды, тіркелген опырылымдардың жалпы саны 6, жалпы ауданы 298 м², қалыңдығы 0,3-тен 1,9 м-ге дейін, бұл төбе алаңының жалпы ауданының шамамен 1% құрайды.

Массивті кентіректерді қолдана отырып, қазу жүйесінің жаңа тәжірибелік-өнеркәсіптік параметрлерінің тиімділігі мен қауіпсіздігін салыстыру үшін 1.3-кестеде келтірілген 104 панельде жалпы ауданы 2 миллион м²-ден асатын төбенің орнықты күйіне талдау жасалды. Мұнда камералық-бағаналы қазу жүйесінің қабылданған параметрлеріне байланысты төбе таужынысының опырылуының жалпы төбенің ауданына қатынасы көрсетілген.

Кесте 1.3 - Жомарт кенішінде бұрын қабылданған панельдік-бағаналы қазу жүйесінің параметрлері бойынша төбеден тау жыныстарының опырылу жалпы ауданының төбенің жалпы алаңына пайыздық қатынасы

КБҚЖ қолдану бойынша реттік нөмірі	Қарастырылған панельдер саны	Ашылған төбенің жалпы ауданы, м ²	Төбе жыныстарының опырылу ауданы, м ²	Опырылу ауданының жалпы төбе ауданына қатынасы, %
Бастапқыда қабылданған параметр	1	23867	3603	15
Қосарланған кентіректермен өзгертілген	9	259390	4774	2
Қазіргі уақыттағы қолданыстағы параметрлер	91	1723571	226390	13
Массивті кентіректермен	3	35509	298	1

1-Бөлім бойынша қорытынды

Қарастырылып отырған мәселенің зерттелу жағдайын талдау ашық тазарту кеңістігі бар жүйемен кен орындарын өндіруді геомеханикалық қамтамасыз ету тақырыбы өте өзекті екенін көрсетеді. Ең алдымен, бұл Жомарт (Қазақстан) кен орны үшін өзекті.

Жомарт кен орнының тау-кен-геологиялық және физика-механикалық жағдайларын талдау нәтижелері бойынша бұл кен орнының құрылымы Жезқазған кен орнының құрылымына көп жағынан ұқсас, бірақ массивтің беріктігі төмендеген және көміртекті жыныстардың едәуір әлсіз қабаттарын қоса алғанда, жыныстардың жиі қабаттасуымен сипатталады.

Жерасты кеніштерінде ашық тазарту кеңістігі бар отандық және шетелдік камералық-бағаналы қазу жүйелерін қолдануға талдау жасалды. Қайта өндіру идеясының өзі және оның қажеттілігі сипатталған.

Сондай-ақ, бұл тарауда камералық-бағаналы қазу жүйесінің қабылданған параметрлері және Жомарт кен орнын бастапқы өндіру кезінде тау қысымының көрінуінің байқалатын белгілері сипатталған. Тазарту камераларының төбесінің құлау статистикасын қуаты бойынша салыстыру келтірілген.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы келесі міндеттерді қою және шешу қажеттілігі туралы айтады:

Бұл жағдайда тиімді болып табылатын математикалық модельдеуді қолдана отырып, тау жыныстары массивінің геомеханикалық күйін бағалау қажет. Cps2005pro, "Rocscience" бағдарламалар пакеті және басқалары сияқты заманауи кешендерді пайдалану қойылған міндеттерді шешуге көмектеседі. Сонымен бірге проф. Ө. Сәбденбекұлының БАБО әдісі жазықтықтағы мәселелерді шешуге ыңғайлы және осы уақытқа дейін өзінің тиімділігін көрсетті.

Тау жыныстары массивінің нақты сипаты мен тау жыныстарының беріктік параметрлері туралы деректерге сүйене отырып жүргізілген модельдеу нәтижелері бойынша тау жыныстарының орташа және төмен тұрақтылығы бар кен орнын қайта қазу кезінде кентіректерді қауіпсіз алу әдістемесін жетілдіру.

Ол үшін кенорынды жобалау барысында бірінші және екінші (қайта өндіру) кезеңнің шарттарын бөліп қарастырмау керек. Өйткені бірінші кезеңдегі камералық қорларды алғанда айтарлықтай проблема туындамағанмен, кентіректерді алу барысында геомеханикалық жағдай күрт нашарлап кетеді. Осы орайда бұл диссертациялық жұмыстың идеясының бірі - қазу жүйесінің қабылданған параметрлері, кеннің қорын толық өндіріп алуды қамтамасыз ететіндей болуы қажет. Ол дегеніміз қазу жүйесінің бірінші кезеңдегі жобаланатын параметрлері, кенді қайта қазып алудың қауіпсіз әрі тиімді шарттарын ескеріп қабылдануы қажет.

2 ҚАЗУ ЖҮЙЕСІНІҢ ТИІМДІ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУДЫҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІ

2.1 Өндірілген кеңістіктің рұқсат етілген өлшемдерін анықтауға қойылатын талаптар

Профессор В.Р. Именитов негізін салған қазу жүйелерінің классификациясында тазарту кеңістігін табиғи түрде ұстап тұратын қазу жүйесі мен кенді және негізгі жыныстарды құлататын қазу жүйесі жеке класстарға бөлінген [7, б.4]. Қазіргі кезде кенді өндірудегі заманауи технологиялық жетістіктер мен талаптардың өзгеруіне байланысты, қазу жүйесінің классификациясындағы әртүрлі класстардағы қазу жүйелерінің комбинациясы қолданылып жүр. Солардың бірі - камералы бағанды қазу жүйесі мен кенді қайта қазып алу. 2009 жылға дейін «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС қарасты кенорындарда бұл қазу жүйелерін жобалаған кезде жеке - жеке есептеліп, кей жағдайда біртұтас жүйе ретінде қабылданған.

Жезқазған кен орнын қалыптасқан тау-кен техникалық және геомеханикалық жағдайларда одан әрі тиімді және қауіпсіз қазу Концепциясы ұсынылды, оның мәні Жезқазған кен орнын бұған дейін пайдаланылған алаңдар мен горизонттарды қайта қазуды міндетті түрде сүйемелдеумен, қазылған кеңістіктердің құлауымен камералық-бағаналы жүйемен одан әрі игеру болып табылады. Сол себептен КБҚЖ параметрі, кенді қайта қазып алудың қауіпсіз әрі тиімді шарттарын ескеріп қабылдануы керек.

Жезқазған кенорнындағы тәжірибеге сүйенсек, Жомарт кенорнында кенді толық алудың бірден бір шарты - ол қазу жүйесі элементтерінің кенді толық алғанша тұрақты күйде болуы. Оның ішінде тосқауыл кентіректердің рөлі өте маңызды. Өйткені бастапқы кезеңде жоғары таужыныс қабатынан келетін қысымды өзіне қабылдап тұратындықтан, кенді алудың соңғы кезеңдерінде қысымның концентрациясының артуының салдарынан геомеханикалық жағдайдың күрт ушығып кетуіне бірден бір себеп. Жомарт кенорнында тосқауыл кентіректердің қирап, тіптен кеншоғырдың астынан жүрілген далалық штректердің де жаншылуы орын алған жағдайлар бар.

Тосқауыл кентіректер мен іргелес (көршілес) панельдердегі камерааралық кентіректерге жүктеменің шамасын азайту үшін, **толық өндірілу** шарты орындалуы керек.

Кені алынған кеңістік пайда болғаннан бастап, кеңістіктің айналасындағы массивте сырғу беттермен шектелген деформациялық аймақтар түзілетіні белгілі. Осы сырғуларды есептеу кезінде толық және толық емес шөгу жағдайлары ажыратылады. Тазарту жұмыстарының аумағы үлкен болған жағдайда, әсіресе оның мөлшері қабаттың орналасу тереңдігіне жақын болса немесе одан үлкен болса, толық шөгу кезеңі басталады. Толық толық емес жұмыс шұңқырдан жалпақ түбі бар табақ тәрізді шөгінді мұльдаға ауысумен, геологиялық ортаның геомеханикалық түрлену процестерінің белсенді және стационарлық кезеңінің аяқталуымен сипатталады. Бұл кезеңде асты

казылатын массивтің табиғи кернеулену күйі қалпына келеді. Толық жұмыс істейтін аймақта деформациялар жоқ.

Қазу тереңдігі неғұрлым үлкен болған жағдайда жер бетінде толық жұмыс істеу шарты орындалуы үшін, тазарту жұмыстарының ауданы соғұрлым көп болуы керек.

Жезқазған кен орнындағы кентіректер қирағаннан кейін немесе оларды қазып алғаннан кейін жер бетін толық отыруының жиынтық тәжірибесі көрсетілген. Кентіректерді алу кезінде тау жыныстарының ығысуы жер бетіне дейін жететін шарттар 0,76 корреляция коэффициентімен мына формулаларымен сипатталады [25]:

$$H \leq 0,85L_э \quad (2.1)$$

немесе

$$L_э \geq 1,13H \quad (2.2)$$

мұндағы H -тау-кен жұмыстарының тереңдігі; $L_э$ -шекті эквиваленттік аралығы.

Жезқазған тәжірибесін «Жылжу процессі зерттелмеген кен орындарындағы құрылыстарды қорғаудың уақытша ережелерінің» деректерімен салыстырайық [26]. Бұл құжатта, орташа қалыңдықты және қалың тау жыныстарында оқшауланған кеншоғырларды құлата қазу жүйелерінде, кеншоғырдан жоғары жатқан таужыныс қабатының жер бетіне дейін опырылу шарты мынадай:

$$H < k_1 \times L_э \quad (2.3)$$

мұндағы k_1 - кеншоғырдан жоғары жатқан жыныстарының f беріктік коэффициентін ескеретін коэффициент.

Массивті құрайтын тау жыныстары неғұрлым мықты болса, k_1 коэффициенті соғұрлым аз болады (2.2-сурет). Жезқазған кен орнында (1) формуладан көрініп тұрғандай Жезқазған кенорны үшін $k_1 = 0,85$. Егер тау жыныстарының орташа беріктік коэффициенті $f = 18$ -ге тең болса, Жезқазған деректері жалпы тәуелділікке жақсы сәйкес келеді (жоғары тектоникалық кернеулерді ескерсек).

Егер:

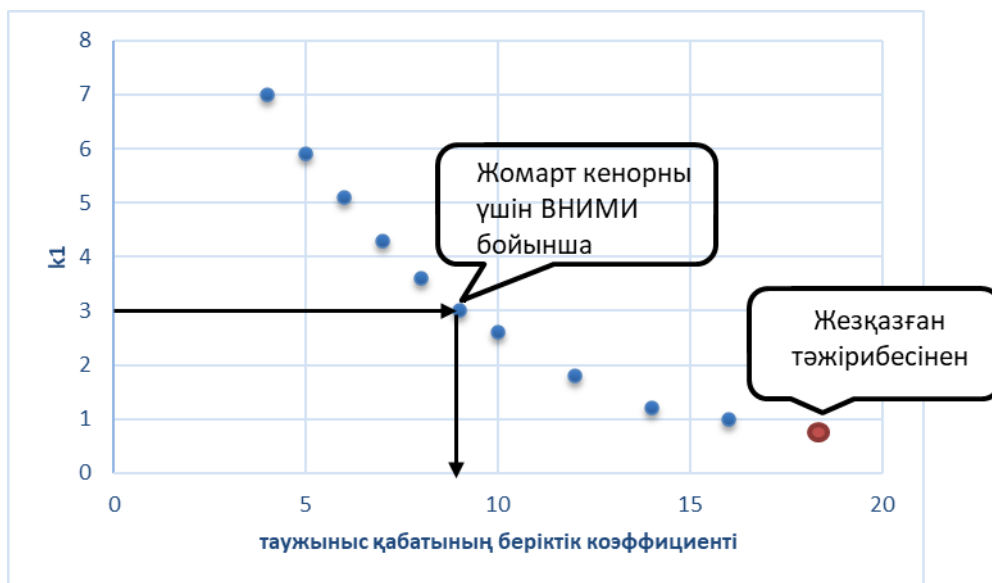
- Жомарт кенішінде тау жыныстарының орташа беріктігі $f = 9$ болса (БЖИ техникалық жобасында $f = 8, 9$ пайдаланылады);

- оның ішінде кеннің беріктігі Жезқазғанға қарағанда 2 есе төмен болса;

- көлденең тектоникалық кернеулер деңгейінен Жезқазғаннан қарағанда 2 есе аз, ал бұл оның бүйірлік қысым арқылы төбенің таужынысын құлатпай ұстап тұрады десек, Жомарт кенорны үшін k_1 коэффициентінің мәні $k_1 = 3$ болу керек (сурет 2.2).

Бұл дегеніміз, қайта өндіру кезінде мына шарт орындалған жағдайда үстіңгі қабаттың жер бетіне толық опырылуы болады:

$$H < 3L_{\text{э}} \text{ немесе } L_{\text{э}} > H/3. \quad (2.4)$$



Сурет 2.2 - Орташа f беріктігіне байланысты жоғарғы қабат жыныстарының жер бетіне дейін толық отыру критерийлеріндегі k_1 коэффициентінің мәндері

Қазіргі қолданыстағы қазу жүйеге байланысты бір панельдің құлау аймағының эквиваленттік аралығы $L_{\text{э}} = 85$ м. $H = 600$ м тереңдікте бұл шарт орындалмайды.

Демек, бір панельді қайта өндіргеннен кейін, құлау аймағы трапеция тәрізді күмбез түрінде түзіліп, ал үстіңгі қабат тосқауыл кентіректердің тірегімен ілініп, оларда кернеудің жоғарылауын қалыптастырады.

(4) критерийге сенсек үш панель мен олардың арасындағы тосқауыл кентірек жойылғаннан кейін ғана орындалады.

Жомарт кенішінің тау-кен геологиялық жағдайындағы осы (2.4) критерийдің шынайылығын тексеру үшін натурада сынақтар (сейсmobарлау) және БАБО әдісімен есептер жүргізу қажет.

2.2 Камера енінің ұйғарынды шамасын анықтаудың әдістері

Камералық-бағандық қазу жүйесінде тау-кен жұмыстарының қауіпсіздік деңгейін, кенді жер қойнауынан алуды және өндіру өнімділігін айқындайтын екі негізгі конструктивтік элемент бар [11, б.129, 27]. Бұл тазалау камераларының төбесі және оны ұстап тұратын камерааралық кентіректер. Олай болса камералық-бағандық қазу жүйесінің (КБКЖ) параметрлері бірнеше рет өзгергені 2.1-кестеден көруге болады.

Кесте 2.1 – Жомарт кенішінде қолданылатын КБҚЖ параметрлері

Қазу жүйесінің параметрлері	ТК қадамы, м	ТК ені, м	Панельдің жарықтағы аралығы, м	КК торы, м	Камера ені, м	Панельдің ені бойынша КК/камера саны
Бастапқыда қабылданған параметрлері	150	20	130	18x18	9	8 және 7
Қосарланған кентіректері бар өзгертілген параметрлер	150	55	95	9x30	9	6 және 5
Қазіргі уақытта қолданылатын түзетілген параметрлер	125	40	85	19x19	9	5 және 4

Ені 9 м болатын тазалау камераларының төбесі диаметрі 22 мм, ұзындығы 2,4 м болат полимерлі анкерлермен бекітіледі, және 1x1 м торы бойынша кенжарға дейін орнатылады.

Бұл жұмыста біз кеніштің практикалық тәжірибесі негізінде қабылданған жүйе параметрлерімен камера енінің қабылданған параметрлерінің сенімділігін талдаймыз [11].

Камералардың шектік аралығын есептеу арқылы негіздеу үшін Жомарт кенішінің тау-геологиялық жағдайларына сәйкес келетін төбе қабаттың құлау процесінің физикалық моделін таңдау қажет. Мұның негізі іс жүзінде байқалған төбенің құлау заңдылықтары болып табылады [27, б.38]:

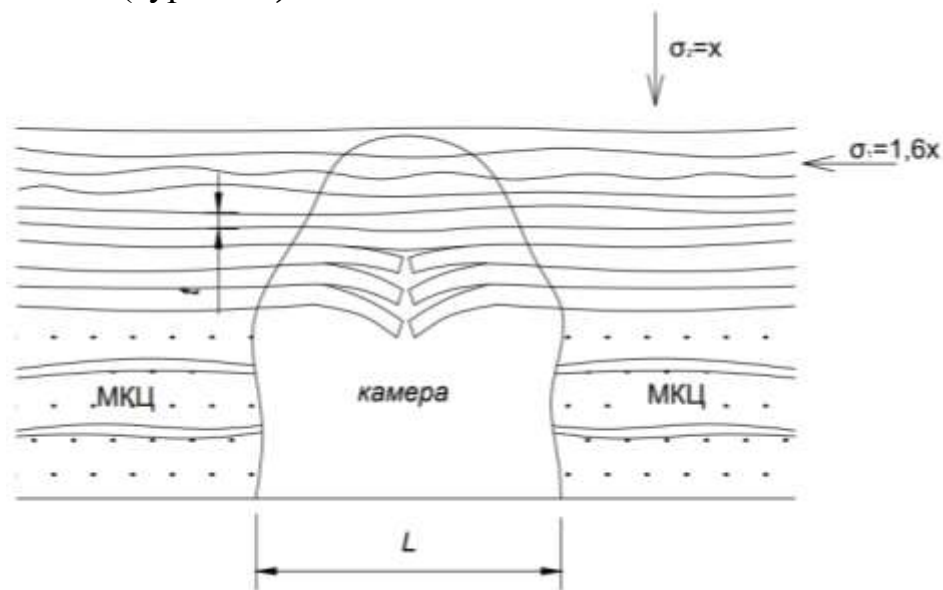
- камераларды пішу және бірінші КК безендіру кезінде анкермен бекітілген төбе қабаты жоғары жатқан таужыныстардан қабыршақтанып, және қарнақтарға ілініп қалады. Көптеген ажырау тасжарықтары пайда болады. Оларды мәжбүрлеп құлату қажеттілігі туындайды. Қалыңдығы 0,1÷0,3 м қарнақтар арасындағы таужыныстардың бөлініп түсуі жиі байқалады. Торкретбетонмен бекітілмеген төбенің бөліктерінде ұзындығы 1,5÷2,0 м дейін, ашылу ені 0,5 см-ге дейін жететін жарылған тасжарықтар көрінеді;

- кен қазу аймағындағы көптеген камераларда кенді бөліп алғаннан кейін алғашқы сағаттарда төбе таужыныстарының төменгі қабаты бұзылып, қарнақ 0,5 м-ге дейін ашылып қалады [22, б.36];

- тазарту камераларының тоғысу орталықтарында төбенің ең көп майысқан жерлерінде жарылу жарықтары, анкерлік бекітпенің тірек тақталарының сынуы мен үзілуі жиі байқалады; ТАИС видеозондының көмегімен жүргізілген бақылаулар төбе контурынан 1,9 м-ден 2,4 м-ге дейінгі тереңдікте қабатаралық көлденең түйіспелер бойынша жарықтардың ашылуын көрсетті;

- КК 2÷3 қатарын жасағаннан кейін, төбенің жағдайы әдетте жақсарады: жалаңаш қарнақ саны мен қайта бекіту көлемі азаяды. Алайда, қазбаны өту жұмыстары сияқты, қарнақтағы консольдер (бөлініп ажырау) пайда болады. Негізінен камералардың осі бойымен өтетін жарықтар байқалады, бірақ аз дәрежеде;

- анкерлердің ұзындығынан асатын қалыңдықпен төбе опырылғаннан кейін, опырылу аймағының контуры үстіңгі жалпақ беті бар трапецияға тән түрге ие болады (сурет 2.3).



Сурет 2.3 - Жомарт кенішіндегі тазалау камералары төбесінің опырылуына тән формасы

Егер тазарту камераларының төбесін тектоникалық кернеулермен сығылған, қалыңдығы $0,1 \div 0,3$ м болатын қатпарланған таужыныстардың жұқа қабаттарының пакеті ретінде елестететін болсақ, онда камера төбесінің құлауының (бөлінуінің) осы заңдылықтары Л.Эйлер бойынша көлденең кернеулермен бойлық қысудан орнықтылықтың жоғалуына сәйкес келеді. Дәл осы схемаға сәйкес камералар төбесінің рұқсат етілген аралықтарын есептеу қажет. Есептеу схемасын таңдауды растау үшін жұқа плиталық төбенің қалай тұратынын сандық модельдеу жүргізілді [11].

Кен мен таужыныстардың механикалық қасиеттерін, массивтің табиғи кернеулі күйін, массивтің құрылымы мен жарықтығын зерттеу, сондай-ақ:

- 12 жылдық жұмыс барысында тазалау камералары мен кентіректерінің төбесіндегі тау қысымының тәжірибеде байқалған көріністерін,

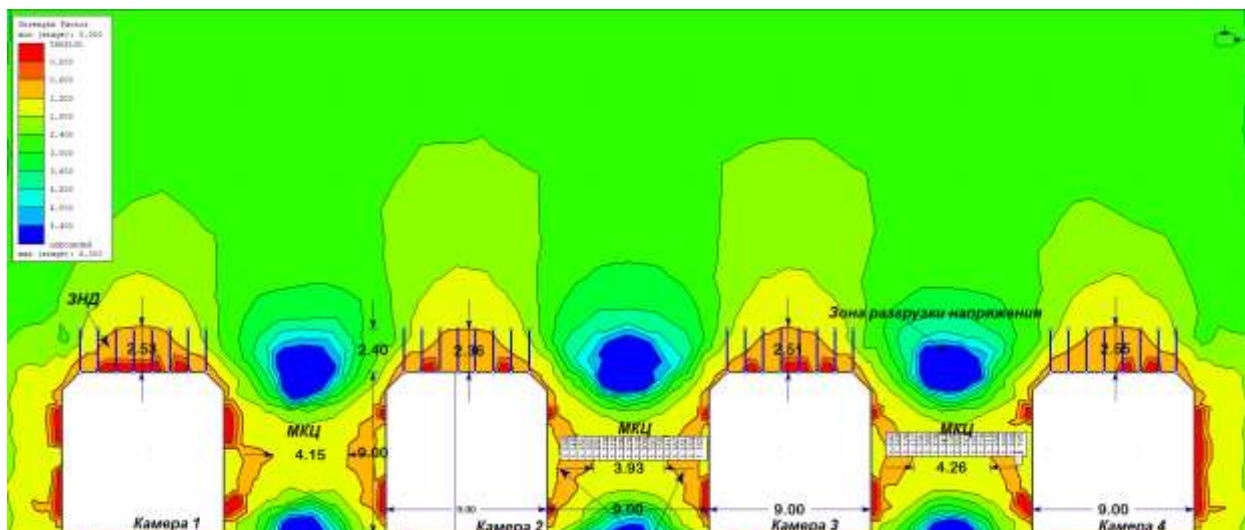
- 19.11.15 жылы 67-панелде Robolt-пен қайта бекіту кезінде төбенің құлауы орын алған оқиға жағдайларын талдау нәтижелерінің негізінде, массивте тектоникалық кернеулер болған кезде, ұзындығы $2,4 \text{ м}$ $1 \times 1 \text{ м}$ тормен қарнақпен бекітілген тазарту камераларының жұқа қабатты төбесінің орнықтылығын сандық модельдеу үшін жобалық схема жасалды. Модельдеу Phase 2 (RocScience, Canada) бағдарламасы арқылы жүзеге асырылды. Phase 2 бағдарламасында төбе массивінің жұқа қабатын анықтау үшін ұзартылған көлденең жарықтардың кездейсоқ орналасуы бар Discrete Fracture Network (DFN) құралы қолданылды. Блоктық модель бойынша кеншоғырдың төбесіндегі жарықтардың жиілігі (Fracture Frequency - FF) $4-1 \text{ FF} = 2 \div 10$ шегінде өзгереді. Жомарт 2 кенішінде көп жағдайда жарықтар жиілігі $\text{FF} = 4 \div 5$ құрайды. Бұл жарықтар араларының қашықтығына сәйкес келеді

(қабаттардың қалыңдығы) $t = 1/FF = 0,20 \div 0,25$ м. Жарықтардың жоғары жиілігі тек тектоникалық жарықтар аймағында күтіледі. Әрі қарай есептеулер үшін жарықтар арасындағы қашықтықтың таралуының (Spacing) орташа мәні 0,2 м және өзгеру диапазоны 0,1 м-ден 0,3 м-ге дейінгі кері экспоненциалды заңға бағынады деп санаймыз [10, б.59, 28].

Компьютерлік модельдеудің бастапқы деректері мынадай:

Материалдың атауы	Үлес салмағы (МН/м ³)	Пуассон Коэффициенті	Юнг Модулі (МПа)	Құлау критерийі	Ішкі үйкеліс бұрышы	Максималды байланыс күші
Таужыныс	0,027	0.2	4700	Мор-Кулон	35	8.7

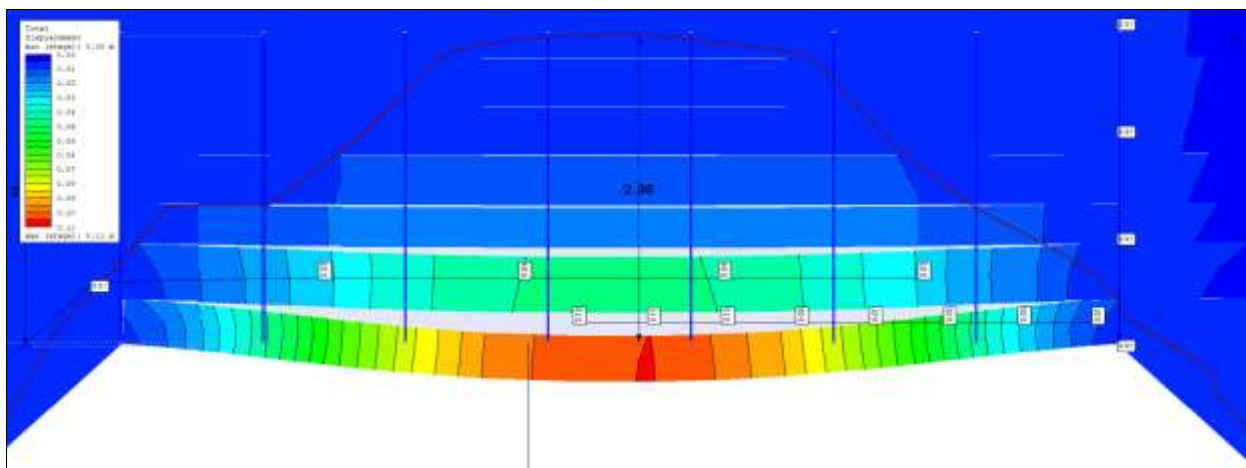
Модельдеу 650 м тереңдік үшін жүргізілді. Массивтің табиғи кернеу күйі гравитациялық (тік кернеулер γH -ге тең), бүйір қысым коэффициенті $\lambda = 1,6$ болады. Максималды көлденең кернеудің бағыты 336° азимутпен, яғни кеншоғырдың созылымы бойынша әсер етеді [10, б. 58-60, 28, б. 12324]. Жұқа тақталы төбе массивінің серпімді қасиеттері $E_m = 4,7$ ГПа деформация модулімен және Пуассон коэффициенті $\nu = 0,2$; беріктік қасиеттері – $C_m = 8,7$ МПа массивіндегі байланыс күші және ішкі үйкеліс бұрышы $\varphi = 35^\circ$. Ені 9 м болатын камераның төбесіндегі беріктік қордың өзгеруі 2.4-суретте көрсетілген.



Сурет 2.4 - 2,4 м тереңдікке 1x1 м кадаммен қарнақпен бекітілген, ені 9 м камераның серпімді емес деформация аймақтары

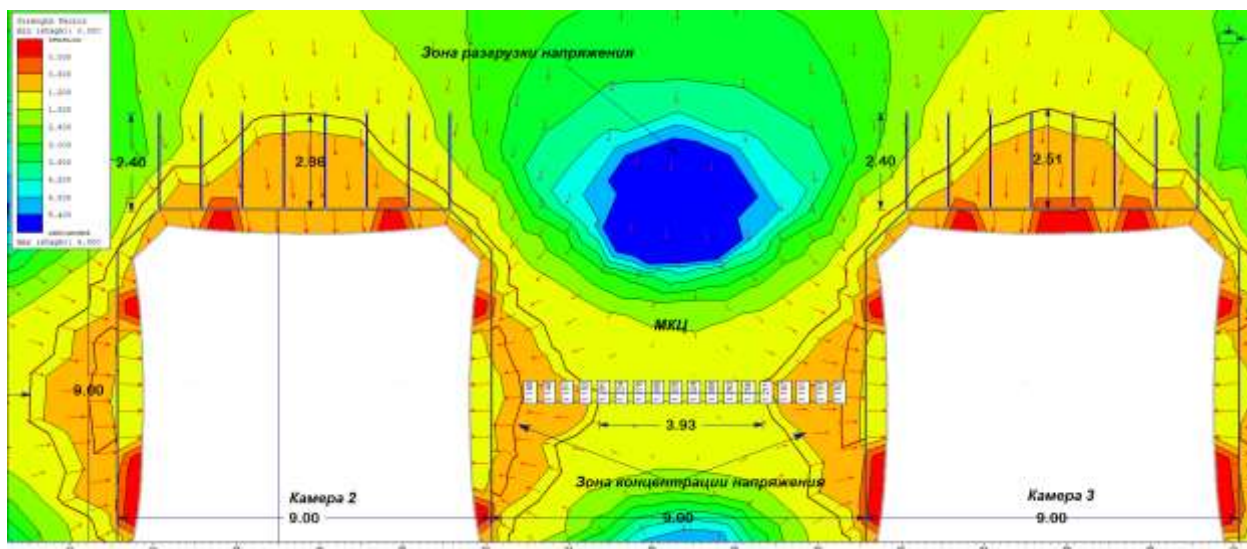
Аралықтың ортасында камералар төбесінің есептік майысуы 10 см-ге жетеді, бұл орын ауыстыру датчиктерінің көмегімен Э.А. Аманжоловтың [22, б.50] табиғи бақылауларының нәтижелеріне де сәйкес келеді (сурет 2.5).

Сондай-ақ, модельдеу әр түрлі қабаттардың ығысуындағы айырмашылыққа байланысты төбенің ажырауын көрсетеді. Төбенің ажырауы ТАИС видеозондының көмегімен төбеге бұрғыланған ұңғымаларда да тіркелді. Бұл фактілер есептеу нәтижелерінің іс жүзінде байқалған тау қысымының көріністерімен ұқсастығын көрсетеді. Бұл есептелген модельдің сенімділігін көрсетеді.



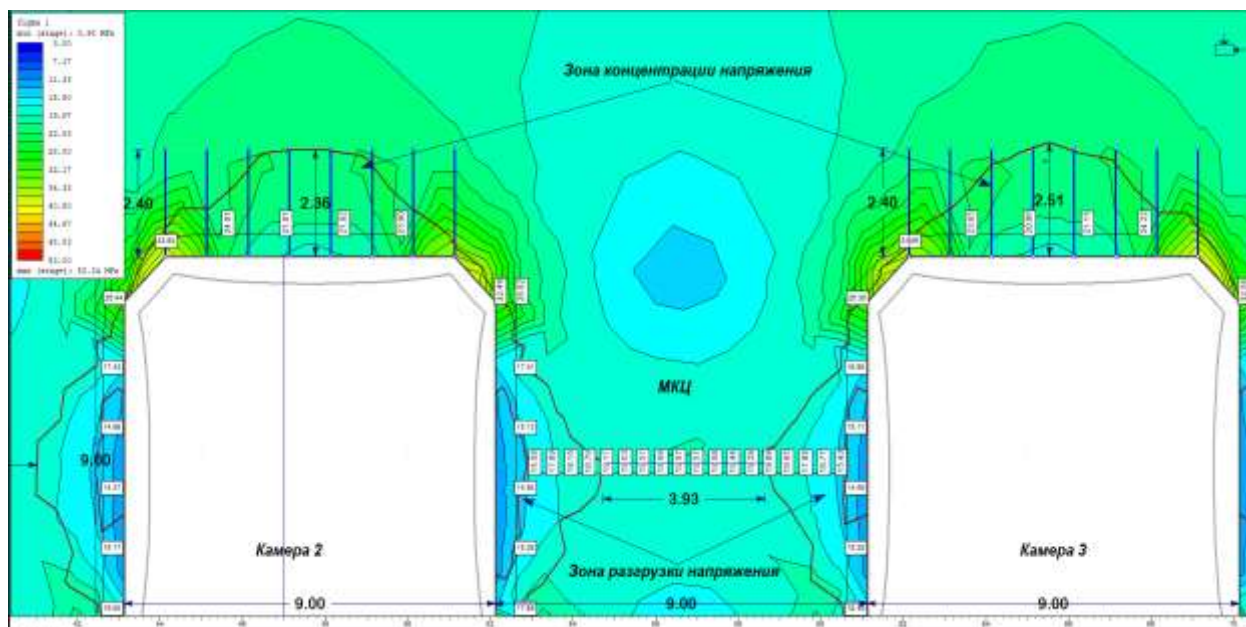
Сурет 2.5 - 2,4 м тереңдікке 1×1 м қадаммен қарнақпен бекітілген ені 9 м камераның жұқа қабатты төбенің иілуі

2.6-суретте камераның төбесінде мықтылық қорының (Strength Factor) таралуын көрсетеді. Айқын көріну үшін бұзылу аймағы (мықтылық қорының 1.2-ден аз шамасы) сарғылт қызыл түспен белгіленген. Жоба бойынша 9 м өткіні бар камераларды өндіру кезінде 2,4 м тереңдікке қарнақты бекіту, жұқа қабатты төбені ұстап тұра алмайтынын көруге болады, өйткені кентіректің ені 9 метр болған кезде, оның екі жағындағы бұзылған бөлік 5,0 метрге дейін жетеді.



Сурет 2.6 - Ені 9 м камераның жұқа қабатты төбесінің бұзылуы (сарғылт түс)

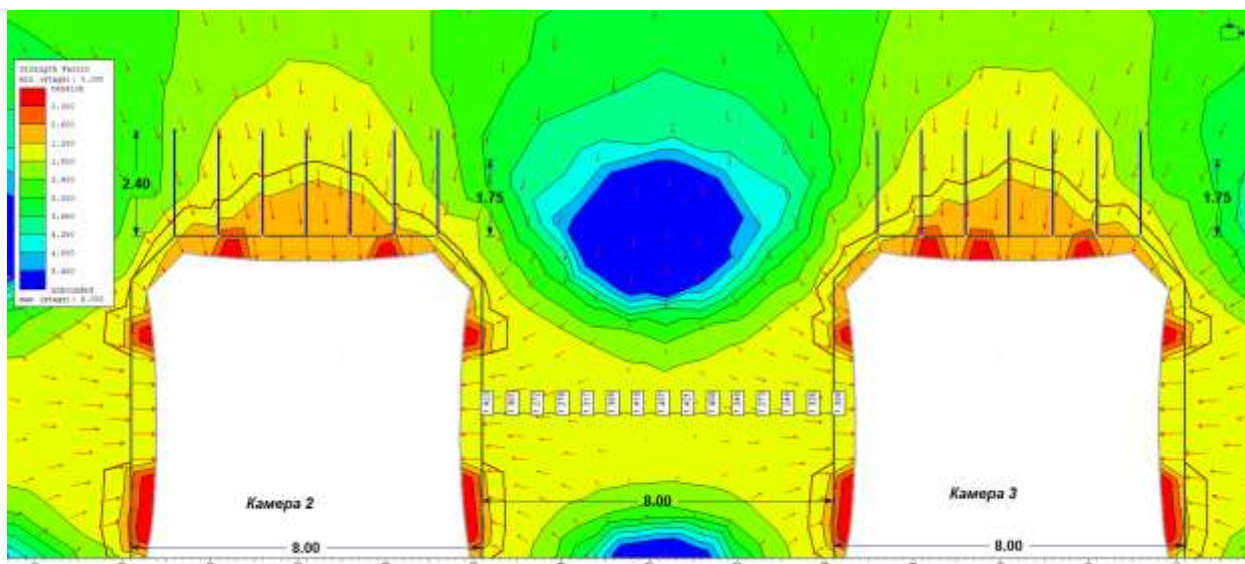
2.7-суретте камераның айналасындағы максималды кернеудің таралуы (Sigma 1) көрсетілген. Камераларды өндіру кезінде $1,6\gamma H$ болған жағдайда қазбаның төбесіндегі кернеу шоғырлану аймағы 34 Мпа дейін жетуі мүмкін, ал Sigma 1 кернеудің ыдырау аймағында (камераның бүйірлерінде) шамамен 10 Мпа болады [11].



Сурет 2.7 - Камераның ені 9 м болғандағы Sigma 1 концентрация аймағы

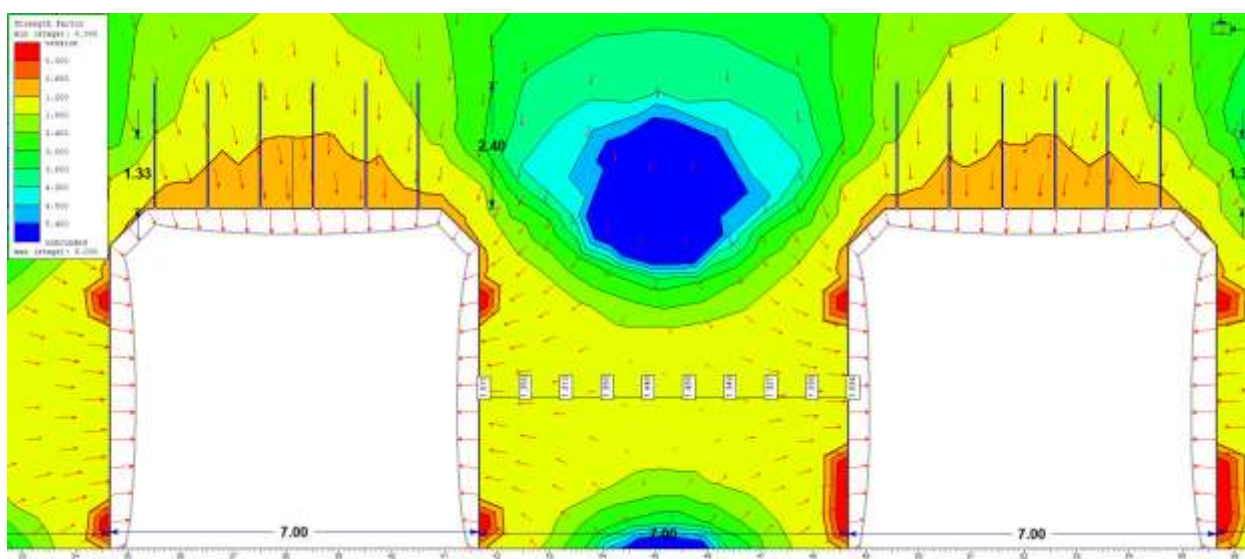
Әрі қарай, өзгерістер енгізе отырып сандық талдау жасалды.

Камералар аралығының төбе қабат тұрақтылығына әсерін бағалау үшін камералардың ені 8,0 м және 7,0 м болатын сандық модельдеу жүргізілді. 2.8-суретте ені 8 м камераның төбесіндегі қауіпсіздік қорының таралуы көрсетілген. Камераның аралығын 1 м-ге азайту (9 м-ден 8 м-ге дейін) төбенің иілуін 2 есе азайтады (5 см). Төбедегі қирау тереңдігі де айтарлықтай төмендейді-1,75 м-ге дейін. Ұзындығы 2,4 м қарнақ бекіткіші әлі де мұндай аралықта жұқа қабатты төбе қабатын ұстай алмайды. Алайда, КК жүктеме азайды, яғни камераның ені 8,0 метр болған кезде КК орнықтылығын сақтайды.



Сурет 2.8 - Ені 8 м камераның жұқа қабатты төбесінің бұзылуы (қызғылт сары түс)

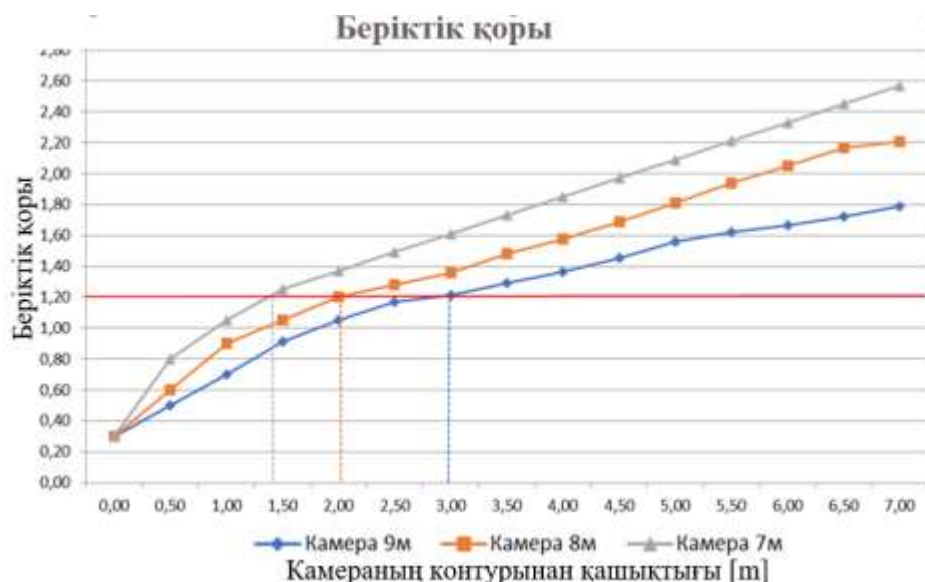
Әрі қарай, камераның ені 7,0 метр болатын тау жыныстарының массивіне сандық талдау жасалды, оның нәтижелері 2.9-суретте көрсетілген.



Сурет 2.9 - 2,4 м тереңдікке 1×1 м қадаммен қарнақпен бекітілген ені 7 м камераның жұқа қабатты төбесінің бұзылуы (қызғылт сары түспен)

Камераның аралығын тағы 1 м-ге азайту (8 м-ден 7 м-ге дейін) төбенің иілуін 2 см-ге дейін төмендетеді. Төбедегі қирау тереңдігі де айтарлықтай төмендейді-1,33 м-ге дейін. Бұл жағдайда ұзындығы 2,4 м қарнақ бекіткіші осындай аралықта жұқа қабатты ұстап тұра алады, орташа алғанда КК беріктік қоры (Strength Factor) 1,35, бұл кентіректің сақталуын қамтамасыз етеді.

Төменде 2.10-суретте камераның еніне байланысты камераның контурлық бөлігінің беріктік қорының өзгеруі көрсетілген.



Сурет 2.10 - Беріктік қорының (Strength Factor) өзгеру графигі

Сандық модельдеу көрсеткендей, аралықтардың азаюы – бұл камера төбесінің орнықтылығын қамтамасыз етудің тиімді жолы, ол Жомарт кенішінің 12 жылдық тәжірибесі көрсеткендей, осы тау-кен және геологиялық жағдайларда қазу жүйесінің ең маңызды элементі болып табылады [11].

Екі кентіректің арасындағы өткінді анықтау бойынша бірқатар еңбектер арналған [28, 12325 б.] [29, 30]. Бірақ олардың барлығы белігілі бір кенорын жағдайында ғана қолдануға жарамды.

Егер төбенің жұқа плиталық массивінің бұзылуы көлденең тектоникалық кернеулердің әсерінен бойлық иілу (сыну) арқылы тұрақтылықты жоғалту түрінде жүрсе (2.11-сурет), онда шектік кернеулер Л. Эйлер [31] формуласы бойынша анықталады:

$$\sigma_1 = \frac{\pi^2 \cdot E}{12(l/t)^2} \quad (2.5)$$

мұндағы l – құрылымы жұқа тақталы төбенің ашылған аралығы (ені); t – қазбалар контурында қабыршақтанатын таужыныстар қабаттарының қалыңдығы; E – катпарлану бойындағы таужыныстардың серпімділік модулі (изотропия жазықтығында).

Эйлер тәсілінде массивтің шекті күйлерін бағалауға беріктік қасиеттері (байланыс күші, үйкеліс бұрышы) емес, тау жыныстардың деформациялық қасиеттері (серпімділік модулі) қатысады. Алайда, бұл жағдайда негізгі рөлді ашылудың l мөлшері мен t қабаттарының қалыңдығының арақатынасы атқарады. Осы l/t қатынасы неғұрлым үлкен болса, бөлініп-ажырау басталатын кернеудің шектік деңгейі соғұрлым төмен болады, сондықтан ашылу бетінің орнықтылығы да төмен болады.

Эйлер тәсілін қолдана отырып, шектік аралықтарды есептеу өте қиын, өйткені камералардың төбесіндегі t қабаттарының қалыңдығын анықтау керек, ал ол кең ауқымда өзгереді екен.

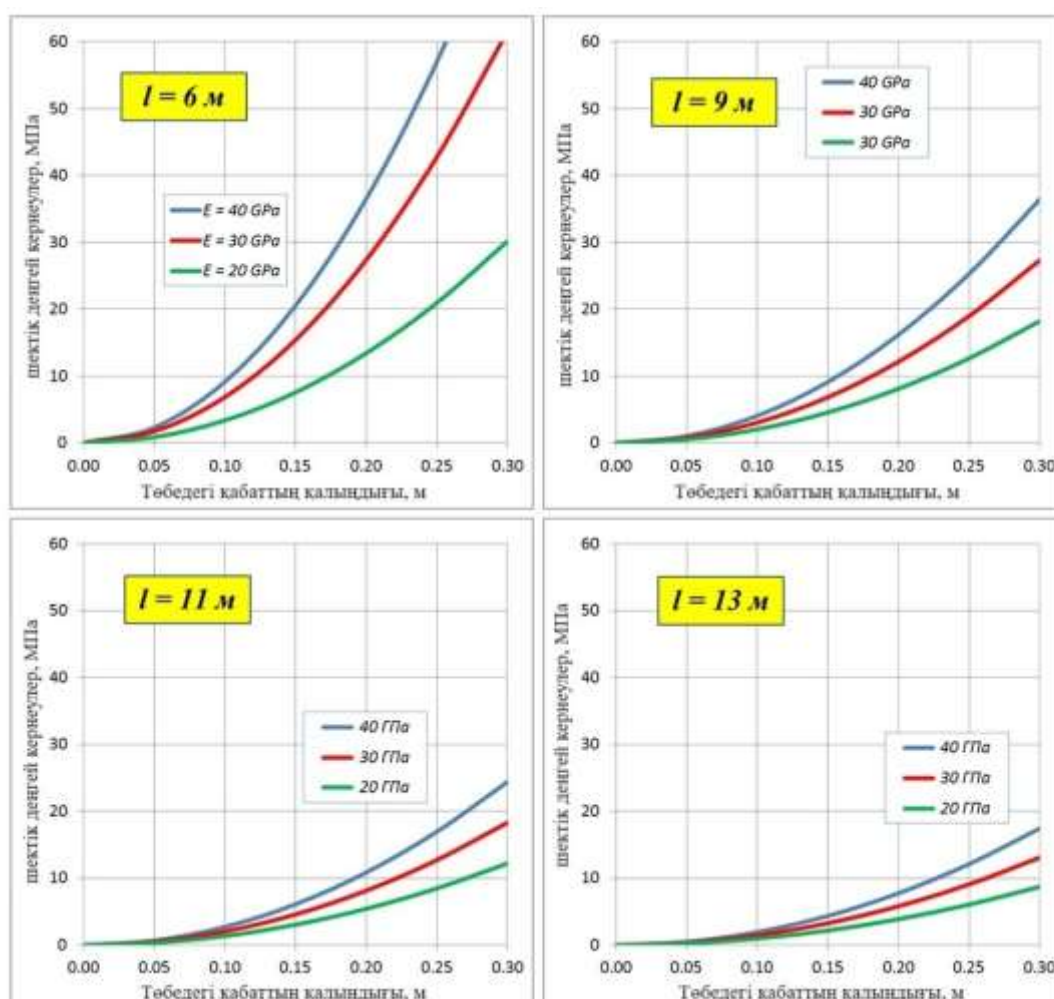
(2.5) формуланы қолдана отырып, l камераларының әр түрлі аралықтарында, σ_l шектік көлденең кернеулерді t таужынысының қабаттарының бекітілген қалыңдығын бере отырып есептеуге болады. Есептеулерде келесі мәндер қабылданды:

төбе таужыныстарының серпімділік модулі: 40, 30, 20 ГПа;

төбедегі таужыныс қабаттарының қалыңдығы: 5 см-ден 30 см-ге дейін 5 см қадаммен;

тазалау камераларының ені: 6, 7, 9, 11, 13 м.

Есептеу нәтижелері 2.11-суретте көрсетілген.



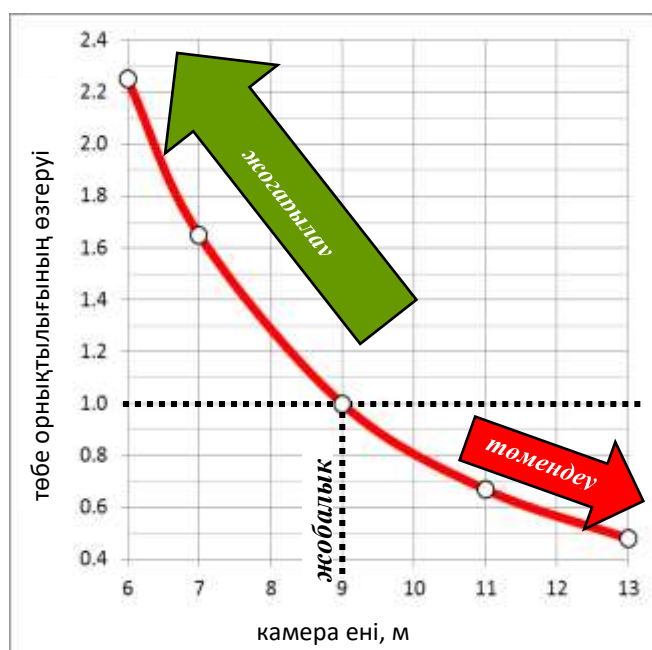
Сурет 2.11 - Камералардың ені l әртүрлі болғандағы жұқа қатпарлаған төбедегі шектік көлденең кернеулердің деңгейлері

Мысалы: егер $E = 40$ ГПа (сұр құмтас) болып, төбедегі таужыныстардың қалыңдығы $t = 15$ см болса, онда шекті кернеулер:

- камераның ені 6 м болғанда – 20,5 МПа, 9 болғанда 9,1 МПа, 11 болғанда 6,1 МПа, 13 болғанда 4,4 МПа болады.

Егер біз салыстыру базасы ретінде 9 м камералардың жобалық аралығын алсақ (ол үшін шекті кернеу 9,1 МПа), онда 6 м аралықта шекті кернеу 2,3 есе көп ($20,5 / 9,1$). Бұл дегеніміз, ені 6 м болатын төбенің салыстырмалы орнықтылығы 9 м-ге қарағанда 2,3 есе көп. Егер камералардың ені 9 м (жобалық) және 13 м болатын кернеудің шекті деңгейлерін салыстырсақ (5-сурет), камераның ені 13 м болатын төбенің орнықтылығы жобалық 9 м-мен салыстырғанда 2,1 есеге төмендейтінін көруге болады ($9,4 / 4,4$).

Шекті кернеу деңгейлерін салыстырғаннан камералардың енін өзгерту кезінде төбенің орнықтылығының өзгеретіні анықталды (2.12-сурет). Бұл қатынас төбе таужыныстарының серпімділік модуліне және қабаттардың қалыңдығына байланысты емес екені белгілі болды.



Сурет 2.12 - Ені 9 м негізгімен (бұрын қабылданған жобаларда) салыстырғанда төбенің орнықтылығының өзгеруі

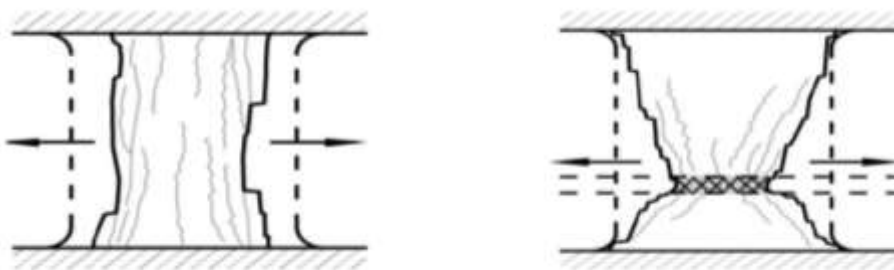
Сонымен, тазалау камераларының ені 9 м-ден 7 м-ге дейін азайған кезде төбенің орнықтылығы 1,7 есе артады екен. Ол дегеніміз, егер камералардың жобалық аралығын азайтсақ, онда ажырау мен бұзылу жиілігін 1,7 есе азайтуға болады. Сонымен қатар, қалыңдығы 2 м-ден асатын қарнақпен бірге қиайтын таужыныстарды болдырмауға болады. Әрі қарай жобалау үшін тазарту камераларының жобалық енін 7 м деп қабылдауға болады. Осы аралықта төбенің сенімділігі камерааралық кентіректердің сенімділік деңгейіне жақындайды [11].

2.3 Кенорынның кені алынған кеңістігіндегі камерааралық кентіректердің орнықтылығын анықтаудың әдістері

Камерааралық кентіректердің орнықтылығына әсер ететін факторларды талдау, және оларды қандай өндірістік жағдайда ескерудің қажеттілігін зерттеу бойынша бірқатар еңбектерде айтылған [6, б.1242, 32-35].

Қазу жүйесінің екінші негізгі құрылымдық элементінің – КК-нің бұзылу жиілігін (ішінара немесе толығымен) келесідей бағалауға болады. Кеніштің 10 жылдық жұмысында 5 мыңға жуық КК ресімделді. Оның ішінде бүйірлік беттерден 10% - ға дейін және 30% - ға дейін бөлінгеннен кейін көтергіш қимасының жоғалуы 127 КК алды. Бұл ретте, кеніш жұмысының 10 жылында КК-нің 100% - ға толық жойылуының бірде-бір жағдайы тіркелген жоқ. Бұл КК ішінара зақымдану жиілігі небәрі 2,5% екенін білдіреді [36].

Пластиналардың, блоктардың бүйір беттерінен субвертикальды жарықтар бойымен, сондай-ақ әлсіз жыныстардың пропластиктерін сығу арқылы бөлінуі КК ішінара бұзылуының жиі формалары болып табылады (сурет 2.13).



Сурет 2.13 - Жомарт кенішіндегі әлсіз контактілері бар камерааралық кентіректердің бұзылуының тән нысандары

Жомарт және Жезқазған кенорындарында КК өлшемдерін есептеу академик Л. Д. Шевяков ұсынған теңдеу бойынша жүргізіледі:

$$nK_{\text{п}}\gamma_{\text{НС}} \leq F_{\text{сц}}, \quad (2.6)$$

мұндағы n -қауіпсіздік қорының жобалық коэффициенті; $K_{\text{п}}$ -жүктеме коэффициенті; S -бір кентірек ауданы F ұстап тұратын төбенің ауданы; $\sigma_{\text{ц}}$ -пішін коэффициентін ескере отырып, КК беріктігі.

(2.6) теңдеудің сол жағы n есе ұлғайтылған КК жүктемесін білдіреді. Оң жақ бөлігі-кентіректің жүк көтергіштігі.

Шаршы тор бойынша бағаналы КК қалдырылған кезде тірек төбенің ауданы s жарықтағы тазарту камераларының енімен L және квадрат бүтіннің енімен d анықталады:

$$S = (l + d)^2. \quad (2.7)$$

Қосынды $(L + d) = A$ бағаналы КК қалдыру торының өлшемі.

Камералардың берілген аралығындағы КК ені мен торын анықтау үшін мына арақатынас қолданылады:

$$\frac{S}{F} \leq \frac{\sigma_{\text{ц}}}{nK_{\text{н}}\gamma H}. \quad (2.8)$$

Бұл теңдеуде негізгі мәселе КК жүктеме коэффициентінің $K_{\text{н}}$ және $\sigma_{\text{ц}}$ беріктігінің мәндерін анықтау болып табылады.

Панельдегі КК жиынтығына жүктеме коэффициентін есептеу

КК жүктемесі көптеген факторлармен анықталады, олардың негізгілері:

- Е таужыныс және Ер кен жыныстарының массивтерінің серпімділік модульдерінің арақатынасы;

- $Le = A * b / (a^2 + b^2)^{0.5}$ эквивалентті аралығы ретінде ұсынуға ыңғайлы жоспардағы өндірілген кеңістіктің өлшемдері, мұндағы a , b -панельдің ұзындығы мен ені;

- биіктігі мен диаметрі h / d қатынасы түріндегі КК пішіні;

- КК қаттылығы $G = F / h$, мұндағы F -кентіректің көлденең қимасының ауданы.

Жезқазған және Жомарт кенорындарында кентіректердің параметрлері әлі күнге дейін осы әдіс арқылы есептеліп келеді. Бұл формула кентіректерді есептеуде классикалық әдіс болғандықтан, оны қарастырылатын кенорынның сипаттамасы туралы деректер аз болған кезде қолдануға болады. Алайда осы уақытқа дейінгі кен өндіру тәжірибесі көрсеткендей, бұл тәсілде ескерілмеген факторлар көп.

Бұрыннан ғылыми әзірлемелер болғанына қарамастан, технологиялық схеманың параметрлерін тұрақты және өзгермейтін оңтайлы бір шамаға келтіруге тырысу мақсатында алдыңғы тәжірибелік-өнеркәсіптік игерудің нәтижелері кеннің жоғалымы мәселесін шешуде оң нәтиже бермеді. Қазу жүйесінің оңтайлы параметрлерін орнатудың алдыңғы әрекеттері қазу бірліктерінің (панельдер, камералар) оңтайлы өлшемдерін таңдауда тек жергілікті жетістіктерге қол жеткізуге ғана мүмкіндік берді [31, б.222, 36, б.126].

2.4 Массивтің табиғи кернеулі күйіндегі физикалық процесстердің таралу аясын бағалаудың әдісі

Геомеханикада таужыныстар сілемін континуалды орта ретінде қарастырудың дұрыс еместігімен байланысты объективті проблемалар бар екені белгілі. Осыған байланысты таужыныстардың беріктік және деформациялық қасиеттерін анықтауда, олардың кернеулі-деформацияланған күйін есептеуде іргелі проблемалар туындайтыны да заңды [37-39].

Нақтысында таукен массиві өте жарықшақтанған (блокталған) орта болып табылады. Егер бастапқы түрінде оны әлі де үздіксіз орта ретінде

карастыруға болатын болса, онда таукен қазбаларынан туындаған деформациялар мен жергілікті бұзылулардан кейін бұл постулат дұрыс болмайды. Іс жүзінде кез-келген механикалық процесс, таукен массивінің квазитұтас орта ретінде деформациялануымен, сондай-ақ дезинтеграцияланған тау жыныстардың бұзылуымен және жылжуымен бірге жүреді. Бұл кернеулі-деформацияланған күйді бағалау үшін үздіксіз орта механикасын қолдануды қиындатады, ал бұл дегеніміз бағалаудың дәлдігіне де күмән келтіруге себеп болады.

Таужыныстардың массивіндегі геомеханикалық процестердің физикасын сипаттау үшін әртүрлі беріктік критерийлері қолданылады [40]. Критерийлердің бір бөлігі эмпирикалық, ал бір бөлігі аналитикалық жолмен алынады. Осылайша, қолданыстағы бұзылу (қирау) критерийлерін толық жіктеу қажеттілігі туындайды.

2.2-Кесте – Таужыныстардың бұзылу (қирау) критерийлерін салыстыру

Критерий	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Жыл	Материал түрі
Мор-Кулон	Кіріс параметрлерінің аздығына байланысты пайдалану оңай	Аралық бас кернеуді ескермейді	1773	Құмтас
	Көрнекі графикалық интерпретациясы бар	Төмендетілген нәтиже береді		
		Сырғу бағыты әрдайым тәжірибелік мәліметтермен сәйкес келе бермейді		
фон Мизес	Аралық басты кернеуді есепке алу	Кеуектілік қысымды ескермейді	1913	Металл және серпімді материалдар
	Графикалық интерпретация бар			
Гриффит	Таужыныстың деформациясындағы микрожарықтардың рөлін есепке алу	Аралық бас кернеуді ескермейді	1921	Жарықшақтанған таужыныстар
	Таужыныстарды Мор Кулон өлшемімен салыстыруға болады	Үш осьтік қысым күйін бағалау үшін бір параметр жеткіліксіз		
Хок-Браун [32, 2 б.]	Бүтін және жарықшақтанған жыныстар үшін де қолайлы	Аралық бас кернеуді ескермейді	1980	Тұтас және жарықшақтанған жыныстар
	Шахта қабырғаларының орнықтылығын есептеу кезінде кеңінен қолданылады	Тік және көлденең ұңғымалар үшін айырмашылықты көрсетпейді		
Серрано-Эстер-Оллан	Аралық бас кернеуді ескереді	Модель параметрлерінің физикалық мағынасын нақтылау үшін қосымша зерттеулер қажет	2007	Гранит Уэстерли, доломит Данхэм
	Критерий үш осьтік созылу және қысу жағдайлары үшін әртүрлі кернеу мәндерін береді			
Квасьневски и Такахашаи	Үш өлшемді есептерді шешу үшін бұрын келтірілген критерийлердің жетілдірілген түрі	Барлық таужыныстарға қолдануға келмейді	2010	Розбарк құмтасы, Ширахамма құмтасы

Кестеден қазіргі уақытта таужыныстардың беріктігін жедел түрде дұрыс бағалауға мүмкіндік беретін ең аз кіріс мәліметті қажет ететін әмбебап өлшем жоқ деп қорытындылауға болады.

Көптеген мұқият жүргізілген эксперименттердің нәтижелерін қорытындылай келе [40-42] зерттеушілер мынадай қорытындыға келеді:

1. Сынақ кезінде таужыныстар үлгілері негізінен сырғу түрінде қирайды;
2. Сырғу беттерінің көлбеу бұрыштарының шамасы мен байланыс күшінің тәуелділігі бұйырлық кернеулердің өсуімен өзгереді;
3. Сыналатын үлгілерге жүктеменің өсуімен бірге Мордың шектік шеңберлерінің орам сызығының қисықтық радиусы да өседі;
4. Таужыныстардың барлық түрлерінің орам сызықтары қисық пішінді болып келеді.

Тау-кен жыныстары үшін қолайлы Мор беріктік теориясы кең қолданыс тапқан. Бұл теория күрделі ширыққан күйдегі дененің әр нүктесіндегі жанама және қалыпты кернеулер арасындағы байланыстарға негізделген.

Мор теориясы бойынша бұзылу, не жанама кернеу τ , шамасы үлгіге әсер етуші қалыпты кернеудің шамасының өсуімен қатар, белгілі бір шегі τ_0 мәнінен асып кетсе, не $\tau=0$ болғанда қалыпты σ созу күштері шектен асып кетсе басталады.

Шекті қалыпты және жанама кернеулер арасындағы байланыс графикте парабола түрінде кескінделеді. Ол жыныстың әр түрі үшін, бір қатар беріктік параметрлерін анықтау нәтижелері бойынша созылады. Профессор Ө. Сабденбекұлы Кулон Мордың өлшемдеріне сүйене отырып, кернеулердің өсуіне байланысты таужыныстардың кернеулі–деформацияланған күйін бағалау үшін өшетін тербелістер теориясының қабылдану мүмкіндігін негіздеп, О. S. ВАВО әдісін жасады [41, б.122, 42, 122 б.].

Бұл әдіспен беріктік паспортының орам сызығы екі бөліктен тұрады: созылу кернеулері үшін – параболалық, ал қысым кернеулері үшін – өшетін тербеліс қисығы. Орам сызықтың қисығының теңдеулері:

$$\tau_n^{kc} = [p(\sigma_{ni} + \sigma_c)]^{1/2} \quad (2.9)$$

- Г.Н. Кузнецовтың созылу кернеулері жағындағы мұнда $p = (2 - 2\sqrt{n+1} + n)\sigma_c$, т/м² – параболаның параметрі; σ_{ni} –созылу кернеуінің айнымалы мәні және мына шекте өзгереді

$$\sigma_c \leq \sigma_{ni} \leq \sigma_n^{kc} \quad (2.10)$$

мұнда $\sigma_n^{kc} = \sqrt{(0,5(\sigma_{kc} - p))^2 - p\sigma_c} + 0,5(\sigma_{kc} - p)$ – бір осьті қысу кезіндегі нормаль кернеу, т/м²;

σ_{kc} – тау жыныстарының бір осьті қысуға беріктігі, т/м²;

σ_c – тау жыныстарының бір осьті созуға беріктігі, т/м²;

$$\tau_{ni} = \sigma_{kc} \{0,5 \cos \rho_{kc} + [1 - e^{0,5(1 - \sin \rho_{kc}) - (\sigma_{ni}/\sigma_{kc})}] \operatorname{tg} \rho_{kc}\} \quad (2.11)$$

– қысу кернеулері жағындағы.

Мұнда $\rho_{\text{КС}}$ – таужыныстың ішкі үйкеліс бұрышы, град. (2.11) теңдеуден τ_{ni} ордината нүктелерінің абсциссаға тәуелділігін көруге болады, және ол $\sigma_n^{\text{КС}} \leq \sigma_{ni} \leq \infty$ шегінде өзгере алады.

Шектік кернеулердің шеңберлерінің орам сызығының (2.9) және (2.11) теңдеулері М.М. Протоджяконовтың теңдеуіне ұқсас аналогы болып табылады және оның $\tau_{ni} = \tau_n^{\text{max}} \leq \infty$, болады деген тұжырымын растайды, ал таужыныстың ішкі үйкеліс бұрышы $\rho_{\text{КС}}=0$ тұрақты болады деген қорытындыға сәйкес келеді [43, б.90, 44].

М. М. Протоджяконов теңдеуімен салыстырғанда, бұл әдісте, шығу тегі күмән тудыруы мүмкін әртүрлі эмпатикалық коэффициенттер жоқ. Ұсынылған әдісте тау жыныстарының беріктік шегінің көрсеткіштерінің шамасы олардың паспорттарынан анықталады.

Таужыныстардың беріктік паспортын үш бөлікке бөліп қарастырады:

созылу кернеулерінің әсер ету аймағына жататын учаске;

кесу (таза сырғу) кернеудің әсер ету аймағына жататын учаске;

қысу кернеулердің әсер ету аймағына жататын учаске.

Аталған учаскелердің біріншісі тау жынысының созылу кернеулерінің әсеріне қарсы тұру қабілетін көрсетеді. Паспорттың осы аймағында $\sigma_{ni} \leq -\sigma_c$, мұндағы σ_{ni} – қойылатын (жүктелетін) кернеулер және σ_c - таужыныстың созылғау беріктігі.

Беріктік паспорттың екінші бөлігінде кернеулер $0 \leq \sigma_{ni} \leq \sigma_n$ шегінде өзгереді, мұнда $\sigma_n < \sigma_n^{\text{КС}}$.

Паспорттың үшінші бөлігі $\sigma_n^{\text{КС}} \leq \sigma_{ni} \leq \infty$ шегіндегі кернеулердің өзгеруіне сәйкес келеді. $\sigma_{ni} = \sigma_n^{\text{КС}}$ кезінде таужыныстар бір осьті кернеу жағдайында болып, кейін тереңдіктің артуымен олар жан-жақты қысымда болады.

Таужыныстардың механикалық қасиеттерінің көрсеткіштерінің бірі ρ - ішкі үйкеліс бұрышы таужыныстың кернеулі күйіне тәуелді. Беріктік паспорттың алғашқы екі бөлігінде $\rho = \text{constant}$ болады да, ал үшінші бөлімде $\rho_{\text{КС}} \geq \rho_i \geq 0$ шегінде өзгереді.

Жоғарыда аталған ерекшеліктерді ескере отырып, сырғу беттердің қисықтарының теңдеулері алынды [43, 58 б.]. Салынған беріктік паспорттың алынған ақпаратты талдау негізінде олардың физика-геометриялық қасиеттері мен "сырғу бет" ұғымының пайда болу табиғаты анықталады. Нәтижесінде таужыныстардың әр қабатындағы массивте тек өзіне ғана тән сырғу беттері мен олардың математикалық өрнектері бар екендігі анықталады.

Сонымен, көлбеу бұрыштары жоғарғыда $\beta = 90^\circ$ болып және тереңдеген сайын $\beta \rightarrow 0$ дейін өзгертін, сырғу беттерінің қисықтарын 0-1, 1-2, ..., (n – 1) – n кесінділердің жиынтығы ретінде қабылдайды. Сырғу бетінің бір қисығын құрайтын кесіндінің ұзындығы "бірлік" алаңшалардың жиынтығы болып табылады. Бірлік алаңшалардың әрқайсысында ені $\cos \beta_i$ болатын бағана бар және оның биіктігі сол бағанның табанының тереңдігіне тең (сурет 2.14).

Сырғу бетінің қисық нүктелерінің координаталарын есептеу кезінде пайдаланылатын барлық шамалар таужыныстың беріктік паспортынан анықталады. Нүктелер координаталарының есептелген мәндеріне сәйкес тау-кен жұмыстарының графикалық құжатының масштабына сай келетін белгілі бір масштабта сырғу беттерінің қисықтары жасалады (сурет 2.15).

Сырғу беттерінің қисықтығының өзгеру жылдамдығы таужыныстардың физика-механикалық қасиеттеріне байланысты (әлсіз жыныстар үшін процесс күшті жыныстарға қарағанда тезірек жүреді).



Сурет 2.15 - Сырғу беттердің 3 тобының қисықтары

Сырғу беттердің 3 тобының қисық сызықтарын салу арқылы жер бетіне дейін жылжуды және деформация аймағының дамуын анықтауға болады. Бұл әдіс күрделі конфигурациясы бар және кенорындарындағы өлшемдері бір-біріне сәйкес келмейтін тау-кен қазбаларының орнықтылығын негіздеуде жақсы қолданысқа ие.

Осылайша, сырғу беттерінің қисықтарының теңдеулерін қолданып, кез-келген техногендік әсер ету кезінде жер қойнауындағы кез-келген учаскедегі таужыныстар массивінің кернеулі-деформацияланған күйін бағалауға мүмкіндік береді.

2-Бөлім бойынша қорытынды

Тосқауыл кентіректер мен іргелес (көршілес) панельдердегі камерааралық кентіректерге жүктеменің шамасын азайту үшін, **толық өндірілу (отыру)** шарты орындалуы керек. Бұл шарт орындалған кезде асты қазылатын массивтің табиғи кернеулену күйі қалпына келеді. Толық жұмыс істейтін аймақта деформациялар тоқтайды.

Қазу тереңдігі неғұрлым үлкен болған жағдайда жер бетінде толық жұмыс істеу шарты орындалуы үшін, тазарту жұмыстарының ауданы соғұрлым көп болуы керек.

ВНИМИ әдістемесі бойынша Жомарт кенорны үшін $H < 3L_э$ болғанда орындалады. Бұл анықталған шарттың дұрыстығын тексеру үшін, шахталық зерттеулермен нақты құлаған аймақтың аумағын анықтау қажет.

Камералық-бағандық қазу жүйесінде тау-кен жұмыстарының қауіпсіздік деңгейін, кенді жер қойнауынан алуды және өндіру өнімділігін айқындайтын екі негізгі конструктивтік элемент бар. Бұл тазалау камераларының төбесі және оны ұстап тұратын камерааралық кентіректер.

Камералар аралығының төбенің тұрақтылығына әсерін бағалау үшін камералардың ені 9,0 (қазіргі жобада қабылданған), 8,0 м және 7,0 м болатын сандық модельдеу жүргізілді. Сандық модельдеу көрсеткендей, аралықтардың азаюы – бұл камера төбесінің орнықтылығын қамтамасыз етудің тиімді жолы, ол Жомарт кенішінің 12 жылдық тәжірибесі көрсеткендей, осы тау-кен және геологиялық жағдайларда қазу жүйесінің ең маңызды элементі болып табылады. Әрі қарай жобалау үшін тазарту камераларының жобалық енін 7 м деп қабылдауға болады.

Кенді өндіруде (бірінші және екінші кезеңдер) кенді жоғалту проблемаларын шешу бойынша оң нәтижеге барынша қол жеткізу үшін, алдыңғы зерттеулерден өзгеше болатындай одан әрі зерттеулер жүргізу қажет. Өйткені Жомарт кенорнында алдыңғы жылдары өндірілген кеншоғырлардың фактілік мәліметтер бар. Сол мәліметтерді өңдеу және натурада зерттеу жүргізу нәтижесімен ұсынылатын әдісті салыстыруға мүмкіндік бар. Ол үшін теориялық зерттеу мен шахталық статистика мәліметтерін және сейсмосбарлау нәтижелерін талдау қажет.

Кенді ашық тазарту кеңістігімен өндіргенде геомеханикалық қамтамасыз етудің осы диссертациялық жұмыспен ұсынылып отырған болжамды әдісі таужыныстар массивінде сырғу беттердің қисықтарын құруға негізделеді.

3 ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ ЕСЕПТЕУ, САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ НАТУРАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ЗЕРТТЕУ

3.1 Жазық кеншоғырларды ашық тазарту кеңістігі әдісімен өндіру кезіндегі деформациялық процесстерді есептеу

Жоғарыда айтылғанға байланысты модельдік түрде геомеханикалық параметрлерді кешенді қарау негізінде кенорындарда кеннің қорын толық игеру мүмкіндігін бағалайтын әдісті әзірлеу қажет.

Кенді ашық тазарту кеңістігімен өндіргенде геомеханикалық қамтамасыз етудің осы диссертациялық жұмыспен ұсынылып отырған болжамды әдісі таужыныстар массивінде сырғу беттердің қисықтарын құруға негізделген. Кен орындарын жер асты игеру кезінде қазылған кеңістіктің үстіндегі таужыныстар массивіндегі деформация аймақтарын белгілеу ұсынылған әдіс бойынша анықталады. Табиғи тепе-теңдік күмбезін тазарту кеңістігінің үстінен салу арқылы жүктемеден босатылу (зона разгрузки) аймағы анықталады, және ол камерааралық кентіректермен ұсталып тұрады. Опырылу күмбезінің немесе табиғи тепе-теңдік күмбезінің шекаралары және сырғу мұлдасының аймағы (бірқалыпты деформация аймақтары, қауіпті сырғу және құлау аймақтары, опырылу пайда болу аймақтары) сырғу беттердің қисық сызықтарының үш тобымен белгіленеді [45, б.34, 46, б.187]. Сырғу сызықтарының қисықтары таужыныстардың әрбір типі үшін жеке (2.12) формулалар бойынша есептеліп, және таужыныстардың беріктік паспорттары негізінде құрылады.

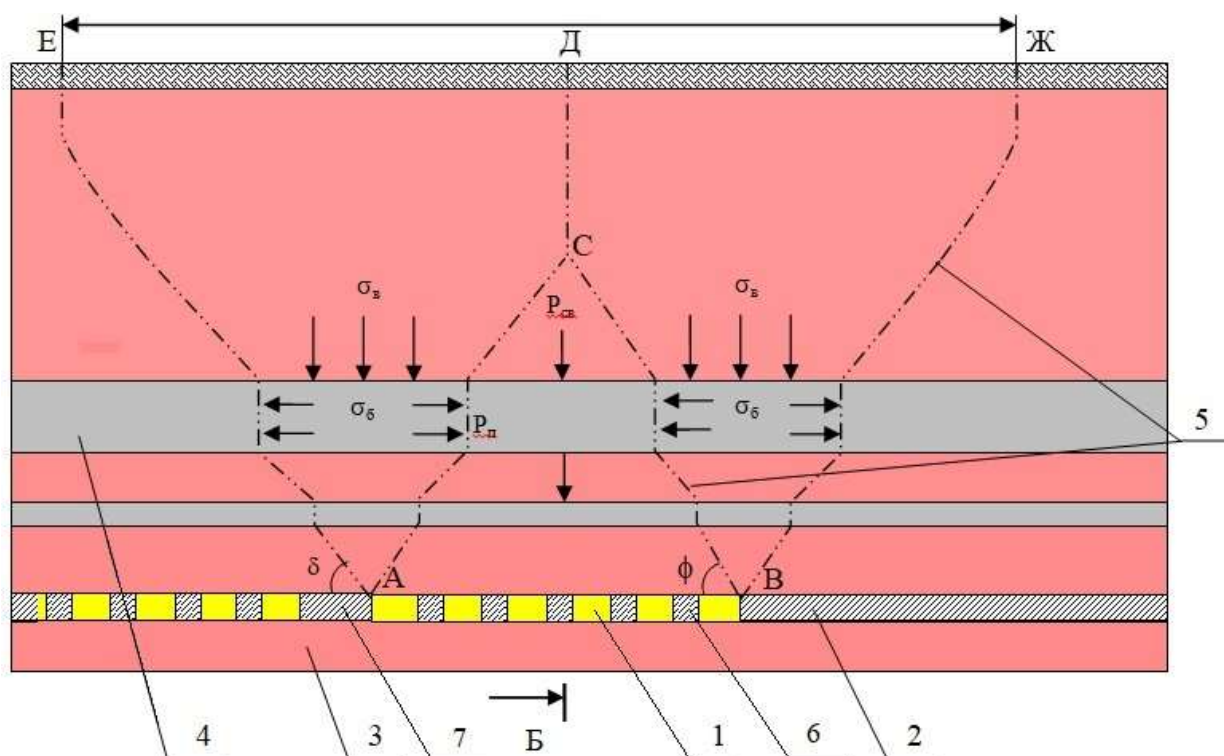
Сырғу бетінің қисық нүктелерінің координаталарын есептеу кезінде пайдаланылатын барлық шамалар таужыныстың беріктік паспортынан анықталады. Нүктелер координаталарының есептелген мәндеріне сәйкес тау-кен жұмыстарының графикалық құжатының (геологиялық қиманың) масштабына сай келетін белгілі бір масштабта сырғу беттерінің қисықтары жасалады (3.1-сурет).

Сырғу беттерінің қисықтығының өзгеру жылдамдығы таужыныстардың физика-механикалық қасиеттеріне байланысты (әлсіз жыныстар үшін процесс күшті жыныстарға қарағанда тезірек жүреді).

Таужыныстардың салмағынан бірінші қабатқа түсетін панельдің ені бойынша әсер ететін тік кернеу жоғарыда жатқан таужыныстардың салмағынан анықталады. Әрбір і-ші көлденең қабаттағы таужыныстардың орнықты күйі, опырылу күмбезінің контурындағы ығысу беттеріндегі тангенциалдық кернеулердің әсерінен $\tau_{сд} = \tau_{уд}$ (сырғыту және ұстап тұру) тең болған жағдайда сақталады [41, 47]. Таужыныстардың массивінің деформациялану шекараларын сырғудың қисық сызықтармен салу кезінде массивтің деформациясының сипаты мен шекараларын және сәйкесінше кентіректерге жүктемені дәлірек анықтауға болады.

Осылайша, камерааралық және тосқауыл кентіректеріне келетін жүктеме нақты тау-кен геологиялық жағдайларын және төбедегі жапсарлас массивті

құрайтын тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін ескере отырып анықталады.



(1-камера; 2-кеншоғыр; 3-алевролиттер және аргиллиттер (әлсіз таужыныс); 4-сұр құмтас (берік таужыныс); 5-сырғу сызықтары; 6-камерааралық кентірек; 7 – тосқауыл кентірегі)

Сурет 3.1 - Жазық кеншоғырларды өндіру кезінде таужыныстар массивінің жылжуы

Камера аралық кентіректерге түсетін жүктемені таужыныстардың АСВ күмбезі шегінде шектелген массасы құрайды (3.1-сурет). Суреттен көрініп тұрғандай, күмбездің ауданы панельдің еніне ғана емес (тосқауыл кентіректер арасындағы қашықтық), сонымен қатар жоғарыдағы қабатты құрайтын таужыныстардың литологиялық түріне де байланысты. Табиғи тепе-теңдік күмбезінің ауданын ұлғайту немесе азайту, тазарту панелінің үстінде орналасқан сұр құмтастардың жалпы қалыңдығына байланысты, өйткені сұр құмтастарда сырғу олардың қабаттасуына перпендикуляр болатын тасжарықтар бойымен жүреді. Сұр құмтастардың жиынтық қалыңдығының шамасынан құлау күмбезінің ауданының өзгеруін анықтау үшін, құлау күмбездері салынды және олардың аудандары анықталды [47, б.20 , 48, б.92].

Жер бетінің отыруын (шөгуін) есептеу нәтижелерін өндірілген панельдердегі иіліп-ығысулардың нақты деректерімен салыстырғаннан алынған дәлдік, ұсынылған әдістеме бойынша қазу жүйесінің құрылымдық элементтерінің параметрлерін есептеу мүмкіндігін растайды [45, б. 194, 46, б.41].

Өзірленетін әдістеме кеншоғырларды қазу кезінде массивтің қауіпті құлау аймақтарының ықтимал ошақтарын болжауға, тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде массивтің тау-кен геологиялық және физикалық-механикалық қасиеттерін егжей-тегжейлі ескере отырып, өндірілген кеңістіктердің әсер ету аймақтарын уақыт пен кеңістікте анықтауға мүмкіндік береді. Кенорынды қайта өндіру кезінде камерааралық кентіректерге жүктемелердің қайта бөліну (таралу) сипаты және олардың шамасы кентіректерді өндіру тәртібіне байланысты болады. Бұл кешенді тәсіл, таужыныстардың төбедегі жапсарлас қабатының геомеханикалық күйінің өзгеруін, тіпті жекелеген кеншоғырларды игеру кезінде де ескеруге мүмкіндік береді.

Жомарт кенорнының сиыстырушы жыныстары негізінен түйіршікті сұр құмтастардан (70-80%), конгломераттардан (5-10%), алевролиттерден (5-10%) және саз балшықтарынан (2-3%) тұрады. Осының ішіндегі ең берігі - сұр құмтастар, олардың нақты құрамына және құрылымдық-құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты бір осьті қысу беріктігінің шекті мәні (σ_{kc}) 48 – ден 1 МПа-ға дейін өзгереді; созылу беріктігінің шегі ($\sigma_{соз}$) - 2,3-тен 12,8 МПа-ға дейін; қоңыр ұсақ түйіршікті құмтастар үшін $\sigma_{kc} = 27-163$ МПа, $\sigma_{соз} = 1,3-11,6$ МПа. Раймунд конгломераттары $\sigma_{kc} = 84-141$ МПа мәндерімен сипатталады, $\sigma_{соз} = 6-10,1$ МПа. Алевролиттер мен саз балшықтары беріктік қасиеттерінің ең кіші мәндеріне ие - $\sigma_{kc} = 10-88$ МПа, $\sigma_{соз} = 0,5-7,5$ МПа.

БАБО әдістемесі бойынша осы үш литологиялық тип үшін сырғу беттердің координаттары есептелді (3.1, 3.2, 3.3 - кестелер).

Кесте 3.1 - Алевролиттердің беріктігі паспортынан беріктігі туралы мәліметтер және сырғу беттің қисық сызықтарының координаттары

№	σ_{ni} , Т/М ²	τ_{ni} , Т/М ²	ρ , град	β , град	θ , град	Уі, м	x1, м	x2, м	x3, м	σ_{kc} , Т/М ²	$\sigma_{с}$, Т/М ²
1	14,55	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160,00	14,55
2	0,00	35,84	46,00	90,00	68,00	34,12	0,00	0,00	7,82	160,00	14,55
3	36,44	67,10	33,00	61,49	61,49	61,54	23,87	-21,80	23,87	160,00	14,55
4	180,0	128,64	14,83	35,55	52,41	133,51	123,36	-79,19	79,70	160,00	14,55
5	300,0	150,99	7,13	26,72	48,56	181,17	220,39	-108,19	123,82	160,00	14,55
6	500,0	165,27	2,05	18,29	46,03	258,19	439,76	-140,09	193,21	160,00	14,55
7	700,0	169,36	0,59	13,60	45,29	335,04	744,25	-160,65	258,78	160,00	14,55
8	900,0	170,53	0,17	10,73	45,08	411,93	1138,3	-175,33	322,45	160,00	14,55
9	1200,0	170,93	0,03	8,11	45,01	527,31	1898,4	-191,68	416,65	160,00	14,55
10	1500,0	170,99	0,00	6,50	45,00	642,69	2860,7	-204,29	510,40	160,00	14,55

Кесте 3.2 - Сұрқұмтастардың беріктігі паспортынан тау жыныстарының беріктігі туралы мәліметтер және сырғу беттің қисық сызықтарының координаттары

№	σ_{ni} , Т/М ²	τ_{ni} , Т/М ²	ρ , град	β , град	θ , град	Уі, м	x1, м	x2, м	x3, м	$\sigma_{сс}$, Т/М ²	$\sigma_{с}$, Т/М ²
1	123,00	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1680,00	123,00
2	0,00	347,92	46,00	90,00	68,00	331,21	0,00	0,00	75,91	1680,00	123,00
3	349,09	681,62	35,76	62,88	62,88	646,15	243,39	-224,38	243,39	1680,00	123,00
4	1800,0	1381,4	16,89	37,50	53,45	1408,89	1250,04	-838,62	824,16	1680,00	123,00
5	1900,0	1410,8	15,97	36,60	52,98	1450,43	1320,83	-868,60	862,41	1680,00	123,00
6	2000,0	1438,6	15,09	35,73	52,54	1491,46	1392,52	-897,65	900,51	1680,00	123,00
7	2100,0	1464,8	14,25	34,90	52,13	1532,06	1465,20	-925,83	938,45	1680,00	123,00
8	2200,0	1489,4	13,46	34,10	51,73	1572,30	1538,94	-953,19	976,25	1680,00	123,00
9	2300,0	1512,7	12,71	33,33	51,35	1612,22	1613,81	-979,78	1013,90	1680,00	123,00
10	2400,0	1534,6	11,99	32,60	51,00	1651,87	1689,88	-1005,64	1051,41	1680,00	123,00

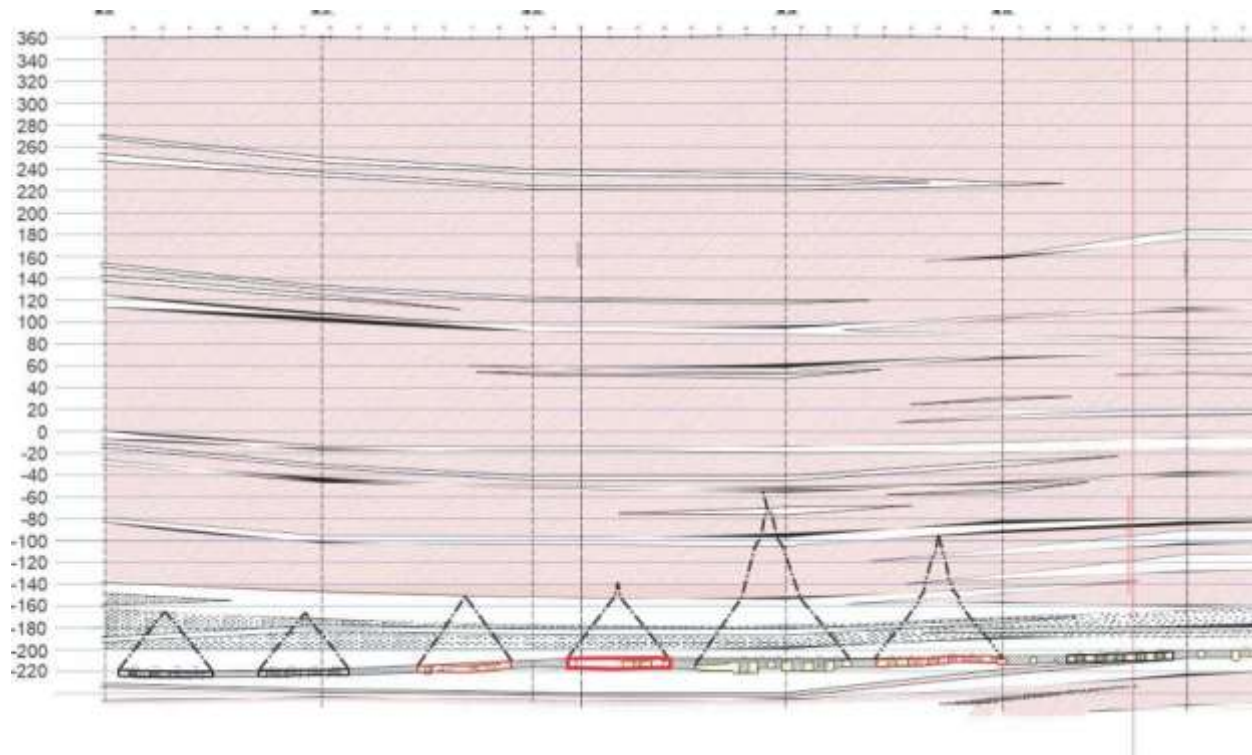
Кесте 3.3 - Конгломераттардың беріктігі паспортынан тау жыныстарының беріктігі туралы мәліметтер және сырғу беттің қисық сызықтарының координаттары

№	σ_{ni} , Т/М ²	τ_{ni} , Т/М ²	ρ , град	β , град	θ , град	Уі, м	x1, м	x2, м	x3, м	$\sigma_{сс}$, Т/М ²	$\sigma_{с}$, Т/М ²
1	94,20	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	942,0	94,2
2	0,00	218,2	46,00	90,00	68,00	207,74	0,00	0,00	47,61	942,0	94,2
3	219,80	398,4	32,23	61,12	61,12	362,31	141,01	-128,4	141,0	942,0	94,2
4	1000,0	732,9	15,40	36,24	52,70	754,62	679,02	-442,9	442,90	942,0	94,2
5	1100,0	759,0	13,91	34,61	51,96	796,13	751,94	-471,7	480,30	942,0	94,2
6	1200,0	782,5	12,56	33,11	51,28	836,91	826,85	-498,9	517,48	942,0	94,2
7	1300,0	803,6	11,33	31,72	50,66	877,14	903,97	-524,8	554,46	942,0	94,2
8	1400,0	822,6	10,21	30,44	50,11	916,95	983,50	-549,3	591,22	942,0	94,2
9	1500,0	839,7	9,20	29,24	49,60	956,43	1065,61	-572,7	627,76	942,0	94,2
10	1600,0	855,1	8,29	28,12	49,14	995,65	1150,44	-594,9	664,08	942,0	94,2

Келесі кезекте Жомарт-1 учаскесіндегі бұрын өндірілген 4-1 кеншоғырының 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдерінің (сурет 3.2) кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтары анықталды. 31-суретте 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдердегі кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтары 2-топтағы сырғу беттердің қисығымен анықталды.



Сурет 3.2 - 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдердегі кентіректердің
іс-жүзіндегі көрінісі



Сурет 3.3 - 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдердегі кені алынған кеңістіктерінен
жоғарғы қабаттағы деформация аймақтарын анықтау

БАБО әдісімен 2-топтағы сырғу беттермен тұрғызылған шатырдың өлшемдері:

- 1-панельде шатырдың биіктігі 111,5 м немесе -76,1 м абсолюттік биіктікті көрсетті;
- 39-панельде шатырдың биіктігі 135,9 м немесе -52,8 м абсолюттік биіктікпен сәйкес;
- 40-панельде шатырдың биіктігі 67,84 м немесе -119,4 м абсолюттік биіктікпен сәйкес.
- 41-панельде шатырдың биіктігі 60,9 м немесе -131,2 м абсолюттік биіктікпен сәйкес.
- 42-панельде салынған шатырдың болжамды биіктігі 52 м немесе шатырдың ұшы -146м абсолюттік белгіде.
- 43-панельде шатырдың болжамды биіктігі 53,6 м немесе шатырдың ұшы -145,4 м абсолюттік белгіде.

Кенді ашық кеңістікпен алу кезінде геомеханикалық қамтамасыз ету проблемаларын шешу бойынша оң нәтижеге барынша қол жеткізу үшін, алдыңғы зерттеулерден өзгеше болатындай одан әрі зерттеулер жүргізу қажет. Өйткені Жомарт кенорнында алдыңғы жылдары өндірілген кеншоғырлардың фактілік мәліметтер бар. Сол мәліметтерді өңдеу және натурада зерттеу жүргізу нәтижесімен ұсынылатын әдісті салыстыруға мүмкіндік бар. Ол үшін теориялық зерттеу мен шахталық статистика мәліметтерін және сейсmobарлау нәтижелерін талдау қажет.

3.2 Жомарт кенішінің жабылған панельдерінің үстіндегі іргелес жыныс қалыңдығының опырылу аймақтарының шекараларын натурада анықтау

Кенді жерасты тәсілімен алғанда қауіпсіздік талаптарына сәйкес кені алынған кеңістіктің ішіне және қазу жүйесінің опырылуға қауіпті құрылымдық бөліктеріне (қорғаныш кентіректер, «таужыныс көпірлер», өндірілген қазу бірліктері т.с.с.) баруға адамға тиым салынған. Бірақ кей жағдайда осы қазу жүйесінің кейбір құрылымдық бөліктерінің параметрлерін нақтылау қажеттілігі туындайды. Осы кезде сейсмикалық барлау әдістерін қолданған дұрыс. Күртеңісті кеншоғырлардан құралған Жәйрем кенорны жағдайында қорғаушы кентіректердің параметрлерін анықтау кезінде осындай әдіс қолданылды [49-51]. Сынақ жұмыстарының қорытындысында жақсы нәтижелер алынды.

Сол сияқты "Жомарт" кенішінің өндірілген панельдерінің үстіндегі іргелес қалыңдықтың құлау процесінің сипаты мен заңдылықтары туралы мәлімет алу мақсатында сейсмикалық барлау технологияларының көмегімен таукен массивінің тереңдігіндегі қол жетпейтін учаскелерден ақпарат алуға мүмкіндік беретін ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді [52].

Жомарт кенішінің кені алынған кеңістігі бойынша ұзындығы 8000 с. м (сызықтық метр), зерттеу тереңдігі 455 м-ден 625 м-ге дейін сейсмикалық барлау жұмыстарын жүргізудің міндеттері мыналар (3.4-сурет):

1. Өндірілген кеңістіктің үстіндегі іргелес таужыныс қабатының құлау процестерін зерттеу және құлау аймақтарының шекарасын анықтау.

2. Жер асты қуыстарын анықтау және модельдеу мүмкіндіктерін зерттеу.

3. Асты өндірілген қалыңдықтың үстінде жатқан жыныстардың толық құлау аймақтарын сипаттайтын шағылысатын беттердің морфологиясы бойынша мәліметтер алу.

4. Асты өндірілген таужыныстардың физикалық-механикалық параметрлері және су өткізгіш тасжарықтар пайда бола отырып, тегіс иілу аймағы айтарлықтай өзгере отырып, төбе жыныстарының иілу аймағының жай-күйі туралы деректер алу.

5. Рудалы таужыныс қабаты өндірілгеннен кейін массивтің кернеулі-деформацияланған жай-күйі аймақтарының жағдайы туралы деректер алу.

6. Жер бетіндегі қауіпті деформациялар туындауы мүмкін зерттеу шеңберіндегі аймақты анықтау.

Зерттеу әдістемесі келесі жұмыс түрлерін қамтыды:

1. Зерттеу учаскесінің тау жыныстарының физикалық-механикалық статикалық және динамикалық сипаттамаларын анықтау бойынша жұмыстардың нәтижелерін жинау, жалпылау және талдау.

2. 2D сейсмикалық барлау әдісімен тәжірибелік дала жұмыстарын жүргізу.

3. 2D сейсмикалық жұмыстарды өңдеу және интерпретациялау және мақсатты қабаттардың серпімді сипаттамаларын (VP бойлық толқындарының жылдамдығы және көлемдік тығыздығы) анықтау.

4. Кен горизонттарын жерасты қазу кезінде өндірілген кеңістіктің жай күйін бағалау үшін сейсмикалық барлау және геомеханикалық зерттеулер нәтижелерін кешенді талдау.



Сурет 3.4 - Жомарт кенішіндегі зерттеу алаңының орналасу схемасы

МОГТ-2D далалық сейсмикалық барлау деректерін өңдеу Seisspace-5000.0.3.1 (Landmark) жүйесінің өңдеу кешенінде геологиялық құрылымды зерттеу, аймақтық ақауларды, әртүрлі горизонттар, әртүрлі геологиялық денелер арасындағы келіспеушіліктерді және кейбір жағдайларда жекелеген қабаттар мен кешендердің күрт литологиялық өзгерістерін және олардың сыну шекараларын анықтау мақсатында орындалды. Қойылған геологиялық мәселелерді ойдағыдай шешу үшін өңдеу амплитудасының шынайы арақатынасын сақтай отырып жүргізілді. Өңдеу жиынтыққа дейін уақытша миграцияны қамтыды.

Өндірістік жұмыстардың алдында зарядтың тереңдігі мен зарядтың массасына тесттер (тәжірибелік жұмыстар) орындалды. Өндірістік жұмыстарға ұсыныстар бере отырып, тәжірибелік деректерге талдау жасалды (3.4-кесте).

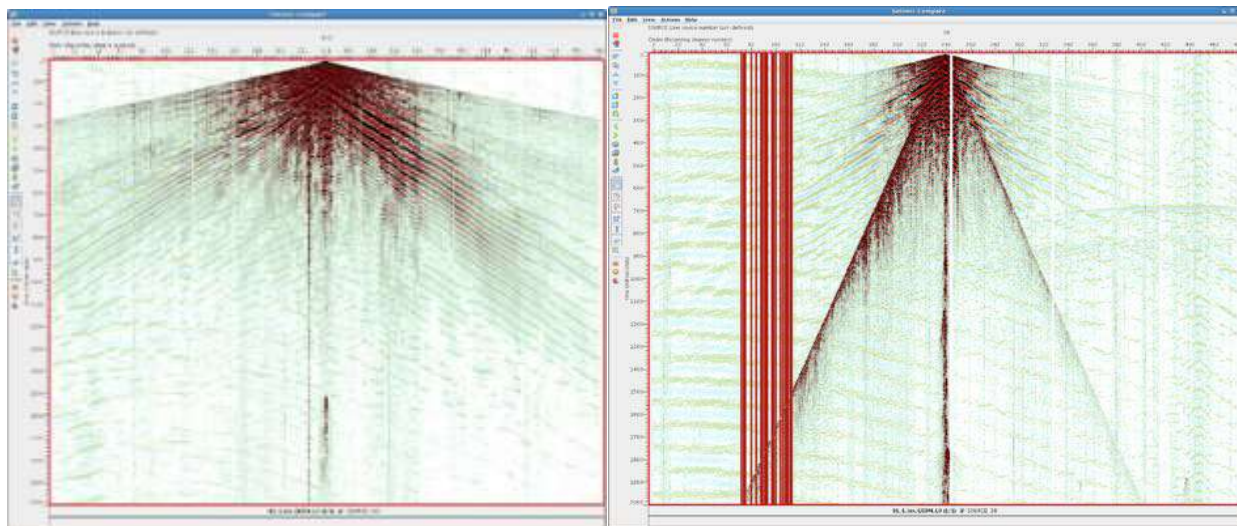
Кесте 3.4 - Далалық сейсмикалық барлау жұмыстарының параметрлері

Жұмыс әдістемесінің параметрлері	Параметрлердің шамасы
1	2
2Д түсіру түрі	2Д
Тербелістерді қоздыру әдісі	Жарылғыш
Жоспарланған түсірілім көлемі	8 п.км.
СЕЙСМОСТАНЦИЯ	
Сейсмикалық станция түрі	SCOUT
ФНЧ	0,8 Найквиста, мин-фазалық
ФВЧ	Өшірулі
Жазу форматы	IEEE, SEG-D-8058
Жазу ұзындығы, мс.	2000

3.4 – кестенің жалғасы

1	2
Іріктеу қадамы, мс.	0,5
ПП ПАРАМЕТРЛЕРІ	
Белсенді арналар саны 1 ф.н.	480
Бір арнаға с/қабылдағыштар саны	16,5 м базасында 6 дана
Сейсмикалық қабылдағыштардың түрі	SG-10
Қадам ПП, м	4
Бақылау жүйесі	Орталық, симметриялы
Қоздыру сызығына ең жақын арналардың нөмірлері	1-240X241-480
Минималды жою, м	-964
Максималды жою, м	964
ОГТ еселігі номиналды	48
ПВ ПАРАМЕТРЛЕРІ	
Қадам ПВ, м.	20
ПВ ұңғымаларының саны	1
Заряд тереңдігі, м	7,5-13,5
Зарядтың салмағы, кг.	2,4
Заряд түрі	Петроген
Детонатор түрі	ЭДС-1

Өңделетін материалдардың бастапқы толқын өрісі туралы түсінік 3.5-суретте көрсетілген сейсмограмманың үзіндісін береді.



Сурет 3.5 - 02 және 03 профильдердегі сейсмограмманың үлгісі

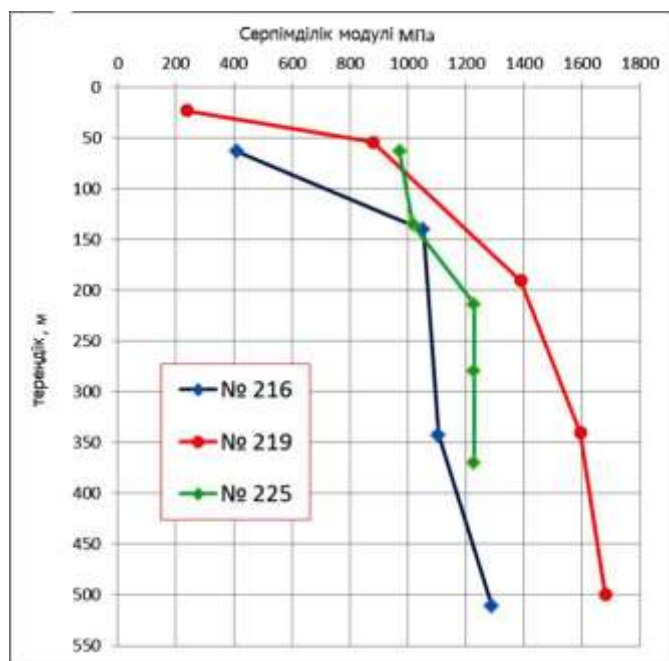
Геологиялық факторларды (тау жыныстарының стратификацияланған қабаттары мен блоктарының шекаралары, ақаулар, табиғи жарықтар аймақтары, пликативті құрылымдардың морфологиясы және т. б.) және тау-кен процесінде тау жыныстары массивтерінің бұзылуына байланысты ортаның қайталама өзгеру аймақтарын қамтитын кесудің құрылымдық

гетерогенділігімен байланысты қалыптан тыс аймақтарды анықтау үшін, қазіргі заманғы арнайы өңдеу геоақпараттық жүйелерінің алгоритмдері мен математикалық аппараты кеңінен қолдана отырып деректерді өңдеу және интерпретациялау жасалды.

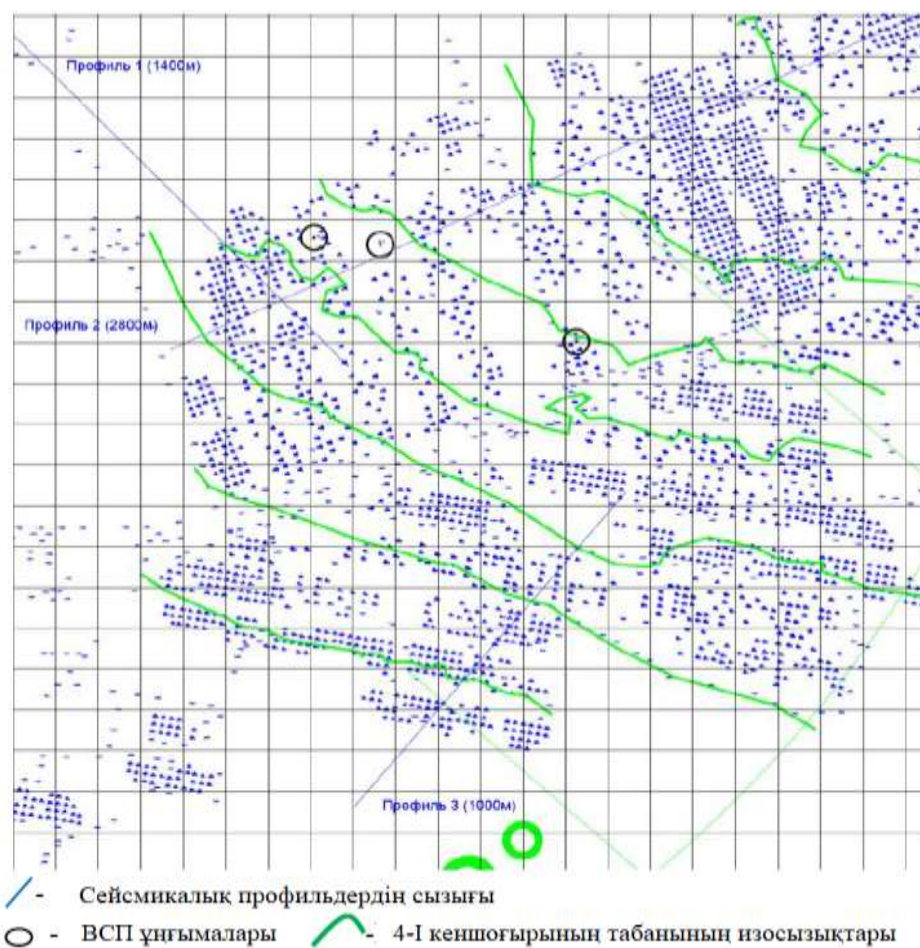
2D сейсмикалық барлау деректерін интерпретациялау жұмыс станциясында "GeoGraphix Discovery" (Halliburton) интерпретациялық жүйесін қолдана отырып жүргізілді және жобаны құрудан, сейсмикалық және бұрғылау деректерін жүктеуден, бастапқы деректердің сапасын бақылаудан бастап құрылымдық интерпретацияның барлық процедураларын қамтыды.

МОГТ 2D сейсмикалық деректерін өңдеу нәтижесінде жоғары сапалы уақытша және терең қималар алынды. Оларда шөгінді таужыныстардағы негізгі горизонттармен байланысты шағылыстар бөлініп көрсетілген және айқындалған.

Серпімді толқындардың жүру уақытын терең масштабқа қайта есептеу үшін 216, 219 және 225 ұңғымалары бойынша өткен жылдардағы ВСП (Вертикальное сейсмическое профилирование) деректері пайдаланылды (3.6-сурет) [53, б.116, 54]. Қайта есептелген белгілер бойынша уақытша бөлімдерде кен орнының шатырының жағдайы салынды (сурет 3.7).



Сурет 3.6 - Сейсмикалық барлау мәліметтері бойынша таужыныстардың серпімділік модулінің тереңдікке байланысты өзгеруі (Макаров А. Б. 2013)

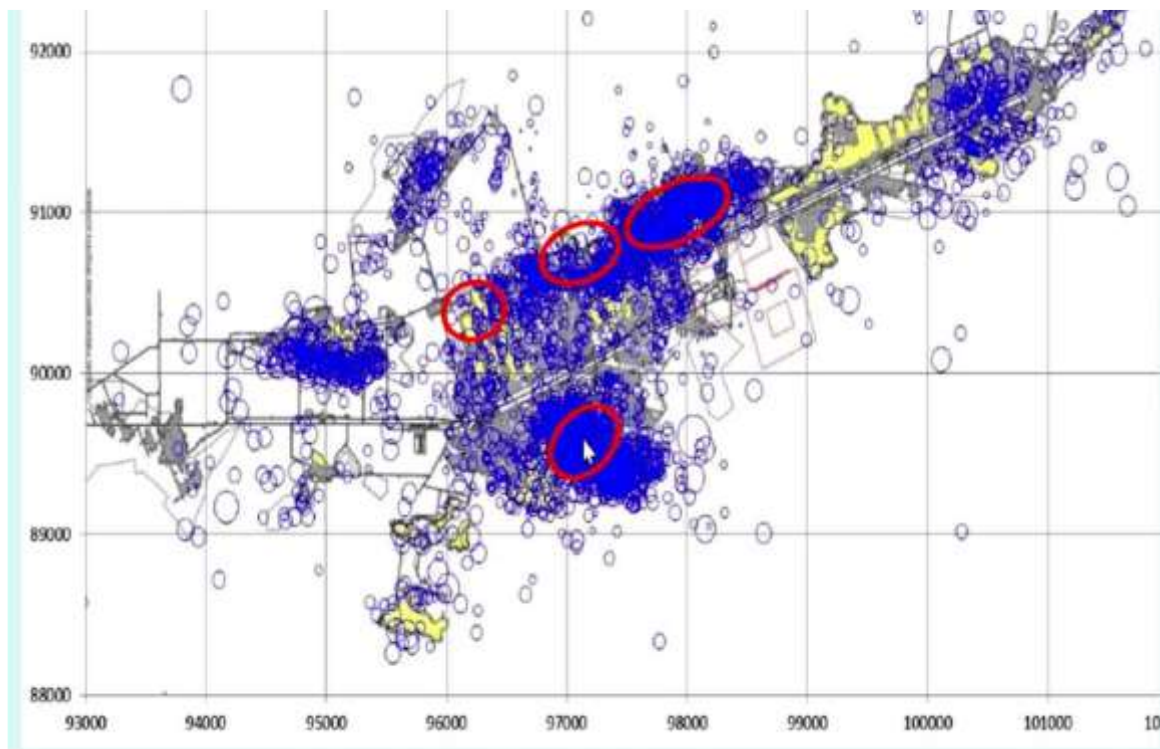


Сурет 3.7 - 4-І кеншоғыры табанының қисық сызықтары картасының фрагменті



Сурет 3.8 - Сейсмикалық барлау деректері бойынша анықталған 4-1 кеншоғырының үстіндегі төбенің максималды шөгу аймақтары (қызылмен белгіленген)

Жомарт кенішінің тау жыныстары массивтерінің техногендік сейсмикалық белсенділігін бағалау бойынша сейсмологиялық мониторинг нәтижелерін салыстыру сейсмикалық оқиғалар эпицентрлерінің шоғырлану аймақтарының сейсмикалық горизонттар бойынша бөлінген шөгу аймақтарымен жақсы корреляциясын көрсетті (сурет 3.9).



Сурет 3.9 - Жомарт кенішіндегі сейсмикалық оқиғалардың эпицентрлері (көк түс) 2017 жылдың сәуірінен 2019 жылдың қазанына дейін сейсмикалық горизонттар бойынша шөгу аймақтары (қызыл контурлар) бар

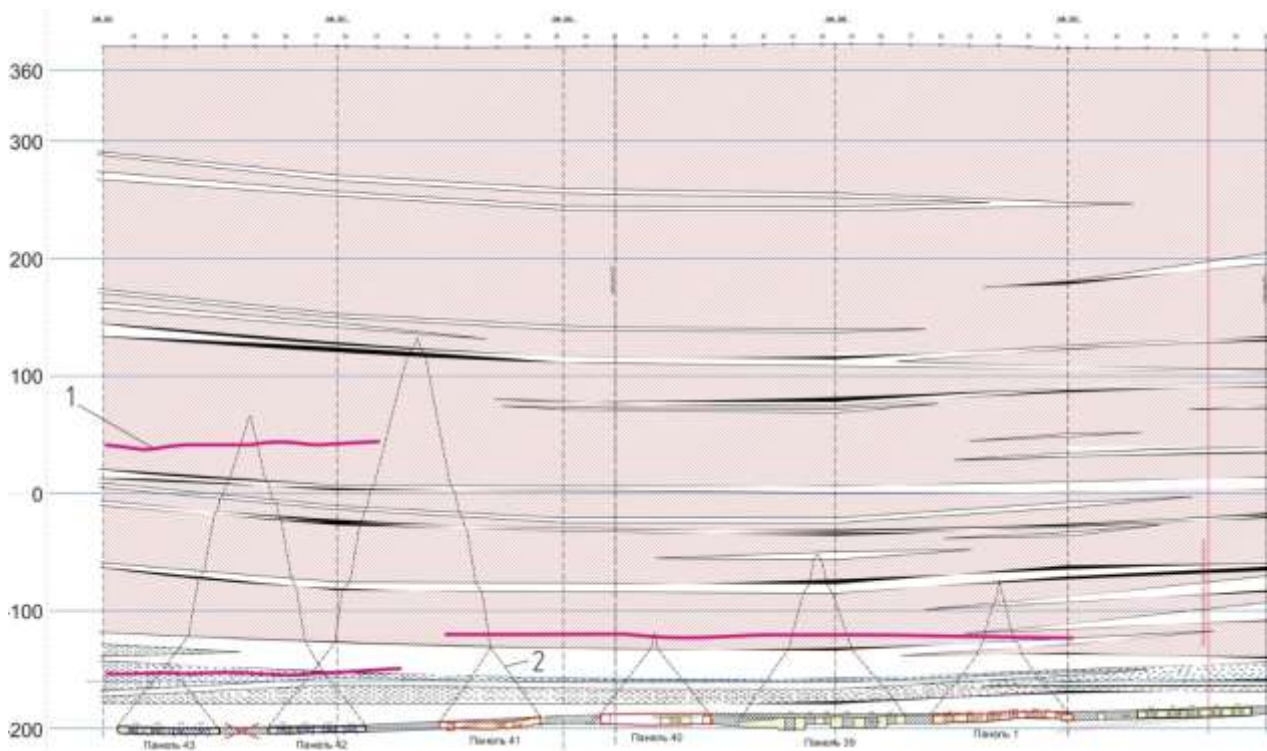
Массивтің құлауының бөлінген аймақтары 3.5-кестеде келтірілген.

Кесте 3.5 - Сейсmobарлау арқылы анықталған опырылу аймағының шектері

№	Панель	Профильдердің пикеті	Құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м
<i>2 - профиль</i>			
1	44-42	1300-1365	+ 41
2	44-42	1297-1370	- 158
3	41	1400-1470	- 122
4	40	1400-1470	- 122
5	39	1480-1532	- 123
6	1	1480-1532	- 123

Келесі кезекте 3.1-бөлімде БАБО әдісімен анықталған шатырлардың өлшемдерімен салыстыру мақсатында гелогиялық қимаға салынды.

Сейсморбарлау арқылы анықталған опырылу аймағының шектері мен БАБО әдісі бойынша сырғу беттермен шектелген деформация аймақтарын салыстыру 3.10-суретте келтірілген.



1- сейсморбарлау бойынша анықталған, 2 - қысық сызықтармен анықталған

Сурет 3.10 - БАБО әдісімен анықталған опырылудың шектерінің сейсморбарлау бойынша алынған нәтижелермен салыстыру

БАБО әдісімен анықталған опырылудың шектерінің сейсморбарлау бойынша алынған нәтижелермен салыстырғаннан көрінетіні:

1) 4-1 кеншоғырының 1-панелінің жоғары жатқан қабатты қалыңдығы 15-16 м болатын сұрқымтастар. Одан жоғары қалыңдығы 15 метрдей конгломераттар сұрқымтаспен араласып орналасқан. Одан жоғары қалыңдығы 14 м шамасында тағы сұрқымтастар жатыр. Бұдан әрі алевролиттер қабаты басталады. 4-1 кеншоғырының 1-панелінің кентіректерін қайта қазып ала бастау, іргелес жатқан 2-панельден кейін басталды. Сондықтан 1-панель мен 2-панельдер арасындағы ТҚ бар кезінде, опырылу процесі жүре бастаған. Кентіректер қирай бастағаннан соң, кені алынған панельдің ішіне кіру қауіпсіз деп саналып, далалық штректер бойынша қайта өндіру жалғастырылды. Опырылудың абсолюттік белгісі сейсморбарлау бойынша - 123м-ді көрсетті немесе панельдің төбесінен бастап 62,4 м биіктікті құрады. БАБО әдісімен тұрғызылған шатырдың биіктігі 111,5 м немесе -76,1 м абсолюттік биіктікті көрсетті. Айырмашылық 46,9 м.

2) 4-1 кеншоғырының 39-панелінің жоғары жатқан қабаттардың литологиясы 1-панельдікіне өте ұқсас. Сұрқұмтас пен конгломераттардың аралысқан қабаты 54,3 м. Сейсmobарлаудың көрсеткен опырылу сызығы - 123 м абсолюттік белгіде, яғни панельдің төбесінен 64,9 м биіктікте. БАБО әдісімен тұрғызылған шатырдың биіктігі 135,9 м немесе -52,8 м абсолюттік биіктікпен сәйкес. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің көрсеткіштерінің айырмашылығы 70,2 м.

3) 4-1 кеншоғырының 40-панелінің жоғары жатқан қабаттардың литологиясы 1-панельдікіне өте ұқсас. Сұрқұмтас пен конгломераттардың аралысқан қабаты 54,2 м. Сейсmobарлаудың көрсеткен опырылу сызығы - 122 м абсолюттік белгіде, яғни панельдің төбесінен 64,0 м биіктікте. БАБО әдісімен тұрғызылған шатырдың биіктігі 67,84 м немесе -119,4 м абсолюттік биіктікпен сәйкес. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің көрсеткіштерінің айырмашылығы 3,84 м.

4) 4-1 кеншоғырының 41-панелінің жоғары жатқан қабатты жалпы қалыңдығы 61,1 м болатын сұрқұмтас пен конгломераттар құрайды. Бұл панельдің үстіндегі сейсmobарлаудың көрсеткен опырылу сызығы - 122 м абсолюттік белгіде, яғни панельдің төбесінен 68,6 м биіктікте. БАБО әдісімен тұрғызылған шатырдың биіктігі 60,9 м немесе -131,2 м абсолюттік биіктікпен сәйкес. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің көрсеткіштерінің айырмашылығы 7,7 м.

5) 42-панельдің жоғары жатқан сұрқұмтастар мен конгломераттардың қабатының қалыңдығы 72,6 м. Одан жоғары жер бетіне дейін алевролиттер қабаты. Сейсmobарлаудың 42-панельдің тұсында көрсеткен шамасы - 158м және +41 м абсолюттік белгілердің деңгейінде. Ал БАБО әдісі бойынша салынған шатырдың болжамды биіктігі 52 м немесе шатырдың ұшы -146м абсолюттік белгіде. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің көрсеткіштерінің айырмашылығы 12 м.

6) 43-панельдің жоғары жатқан сұрқұмтастар мен конгломераттардың қабатының қалыңдығы 78,17 м. Одан жоғары жер бетіне дейін алевролиттер қабаты. Сейсmobарлаудың 43-панельдің тұсында көрсеткен шамасы - 158м және +41 м абсолюттік белгілердің деңгейінде. Ал БАБО әдісі бойынша салынған шатырдың болжамды биіктігі 53,6 м немесе шатырдың ұшы -145,4 м абсолюттік белгіде. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің көрсеткіштерінің айырмашылығы 12,6 м.

7) 42 және 43-панельдердің жоғары жағында сейсмопрофильдің 1300-1365 пикеттерінде +41 абсолюттік белгіде тағы бір ажырау аймағы анықталды. Бұған себеп ретінде 42, 43 - панельдердің арасындағы ТК қирауының салдарынан кені алынған кеңістіктің ені 212 метрге дейін ұлғайғанын айтуға болады. Кентіректің мерзімінен бұрын қирауына, «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС Геомеханикалық бөлімнің жасаған зерттеулерінің нәтижелері дәлел бола алады. Осы кезде, БАБО әдісі бойынша кені алынған кеңістіктің ені 212 м болғандағы жағдайда, сырғу беттерді салып, деформация зонасының шектерін анықтадық. 3.10-суретте көрініп тұрғандай, шатырдың биіктігі 264,8

м болды және абсолюттік белгісі 65,5 м көрсетіп тұр. Сейсmobарлаудың мәліметімен айырмашылық 24,5 м болды. Сол себептен ТК қирағаннан кейін, екінші ретті опырылу процессі жүріп, нәтижесінде 42 және 43 панельдердің шатырлары бірімен бірі қосылып кетті деуге негіз бар.

3.10-суреттен байқағандай, БАБО әдісімен анықталған шатыр мен сейсmobарлаудың нәтижелерінде сәйкестік бар. Бірақ дәлме дәл емес. Сәйкес келмеушілікті қателік деп қабылдауға болмайды. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің нәтижелерінің сәйкес келмеуінің себебі, кейбір жағдайда шатырдың шегінде таужыныс қабаты ілініп қалуы мүмкін (3.11-сурет). Мұндай жағдайдың орын алатыны, шатырдың ішіндегі әр қабаттың контакт бойынша жеке ығысатынын білдіреді. Қандай да қалыңдықтағы қабат жоғарғы қабаттан ажырауы үшін, ондағы сырғу беттегі сырғытушы жанама кернеудің шамасы (τ_c) тежеуші жанама (τ_m) кернеуден асып кету шарты орындалуы керек.



Сурет 3.11 - Шатырдың бөлігінің ілінуі мен опырылуының құрылымдық формаларының мысалдары

3.3 Таужыныс массивіндегі деформация аймағын есептеудің БАБО әдістемесін Жомарт кенорны жағдайына бейімдеу мақсатында жетілдіру

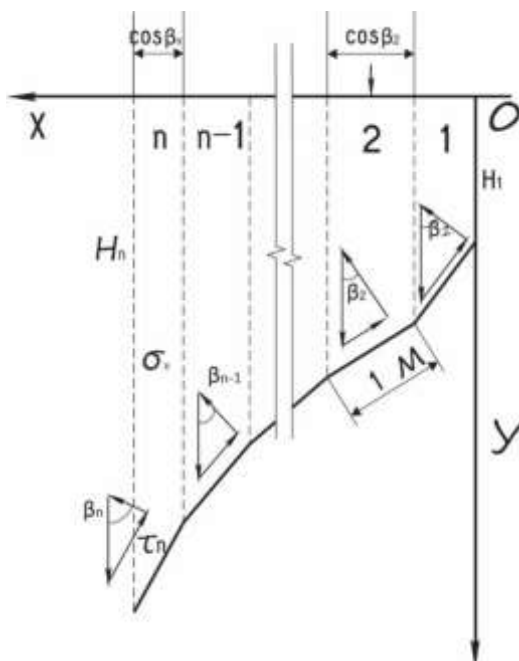
Алдыңғы бөлімде екі әдісті салыстырғаннан 2-топтағы сырғу бетпен түзілген шатырдың натурадағы зерттеудің нәтижесімен сәйкеспегенін көрсетті. Бұл орайда бірінші ескеретін жағдай, ол таужыныстардың физика механикалық қасиеттерін дұрыс қабылданғандығына байланысты. Проф. Ө.Сәбденбекұлының БАБО әдісінде сырғу беттерді есептеуге алынатын параметрлер (бұрыштық, кернеулік, коэффициенттер) таужыныстың мықтылық құжатынан алынады. Негізгі бастапқы мәлімет ретінде σ_{qc} , $\sigma_{соз}$, γ , E , және таужыныстың жарықшақтығын ескеретін коэффициенттер. Анықталған сырғу беттің қисықтығы (тереңдікке байланысты еңіс бұрышының өзгеруі) осы параметрлерге байлансты. Іс-жүзіндегі деформация аймағы белгілі болған жағдайда, әдістеменің есебіне түзету енгізуді талап етілетіндіктен, бастапқы берілгендерді талдауымыз қажет. Физико-механикалық және жарықшақтық

параметрлер бірнеше жылдар бойы шахталық және лабораториялық жағдайларда тыңғылықты зерттеліп, танымдалғандықтан, оларға күмәнмен қарауға болмайды.

Сондықтан да, әдістеменің теориялық базасына талдау жасаған жөн.

Бұл әдіс өзінің тиімділігін практикада көрсетіп, және авторлық құқықтармен қорғалғандықтан, осы жұмыс барысында ғылыми зерттеу ретінде теориялық өзгерістер енгізуге сұранып тұр.

Сонымен, бұрыннан белгілі болғандай көлбеу бұрыштары жоғарғыда $\beta = 90^\circ$ болып және тереңдеген сайын $\beta \rightarrow 0$ дейін өзгереді, сырғу беттерінің қисықтарын 0-1, 1-2, ..., $(n - 1) - n$ кесінділердің жиынтығы ретінде қабылдайды. Сырғу бетінің бір қисығын құрайтын кесіндінің ұзындығы "бірлік" алаңшалардың жиынтығы болып табылады. Бірлік алаңшалардың әрқайсысында ені $\cos\beta_i$ болатын бағана бар және оның биіктігі сол бағанның табанының тереңдігіне тең (3.12-сурет).



Сурет 3.12 - Бірлік алаңшалардағы таужыныс бағаналарының орналасу схемасы:

OX – жер беті; H – тереңдік (бағанның биіктігі); 1,2,..., n – бағаналардың реттік нөмірі;

β бұрышы сырғу беттің еңіс бұрышын білдірсе, мықтылық құжаттан былай анықталады:

$$\beta_i = \arctg(\tau_{ni}/\sigma_{ni}) \quad (3.1)$$

мұндағы τ_{ni} - мықтылық құжаттағы жанама кернеуді білдірсе, оның мәні таужыныстың мықтылық қасиетіне тікелей байланысты [45, б.189, 46, б.35]:

$$\tau_{ni} = \sigma_{kc}(0,5\cos\rho_{kc} + (1 - K\exp(-(\sigma_{ni}/\sigma_{kc})))\operatorname{tg}\rho_{kc}). \quad (3.2)$$

Бұл теңдеудегі σ_{kc} - таужыныстың бір бағытты қысымға мықтылығын білдірсе, ρ_{kc} - ішкі үйкеліс күші [41].

БАБО әдістемесі бойынша таужыныстардың механикалық қасиеттерінің көрсеткіштерінің бірі ρ - ішкі үйкеліс бұрышы таужыныстың кернеулі күйіне тәуелді. Беріктік паспортының алғашқы екі бөлігінде $\rho = \text{constant}$ болады да, ал үшінші бөлімде $\rho_{kc} \geq \rho_i \geq 0$ шегінде өзгереді. Сонымен ρ_i шамасы өзгермелі шама (көкпен белгіленген) (3.6-кесте).

Кесте 3.6 - Таужыныстың (алевролиттің) мықтылық құжаттан алынған мәндері

№	σ_{ni} , Т/М ²	τ_{ni} , Т/М ²	ρ , град	β , град	θ , град	Уі, м	x1, м	x2, м	x3, м	σ_{kc} , Т/М ²	σ_c , Т/М ²
1	14,55	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160,00	14,55
2	0,00	35,84	46,00	90,00	68,00	34,12	0,00	0,00	7,82	160,00	14,55
3	36,44	67,10	33,00	61,49	61,49	61,54	23,87	-21,80	23,87	160,00	14,55
4	180,0	128,64	14,83	35,55	52,41	133,51	123,36	-79,19	79,70	160,00	14,55
5	300,0	150,99	7,13	26,72	48,56	181,17	220,39	-108,19	123,82	160,00	14,55
6	500,0	165,27	2,05	18,29	46,03	258,19	439,76	-140,09	193,21	160,00	14,55
7	700,0	169,36	0,59	13,60	45,29	335,04	744,25	-160,65	258,78	160,00	14,55
8	900,0	170,53	0,17	10,73	45,08	411,93	1138,3	-175,33	322,45	160,00	14,55
9	1200,0	170,93	0,03	8,11	45,01	527,31	1898,4	-191,68	416,65	160,00	14,55
10	1500,0	170,99	0,00	6,50	45,00	642,69	2860,7	-204,29	510,40	160,00	14,55

ρ_i бұрышы тереңдік артқан сайын, көлемдік кернеулену (объемное сжатие) жағдайында 0-ге ұмтылады және мықтылық құжаттағы шеңбермен орам сызығының, егер ол парабола болса, жанасу нүктесіндегі

$$\rho_i = \arctg(p/[2 \cdot \sqrt{p \cdot (\tau_{ni} - \sigma_c)}]) \quad (3.3)$$

жанама түзудің еңіс бұрышы: Егер орам басқа кез келген қисық сызық түрінде болса

$$\rho_i = \arccos(\tau_{ni} / \sigma_{Ri}), \quad (3.4)$$

мұндағы

$$\sigma_{Ri} = 0,5(\sigma_{yi} - \sigma_{xi}) \quad (3.5)$$

Мықтылық құжат (3.2)- теңдеуді пайдаланып жасалған болса, ρ_i бұрышы

$$\rho_i = \arctg[(\operatorname{tg}\rho_{kc}) + (0,5\cos\rho_{kc}) - (\tau_{ni} / \sigma_{kc})], \quad (3.6)$$

немесе

$$\rho_i = \arctg\{\exp[-(\sigma_{ni} / \sigma_{kc}) + 0,5(1 - \sin\rho_{kc})]\operatorname{tg}\rho_{kc}\}, \quad (3.7)$$

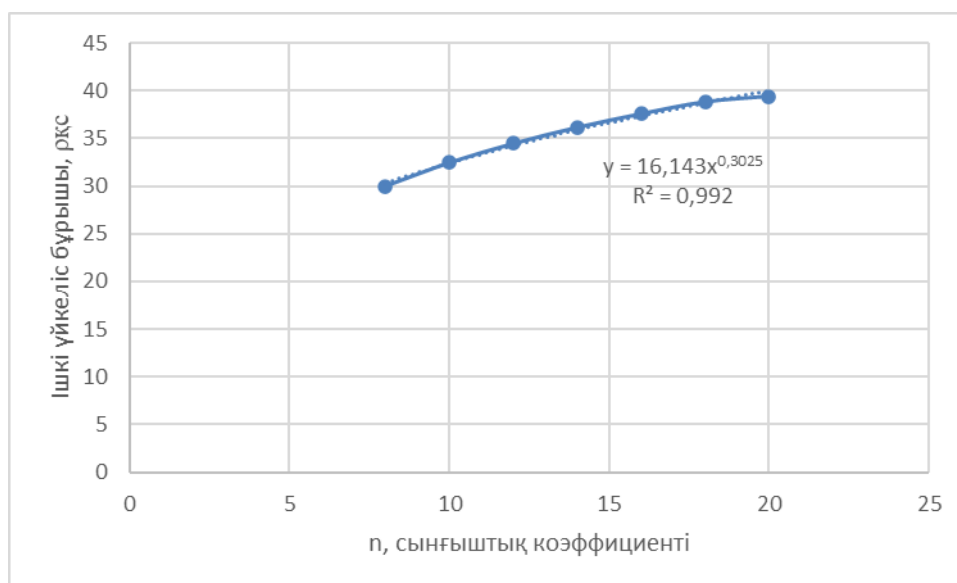
теңдіктерінен табылады. Бұл теңдіктер, өз кезегінде мықтылық құжаттағы орам сызықтың кез келген нүктесінде ρ_i бұрышының шамасын анықтай алады. Ол үшін σ_{ni} немесе τ_{ni} белгілі болғаны жеткілікті.

Алайда бұл әдісте кез келген таужыныстың геомеханикалық күйіне баға беру кезінде негізгі анықтауыш сипат ретінде бір бағыттағы қасым кезіндегі күйі негізге алынады. Себебі бір бағытта қысымды сипаттайтын құжаттағы шеңбер, параболаның (орам сызықтың) қалыбын жасайды. Сол себептен де (3.2)-теңдеуде, біз $\rho_{\text{қс}}$ шамасын көреміз. Оның шамасы былай анықталады:

$$\rho_{\text{қс}} = 2[\arctg(\tau_n^{\text{қс}} / \sigma_n^{\text{қс}}) - 45^\circ] \quad (3.8)$$

Ал (3.8) формуладан көретініміз, $\rho_{\text{қс}}$ шамасы, бір бағытты қысым кезіндегі $\sigma_n^{\text{қс}}$, $\tau_n^{\text{қс}}$ шамаларының туындысы. Өз кезегінде $\sigma_n^{\text{қс}}$, $\tau_n^{\text{қс}}$ тиісінше нормаль жанама кернеулер, $n = \sigma_{\text{қс}} / \sigma_{\text{соз}}$ - сынғыштық коэффициентінің (коэффициент хрупкости) мәніне тәуелді.

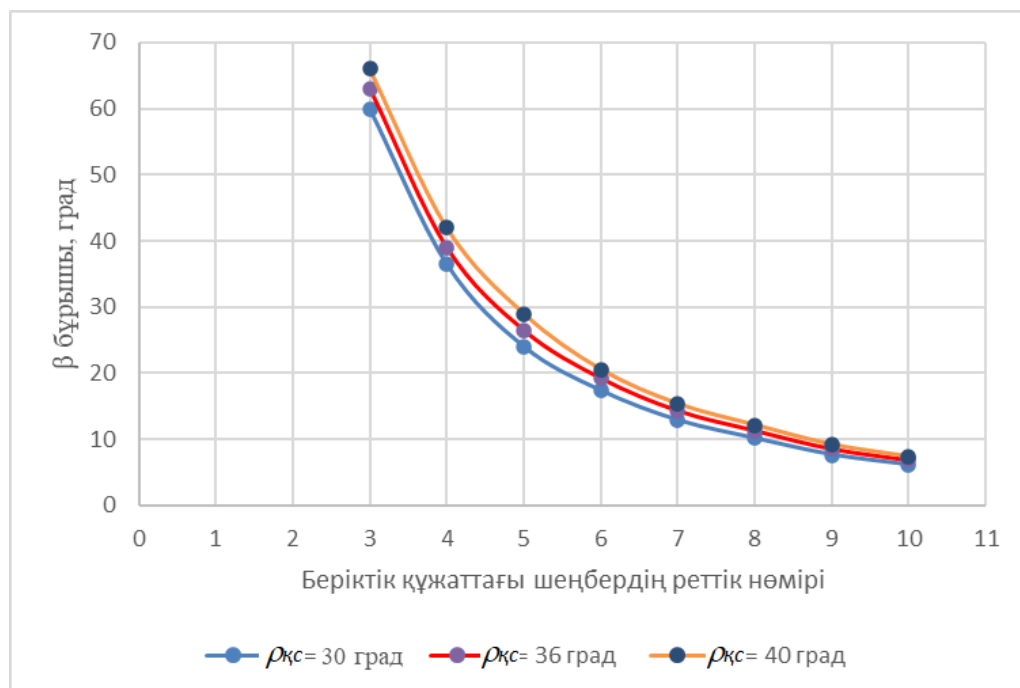
Олай болса сынғыштық коэффициентінің өзгеруіне байланысты $\rho_{\text{қс}}$ шамасының өзгеруін есептеп көрейік. Есептеуге $n = 8 \div 20$ аралығында мәндер қабылданды. Нәтижесінде 3.13-суреттегі графикті аламыз.



Сурет 3.13 - Ішкі үйкеліс бұрыштың сынғыштық коэффициентке тәуелділігі

Графиктен байқайтынымыз, БАБО әдісінде $\rho_{\text{қс}}$ шамасы таужыныстың бір бағыттағы қысым мен созуға беріктіктерінің қатынасына тәуелді болады.

Сырғу беттің тереңдікке байланысты β_i еңіс бұрышыныңда кернеулерге байланыстылығын ескерсек (3.2), онда β_i - дің $\rho_{\text{қс}}$ шамасына тәуелділігін анықтаудың қажеттілігі туындайды (3.14-сурет).



Сурет 3.14 - ρ_{kc} мәнінің өзгеруіне байланысты β_i бұрышының өзгеруі

Тереңдік артқан сайын β_i бұрышының шамасы 0-ге ұмтылатыны бұрыннан белгілі. Ал 3.14-суреттен көретініміз, ρ_{kc} -ның БАБО әдісі бойынша анықталған шамасы, β_i бұрыштарының әрбір мәніне әсер етеді екен.

Олай болса сырғу беттермен шектелген деформация аймағының пішіндері мен көлемі де ішкі үйкеліс бұрышына тура пропорционал.

Белгілі әдістерде ішкі үйкеліс бұрышы зертханалық жолмен анықталып, геомеханикалық есептеулерде оның мәні өзгертілмей қабылданады. БАБО әдісінде бұл параметрді жоғарыда келтірілген әдістеме бойынша мықтылық құжаттан алады.

Жомарт кенорнының таужыныстарының физика-механикалық анықтамасында (зертханалық жолмен анықталған) барлық таужыныстар үшін $\rho_{kc} = 36^\circ$ деп қабылданған. БАБО әдістемесі бойынша (3.8) формуламен анықталған шамалар:

- алевролиттер - $\rho_{kc} = 33^\circ$;
- сұрқұмтастар - $\rho_{kc} = 35,76^\circ$;
- конгломераттар - $\rho_{kc} = 32,23^\circ$.

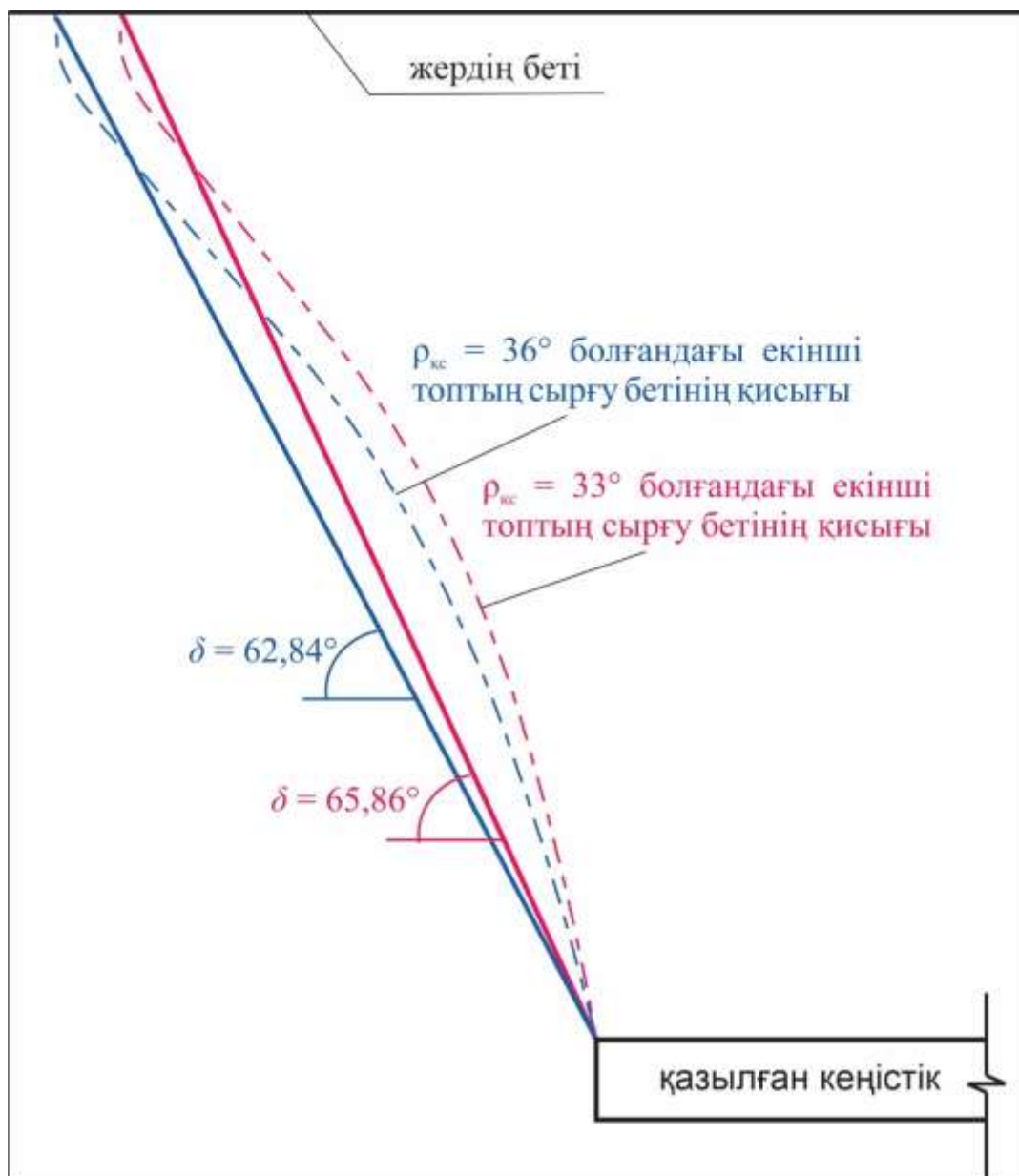
Сұрқұмтастың есептік ішкі үйкеліс бұрышы зертханалық сынақпен анықталған мәнмен сәйкес келеді. Ал алевролит пен конгломерат үшін, әдістемеде $\rho_{kc} = 36^\circ$ шамасын бере отырып қайтадан есептейміз. Содан кейін сырғу беттердің координаттарын да қайта анықтаймыз. Түзету енгізгеннен соң Жомарт-1 учаскесі жағдайында сырғу беттерді сала отырып, деформациялану аймақтарын қайта табамыз. Нәтижесінде шатырлардың келесі параметрлері алынды (3.7-кесте).

Кесте 3.7 - Түзетілгеннен кейінгі шатырдың параметрлерін салыстыру

№	Панель	Профиль- дердің пикеті	Сейсmobарлау бойынша құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м	БАБО бойынша құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м	Түзету енгізгеннен кейінгі құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м
1	44-42	1300-1365	+ 41	+65,5	+44,8
2	44-42	1297-1370	- 158	-146	- 151
3	41	1400-1470	- 122	-131,2	-135,4
4	40	1400-1470	- 122	-119,4	-123,6
5	39	1480-1532	- 123	-52,8	59,6
6	1	1480-1532	- 123	-76,1	-81,5

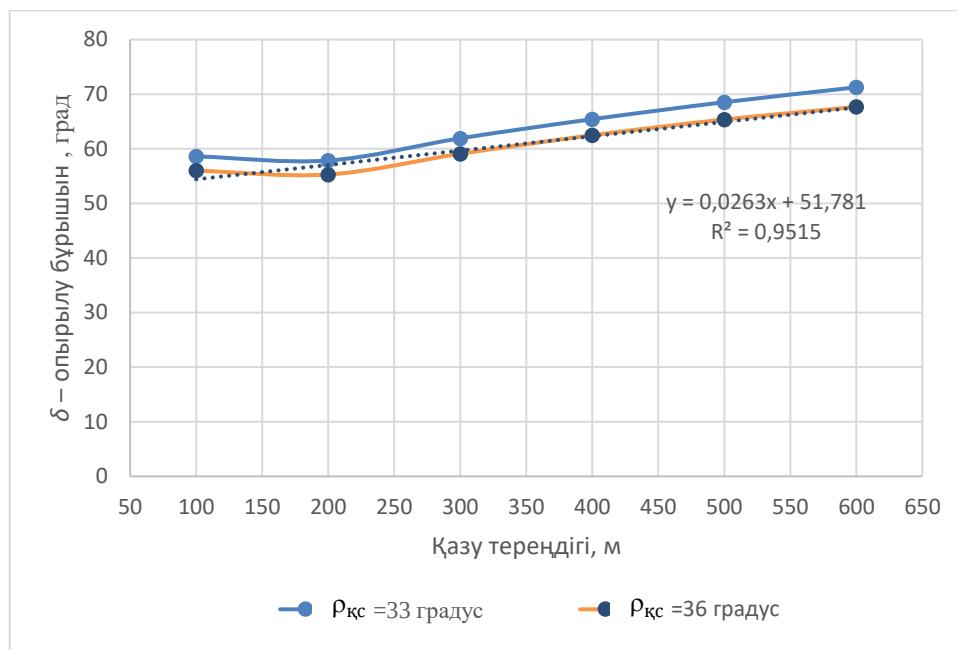
Кестеден көрініп тұрғандай шатырлардың есептік мәндері сейсmobарлау мәндеріне анағұрлым жақындады. Сейсmobарлау кезінде әртүрлі шудың және басқа да кедергі келтіретін факторлардың бар екендігін ескерсек, онда құлау аймақтарының соңғы анықталған мәндерін (3.7-кестеде қызғылт түспен) қазу жүйесін геомеханикалық қамтамасыз етуге негізге алуға болады.

Опырылу бұрышының шамасы δ , мықтылық құжаттан бірнеше рет анықталатын β_i бұрыштарының жиынтық шамасымен анықталады. Олай болса геологиялық қимада қазылған кеңістіктің шеткі нүктесінен жер бетіне дейін 2-ші топтың сырғу беттін тұрғызып, және екі шеткі нүктесін тік сызықпен қосу арқылы δ – опырылу бұрышын анықталады. 3.15-суретте – алевролиттер үшін (а) $\rho_{\text{қс}} = 33^\circ$ және (б) $\rho_{\text{қс}} = 36^\circ$ болғандағы опырылу бұрыштарының шамасы көрсетілген. Ішкі үйкеліс бұрышты БАБО әдісімен есептеп, 430 м тереңдікте $\rho_{\text{қс}} = 33^\circ$ болғанда $\delta = 65,86^\circ$, ал $\rho_{\text{қс}} = 36^\circ$ болғанда $\delta = 62,84^\circ$ болғанын көруге болады.



Сурет 3.15 - δ – опырылу бұрышының $\rho_{кc}$ ішкі үйкеліс бұрышының шамасына байланысты өзгеруінің көрінісі

Егер δ – опырылу бұрышының $\rho_{кc}$ ішкі үйкеліс бұрышына тәуелділігін Жомарт кенорны жағдайында анықтайтын болсақ, келесі графикті аламыз (3.16-сурет).



Сурет 3.16 - Жалпы δ опырылу бұрышының $\rho_{кc}$ ішкі үйкеліс бұрышына тәуелділік графигі

3.4 Кенорынның Жомарт-2 бөлігінде массивтің геомеханикалық күйін болжау

Жомарт кенорнының Жомарт-1 бөлігінің қорлары ескі технологиялық параметрлермен өндірілгендіктен, ондағы кентіректерде қалдырылған қорларды қайта қазу жүріп жатыр. Сонымен бірге Жомарт-1 кенорнында бірінші кезекте өндірілетін қорлар өте аз. Сондықтан негізгі перспективалық бағыт Жомарт-2 кенорны.

Мұнда 5-III, 4-III, 4-II, 3-IV кеншоғырлар өндірілуге тартылған. Геологиялық тәртіппен белгілесек 56-C2 геологиялық есептеу блогы болып аталады.

56-C2 геологиялық есептеу блогы Жомарт кеніші өрісінің Шығыс (жоғарғы) қапталында -95 м -100 м белгісінде орналасқан. Орналасу тереңдігі $H = 460$ м. 4-I, 3-VI кен орындарының қалыңдығы 2 м-ден 14 м-ге дейін өзгереді. Бұл жұмыста осы кеншоғырлардың 21, 22, 23 панельдерін ашық тазарту кеңсітігімен тиімді әрі қауіпсіз қазып алу үшін геомеханикалық қамтамасыз ету мақсатқа алынған.

Жомарт кенішіндегі кернеулердің табиғи өрісін бағалау [9, б.17, 10, б.60] жұмыстарда берілген. Оларға сәйкес кен орнының шығыс қапталында ең жоғары тектоникалық кернеулер $\sigma_1 = 1.6\gamma H$ $108^\circ \Leftrightarrow 288^\circ$ азимутпен әрекет етеді. Перпендикуляр бағытта ең төменгі көлденең кернеулер $\sigma_3 = 0.9\gamma H$ әрекет етеді.

Ең бірінші КБҚЖ қолдану шарттарын бағалап көрген дұрыс. Жоғарыда айтылғандай, жоғары қабаттың салмағы қатаң кентіректер (тосқауыл

кентіректер) ұстап тұруы шарт. Таспа тәрізді тосқауыл кентіректің (ТК) енін есептеу бұрыннан белгілі формуламен жүзеге асырылады

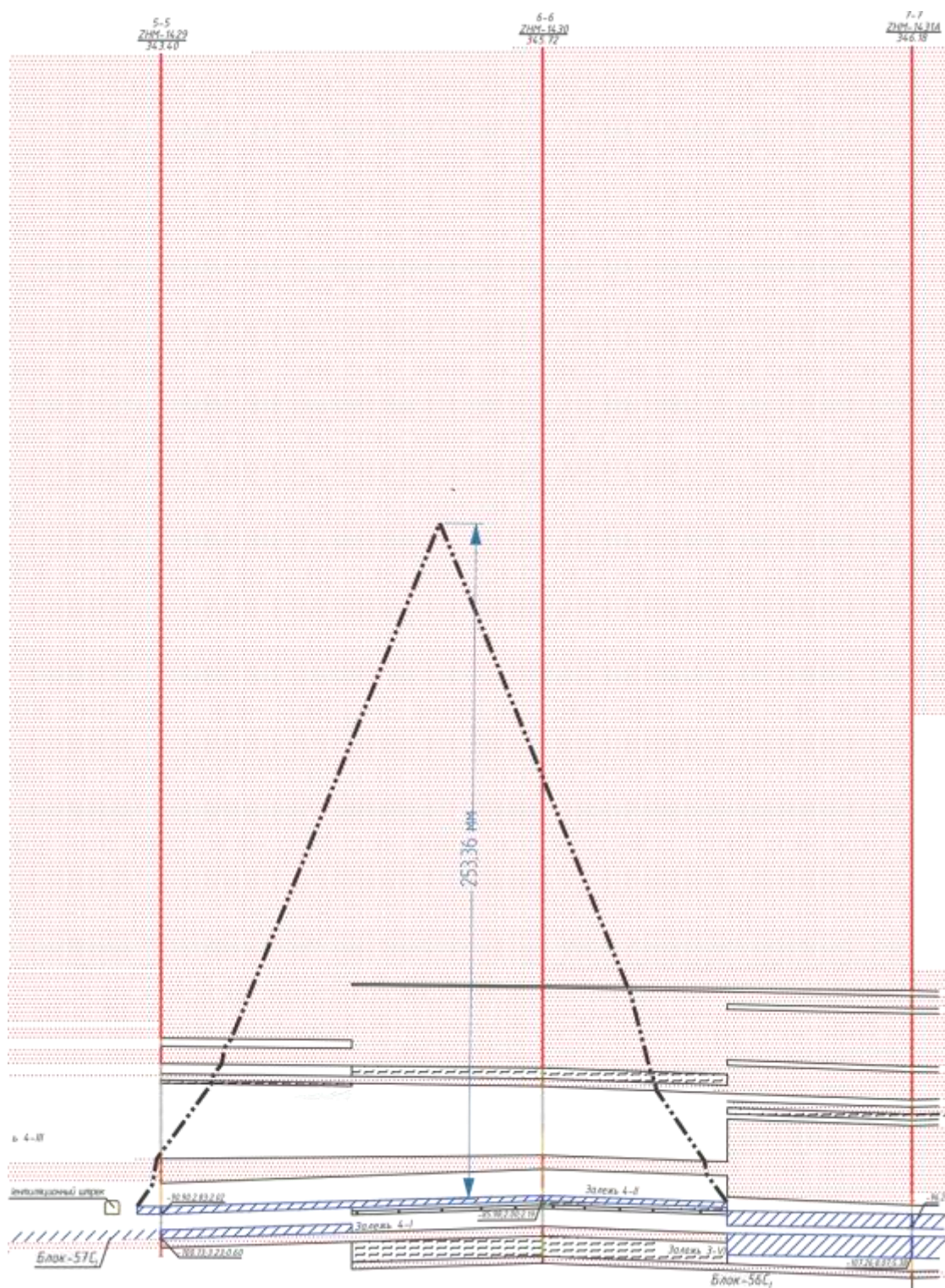
$$A = \sqrt{\frac{K_H \cdot K_\alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot L \cdot n_{\text{бц}} \cdot h}{\sigma_n \cdot K_{\text{мр}}}} \quad (3.9)$$

мұндағы A - таспа тәрізді кентіректің ені, м;
 K_H - жүктеме коэффициенті;
 K_α - кен кен орнының құлау бұрышының әсерін ескеретін коэффициент;
 H - тереңдік, м;
 L - панельдің ені, м;
 $n_{\text{бц}}$ - кентіректің беріктік қоры;
 h - кеншоғырдың қалыңдығы, м;
 σ_n - сұрқұмтастың зертханалық мықтылығы, т/м²;
 $K_{\text{мр}}$ - тасжарықты ескеретін коэффициент.

Тосқауыл кентіректің ені бойынша қазу жүйенің бірінші кезегінде ешқандай мәселе жоқ.

Жоғарыда келтірілгендей диссертациялық жұмыстың идеясының бірі - қазу жүйесінің қабылданған параметрлері, кеннің қорын толық өндіріп алуды қамтамасыз ететін болуы. Ол дегеніміз қазу жүйесінің бірінші кезеңдегі жобаланатын параметрлері, кенді қайта қазып алудың қауіпсіз әрі тиімді шарттарын ескеріп қабылдануы қажет. Сол себептен ТК-тің қорды толық игергенше орнықты күйде болуы маңызды. Ол 2.1-бөлімде айтылған шарттарды қанағаттандыру керек.

2.1-бөлімдегі ВНИМИ әдісімен Жомарт жағдайына анықталған $H < 3L_\Sigma$ немесе $L_\Sigma > H/3$ шартын БАБО әдісімен анықтап көреміз. Ол үшін Жомарт-2 кенорнындағы ең ауқымды 4-II кеншоғырын таңдаймыз. Кеншоғырдың құлау бағыттағы ені - 220 м (3.15-сурет).



Сурет 3.17 - 4-ІІ кеншоғырының опырылу аймағын анықтау

3.17-суреттен 4-ІІ кеншоғыры жағдайында шатыр толық құлаған жағдайда да, жер беті толық шөкпейтінін көруге болады. Бұл дегеніміз қатаң кентіректер (тосқауыл кентірек) төбе опырылғаннан кейін де қысым күйінде қала береді.

Ал жер бетінің толық отырған жағдайда, жер бетінің иіліп шөгуінің ең максималды мәні келесі формуламен анықталады [45, б.192, 46, б.39]:

$$\eta_l = H_{сж} (1 - K_p) + \frac{\left(\sum_{k=1}^n S_{ск} + \sum_{k=1}^n S_{ск} \right) (1 - K_p) + L_{об} m_l}{L_{об} + \sum_{k=1}^n 2h_{ск} \operatorname{tg} \mu_k} \quad 3.10$$

мұндағы $H_{сж}$ – бір бағыттағы қысым әсер ететін тереңдік, м;

K_p – таужыныстардың қожырау коэффициенті;

$S_{ск}$ – геологиялық қимадағы қызылқұмтастардың жиынтық қалыңдығы, м;

$S_{ск}$ – геологиялық қимадағы қызылқұмтастардың жиынтық қалыңдығы, м;

$L_{об}$ – кені алынған кеңістіктің ені, м;

m_l – кеншоғырдың қалыңдығы, м;

$h_{ск}$ – кентіректің биіктігі, м;

μ_k – тазарту кеңістігінің жоғарғы шекарасының бұрыштық нүктесін 2-ші топтағы қисықтың басталу нүктесімен байланыстыратын түзудің вертикалынан ауытқу бұрышы.

3.5 Кені алынған кеңістіктің төбесіндегі массивтің орнықтылығының оның еніне байланысты өзгеруін сандық модельдеу

Алдыңғы тарауларда алынған нәтижелерді тексеру мақсатында, және кені алынған кеңістіктің жоғарғы қабатындағы деформациялану аймақтарын анықтау үшін сандық модельдеу жүзеге асырылды.

Жомарт кенішінің тау-кен геологиялық жағдайлары үшін есептеулер RS2 (Rockscience) бағдарламасының көмегімен кені алынған кеңістіктің ені 100 м, 150 м, 200 м, 300 м, 350 м және 400 м болғанда және деформация аймағы жердің бетіне шыққанға дейін модельденді.

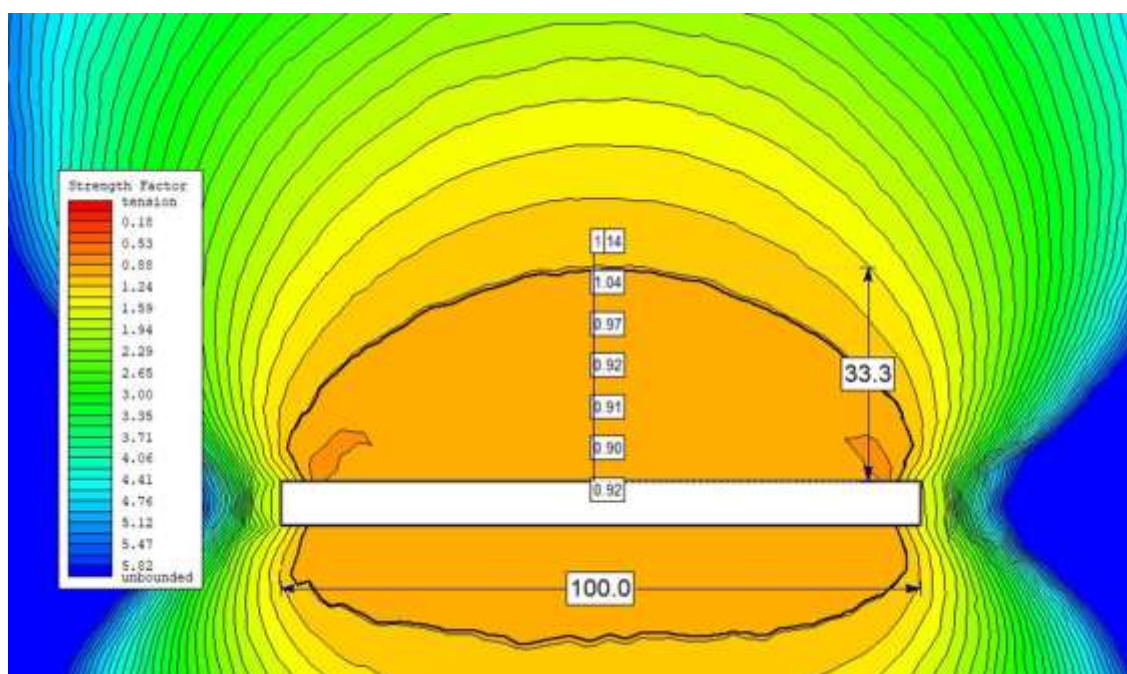
Панельдердің енінің үлкен болуы модельдеуді жазықтықтық тапсырмада яғни 2D-де есептеуге мүмкіндік береді. Заттай өлшеулер бойынша массивтің табиғи кернеу күйі γH тік гравитациялық қысымымен және бүйір кернеулер $0,9 \gamma H$, планға перпендикуляр бағытта $1,6 \gamma H$ болып, және таужыныстардың көлемдік салмағы $\gamma = 2,6 \text{ т/м}^3$ қабылданды.

Жарықшақталған массивтердің серпімді және беріктік қасиеттері жалпыланған Хук-Браун критерийі бойынша GSI геологиялық беріктік индексі мен Rocklab бағдарламасы арқылы UCS үлгілерінде сығылған тау жыныстарының беріктігіне негізделген және 3.8-кестеде келтірілген.

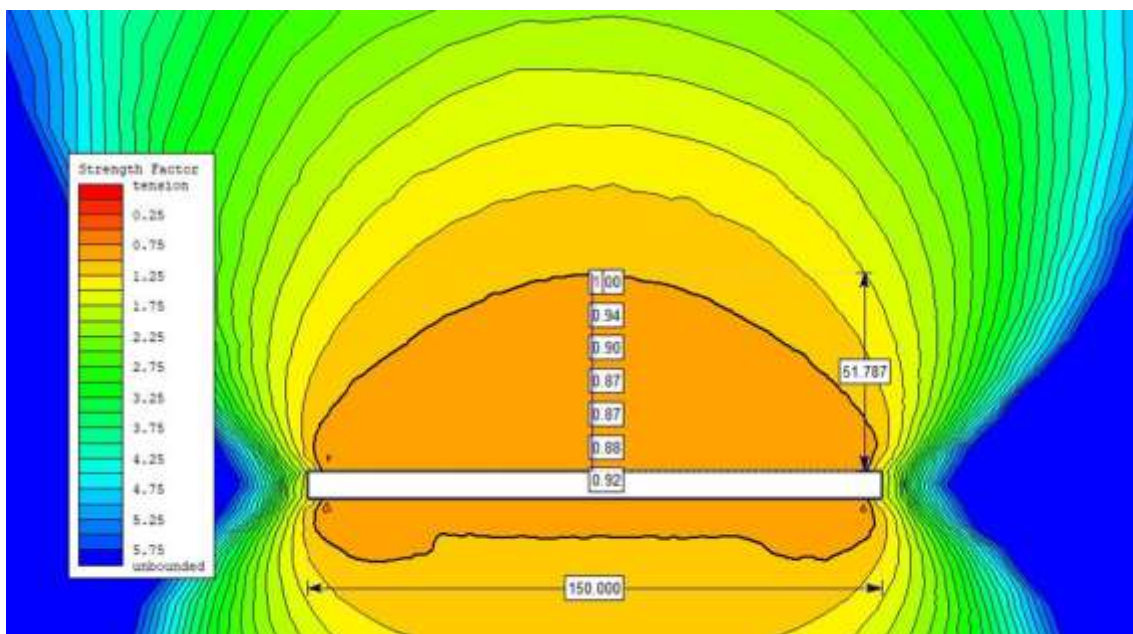
Кесте 3.8 - Модельдеуге қабылданған мәліметтер

Graund Surface Elevation	354 m
Overburden Unit Weight	0.026 MN/m3
Horizontal Stress Ratio	0.9
Out of Plane Stress Ratio	1.6
Em	4000 MPa
Poisson Ratio	0.25
Intact Comp. Strength	120
GSI	50
mi	17
D	0.8

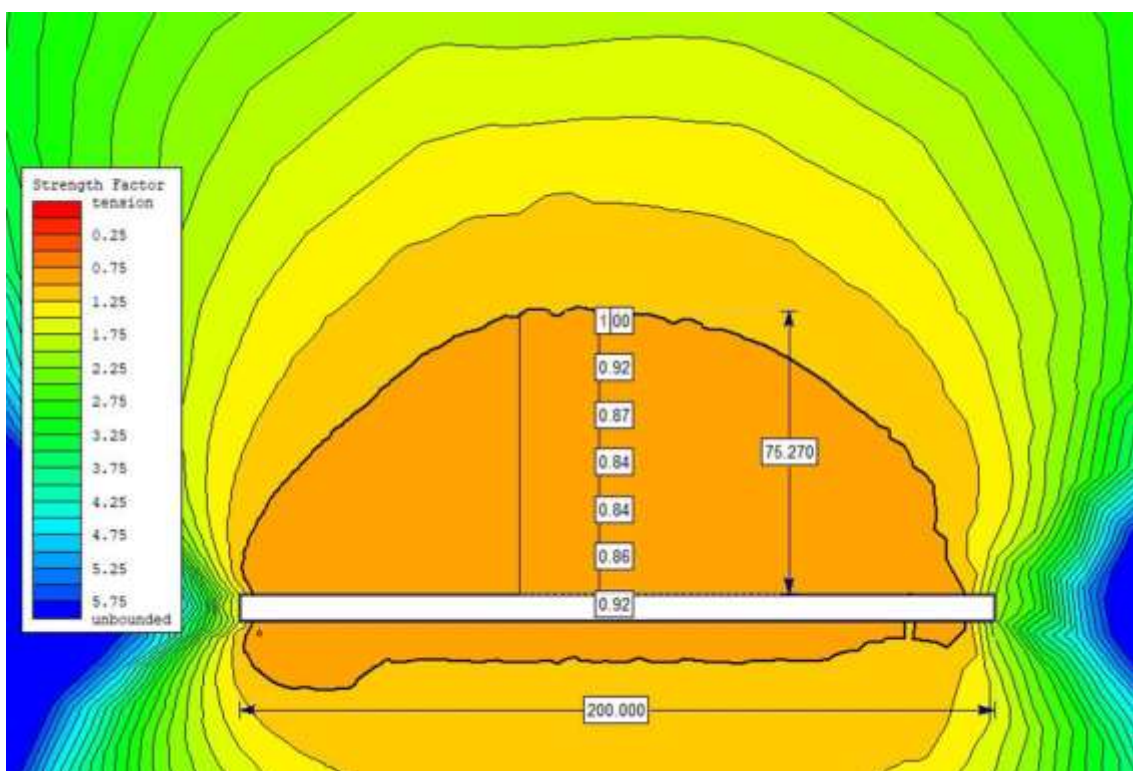
Модельдеудің нәтижелері 3.18-3.23 – суреттерде келтірілген.



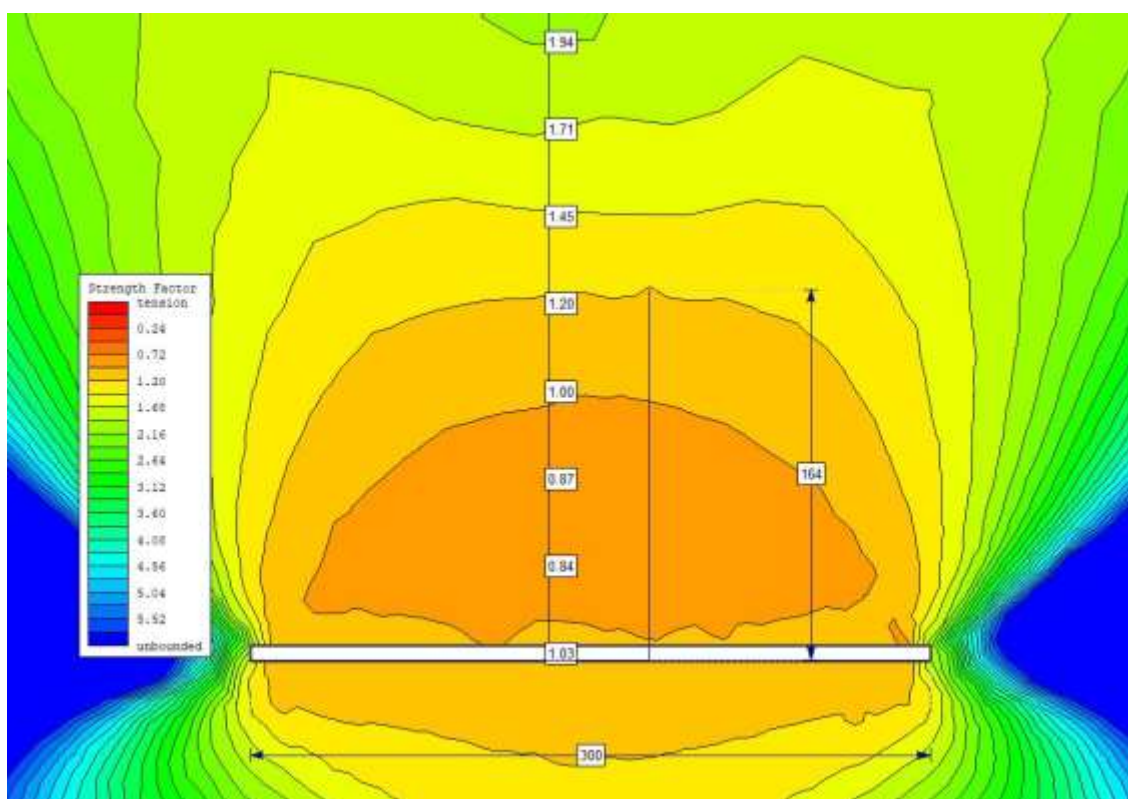
Сурет 3.18 - Кені алынған кеңістіктің ені 100м болғанда



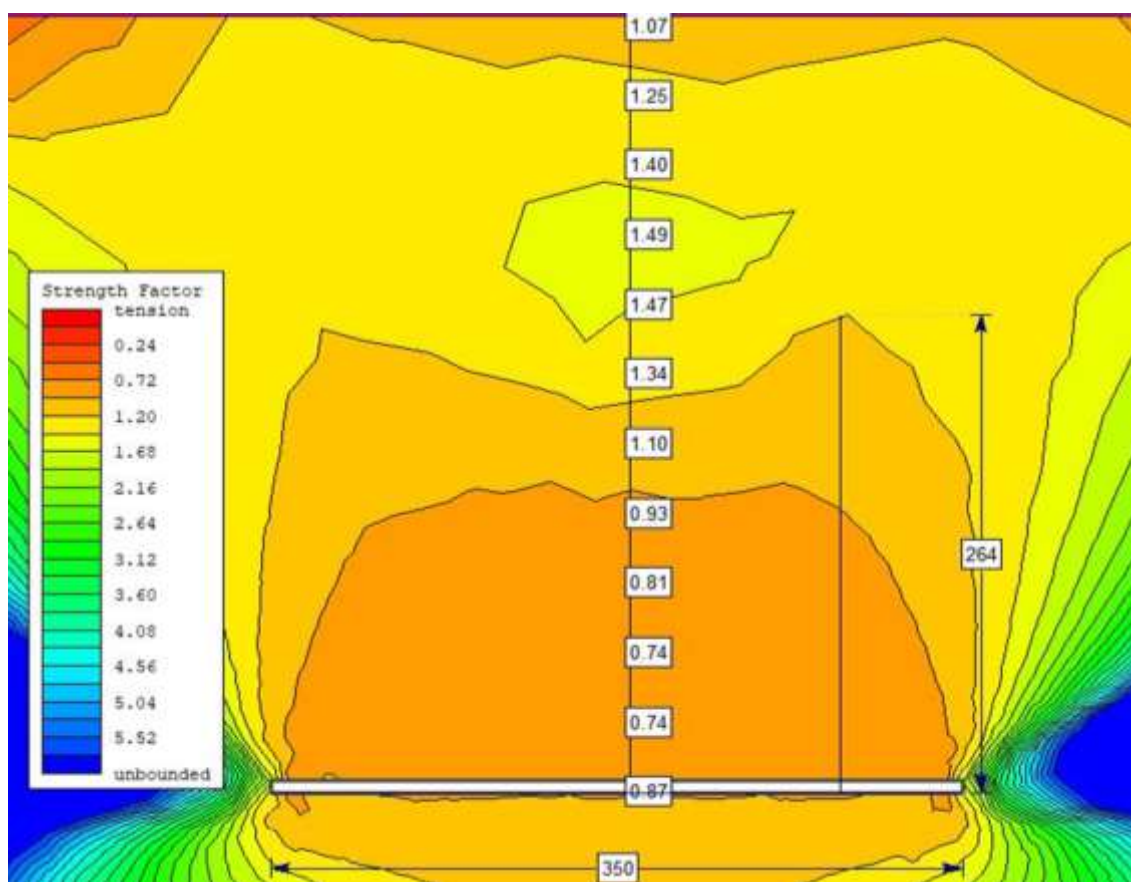
Сурет 3.19 - Кені алынған кеңістіктің ені 150м болғанда



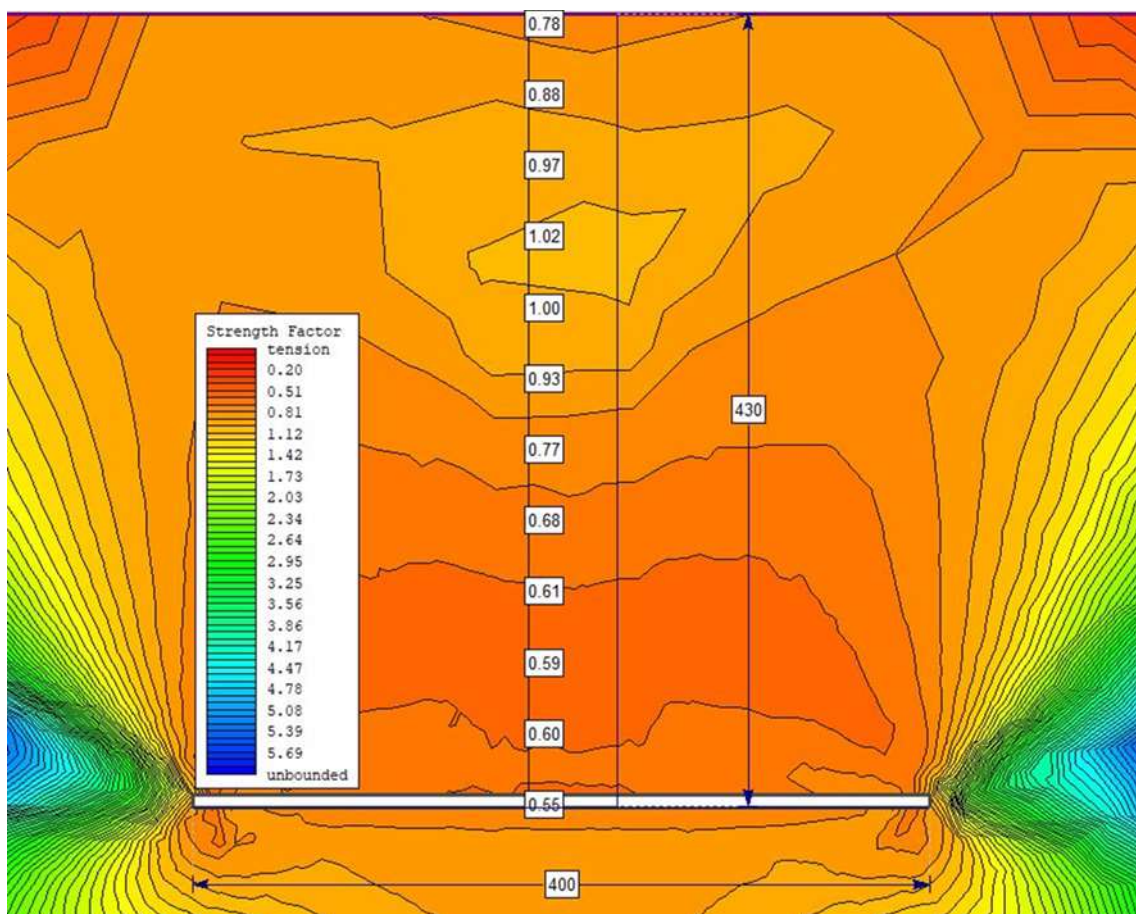
Сурет 3.20 - Кені алынған кеңістіктің ені 200 м болғанда



Сурет 3.21 - Кені алынған кеңістіктің ені 300 м болғанда



Сурет 3.22 - Кені алынған кеңістіктің ені 350 м болғанда



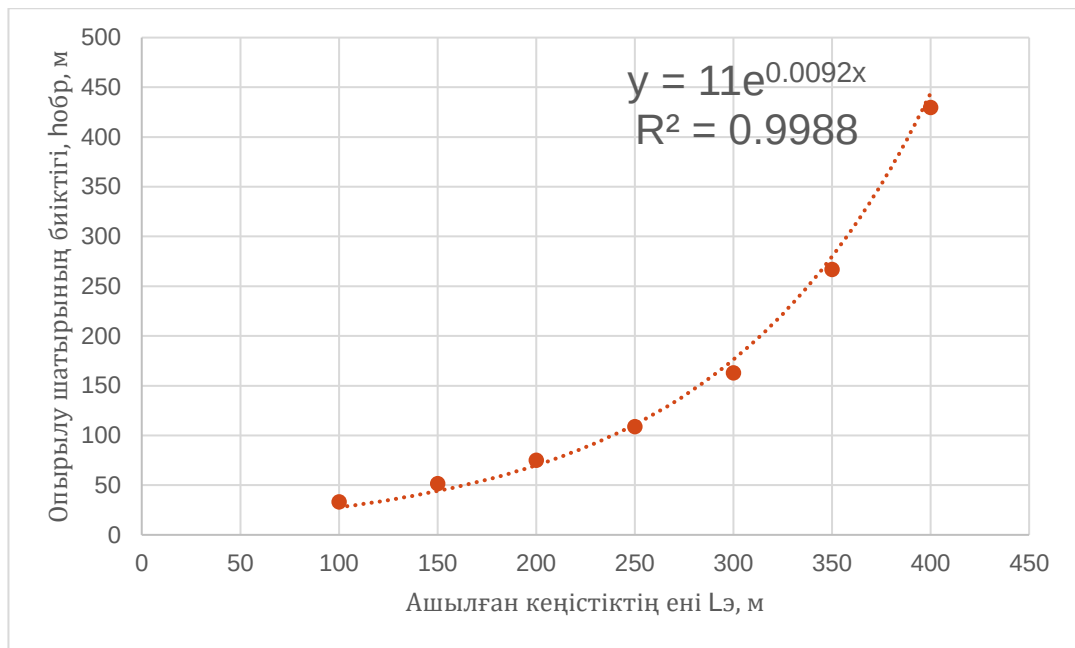
Сурет 3.23 - Кені алынған кеңістіктің ені 400 м болғанда

Осылайша опырылу күмбезінің шамасы жер бетіне дейін шыққанша кені алынған кеңістіктің енін ұлғайта отырып сандық модельдеудің нәтижесінде келесі параметрлерді алдық (3.9-кесте).

Кесте 3.9 - Кені алынған кеңістіктің еніне байланысты деформациялану аймағының өзгеруі

Терендік, Н, м	430	430	430	430	430	430	430
Кеңістіктің ені L_z , м	100	150	200	250	300	350	400
Құлау шатырының биіктігі, $h_{обр}$, м	33	51	75	108	164	264	430
Шатырдың коэффициенті	0,33	0,34	0,38	0,43	0,45	0,50	1,08

График түрінде көрсететін болсақ, 3.24-суреттегідей болады.



Сурет 3.24 - Кені алынған кеңістіктің еніне байланысты деформациялану аймағының өзгеруінің графтігі

3-Бөлім бойынша қорытынды

Кенді ашық тазарту кеңістігімен өндіргенде геомеханикалық қамтамасыз етудің осы диссертациялық жұмыспен ұсынылып отырған болжамды әдісі таужыныстар массивінде сырғу беттердің қисықтарын құруға негізделген.

БАБО әдістемесі бойынша осы үш литологиялық тип үшін сырғу беттердің координаттары есептелді.

Келесі кезекте Жомарт-1 учаскесіндегі бұрын өндірілген 4-1 кеншоғырының 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдерінің кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтары анықталды. 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдердегі кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтары 2-топтағы сырғу беттердің қисығымен анықталды.

Кенді ашық кеңістікпен алу кезінде геомеханикалық қамтамасыз ету проблемаларын шешу бойынша оң нәтижеге барынша қол жеткізу үшін, алдыңғы зерттеулерден өзгеше болатындай одан әрі зерттеулер жүргізу қажеттігі негізделді. Ол үшін теориялық зерттеу мен шахталық статистика мәліметтерін және сейсмосбарлау нәтижелерін талдау қажет.

"Жомарт" кенішінің өндірілген панельдерінің үстіндегі іргелес қалыңдықтың құлау процесінің сипаты мен заңдылықтары туралы мәлімет алу мақсатында сейсмикалық барлау технологияларының көмегімен таукен массивінің тереңдігіндегі қол жетпейтін учаскелерден ақпарат алуға мүмкіндік беретін ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді.

МОГТ 2D сейсмикалық деректерін өңдеу нәтижесінде жоғары сапалы уақытша және терең қималар алынды. Оларда шөгінді таужыныстардағы

негізгі горизонттармен байланысты шағылыстар бөлініп көрсетіліп және айқындалды.

Келесі кезекте БАБО әдісімен анықталған шатырлардың өлшемдерімен салыстыру мақсатында гелогиялық қимаға салынды.

БАБО әдісімен анықталған шатыр мен сейсmobарлаудың нәтижелерінде сәйкестік бар екені белгілі болды. Сейсmobарлау мен БАБО әдістерінің нәтижелерінің толық сәйкес келмеуінің себебі, кейбір жағдайда шатырдың шегінде таужыныс қабаты ілініп қалуы мүмкін. Мұндай жағдайдың орын алатыны, шатырдың ішіндегі әр қабаттың контакт бойынша жеке ығысатынын білдіреді. Қандай да қалыңдықтағы қабат жоғарғы қабаттан ажырауы үшін, ондағы сырғу беттегі сырғытушы жанама кернеудің шамасы (τ_c) тежеуші жанама (τ_m) кернеуден асып кету шарты орындалуы керек.

Келесі кезекте таужыныс массивіндегі деформация аймағын есептеудің әдістемесін Жомарт кенорны жағдайын бейімдеу мақсатында жетілдірілді.

БАБО әдісінде $\rho_{\text{қс}}$ шамасы таужыныстың бір бағыттағы қысым мен созуға беріктіктерінің қатынасына тәуелді болады.

Сырғу беттің тереңдікке байланысты β_i еңіс бұрышыныңда кернеулерге байланыстылығын ескерсек, онда β_i - дің $\rho_{\text{қс}}$ шамасына тәуелділігін анықтаудың қажеттілігі туындайды.

Тереңдік артқан сайын β_i бұрышының шамасы 0-ге ұмтылатыны бұрыннан белгілі. Ал $\rho_{\text{қс}}$ -ның БАБО әдісі бойынша анықталған шамасы, β_i бұрыштарының әрбір мәніне әсер ететіні анықталды.

Сондықтан, әдісемеге түзету енгізу мақсатында, Жомарт кенорнының таужыныстарының физика механикалық анықтамасында (зертханалық жолмен анықталған) берілген $\rho_{\text{қс}} = 36^\circ$ шамасын әдісемеге өзгертпей енгізіп, сырғу беттердің координаттары қайта есептелді. Нәтижесінде шатырлардың есептік мәндері сейсmobарлау мәндеріне анағұрлым жақындады. Сейсmobарлау кезінде әртүрлі шудың және басқа да кедергі келтіретін факторлардың бар екендігін ескерсек, онда құлау аймақтарының соңғы анықталған мәндерін қазу жүйесін геомеханикалық қамтамасыз етуге негізге алуға болады.

Түзетілген әдістеме бойынша Жомарт-2 кенорнындағы 4-II кеншоғырының опырылу аймағын анықтау жүзеге асырылды. Одан 4-II кеншоғыры жағдайында шатыр толық құлаған жағдайда да, жер беті толық шөкпейтінін көруге болады. Бұл дегеніміз қатаң кентіректер (тосқауыл кентірек) төбе опырылғаннан кейін де қысым күйінде қала береді.

Алдыңғы тарауларда алынған нәтижелерді тексеру мақсатында, және кені алынған кеңістіктің жоғарғы қабатындағы деформациялану аймақтарын анықтау үшін сандық модельдеу жүзеге асырылды.

Жомарт кенішінің тау-кен геологиялық жағдайлары үшін есептеулер RS2 (Rockscience) бағдарламасының көмегімен кені алынған кеңістіктің ені 100 м, 150 м, 200 м, 300 м, 350 м және 400 м болғанда және деформация аймағы жердің бетіне шыққанға дейін модельденді. Модельдеуден белгілі болғандай,

опырылу күмбезі жер бетіне кені алынған кеңістіктің ені 400 метрді құрағанда жетеді екен.

Ендігі кезекте Жомарт-2 кенорнында жер бетінің толық отыруын қамтамасыз ету шартын анықтау қажеттігі туындап тұр. Егер шарт орындалса қазу жүйесінің параметрлері соған сәйкестендірілуі керек, ал орындалмаған жағдайда бірінші кезекте неғұрлым жоғалымның аз мөлшерін қамтамасыз ететін технологиялық схема әзірлеу қажет.

4 ЖАЗЫҚ КЕНШОҒЫРЛАРДЫ ТИІМДІ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗ ӨНДІРУГЕ ҚОЛАЙЛЫ ШАРТТАРДЫ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

4.1 Жазық кеншоғырларды ашық кеңістікпен қазу жүйесіне қойылатын талаптарды анықтау

«Жер қойнауын ұтымды және кешенді пайдалану жөніндегі бірыңғай қағидалары» [54] талаптары бойынша қазу бірлігі келесі шарттарды қанағаттандыру керек:

- геологиялық жағдайлардың салыстырмалы біртектілігі;
- қорларды бірыңғай қазу жүйесімен игеру мүмкіндігі;
- қорларды анықтаудың жеткілікті сенімділігі;
- пайдалы қазбаларды алуды бастапқы есепке алу мүмкіндігі;
- әрбір қазу бірлігі үшін жобаны әзірлеу;
- пайдаланылған учаскелерді жұмыс істеп тұрған қазбалардан оқшаулау мүмкіндігі.

Кен орны учаскесін дайындаудың қабылданған схемасына қарай, қазба бірлігі ретінде қазу бірлігі үшін рудалық денелер жазық болған жағдайда көп жағдайда, панель қабылданады. Панельдің өлшемдері кеншоғырдың өлшемдерімен анықталады. Кен кенорны кеншоғырдың жазылым бағыты бойынша орналасқан жинау-желдеткіш штректермен ашылады.

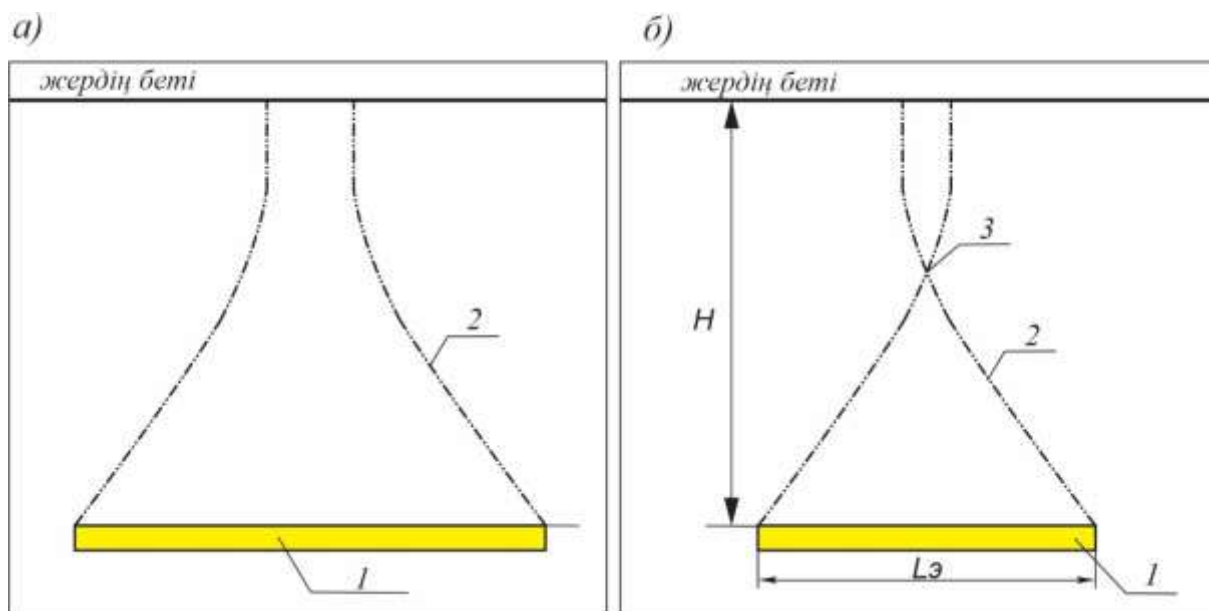
Зерттеудің негізгі міндеті-кен кен орындарын игерудің технологиялық оңтайлы схемасын құру, бұл кен өндірудің толықтығын қамтамасыз етуге және өндіру қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді. Сондықтан, екінші кезеңде кен қорларын молайтудың толықтығын қамтамасыз ету, яғни тұтастай алғанда, кен өндірудің бірінші кезеңінде қабылданған параметрлердің оңтайлылығына байланысты. Жоғарыда атап кеткендей, бұл жұмыстың ерекшелігі, алға қойған мақсатқа жету үшін, кенді қазуып алудың екі кезеңін бірден геомеханикалық қамтамасыз ету.

Қойылған мақсатқа жету үшін жаңа қазу жүйесіне қойылатын талаптарды айқындап алу қажет:

1. Қатаң кентіректердің (ТК немесе басқа тіреуіш кентірек) екі кезеңінде орнықты болуы.
2. Кеніштің технологиялық мүмкіншіліктерін толық пайдалану.
3. Қазу бірінші кезеңіндегі жобалық жоғалымның аз болуы.
4. Таукен жұмыстарының майданының (фронт работы) жеткілікті болуы.
5. Қайта қазып алу кезінде опырылу аймағының жер бетіне дейін жетіп, толық шөгү шартын қанағаттандыруы.

Соңғы талаптың орындалуы кенді қайта қазып алу үшін аса маңызды болғандықтан Жомарт-2 кенорны жағдайында алдыңғы бөлімде бағалау жасалды (3.17-сурет). 3.17-суреттен 4-II кеншоғыры жағдайында шатыр толық құлаған жағдайда да, жер беті толық шөкпейтінін көруге болады. ВНИМИ әдісі бойынша Жомарт жағдайына $H < 3L_э$ немесе $L_э > H/3$ болатыны белгілі.

H тереңдік пен $Lэ$ эквиваленттік аралықтың қандай қатынасында Жомарт-2 учаскесінде жердің беті толық шөгетінін анықтап көрейік. БАБО әдісіне жүгінеміз. БАБО әдісі бойынша шарттың орындалуы шатырдың ұшы жер бетіне дейін тұйықталса шарт орындалмайды, екі қапталдан тұрғызылған сырғу беттер қиылыспай жер бетіне шықса, онда жердің беті толық шөгеді деп болжанады (4.1-сурет).



1- кені алынған кеңістік, 2 - екінші топатғы сырғу беттер, 3 - шатырдың тұйықталу нүктесі

Сурет 4.1 - Сырғу беттерді салу арқылы жербетінің толық шөгу шартының орындалуын анықтаудың схемасы

Осы әдіс бойынша Жомарт-2 кенорны 4-I, 4-II, 4-III кеншоғырлары жағдайында (тереңдік 380-430 м) анықтап көрейік (4.2-сурет).

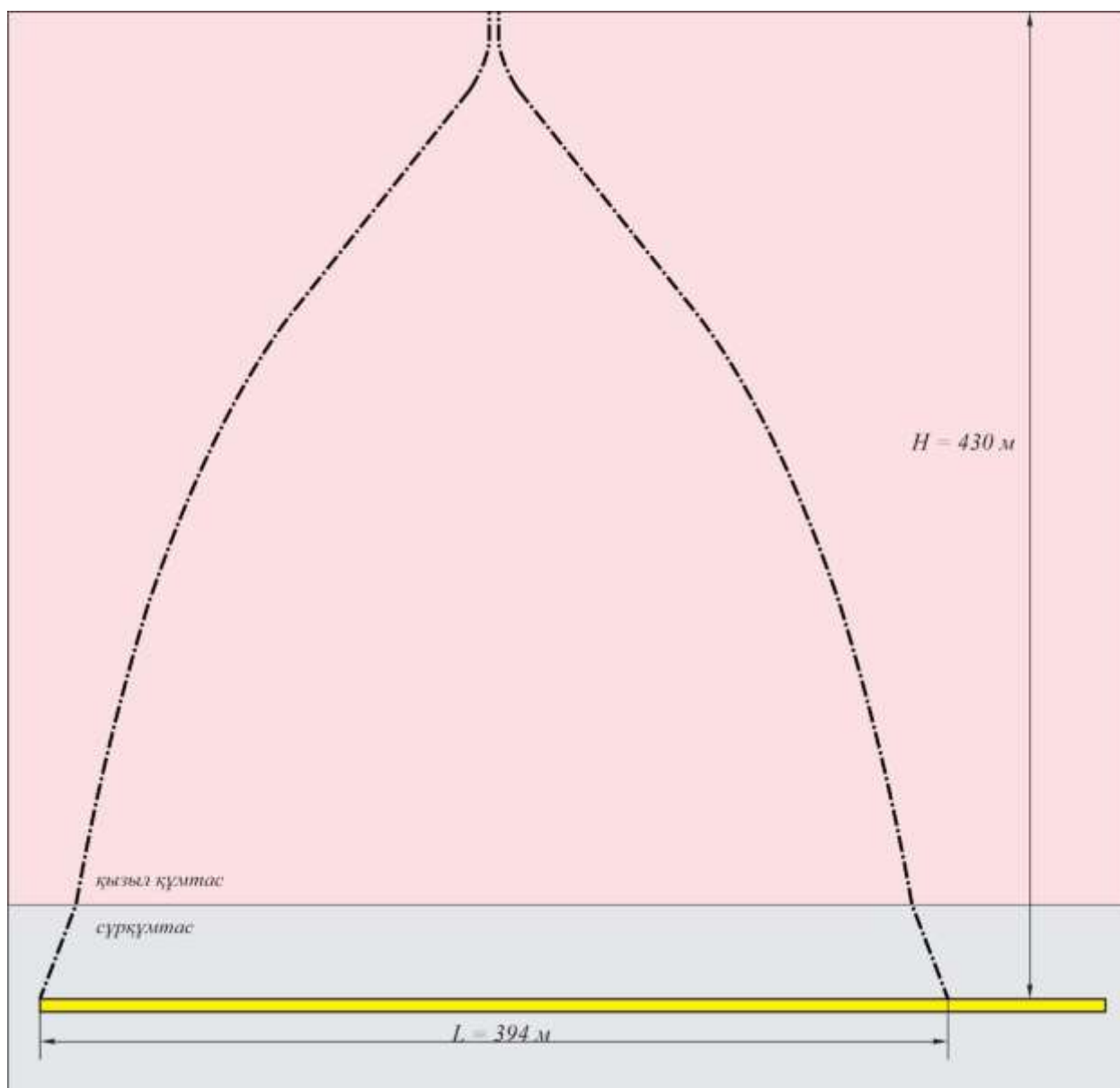
4.2- суреттен 430 м тереңдікте кенді құлата қазып алу барысында жер бетінің толық шөгуін қамтамасыз ететін қажетті кеңістіктің ені 394 метрді құрады. Бұл дегеніміз $H < 1,09Lэ$ немесе $Lэ > H/1,09$ -ға тең екенін білдіреді [55].

Кеншоғырдың ең үлкен ені 300 метрден аспайтындықтан, қазіргі қабылданып жүрген кемералы бағанды қазу жүйесімен бұл шартты іс жүзінде іске асыру мүмкін емес. Өйткені екі тосқауыл кентіректің ара қашықтығы 394 м-ден кем болмас үшін, арасындағы камерааралық кентіректердің саны да ұлғайады. Кемінде 20 КК болуы керек. Тосқауыл кентіректерді қайта ала бастаған кезде, қысымның қайта таралуына байланысты КК-тердегі жүктеменің мөлшері артып, қирай бастайды.

Төнбе қапталдағы орташа және төмен тұрақтылығы бар кен орындарындағы кентіректерді алу бастапқы өндіруді (бірінші кезең) геомеханикалық бағалауға негізделуі керек, онда кентіректердің әртүрлі

өлшемдерінде өзгеріссіз қалатын төбенің тұрақты аралығын пайдалануға негізделген принципті қолдану керек.

Сондықтан Жомарт-2 кенорны жағдайында басқа шешімді қажет етеді.



Сурет 4.2 - Жомарт-2 кенорнындағы жербетінің толық шөгу шартын анықтау

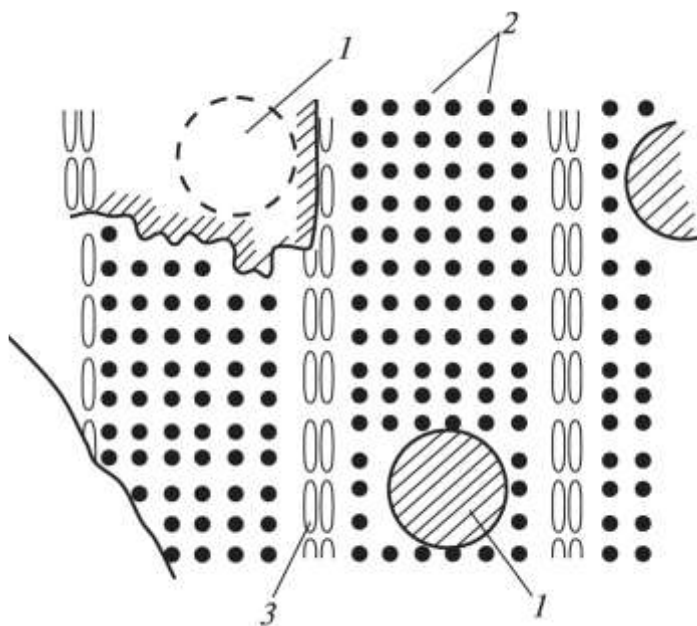
4.2 Массивті кентіректермен қазу жүйесінің қолдануды негіздеу

Диссертациялық жұмыста тікбұрышты пішінді массивтік (қатты) кентіректер тосқауыл кентіректердің орнына ұсынылады.

Массивтік кентіректерді (бұдан әрі - МК) қолданып камералы-бағанды қазу жүйесінің ерекшелігі - КК-тер МК-тердің ықпалында болады, яғни МК-тердің қатаңдығы жоғары болғандықтан, камерааралық кентіректерде жеңілдеу (разгрузка) күйінде болады.

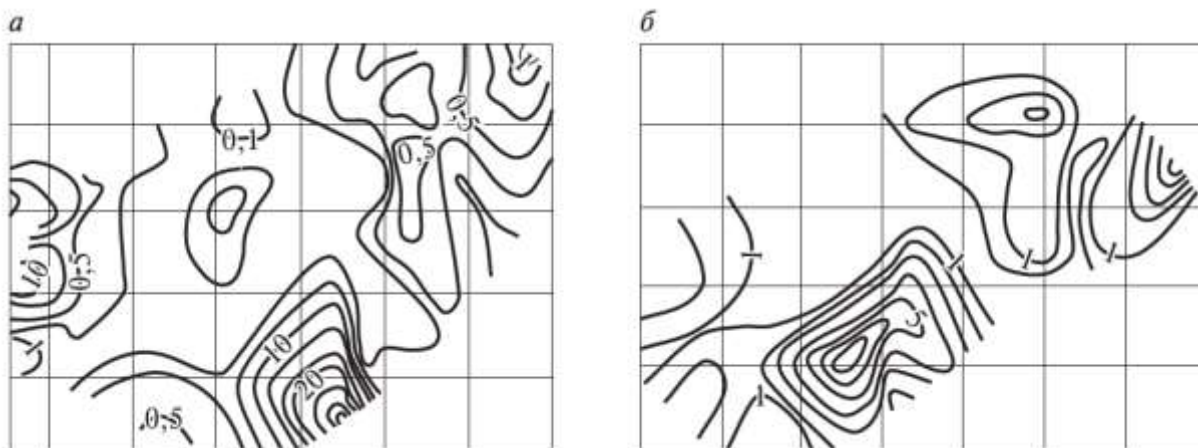
МК-терді қолданудың тағы бір тиімділігі, таспа тәрізді тосқауыл кентіректі қалдырылған кезде қазба бірлігі шегінде металдың құрамы бойынша кентіректің орналасуын іріктеп өзгерту мүмкін емес, ал МК-терді қалаған жерде қалдыруға болады.

Массивтік кентіректері бар жүйенің артықшылығы пайдалы компоненттің ең аз мөлшері бар жерлерде массивтік кентіректер 1, ал олардың арасында - камералық 2 орналастыру мүмкіншілігінде. Қазба учаскелерін оқшаулау және желдету үшін 3 панельдік кентіректер қолданылуы мүмкін, олар пайдалы қазбаларды қазу кезінде камерааралық кентіректер енінің шамасына дейін өндіріледі (4.3-сурет).



Сурет 4.3 - Массивтік кентіректерді қолданудың бір түрі

Дәлел ретінде 4.4-суретте Жезқазған кен орындарының бірі үшін (а) жағдайда кендену қисық сызықтары пайызбен, (б) жағдайда - жарықшақтану қарқындылығының қисық сызықтары көрсетілген. Тіпті (а) және (б) сызбаларын салыстыру тығыз байланыстылықты көрсетеді.



Сурет 4.4 - Кендегі металдың құрамы мен тасжарық қарқындылығының изосызықтары

Жүргізілген математикалық-статистикалық бағалау зерттеулер 0,8-ге тең корреляциялық қатынастың өте жоғары мәнін көрсетті. Сонымен қатар, пайдалы компоненттің құрамы (с) мен жарылу қарқындылығы (w) арасындағы байланыс теңдеуі де орнатылды.

$$w = 0,19c^{0,6} \quad (4.1)$$

Осыған ұқсас зерттеулер басқа 5 кеншоғыр бойынша жасалған. Ол зерттеулер әр кеншоғырдың өзінің тәуелділік теңдеуі болатын айқындады.

Массивті кентіректі қолданудың Жомарт-2 кенорны жағдайында тағы бір қажеттілігі, жер бетінің толық шөгу шарты қанағаттандырылмаған жағдайда қолдануға болатындығы. Өйткені кенді өндірудің бірінші сатысында жобалық жоғалымның шамасы аз болады.

Ендігі кезекте осы технологиялық схеманың өміршеңдігін тексеру үшін, және жазық кеншоғырларды геомеханикалық қамтамасыз ет мақсатында, ұсынылған қазу жүйесінің оңтайлы параметрлерін анықтау қажет.

4.3 Қазу бірлігінің оңтайлы параметрлерін анықтау

"Жомарт" кен орнына камералық-бағаналы қазу жүйесінің бұрын қабылданған технологиясы сияқты жаңа жаңа қазу жүйесі де өндірудің екі кезеңін қамтиды:

- камералық қорларды панельді-бағаналы қазу жүйесімен қатаң кентіректермен қорғау арқылы өндіру;
- кентіректерді қайта өндіре отырып, бос кеңістіктерді өтеу.

Технологиялық себептер бойынша панельдің өлшемін кеншоғырдың жоспардағы өлшемімен шектеген дұрыс. Сонда қазу жүйесінің анықталуы керек негізгі параметрлер: массивтік кентіректің ені (кеншоғырдың қалыңдығы 6 және 12 м болғанда); екі МК арасындағы КК саны.

МК арасындағы эквивалентті аралықты анықтау үшін КК-ті жүктелетін жыныстардың толық салмағының жүктемесінен түсіруді қамтамасыз ететін МК параметрлерін қабылдау қажет. Камерааралық кентіректердің жүктелімін массивтік кентіректермен түсіру үшін беріктік қорының коэффициенті кемінде 3, ал КК қауіпсіздік қорының коэффициенті оны қайта өндіруге қосу үшін кемінде 1,2 болуы тиіс [56, 57].

Әдістемедегі [58] дінгек тәрізді кентіректің енін анықтайтын формуланы түрлендіріп, ондағы беріктік коэффициентті мына формуламен анықтаймыз:

$$n = \frac{d^3 \pi \sigma_3 K}{4\gamma \left(\frac{LS_{III}}{q_{KK}} \right) h k_\alpha} \quad (4.2)$$

мұндағы d - кентіректің диаметрі (ені), м;

σ_3 - кентіректің зертханалық мықтылығы, $\sigma_3 = 7600$ т/м²;
 K - кешенді коэффициент;
 L - екі кентіректің өзек сызығының ара қашықтығы, м;
 $S_{ш}$ - панельдің жоғарғы жағындағы қабаттағы шатырдың ауданы, м²;

$q_{кк}$ - панельдің ені бойынша кентіректердің саны;
 h - кеншоғырдың қалыңдығы, м;
 k_α - құлау бұрышты ескеретін коэффициент.

Есептеулер үшін МК ауданы камераның аралығының және КК енінің 7 м (МК = 21, 28, 35 м) еселенген шамасына, ал МК беріктік қоры коэффициентін дөңгелек (шаршы) кентіректер үшін қабылдаймыз.

Эквиваленттік аралықты да дәл солай камера аралығы мен КК енінің еселенген шамасына тең етіп аламыз - 7, 21, 35, 49, 63, 77, 91, 105 м.

Кені алынған кеңістіктің биіктігі – 6, 12 м.

Алынған нәтижелер 4.1-4.3 кестелерде келтірілген.

Кесте 4.1 - МК ені 21 м болған кезде МК арасындағы эквивалентті аралықты есептеу

КК қатары саны, шт	1	2	3	4	5	6	7
Жарықтағы эквивалентті аралық, м	21	35	49	63	77	91	105
МК ені, м	21	21	21	21	21	21	21
МК биіктігі, м	6	6	6	6	6	6	6
E_n/E_p	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
$G = F/h$	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5
Пішін коэффициенті, d/h	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Панель ені бойынша МК саны	5	4	3	2	2	2	1
Тазалау кеңістігінің үстіндегі шатырдың ауданы, м ²	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900
МК беріктік қоры	4,65	2,79	1,67	0,93	0,8	0,7	0,35
Бір МК ұстап тұратын аудан, м ²	1764	3136	4900	7056	9604	12544	15876
Жыныстың көлемдік салмағы, т/м ³	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Тереңдік, м	420	420	420	420	420	420	420

Кесте 4.2 - МК ені 28 м болған кезде МК арасындағы эквивалентті аралықты есептеу

КК қатары саны, шт	1	2	2-3	3	3-4	4	4-5
Жарықтағы эквивалентті аралық, м	14	28	35	42	49	56	63
МК ені, м	28	28	28	28	28	28	28
МК биіктігі, м	6	6	6	6	6	6	6
E_n/E_p	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
$G = F/h$	130,7	130,7	130,7	130,7	130,7	130,7	130,7
Пішін коэффициенті, d/h	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67
Панель ені бойынша МК саны	5	4	4	3	3	3	2
Тазалау кеңістігінің үстіндегі шатырдың ауданы, м ²	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900
МК беріктік қоры	9,44	6,61	5,29	3,96	3,6	3,3	2,03
Бір МК ұстап тұратын аудан, м ²	1764	3136	3969	4900	5929	7056	8281
Жыныстың көлемдік салмағы, т/м ³	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Тереңдік, м	420	420	420	420	420	420	420

Кесте 4.3 - МК ені 35 м болған кезде МК арасындағы эквивалентті аралықты есептеу

КК қатары саны, шт	2	3	4	5	6	7
Жарықтағы эквивалентті аралық, м	35	49	63	77	91	105
МК ені, м	35	35	35	35	35	35
МК биіктігі, м	12	12	12	12	12	12
E_n/E_p	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
$G = F/h$	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Пішін коэффициенті, d/h	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92
Панель ені бойынша МК саны	3	3	2	2	2	1
Тазалау кеңістігінің үстіндегі шатырдың ауданы, м ²	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900	28 900
МК беріктік қоры	3,87	3,23	1,84	1,61	1,43	0,65
Бір МК ұстап тұратын аудан, м ²	4900	7056	9604	12544	15876	19600
Жыныстың көлемдік салмағы, т/м ³	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Тереңдік, м	420	420	420	420	420	420

Алынған есептеу нәтижелеріне сүйене отырып, тәжірибелік-өнеркәсіптік тәжірибеде панельдердің оңтайлы параметрі деп былай қорытынды жасауға болады:

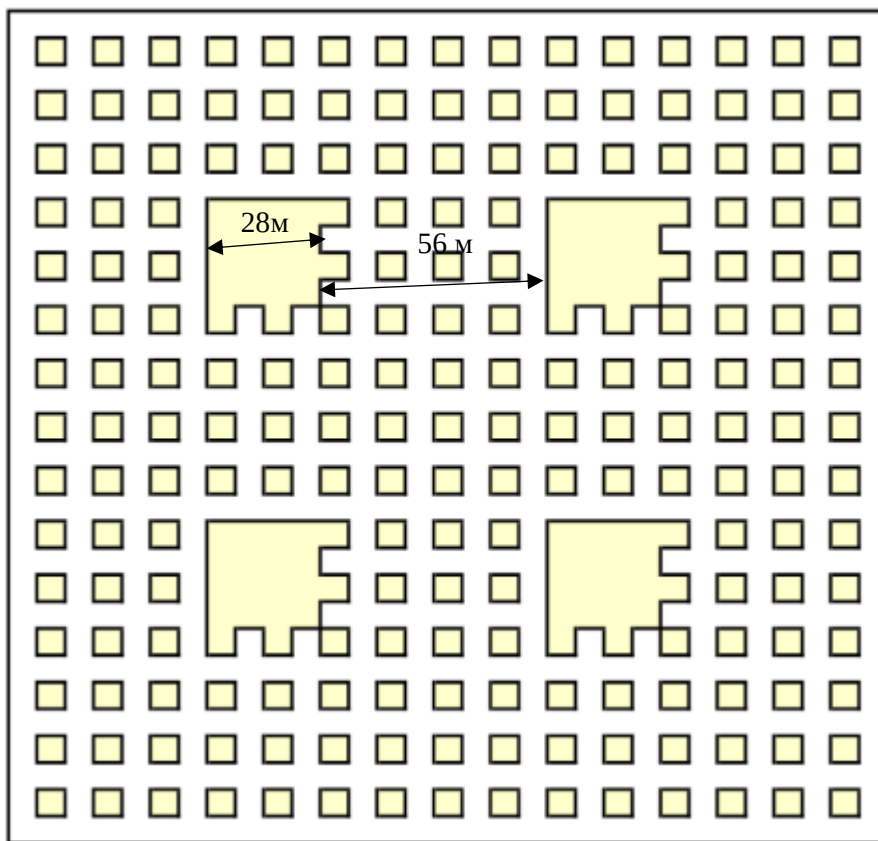
Өндірілген кеңістіктің биіктігі 6 м-ге дейін болғанда (4.5-сурет):

- МК ені 28 м;
- МК арасындағы эквивалентті аралық 56 м.

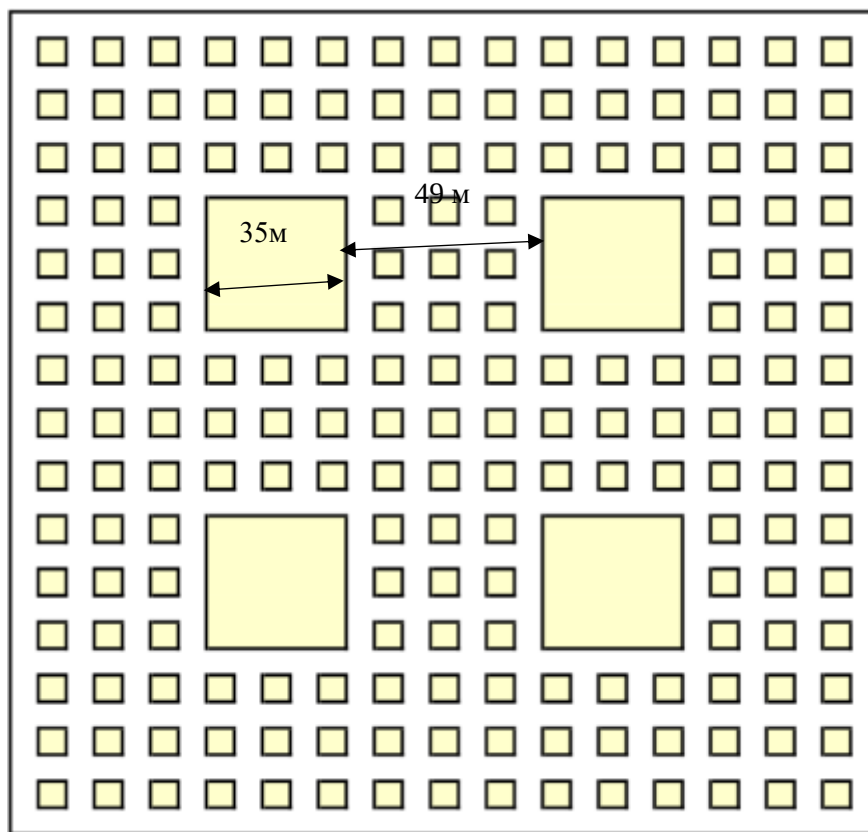
Өндірілген кеңістіктің биіктігі 12 м-ге дейін болғанда (4.6-сурет):

- МК ені 35 м;
- МК арасындағы эквивалентті аралық 49 м, яғни үш қатар КК және 4 камера.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде оңтайлы параметрлер 4.6-суреттің сызбасында көрсетілген МК енін 35 м қалдырып, МК-лар арасындағы аралықты 49 м (қатарды 3 КК және 4 камера) болғанда блоктағы қорларды өндіру болып табылады. МК-нің енін одан кейінгі 28 м-ге дейін кішірейту және МК арасындағы эквивалентті аралықты 56 м-ге дейін ұлғайту, 4.5-суреттің сызбасында көрсетілгендей, өндірілген кеңістіктің биіктігі 6,0 м-ден аз болған кезде жүргізіледі.



Сурет 4.5 - Кенді қазу қалыңдығы 6 м-ге дейін болған кезде МК мен КК орналасуының ұсынылатын схемасы



Сурет 4.6 - Кенді қазу қалыңдығы 12 м-ге дейін болған кезде МК мен КК орналасуының ұсынылатын схемасы

4.4 "Жомарт-2" кен орны өрісіндегі КК және МК оңтайлы параметрлерін анықтау үшін сандық модельдеу

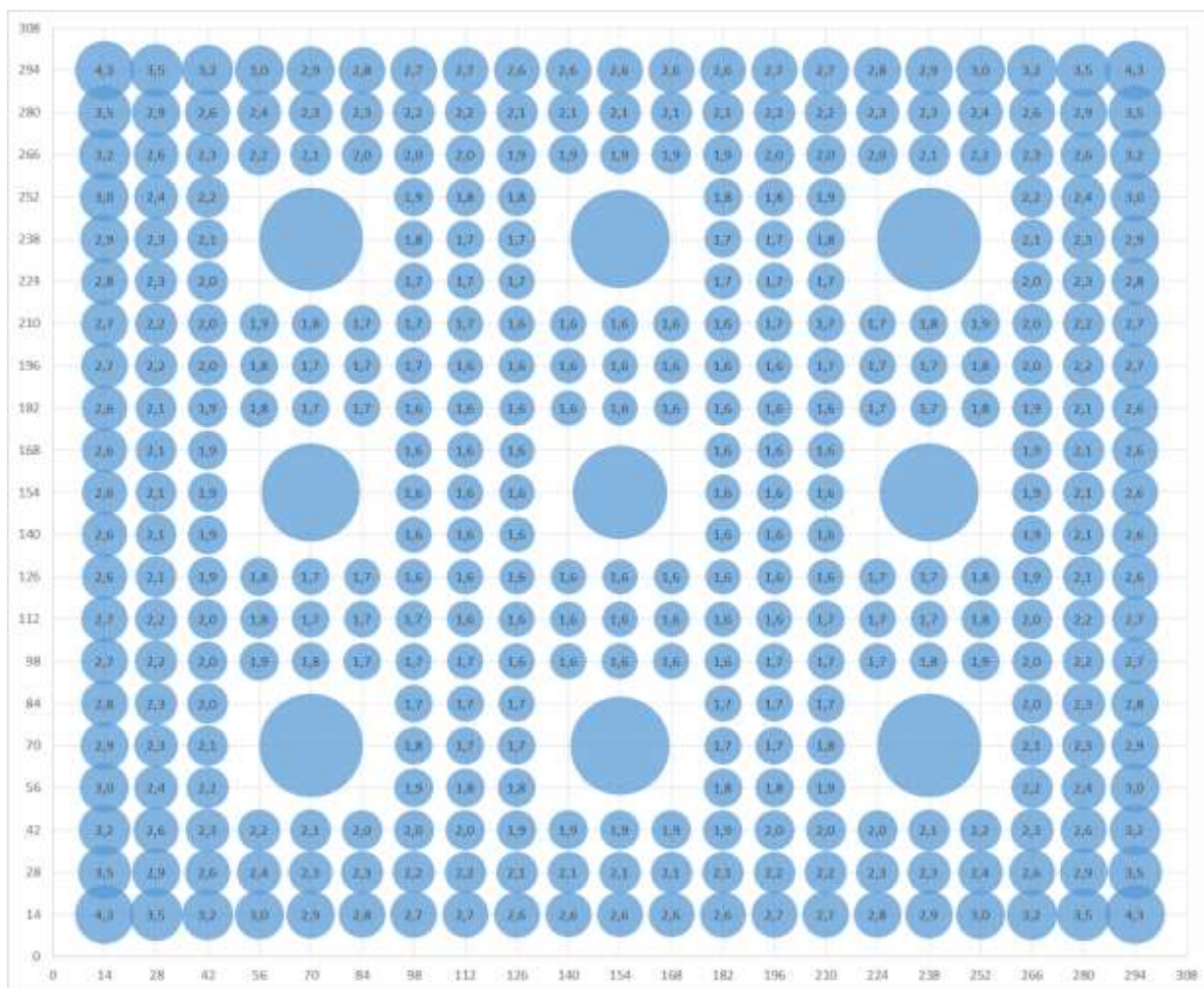
Массивтік кентіректің беріктік қорының кем дегенде 3-ке тең коэффициентінің есептеулері (4.1, 4.3-кесте) массивтік кентіректің ауданының камерааралық кентіректен жүктемені түсіруге мүмкіндік беруге жеткіліктілігін растайды. Сондықтан сандық модельдеудің мақсаты - камерааралық кентіректерді есептеу (Қосымша Б).

Камералық целиктердің тұрақтылығын модельдеу үшін біз келесі параметрлерді енгізе отырып CPS 2005 Pro бағдарламасын қолданамыз:

Кентіректердің жобалық параметрлері

- КК ауданы $7 \times 7 \text{ м}^2$;
- МК ауданы $35 \times 35 \text{ м}^2$;
- есептік блоктың ауданы $301 \times 301 \text{ м}^2$;
- кеңістіктің биіктігі 12 м (қолданылатын жабдықтарға байланысты).
- кентірек массивінің беріктігі-34,5 МПа [59, 60]

Есептеу блогы кентіректерінің беріктік қорының коэффициенттері 4.7-суретте көрсетілген.



Сурет 4.7 - Есептеу блогы кентіректерінің беріктік қорының коэффициенттері

Модельдеудің алынған нәтижелері бойынша камералық кентіректердің беріктік қорының коэффициенті кемінде 1,6. Ал блок бойынша орташа 2,1 құрайды, бұл қажетті жобалық талаптарға сәйкес келеді (қосымша Б).

КК және МК беріктік қорының коэффициентін есептеу нәтижелері қабылданған параметрлерін тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақ бойынша:

- массивтік кентіректердің (МК) осьтері арасындағы қашықтық-84м;
- массивтік кентіректердің ені (МК) - 35 м;
- камерааралық кентіректердің орналасу торы (КК) - 14x14м;
- камераның аралығы-7м;
- КК өлшемі -7x7м,

өндіру қалыңдығы 12 м дейін болғанда, және

- массивтік кентіректердің (МК) осьтері арасындағы қашықтық-84м;
- массивтік кентіректердің ені (МК) - 28м;
- камерааралық кентіректердің (КК) орналасу торы - 14x14м;
- камераның аралығы-7м;

- КК өлшемі-7х7м, өндіру қалыңдығы 6 м - ге дейін болғанда, "Жомарт" кенішіндегі 56-С2 геологиялық блогындағы қорларды қауіпсіз және тиімді пайдаланудың барлық қажетті параметрлерін қамтамасыз етеді.

4.5 Кентіректерді өндіру кезінде геомеханикалық жағдайды сандық модельдеу, жұмыс тәртібін анықтау

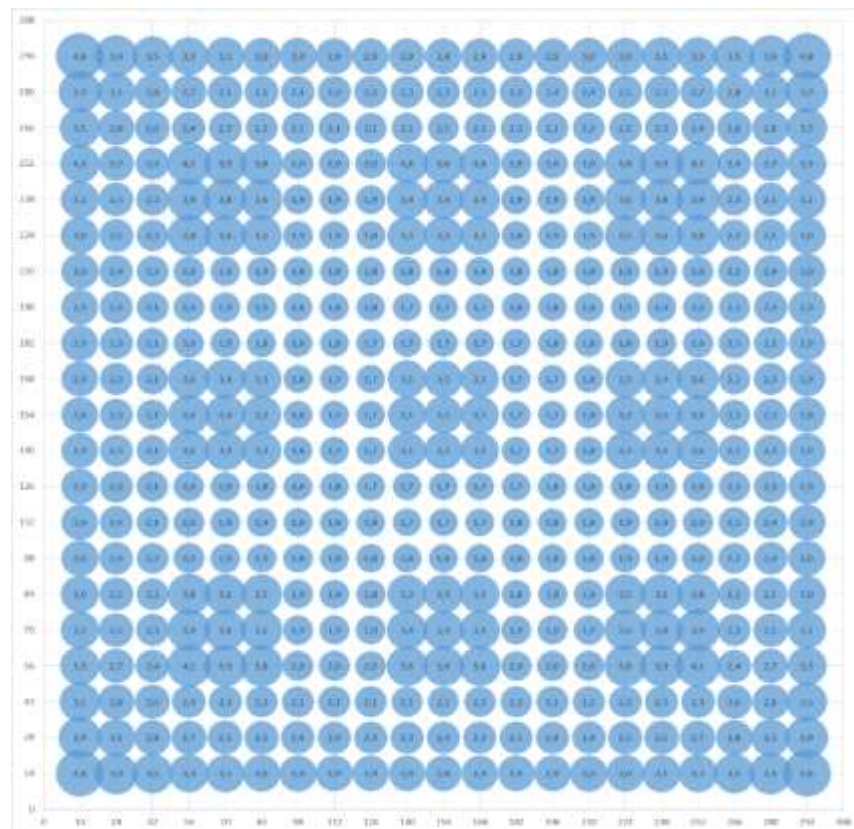
"Жомарт" кенішіндегі камералық-бағаналы қазу жүйесі кезінде туындаған келесі мәселелердің бірі-ашық игерілген кеңістіктен кентіректерді қайта қазу кезінде игерілген кеңістіктің орнықтылығын қамтамасыз ету.

Осыған байланысты, МК-терді қалдыра отырып, камералық-бағаналы қазу жүйесінің қарастырылып отырған параметрлері "Серго Орджоникидзе атындағы Мәскеу мемлекеттік геологиялық барлау университеті" әзірлеген Pillars 3 full [61] бағдарламасы арқылы өндірілген кеңістікті дәйекті (ретпен) түрде өтеу кезінде камерааралық кентіректердің тұрақтылығын сақтауға тексерілді. Pillars 3 full бағдарламасы көлденең және көлбеу шөгінділердегі бүтіндерді алу немесе ішінара жою кезінде жүктемелерді қайта бөлу процесін есептейді.

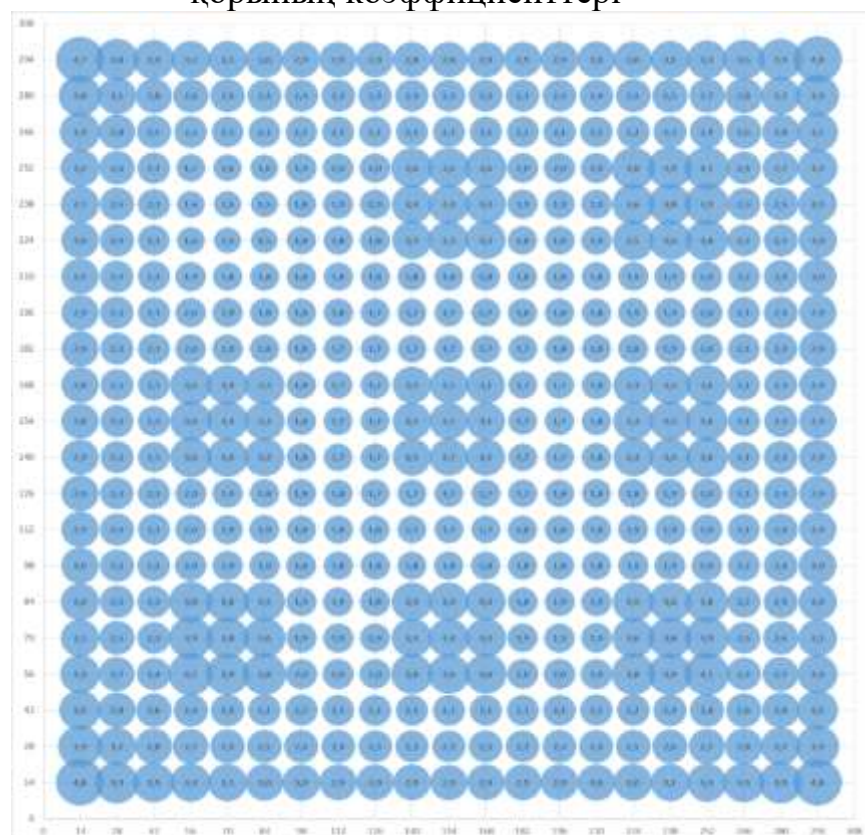
Кентіректердің беріктік қорының коэффициенттерін қайта бөлуді (перераспределение) есептеу кезең кезеңмен жүргізіледі:

1. Камералық қорларды өндіру (4.8-сурет);
2. Бірінші МК кесу және оны КК параметрлеріне жеткізу (4.9-сурет);
3. КК-нің бірінші қатарын келесі МК-ға дейін қалдыра отырып, КК-нің бірінші қатарын алу (4.10-сурет). Яғни, КК-нің екі қатары келесі МК-ті кесіп өткенге дейін қалуы керек, бірінші қатарды бұрғылап, жару керек, екіншісін бұрғылау керек.
4. КК екінші қатарын өндіру (4.11-сурет);
5. КК жеті қатарын өндіру (4.12-сурет);
6. Екінші МК кесу (4.13-сурет);
7. КК 13 қатарын өндіру (4.14-сурет);
8. Үшінші МК кесу (4.15-сурет);
9. КК 21-ші қатарын өндіру (4.16-сурет);
10. Төртінші МК кесу (4.17-сурет);
11. КК 28 қатарын өндіру (4.18-сурет);
12. Бесінші МК кесу (4.19-сурет);
13. КК 34 қатарын өндіру (4.20-сурет).

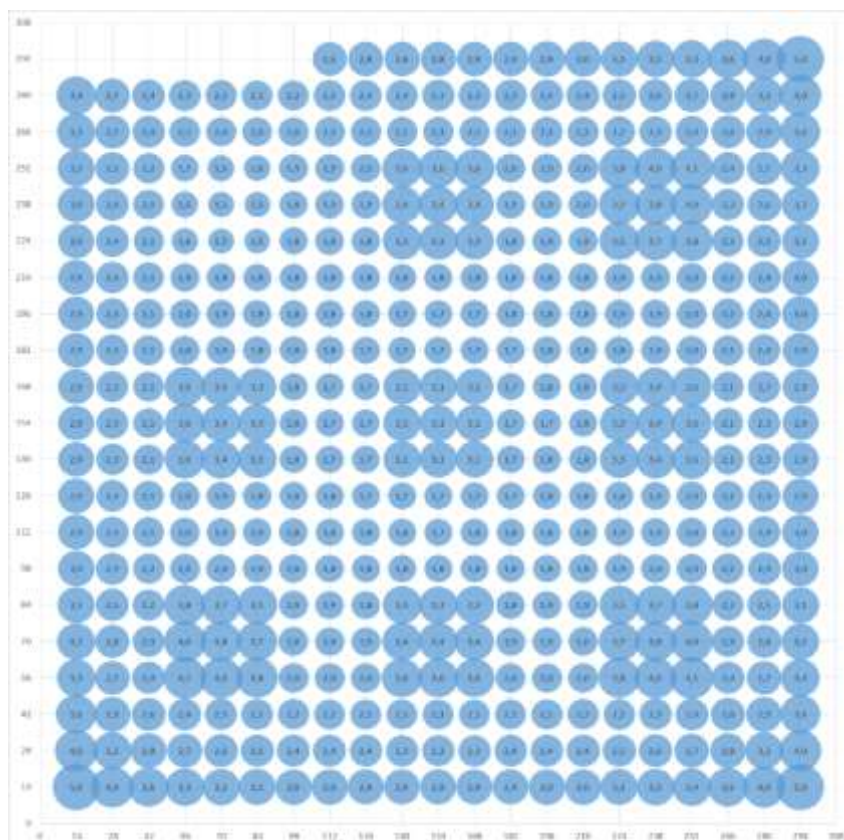
Модельдеудің барлық кезеңдерінде кентіректердің қауіпсіздік коэффициенті 1,0-ден кем болмады, бұл ашық өндірілген кеңістіктен кентіректерді қайта өндіру үшін оң нәтиже болып табылады және массивтік кентіректерді қолдана отырып, камералық-бағаналы қазу жүйесінің қабылданған параметрлерінің сенімділігін растайды.



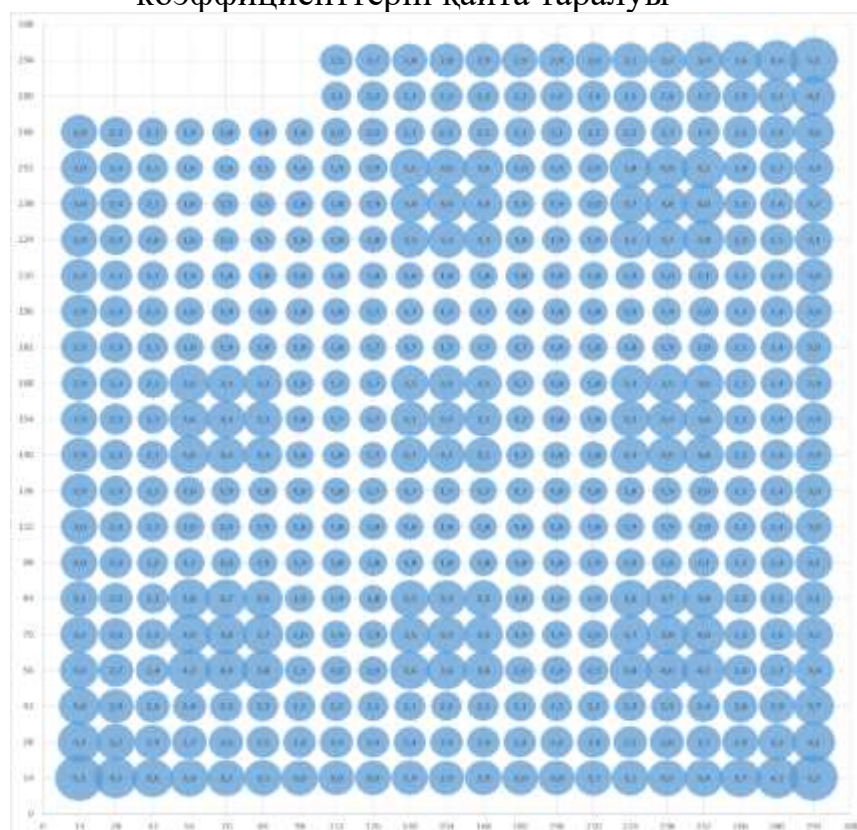
Сурет 4.8 - Камералық қорларды өндіру кезіндегі кентіректердің беріктік қорының коэффициенттері



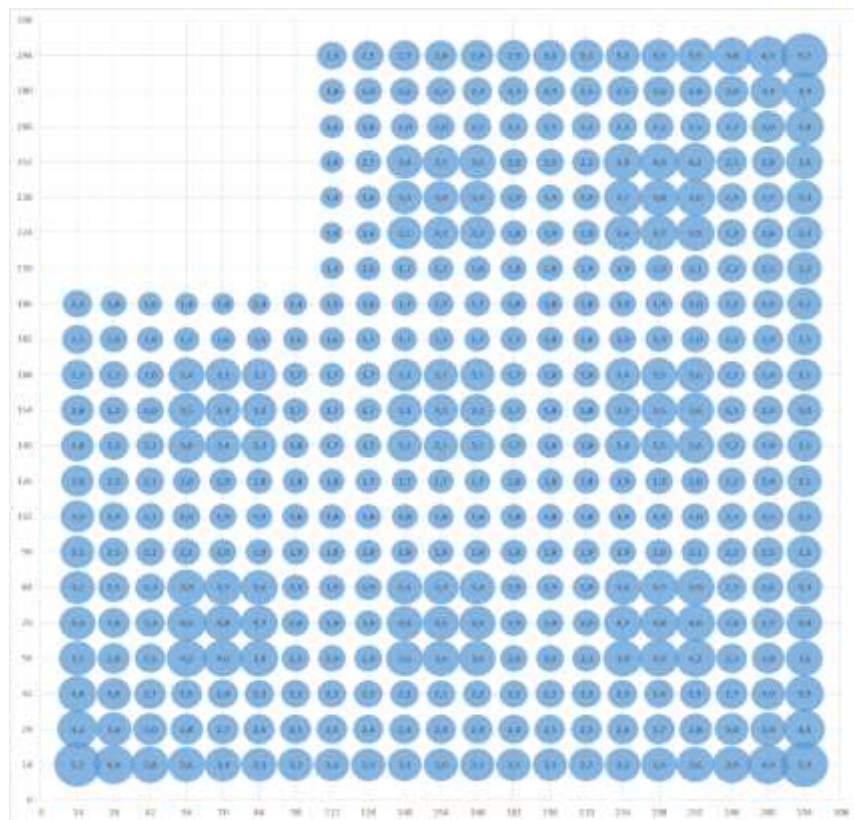
Сурет 4.9 - МК 1 кесу кезінде кентіректердің беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралу (КК-терге дейін ресімдеу)



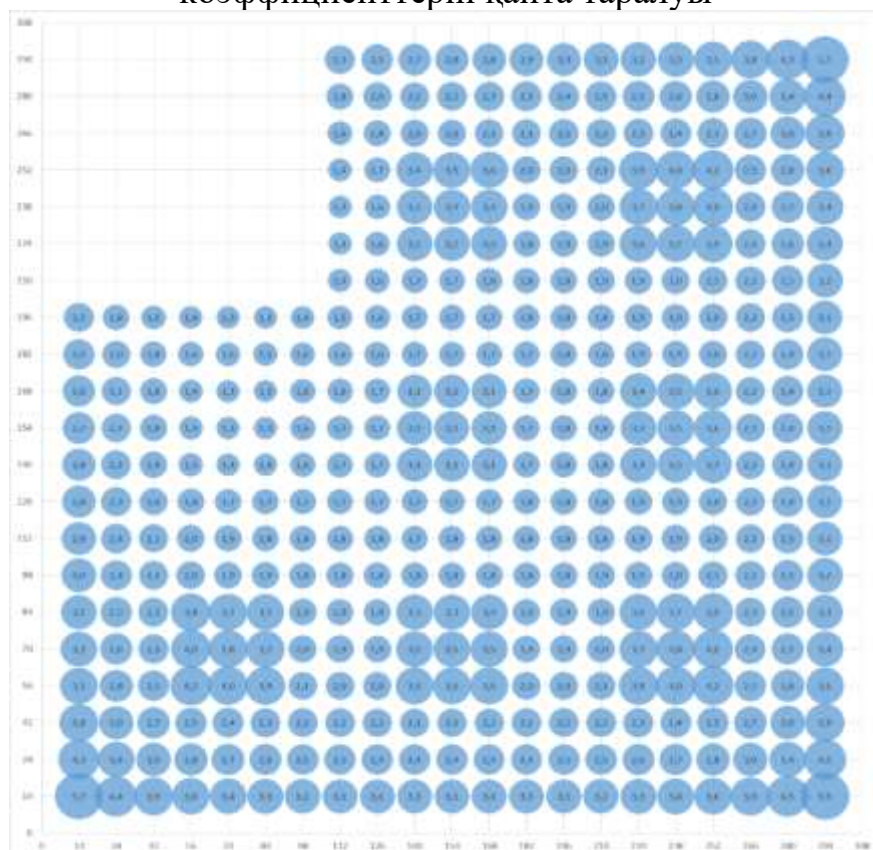
Сурет 4.10 - КК бірінші қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



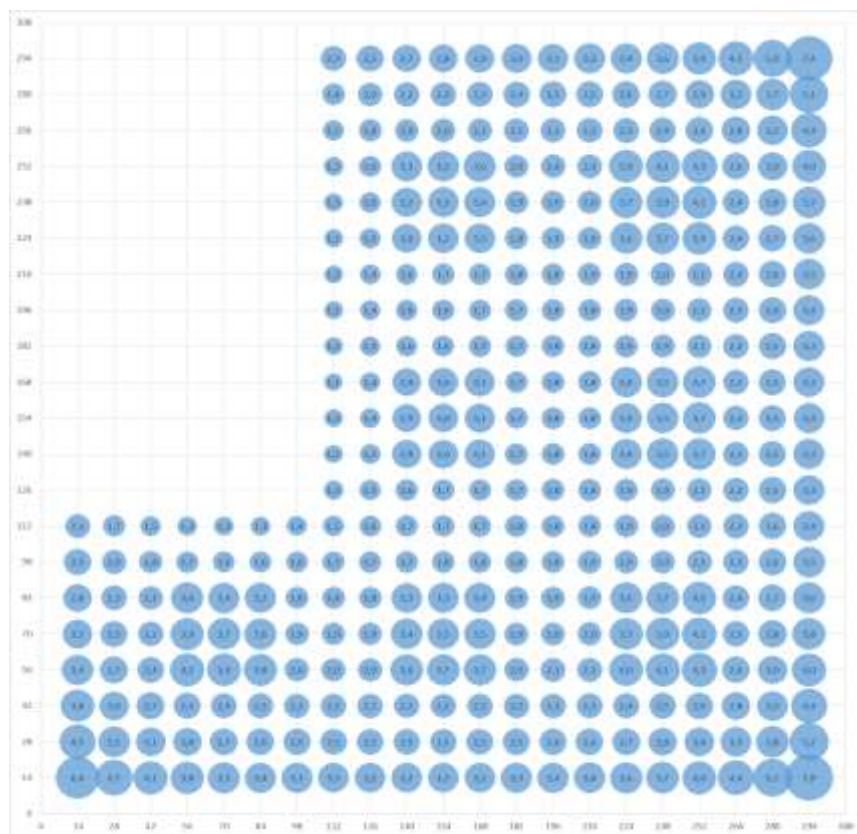
Сурет 4.11 - КК екінші қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



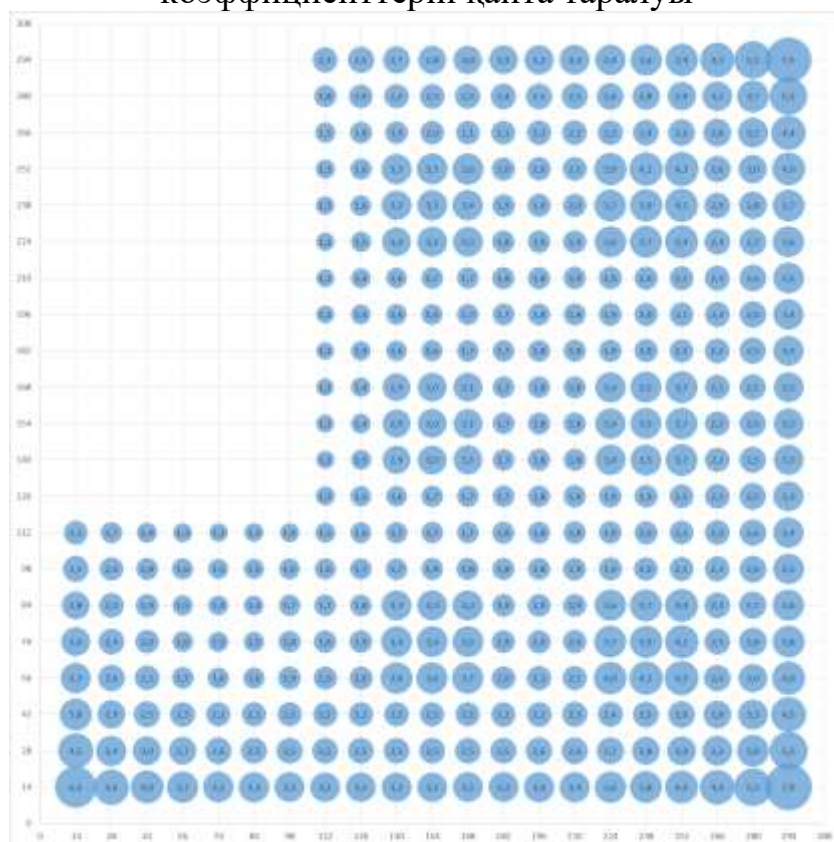
Сурет 4.12 - КК жетінші қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



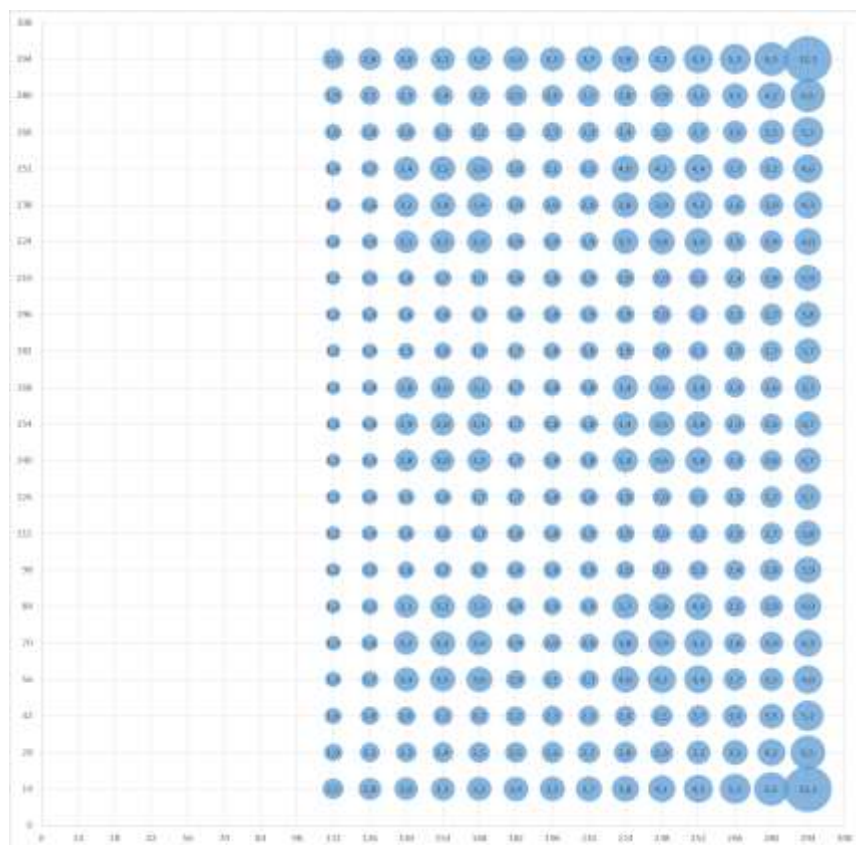
Сурет 4.13 - Екінші МК кесу кезінде беріктік қорының коэффициенттерін қайта бөлу (оны КК-ке жеткізу)



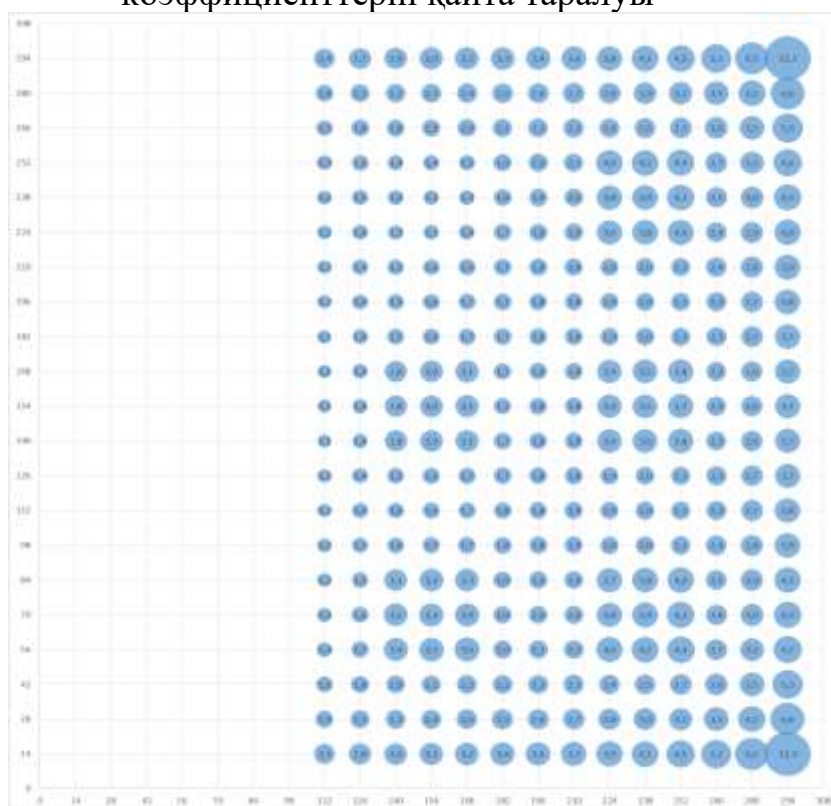
Сурет 4.14 - КК он үш қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



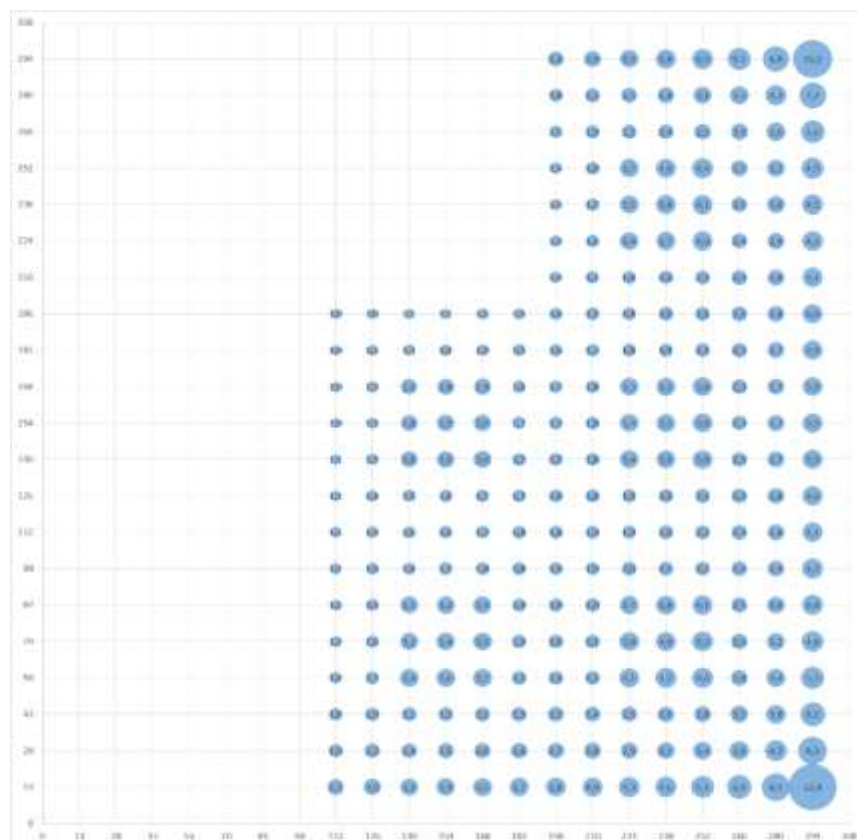
Сурет 4.15 - Үшінші МК кесу кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



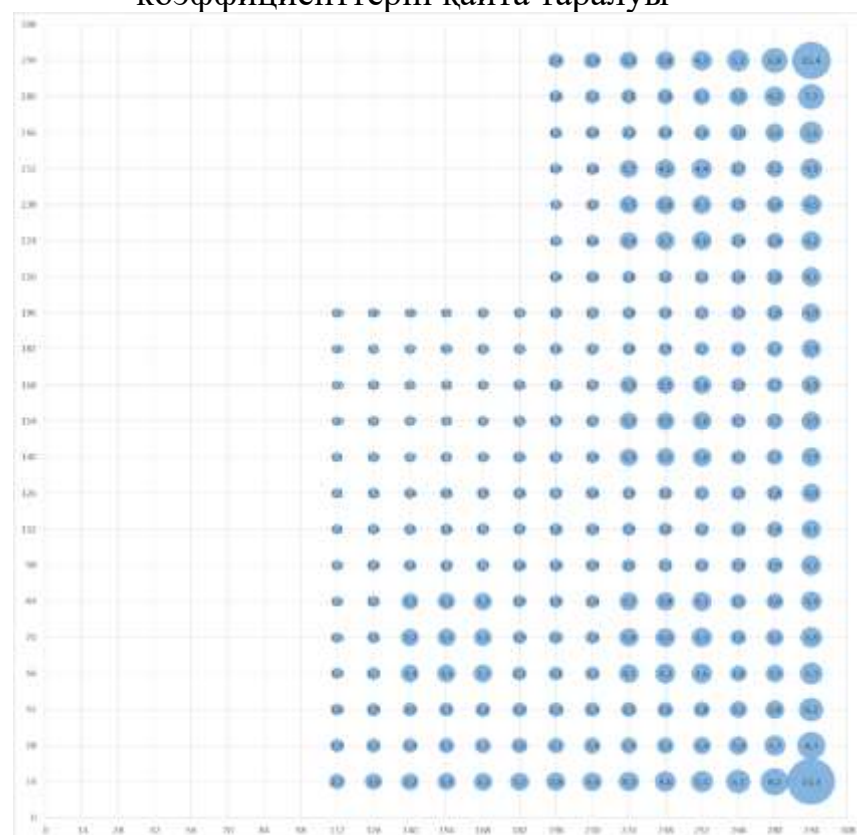
Сурет 4.16 - КК 21 қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



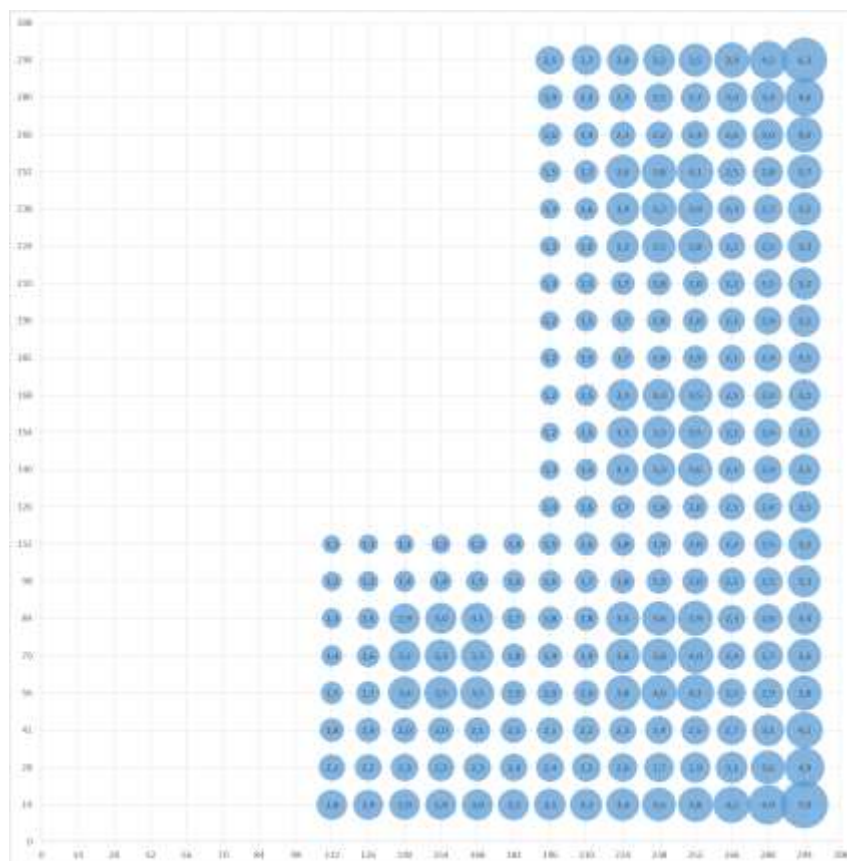
Сурет 4.17 - Төртінші МК кесу кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



Сурет 4.18 - КК 28 қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы

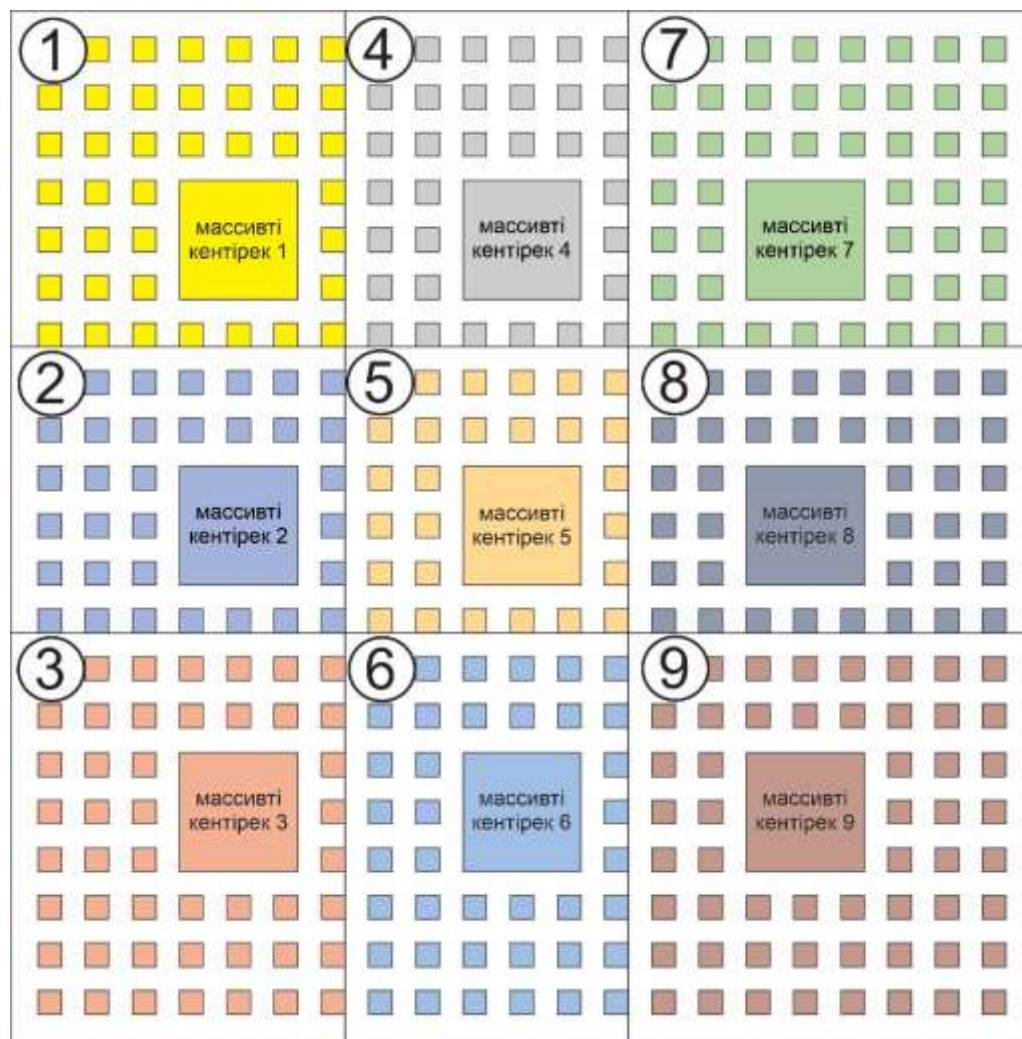


Сурет 4.19 - Бесінші МК кесу кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы



Сурет 4.20 - КК 34 қатарын өндіру кезіндегі беріктік қорының коэффициенттерін қайта таралуы

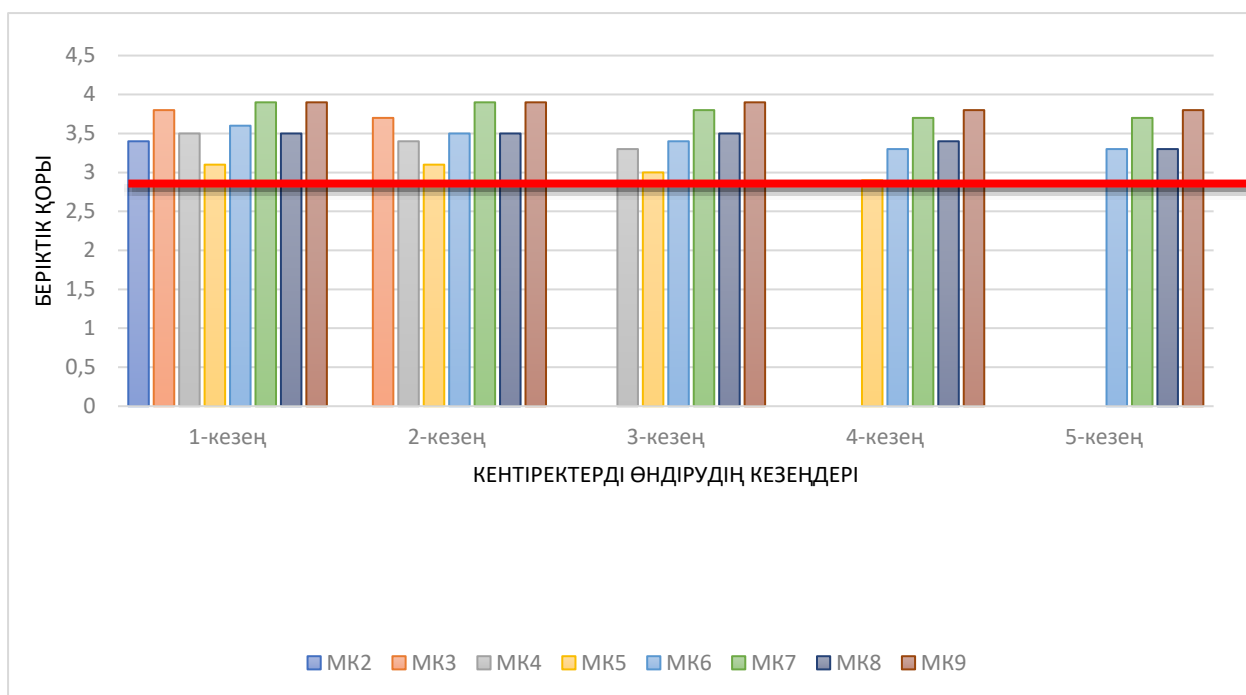
Массивті кентіректердің мықтылық қорының өзгеруін есептеген кезде, панельдің ортасындағы, яғни 5-кентректің (бесінші) мықтылық қоры барлығынан аз болуы заңды. Өйткені ол панельдің ортасында орналасқандықтан жүктеме көп түседі. Сол себептен массивті кентіректерді кезеңмен өндіру кезіндегі беріктік қорларының өзгеруін есептеу кезінде, осы 5-кентіректі индикатор ретінде көрсетуге болады. Ол дегеніміз панельдегі МК-терді алуды 9 кезеңге бөлсек (4.21-сурет), есептеу үшін алғашқы 5 кезең ғана жеткілікті.



Сурет 4.21 - Панельдегі МК өндірудің кезеңдері

МК-гі бар камералық-бағаналы қазу жүйесінің жаңа тәжірибелік-өнеркәсіптік параметрлерін қолдана отырып, ашық өндірілген кеңістіктен кентіректерді қайта өндіруді сандық модельдеудің барлық кезеңдерінде кентіректердің беріктік коэффициенті кемінде 1,0 болатындығын көрсетеді. Бұл ашық өндірілген кеңістіктен кентіректерді қайта қазып алу бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарды негіздеу және жүргізу үшін оң нәтиже болып табылады және массивтік кентіректерді қолдана отырып, камералық-бағаналы қазу жүйесінің қабылданған параметрлерінің сенімділігін растайды.

Кентіректерді қайта өндірудің тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтары кезіндегі негізгі талаптардың бірі бір ғана МК кесу және кейіннен төбені отырғызу болып табылады. Барлық немесе бірнеше МК-ті мерзімінен бұрын кесу іргелес КК-тің шамадан тыс жүктелуіне және кейіннен олардың бұзылуына әкеледі.



Сурет 4.22 - МК беріктік қорларының кезеңдерге байланысты өзгеруі

4-Бөлім бойынша қорытынды

Жазық кеншоғырларды ашық кеңістікпен қазу жүйесіне қойылатын талаптар анықталды.

Жомарт-2 кенорнында 430 м тереңдікте кенді құлата қазып алу барысында жер бетінің толық шөгуін қамтамасыз ететін қажетті кеңістіктің ені 394 метрді құрады. Бұл дегеніміз $H < 1,09L_э$ немесе $L_э > H/1,09$ -ға тең екенін білдіреді.

Диссертациялық жұмыста тікбұрышты пішінді массивтік (қатты) кентіректер тосқауыл кентіректердің орнына ұсынылады.

Массивтік кентіректерді (бұдан әрі - МК) қолданып камералы-бағанды қазу жүйесінің ерекшелігі - КК-тер МК-тердің ықпалында болады, яғни МК-тердің қатаңдығы жоғары болғандықтан, камерааралық кентіректерде жеңілдеу (разгрузка) күйінде болады.

"Жомарт" кен орнына камералық-бағаналы қазу жүйесінің бұрын қабылданған технологиясы сияқты жаңа жаңа қазу жүйесі де өндірудің екі кезеңін қамтиды:

- камералық қорларды панельді-бағаналы қазу жүйесімен қатаң кентіректермен қорғау арқылы өндіру;

- кентіректерді қайта өндіре отырып, бос кеңістіктерді өтеу.

Кеңістіктің биіктігі 6 м және 12 м болғандағы қазу жүйесінің оңтайлы параметрлері анықталды:

өндірілген кеңістіктің биіктігі 6 м-ге дейін болғанда:

- МК ені 28 м;

- МК арасындағы эквивалентті аралық 56 м;

өндірілген кеңістіктің биіктігі 12 м-ге дейін болғанда:

- МК ені 35 м;

- МК арасындағы эквивалентті аралық 49 м, яғни үш қатар КК және 4 камера.

Сонымен бірге, кентіректерді өндіру кезінде геомеханикалық жағдайды сандық модельдеу жасалып және жұмыс тәртібі анықталды.

МК бар камералық-бағаналы қазу жүйесінің жаңа тәжірибелік-өнеркәсіптік параметрлерін қолдана отырып, ашық өндірілген кеңістіктен кентіректерді қайта өндіруді сандық модельдеудің барлық кезеңдерінде кентіректердің беріктік коэффициенті кемінде 1,0 болатындығын көрсетеді. Бұл ашық өндірілген кеңістіктен кентіректерді қайта қазып алу бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарды негіздеу және жүргізу үшін оң нәтиже болып табылады және массивтік кентіректерді қолдана отырып, камералық-бағаналы қазу жүйесінің қабылданған параметрлерінің сенімділігін растайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертация аяқталған ғылыми-біліктілік жұмысы болып табылады, жұмыста жүргізілген зерттеулер негізінде жазық кеншоғырларды ашық тазарту кеңістігі жүйесі арқылы қазып өндіру кезінде таукен жұмыстарының тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру мақсатында геотехникалық зерттеулер кешені және жапсарлас таужыныстар массивінің геомеханикалық күйін бағалау негізінде кенді өндірудің бірінші және екінші кезеңдерінде қазу жүйесінің құрастырушы элементтерінің орнықтылығын қамтамасыз ететін, кен денелерін қазудың ұтымды технологиялық схемасы әзірленді.

Зерттеудің негізгі нәтижелері келесідей:

1. Ашық тазарту кеңістігі жүйесі арқылы жазық кеншоғырларды қазып өндіруді геомеханикалық қамтамасыз ету үшін, кенді қазуып алудың екі кезеңін (камералық қорды өндіру және кентіректерді өндіру) жобалау барысында жеке-жеке қарастырмай, бір жүйе ретінде бірден қарастыру қажеттілігі анықталды.

2. Тау-кен сілеміндегі механикалық процестердің дамуын сапалы, әрі сандық болжауға модельдеудің сандық әдісін қолдануға болады. Сонымен бірге Ө. Сәбденбекұлының БАБО әдісі жазықтықтағы (екі өлшемде) мәселелерді шешуге ыңғайлы және осы уақытқа дейін өзінің тиімділігін көрсетті.

3. Тосқауыл кентіректер мен іргелес (көршілес) панельдердегі камерааралық кентіректерге жүктеменің шамасын азайту үшін, толық шөгу шарты орындалуы керек.

4. Камералық-бағандық қазу жүйесінде тау-кен жұмыстарының қауіпсіздік деңгейін, кенді жер қойнауынан алуды және өндіру өнімділігін айқындайтын екі негізгі конструктивтік элемент бар. Бұл тазалау камераларының төбесі және оны ұстап тұратын камерааралық кентіректер.

5. Камералар аралығының төбенің тұрақтылығына әсерін бағалау үшін камералардың ені 9,0 (қазіргі жобада қабылданған), 8,0 м және 7,0 м болатын сандық модельдеу жүргізіліп, төбе қабаттың беріктік қорының камераның еніне тәуелділігі анықталды. Орнықтылық критерийін камералардың ені 7 м шамасы қанағаттандырады.

6. Сырғу беттерді геологиялық қимаға салу арқылы 4-1 кеншоғырының 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдерінің кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтары анықталып, сейсmobарлау нәтижесімен салыстырылды. БАБО әдісімен анықталған шатыр мен сейсmobарлаудың нәтижелерінде сәйкестік бар екені белгілі болды.

7. Таужыныс массивіндегі деформация аймағын есептеудің әдістемесін Жомарт кенорны жағдайына бейімдеу мақсатында жетілдірілді. Сырғу беттің тереңдікке байланысты β_i еңіс бұрышыныңда кернеулерге байланыстылығын ескеріп, β_i - дің $\rho_{\text{КС}}$ шамасына тәуелділігі анықталды. Сондай-ақ, тау жыныстардың құлау бұрышының δ шамасының β_i және $\rho_{\text{КС}}$ параметрлеріне

тәуелділігі анықталды. $\rho_{\text{КС}}=33^{\circ}\div 36^{\circ}$ болған кезде δ мәні $65,86^{\circ}\div 62,84^{\circ}$ аралығында өзгереді.

8. Түзетілген әдістеме бойынша Жомарт-2 кенорны жағдайында 430 м тереңдікте кенді құлата қазып алу барысында жер бетінің толық шөгуін қамтамасыз ететін қажетті кеңістіктің ені 394 метр болғандағы жер бетінің толық отыру (шөгу) шартының орындалуы бағаланды. $H < 1,09L_{\text{э}}$ немесе $L_{\text{э}} > H/1,09$ -ға тең болды.

9. Кен орнын өндірудің бірінші және екінші кезеңдерінде тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен оңтайлылығын қамтамасыз ететін тау-кен қысымын басқаруға мүмкіндік беретін ашық тазарту кеңістігі бар қазу жүйесінің жетілдірілген нұсқасы жасалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Baryakh A.A., Lobanov S.Yu., Lomakin I.S. Analysis of time-to-time variation of load on interchamber pillars in mines of the Upper Kama Potash Salt Deposit // «Journal of Mining Science»: Scientific Journal, USA: Publishing House of the Pleiades Publishing. – 2015. - Vol.51. – P. 696–706.

2 Altukhov V., Lavrikov S., Revuzhenko A. "Stress concentration analysis in rock pillars in the framework of non-local elastic model with structural parameter", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. - Vol. 773. - 012007 p.

3 Мустафин М.Г., Жараспаев М.А. Оценка напряженного состояния барьерного целика для выбора технологических параметров повторной разработки рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. (специальный выпуск 16). – 2019. – №6. – С. 16–22. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-6-16-16-22.

4 Юн Р.Б. и др. Совершенствование управления горным давлением при дальнейшей разработке Жезказганского месторождения камерно-столбовой системой - Горный журнал, 1997. - № 7. - С. 22-25.

5 Grzebyk W., Stolecki L. Deformation Characteristics of a Technological Pillar in the Chamber-Pillar Mining System // Archives of Mining Sciences. – 2014. - Vol. 59, № 2. - P. 323–335.

6 Martin C.D., Maybee W.G. The strength of hard-rock pillars. - International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. – 2000. - № 37 - P. 1239-1246.

7 Именитов В.Р. Системы подземной разработки рудных месторождений: [Учеб. пособие для специальностей 0202, 0209, 0210, 0506, 0634] / М-во высш. и сред. спец. образования СССР. Моск. горный ин-т. - Москва: [б. и.], 1971. - 328 с.

8 Куанышбайулы С. и др., Вскрытие, подготовка и отработка запасов I очереди месторождения Жаман-Айбат Проектная документация; Головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс», 2008. - 137 с.

9 Макаров А.Б. и др., Рекомендации для проектирования выработок в поле рудника Жомарт-2: отчет о НИР - Геотехнический отдел ТОО «Корпорации Казахмыс», 2018. - № 04-3.1.4-9-287. – 24 с.

10 Асанов В.А., Токсаров В.Н., Самоделкина Н.А. и др. Оценка напряженно-деформированного состояния нетронутого массива на месторождении Жаман-Айбат // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2014. - № 12 – С. 56-66. DOI: 10.15593/2224-9923/2014.12.7

11 Zhienbayev A., Balpanova M., Asanova Zh., Zharaspaev M., Nurkasyn R., Zhakupov B. Analysis of the roof span stability in terms of room-and-pillar system of ore deposit mining // Mining of Mineral Deposits, 2023. – Vol.17, Issue 1. – P. 129-137. https://doi.org/10.33271/mining_17.01.129

12 Куанышбайулы С. и др., План горных работ отработки запасов месторождения Жаман-Айбат / Проектная документация П-21А-01/46 – ПЗ.; Головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс», 2022. – 181 с.

13 Битимбаев М.Ж., Бекбаев С.М., Гердт В.К. и др. Выемка целиков на отработанных рудных месторождениях // Москва «Недра», 1993. - 239 с.

14 Жараспаев М.А. Опыт применения панельно-столбовой системы разработки на месторождении Жаман-Айбат // Интерактивная наука, Чебоксары, 2017. – С. 122 – 126.

15 Мустафин М.Г. Моделирование разрушения массива горных пород в процессе подвигания очистного забоя с разной скоростью // Записки Горного института. 2007. - Т. 171. – С. 130-133.

16 Мустафин М.Г., Жараспаев М.А. Оценка напряженного состояния барьерного целика для выбора технологических параметров повторной разработки рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. (специальный выпуск 16). – 2019. – № 6. – С. 16-22. DOI:10.25018/0236-1493-2019-6-16-16-22.

17 Макаров А.Б. Рекомендации к повторной отработке МКЦ и БЦ панелей 15, 16, 17, 18 залежи 4-І рудника «Жомарт»: отчет о НИР / ГТО ТОО «Корпорация Казахмыс». 2015. – 6 с.

18 Мустафин М.Г., Жараспаев М.А. Оценка напряженного состояния барьерного целика для выбора технологических параметров повторной разработки рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. (специальный выпуск 16). – 2019. – № 6 – С. 16-22. DOI:10.25018/0236-1493-2019-6-16-16-22.

19 Виттке В. Механика скальных пород – М.: Недра, 1990. – 439 с.

20 Абеуов Е.А., Байтажиков А.Е, Зейнулин А.А., Жараспаев М.А. Обоснование допустимых пролетов кровли при камерно-столбовой системе разработки на месторождении Жаман-Айбат (Республика Казахстан) // Горный журнал Казахстана. 2019. - № 5. - С. 37-41.

21 Балпанова М., Жараспаев М., Жиенбаев А., Тажибаев Д.К. Жаман-Айбат кенорнында қазу жүйесінің параметрлерін геомеханикалық негіздеу // Университет еңбектері. 2022. - №4. – Б. 149-156.

22 Аманжолов Э.А., Еркешов А. Исследование смещений пород непосредственной кровли в горных выработках рудника Жомарт. Отчет геотехнического отдела ТОО «Корпорация Казахмыс». Алматы, 2012. – 70 с.

23 Макаров А.Б. и др., Рекомендации по системам разработки и их параметрам для отработки залежей в поле рудника Жомарт 2 - Геотехнический отдел ТОО «Корпорации Казахмыс», 2018. – 36 с.

24 Исследование физико-механических свойств горных пород на вновь осваиваемых месторождениях: отчет о НИР/- ИГД им. Д.А.Кунаева, Алматы, 2005. – 56 с.

25 Макаров А.Б. и др., Анализ по опытно-промышленной выемке целиков из открытого выработанного пространства панелей 7, 8, 9, 10 залежи 4-І рудника Жомарт: отчет о НИР - Геотехнический отдел ТОО «Корпорация Казахмыс», 2014. – 10 с.

26 Временные правила охраны сооружений на месторождениях с неизученным процессом сдвижения / Министерства угольной промышленности СССР, ВНИМИ, 1986. – 45 с.

27 Жиенбаев А., Жараспаев М., Абеуов Е., Балпанова М. Обоснование изменения параметров камерно-столбовой системы разработки на основе анализа результатов геомеханического мониторинга // Горный журнал Казахстана, Алматы: Изд-во ТОО «Научно-производственное предприятие «Интеррин», 2023. - №2. – С. 37-42.

28 Fitsak V., Lomakina E.S., Strakhova A.A., Chernobai V.I. Determination of room-and-pillar system parameters for transition to greater depths // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. - 12. – P. 12322-12331.

29 Sidorov D.V. Development of geomechanical provision room-and-pillar system of rock-burst ore deposits at great depth // Journal of Mining Institute. 2013. – Vol.204. - P. 276-283.

30 Fitsak V.V. Boundaries of efficiency for methods of room-and-pillar system implementation // Journal of Mining Institute. 2002. – Vol.150, №2. - P. 54-56.

31 Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for Underground Mining – George Allen & Unwil, 1985. –527 p.

32. Hoek Evert & Brown E.T. The Hoek-Brown failure criterion and GSI – 2018 edition. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 2018. - P. 1-19. DOI 11. 10.1016/j.jrmge.2018.08.001.

33 Esterhuizen Gabriel S. Extending empirical evidence through numerical modelling in rock engineering design // Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. 2014. - №114 - P. 755-764.

34 Abildaeva G.B., Gabdulina ZH.H., Starostina O.V. Ocenka ustojchivosti mezhdukamernyh celikov shahty № 65 ZHezkazganskogo mestorozhdeniya // Trudy universiteta. 2013. - № 1 (50). - P. 47-50.

35 Bakirov ZH.B., Takishov A.A., Bakirov M.ZH., Mihajlov V.F. Opredelenie shiriny celikov pri kamernoj otrabotke rudnogo mestorozhdeniya // Trudy universiteta. 2021. - № 4. - P. 119-125.

36 Жараспаев М.А. Опыт применения панельно-столбовой системы разработки на месторождении Жаман-Айбат // Интерактивная наука, Чебоксары, 2017. – №11 - С. 122 – 126.

37 Saeidi A., Deck O., Verdel T. Comparison of Building Damage Assessment Methods for Risk Analysis in Mining Subsidence Regions. *Geotech Geol Eng* 31, 2013. – P. 1073–1088. <https://doi.org/10.1007/s10706-013-9633-7>

38 Cooper A.H. The classification, recording, databasing and use of information about building damage caused by subsidence and landslides. // *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. – 2008. - № 41(3) – 409 p. <http://dx.doi.org/10.1144/1470-9236/07-223>

39 Сәбденбекұлы Ө.С. Таужыныстардың сілеміндегі құрылыстар түзетін механика. Қарағанды: №1 Инновциялық орталық, 2006. – 235 с.

40 Rahini R., Nygaard R. «What Difference Does Selection of Failure Criteria Make in Wellbore Stability Analysis», 48th US Rock Mechanics / Geomechanics Symposium, Minneapolis, MN, USA, 2014. - Vol. 3. - P. 2114 – 2127. American Rock Mechanics Association (ARMA), Jun 2014. scholarsmine.mst.edu/geosci_geo_peteng_facwork

41 Balpanova M.Zh., Yessenbayeva G.A., Takhanov D.K. The calculation of the side pressure coefficient in conditions of the limited stress situation. Қарағанда: Е.А. Букетова атындағы ҚарМУ хабаршысы, 2017. - №2. - 14-19 б. <http://dx.doi.org/10.31489/2017m2/14-19>

42 Сәбденбекұлы Ө.С. Таужыныстардың сілеміндегі құрылыстар түзетін механика. Қарағанды: Инновциялық орталық, 2006. - №1 – 235 с.

43 Сабденбекулы Ө.С. Геомеханика. «№1 Инновциялық орталық», – Қарағанды, ТОО «Санат-Полиграфия», 2009. - 450 с.

44 Протоdjяконов М.М. Обобщенное уравнение огибающих к предельным кругам напряжений Мора// Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін тау қысымымен қопару міндеттеріне қатысты зерттеу. - М.: КСРО ҒА баспасы, 1962. – Б. 27-38.

45 Kozhagulov K.Ch., Takhanov D.K., Imashev A., Kozhas A.K., Balpanova M.Zh. Methods of Forward Calculation of Ground Subsidence above Mines // «*Journal of Mining Science*»: Scientific Journal, USA: Publishing House of the Pleiades Publishing, 2020. - Vol.56. - P. 184-195.

46 Кожажулов К.Ч., Таханов Д.К., Имашев А.Ж., Кожас А.К., Балпанова М.Ж. Разработка прогнозных методов расчета оседаний земной поверхности над горными работами // «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых»: ғылыми журнал, Ресей, Новосибирск: Изд-во РҒА СБ, 2020. - №2. - Б. 31-42.

47 Балпанова М.Ж., Мұратұлы Б. Кенді жерастында өндіргенде опырылу аймағын анықтаудың әдісі // Международная научно-практическая конференция «Prospects and key tendencies of science in contemporary world». Madrid, Spain - 2023. – С. 17-21. 10.32743/SpainConf.2023.4.30.355974

48 Балпанова М.Ж., Хусан Б. Таукен қазбаларының айналасындағы беріктігі төмен таужыныстардың орнықтылығын анықтау // Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, образования и производства – основы реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №11). КарГТУ, Караганда, 2019. – С. 91-93.

49 Мұратұлы Б., Таханов Д.Қ., Махмудов Д.Р., Матаев А.Қ. «Изучение структуры массива и уточнение физико-механических свойств горных пород в условиях рудника Ушкатын-III» // Горный журнал Казахстана 2023. – №1. – 34 с.

50 Takhanov D., Muratuly B., Rashid Z., Kydrashov A. «Geomechanics substantiation of pillars development parameters in case of combined mining the contiguous steep ore bodies» // Mining of Mineral Deposits. – 2021. - Vol.15, Issue 1. – P. 50-58. <https://doi.org/10.33271/mining15.01.050>

51 Имашев А.Ж., Таханов Д.К., Мұратұлы Б., Балпанова М.Ж. Жәйрем кенорны жағдайында кентіректердің параметрлерін анықтау // Горный журнал Казахстана, Алматы: Изд-во ТОО «НПП «Интеррин», 2019. – С. 37-40.

52 Истекова С.А. и др., Определение границ зон обрушений налегающей толщи над погашенными панелями рудника Жомарт: отчет о НИР - ТОО «Казгипроцветмет», г. Алматы, 2021. – 72 с.

53 Токсаров В.Н. и др. Оценка напряженного состояния целиков на руднике Жомарт. – В кн.: Научно-техническое обеспечение производства. Алматы, ИГД им. Кунаева Д.А., 2015. - С. 114-118.

54 Жер қойнауын ұтымды және кешенді пайдалану жөніндегі бірыңғай қағидалары. Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2018 жылғы 15 маусымдағы - №239 бұйрығымен бекітілген, [adilet.zan.kz>kaz/docs/V1800017131](http://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800017131). (2018 жылғы 28 маусымда № 17131 болып тіркелді.)

55 Балпанова М.Ж., Таханов Д.К., Жиенбаев А., Жунусбекова Г. Жаман-Айбат кенорнында жазық кеншоғырларды қазу жүйесін геомеханикалық қамтамасыз ету // Горный журнал Казахстана, Алматы: Изд-во ТОО «Научно-производственное предприятие «Интеррин», 2023. - №2. – С. 37-42.

56. Временная инструкция по расчету целиков для пологопадающих залежей на глубинах более 400 м и наклонных залежей Жезказганского месторождения: отчет о НИР / Алматы-Жезказган, ИГД им. Д.А. Кунаева, 1998. – 158 с.

57 Технологическая инструкция по применению камерно-столбовой системы разработки: отчет о НИР / Головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс», Жезказган, 2017. – 59 с.

58 Сәбденбекұлы Ө. Таужыныстың жылжуының физикасы. Ө. Сәбденбекұлы. Жезқазған, 1999. - 192 б.

59 Жараспаев М.А., Толысбаев А.К. Определение прочности в массиве на основе применения методики обратных расчетов (рудник Жомарт, Республика Казахстан) // Инновационные технологии в науке и образовании. Сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции. В 3ч. Ч. 1 2017г. МЦНС «Наука и просвещение», г. Пенза, 2017. – С. 245 – 247.

60 Рекомендации по технологии отработки запасов блока 56-С2 на руднике Жомарт: отчет о НИР / ГМО Рудоуправление ГОК ТОО «Корпорация Казахмыс», 2020. – 24 с.

61 Мустафин М.Г. Моделирование разрушения массива горных пород в процессе подвигания очистного забоя с разной скоростью // Записки Горного института. 2007. - Т. 171. – С. 130-133.

ҚОСЫМША А

СПРАВКА О ВНЕДРЕНИИ результатов диссертационной работы докторанта Балпановой Мерей Жумагалиевны

ТОО «Научно-Производственная компания «АлГеоРитм» подтверждает участие докторанта НАО КарТУ имени Абылкаса Сагинова Балпановой М.Ж. в выполнении научно-исследовательской работы на тему «Проведение исследования на выполнение работ опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт» Филиала ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет», выполненной в рамках контракта №P1100108845 от 24.03.2022 г. с ТОО «Корпорация Казахмыс».

В ходе научно-исследовательских работ с ее участием получены следующие результаты:

1. Выполнены аналитические исследования геомеханического состояния горного массива, МКЦ и МЦ при опытно-промышленной отработке на месторождений «Жаман-Айбат».

2. Проведено исследование по определению действующих нагрузок на несущие конструктивные элементы в поле месторождения «Жаман-Айбат».

3. Для сравнения эффективности и безопасности новых опытно-промышленных параметров системы разработки с применением массивных целиков был сделан анализ устойчивого состояния обнажения кровли общей площадью более 2 млн. м² в 104 панелях. Где показаны процентное соотношение вывалов пород с кровли с общей площадью обнажения в зависимости от принятых параметров камерно-столбовой системы разработки.

На основании анализа установлено что, ширина камеры 7 м в панелях 21 залежи 5-III, 22 залежи 4-III, 23 залежи 5-IV на данный момент применяется в опытном порядке и показал свою эффективность, так как суммарная площадь вывалов пород с кровли уменьшилась с 13% до 1%, т.е. более чем в десять раз.

Генеральный директор



А.Т. Салкынов



Жұмыстарды орындауға арналған
шарт № P1100108845

Договор № P1100108845
на выполнение работ

Жасалған к. 2022ж. « »

г. Жезқазған

«МАР» 2022 2022г.

Бұдан әрі «Тапсырыс беруші» деп аталатын «Казакмыс корпорациясы» ЖШС атынан 18.02.2022 жылғы №01-8.1/88 сенімхат негізінде әрекет ететін Қаракбай Е.Қ., бір тараптан, және

бұдан әрі «Орындаушы» деп аталатын, "АлГеоРитм" ГОК» ЖШС атынан, Жарғы негізінде әрекет ететін бас директоры Салкынов А.Т екінші тараптан, бұдан әрі бірігіп «Тараптар» деп аталып, төмендегілер туралы осы Шартты (бұдан әрі - Шарт) жасасты

ТОО «Корпорация Казакмыс», именуемое в дальнейшем «Заказчик», в лице Каракбай Е.Қ., действующего на основании доверенности №01-8.1/88 от 18.02.2022 г., с одной стороны, и

ТОО «Научно-Производственная компания «АлГеоРитм», именуемое в дальнейшем «Исполнитель», в лице генерального директора Салкынова А.Т., действующего на основании Устава, с другой стороны, далее по тексту совместно именуемые «Стороны», заключили настоящий Договор (далее - Договор) о нижеследующем:

1. ШАРТ МӘНІ

1.1. Орындаушы Тапсырыс берушінің тапсырмасы бойынша осы Шартқа № 2 қосымша түрінде ресімделген техникалық ерекшелікке сәйкес "Казакмыс корпорациясы" ЖШС филиалы - "Жезқазғантүстімет"ӨБ "Жомарт"кенішінің массалық кентіректерді қалдыру арқылы, камера-батаналық қазу жүйесімен 21 панель 5-III, 5-I, 22 панель 4-III шоғыры, 23 панель 4-I, 3-VI шоғырларды тәжірибелік-оперкәсіптік қазымда жұмыстарына зерттеу жүргізу жөніндегі жұмыстарды (бұдан әрі - жұмыстар) орындауға міндеттенеді.

1.2. Орындаушы осы шарт бойынша жұмыстарды орындау үшін Қазақстан Республикасының қолданыстағы заңнамасымен көзделген, барлық қажетті рұқсат құжаттамасын иеленгеніне кепілдік береді, кері жағдайда Тапсырыс берушіге осымен келтірілген барлық шығындарды өтеуге міндеттенеді.

1.3. Қабылданған және төленген жұмыс нәтижесі Тапсырыс берушінің меншігі болып табылады және соңғысы орындаушы тарапынан ешқандай шектеусіз қолданылады.

1.4. Орындалған жұмыстарды қабылдау актісі бойынша Тапсырыс беруші қабылдаған орындалған жұмыс жөніндегі есеп жұмыстарды орындау нәтижесі болып табылады.

2. ТАРАПТАРДЫҢ ҚҰҚЫҚТАРЫ МЕН МІНДЕТТЕРІ

2.1. Орындаушы міндетті:

2.1.1. Осы Жұмыс түрін регламенттейтін ҚР аумағында қолданыстағы қолданыстағы нормалар мен ережелерге қатаң сәйкестікте, Жұмыстарды сапалы, өз күшімен және өз материалдарынан жасалған құралдармен және өз құрал-саймандарымен орындауға міндетті. Орындалатын жұмыстарға қойылатын техникалық және басқа талаптар ҚР қолданыстағы заңнамасымен көзделген.

2.1.2. Жұмыстарды Осы Шарттың 4.1. тармағымен белгіленген мерзімде орындауға;

2.1.3. Осы Шартты орындауға бөгет болатын қандай да болмасын жағдай туындаған жағдайда, Орындаушы бұл туралы Тапсырыс берушіге осындай жағдайлар басталған мезеттен бастап 3 күн ішінде міндеттемелерді орындауды кешіктіру себептерін растайтын құжаттарды жаса беру арқылы жазбаша түрде хабарлауға міндеттенеді;

2.1.4. Жұмыстардың аяқталуы туралы Тапсырыс берушіге жазбаша хабарлауға;

2.1.5. Орындалған жұмыстарды қабылдау актісімен Тапсырыс берушіге Жұмыстарды тапсыруға;

2.1.6. Егер Жұмыстарды орындау процесінде жұмыстар сапасын нашарлатқан, осы Шарт талаптарынан ауытқуға жол берілсе, Тапсырыс беруші талаптары бойынша өз күшімен және өз есебінен барлық анықталған кемшіліктерді Тараптармен екі жақты актіде келісілген мерзімде жою, бірақ Тапсырыс берушінің тиісті талаптарын алған мезеттен 10 күннен

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

1.1. Исполнитель обязуется по заданию Заказчика выполнить работы по проведению исследования на выполнение работ опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт» Филиала ТОО «Корпорация Казакмыс» - ПО «Жезказгантүстімет» (далее - Работы), согласно Технической спецификации оформленной в виде Приложения № 2 к настоящему Договору.

1.2. Исполнитель гарантирует, что обладает всей необходимой разрешительной документацией, предусмотренной действующим законодательством Республики Казахстан для выполнения работ по настоящему договору, в противном случае обязуется возместить Заказчику все причиненные этим убытки.

1.3. Принятый и оплаченный результат Работ является собственностью Заказчика и используется последним без каких-либо ограничений со стороны Исполнителя.

1.4. Результатом выполнения работ является отчет по выполненной работе, принятый Заказчиком по Акту приемки выполненных работ.

2. ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ СТОРОН

2.1. Исполнитель обязан:

2.1.1. Выполнить работы качественно, своими силами и средствами из своих материалов и своими инструментами, в строгом соответствии с действующими на территории РК нормами и правилами, регламентирующими данный вид Работ. Технические и иные требования к выполняемым работам предусмотрены действующим законодательством РК.

2.1.2. Выполнить работы в срок, установленный пунктом 4.1. настоящего Договора;

2.1.3. В случае наступления каких-либо обстоятельств, препятствующих исполнению настоящего договора, Исполнитель обязуется письменно уведомить об этом Заказчика в течение 3-х дней с момента наступления таких обстоятельств, с приложением документов, подтверждающих причину задержки исполнения обязательств;

2.1.4. Письменно известить Заказчика об окончании выполнения работ;

2.1.5. Передать результат работ Заказчику по Акту приемки выполненных работ;

2.1.6. Собственными силами и за свой счет исправить по требованию Заказчика все выявленные недостатки в срок, согласованные Сторонами в двустороннем акте, но не позднее 10-ти дней с момента получения соответствующего требования Заказчика, если в процессе оказания допущил отступление от условий настоящего договора, ухудшившее качество Работ;

Договор № P1100108845

Опытно-промышленная отработка запасов рудника «Жомарт»
КСС / ТОО НПК «АлГеоРитм»

11.6. Осы Шарт бірдей заңды күші бар 3 данада: 2 данасы Тапсырыс беруші үшін, 1 данасы Орындаушы үшін жасалды.

11.7. Шарт тараптарының әрқайсысы оның Қазақстан Республикасының заңды тұлғасы ретінде тиісті түрде тіркелгенін және осы Шартты жасасуға және орындауға тиісті өкілеттіліктерге ие екенін мәлімдейді және оған кепілдік береді.

т.д., такие документы в случае их противоречия с условиями Договора не имеют юридической силы.

11.4. Все приложения к настоящему Договору, подписанные уполномоченными представителями Сторон, являются его неотъемлемыми частями.

11.5. Стороны обязаны незамедлительно, в течение последующих 5-ти дней информировать друг друга о произошедших изменениях в юридическом статусе.

11.6. Настоящий договор составлен в 3-х экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу: 2 экземпляра для Заказчика, 1 экземпляр для Исполнителя.

11.7. Каждая из Сторон Договора заявляет и гарантирует, что она должным образом зарегистрирована в качестве юридического лица.

Республика Казахстан и обладает надлежащими полномочиями заключать и исполнять настоящий Договор.

12. ТАРАПТАРДЫҢ ЗАҢДЫ МЕКЕНЖАЙЛАРЫ, РЕКВИЗИТТЕРІ ЖӘНЕ ҚОЛДАРЫ

Тапсырыс беруші:

«Қазақмыс корпорациясы» ЖШС

Заңды мекенжайы: 100012, Қарағанды облысы, Қарағанды қ.

Қазыбек би атындағы аудан, Абай қ., 12

БСН: 0501 4000 0656

ЖСК: KZ778210139812144560 «Bank RBK» АҚ

БСК: KINCKZKA

ҚҚС бойынша тіркеу есебіне қою туралы куәлік 14.11.2012 жылғы №0007659 серия 30001

Жүк алушы:

«Қазақмыс корпорациясы» ЖШС

Филиалы - «Жезказғантүстімет» ӨБ

БСН: 060641009902

100600, Жезказған қ., Қаныш Сәтбаев алаңы, 1

Жұмыс орындау орны: Тапсырыс берушінің аумағы, Қазақстан Республикасы, Қарағанды облысы, Ұлытау ауданы, Жыланды кен орындар тобының «Қарашошақ» шахтасы

Тапсырыс беруші тарапынан жауапты тұлға:

Байтоков Б.К. – Жомарт кеніші директоры

Тел:

12. ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА, РЕКВИЗИТЫ И ПОДПИСИ СТОРОН

Заказчик:

ТОО «Корпорация Казахмыс»

Юридический адрес: 100012, Карагандинская область, г.

Караганда, район им. Казыбек Би, ул. Абая, 12

БИН: 0501 4000 0656

НИК: KZ778210139812144560 в АО «Bank RBK»

БИК: KINCKZKA

свидетельство о постановке на регистрационный учёт по НДС серия 30001 №0007659 от 14.11.2012 года

Грузополучатель:

Филиал ТОО «Корпорация Казахмыс» -

ПО «Жезказғантүстімет»

БИН 060641009902

100600, г. Жезказған, пл. пл. Қаныш Сәтбаев, здание 1

Место выполнения работ: территория Заказчика

Республика Казахстан, Карагандинская область, Улытауский район, шахта «Қарашошақ» Жыландинский рудник

Ответственное лицо со стороны Заказчика:

Байтоков Б.К. – директор рудника «Жомарт»

Тел:

ОРЫНДАУШЫ:

«АлГеоРитм» ГӨК ЖШС

Нақты мекен-жайы:

100024, ҚР.Қарағанды қ. Республика даңғылы 42 офис 3

Заңды мекен-жайы:

100024, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ. Республика даңғылы 40-92

БСН 120 240 023 486

ҚҚС бойынша куәлік: серия 30001, №0015708 2012 жыл 10 желтоқсан

алушының банкі

АО «Банк ЦентрКредит» КБЕ 17

ВІС: KСJBKZKX

IBAN: KZ178560000005075891

Байланыс деректері:

тел. +7 (7212) 34 36 57, моб. +7 702 888 33 77

email: info@algeoritm.kz, www.algeoritm.kz

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

ТОО «Научно-Производственная компания «АлГеоРитм»

Фактический адрес:

Индекс 100024, РК, г. Караганда, пр. Республики 42, офис 3.

Юридический адрес:

100024, Республика Казахстан, г. Караганда, пр. Республики 40-92.

БИН 120 240 023 486

Свидетельство по НДС: серия 30001

№ 0015708 от 10 декабря 2012 г.

Банк получателя:

АО «Банк ЦентрКредит» КБЕ 17

ВІС: KСJBKZKX

IBAN: KZ178560000005075891

Контактные данные:

тел. +7 (7212) 34 36 57, моб. +7 702 888 33 77

email: info@algeoritm.kz, www.algeoritm.kz

Заказчик / Тапсырыс беруші

Шарттар үшін

Договор

№ Р110010884

Б.К. Каракбай

Исполнитель / Орындаушы:

А.Т. Салкынов

М.П. / М.П.

«АлГеоРитм»

ГӨК

Опытно-промышленная отработка запасов рудника «Жомарт»
КСС / ТОО НПК «АлГеоРитм»

25 MAR 2022

Проведение исследования на выполнение работ опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт»

Раздел 1. Предисловие

Проведение исследовательских работ на тему: «Опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт» проводится в соответствии с требованиями Департамента комитета индустриального развития и промышленной безопасности министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан по Карагандинской области, специализированной, аттестованной организацией.

В связи с изменением существующей системы разработки с БЦ+МКЦ на МЦ+МКЦ рудника «Жомарт» необходимо получить отчет и с обязательным получением экспертного заключения на данный отчет, по вышеуказанной теме на возможность применения системы разработки при отработке запасов на руднике «Жомарт».

Раздел 2. Наименование филиала и предприятия заказчика

Филиал ТОО «Корпорация Казахмыс» ПО «Жезказганцветмет» рудник «Жомарт», контракт недропользования № 663 от 21.04.2001г.

Раздел 3. Местоположение

Республика Казахстан, Карагандинская область, рудник Жомарт, территория Исполнителя и Заказчика.

Раздел 4. Термины, их определения, сокращения

ПО «Жезказганцветмет» - производственное объединение «Жезказганцветмет».

Раздел 5. Объем выполняемых работ. Срок выполнения работ.

Проведение работ на тему: «Опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт» с возможностью применения системы разработки МЦ+МКЦ при отработке запасов с выдачей отчета, со следующими под темами:

- оценка обеспечения безопасности работ с учетом принятой проектом схемы вентиляции;
- уточнение проектных технико-экономических показателей (производительность, потери и разубоживание руды);
- определение действующих нагрузок на несущие конструктивные элементы в поле месторождения Жаман-Айбат;
- исследование преимуществ новых схем опытно-промышленной отработки запасов;
- выполнить аналитические исследования геомеханического состояния горного массива, МКЦ и МЦ при опытно-промышленной отработке на месторождения «Жаман-Айбат»;
- определение оптимальных параметров панелей (выемочных единиц) при опытно-промышленной отработке месторождения «Жаман-Айбат»;
- определение оптимальных параметров МКЦ и БЦ в поле месторождения «Жаман-Айбат»;
- разработка параметров технологии ведения новой системы разработки МЦ+МКЦ;
- численное моделирование геомеханической ситуации, для определения порядка отработки и рекомендуемые меры безопасности;

- обоснование применения новой системы разработки МЦ+МКЦ при отработке;

- определение параметров пролетов камер, разрезов в панелях месторождения Жаман-Айбат;

Выдача конечного материала (отчета): «Проведение исследования на выполнение работ опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт».

Получить от специализированной научной организации **экспертное заключение на выполняемый отчет** на соответствии требованиям промышленной безопасности.

Весь объем оказанных услуг должен соответствовать технической спецификации.

Срок выполнения работ или услуг: с момента заключения договора до 31 декабря 2022 года.

Раздел 6. Обязанности исполнителя (поставщика) работ или услуг

Исполнитель принимает на себя обязательство по проведению работ на тему: «Опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт» согласно раздела № 5.

Итогом данных работ является предоставление экспертного заключения и выдача Заказчику на бумажном носителе в 4-х экземплярах и в электронном виде (pdf, doc, dwg, dxf), в т.ч. 1 экземпляр на бумажном носителе с подписями и печатями.

Квалифицированный персонал Исполнителя должен строго соблюдать все требования инструкций, правил, нормативно-технической документации действующих в ТОО «Корпорация Казахмыс», на территории РК и действующего законодательства РК.

Персонал Исполнителя обязан соблюдать пропускной режим, требования техники безопасности и распорядок, установленный на территории Заказчика.

Неукоснительно соблюдать требования «Положения о производстве работ подрядными (субподрядными) организациями на объектах ТОО «Корпорация Казахмыс» утвержденного приказом Председателя Совета директоров ТОО «Kazakhmys Holding (Казахмыс Холдинг)» № 01-КН/133-ПР от 25.08.2016г.

Раздел 7. Требования к исполнителю (поставщику), и к персоналу исполнителя (поставщика) работ или услуг (с предоставлением подтверждающих документов):

1. Наличие квалифицированного персонала для ведения работ на данном объекте (горный инженер – технолог, маркшейдер, геофизик, геомеханик).

Раздел 8. Требуемый процент доли по местному содержанию в закупаемых работах или услугах.

1. Процент доли по местному содержанию в закупаемых работах и/или услугах, выраженные в процентах составляет - 100%.

2. До предоставления акта выполненных работ «Исполнитель» обязан предоставить расчет по местному содержанию в выполненных работах.



25 МАР 2022

Договор № P1100108845

Опытно-промышленная отработка запасов рудника «Жомарт»
КСС / ТОО НПК «АлГеоРитм»

ҚОСЫМША Ә

«Бекітемін»
КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы
Қарағанды техникалық
университеті»
Басқарма мүшесі-
академиялық мәселелер
жөніндегі Проректор
_____ А. Темербаева
«_____» _____ 20__ ж.



Диссертациялық жұмыс нәтижесін оқу үдерісіне енгізу туралы АКТ

6D070700 «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған Балпанова Мерейдің диссертациялық жұмысында баяндалған «Ашық тазарту кеңістігі жүйесі арқылы жазық кеншоғырларды қазып өндіруді геомеханикалық қамтамасыз ету» «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ Тау-кен факультетінің «Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру» кафедрасында оқу үдерісіне енгізілді.

«Тау жыныстарының физикасы» пәні бойынша дәріс сабақтарын өткізудің оқу процесін ұйымдастыру шеңберінде докторлық диссертацияның зерттеулерін талдау нәтижелері енгізілді. Атап айтқанда, 6B07202 «Тау-кен ісі» білім беру бағдарламасының 3 курс бакалаврға дәріс тақырыбы берілді.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын енгізудің мақсаты – ғылыми зерттеулердің болашақ бакалаврларды оқыту үдерісімен терең байланысына қол жеткізу.

Дәріс тақырыбы № 3: «Тау жыныстар сілемінің кернеулі-деформациялық күйі»

Қысқаша аннотация. Таужыныстардың массивіндегі геомеханикалық процестердің физикасын сипаттау үшін әртүрлі беріктік критерийлері қолданылады. Критерийлердің бір бөлігі эмпирикалық, ал бір бөлігі аналитикалық жолмен алынады. Осылайша, қолданыстағы бұзылу (қирау) критерийлерін толық жіктеу қажеттілігі туындайды.

Кестеден қазіргі уақытта таужыныстардың беріктігін жедел түрде дұрыс бағалауға мүмкіндік беретін ең аз кіріс мәліметті қажет ететін әмбебап өлшем жоқ деп қорытындылауға болады.

Көптеген мұқият жүргізілген эксперименттердің нәтижелерін қорытындылай келе зерттеушілер мынадай қорытындыға келеді:

1. Сынақ кезінде таужыныстар үлгілері негізінен сырғу түрінде қирайды;
2. Сырғу беттерінің көлбеу бұрыштарының шамасы мен байланыс күшінің тәуелділігі бұйірлік кернеулердің өсуімен өзгереді;
3. Сыналатын үлгілерге жүктеменің өсуімен бірге Мордың шектік шеңберлерінің орам сызығының қисықтық радиусы да өседі;

4. Таужыныстардың барлық түрлерінің орам сызықтары қисық пішінді болып келеді.

Тау-кен жыныстары үшін қолайлы Мор беріктік теориясы кең қолданыс тапқан. Бұл теория күрделі ширыққан күйдегі дененің әр нүктесіндегі жанама және қалыпты кернеулер арасындағы байланыстарға негізделген.

Мор теориясы бойынша бұзылу, не жанама кернеу τ , шамасы үлгіге әсер етуші қалыпты кернеудің шамасының өсуімен қатар, белгілі бір шегі τ_0 мәнінен асып кетсе, не $\tau=0$ болғанда қалыпты осозу күштері шектен асып кетсе басталады.

Шекті қалыпты және жанама кернеулер арасындағы байланыс графикте парабола түрінде кескінделеді. Ол жыныстың әр түрі үшін, бір қатар беріктік параметрлерін анықтау нәтижелері бойынша созылады.

Шекті қалыпты және жанама кернеулер арасындағы байланыс графикте парабола түрінде кескінделеді. Ол жыныстың әр түрі үшін, бір қатар беріктік параметрлерін анықтау нәтижелері бойынша созылады. Профессор Ө. Сабденбекұлы Кулон Мордың өлшемдеріне сүйене отырып, кернеулердің өсуіне байланысты таужыныстардың кернеулі-деформацияланған күйін бағалау үшін өшетін тербелістер теориясының қабылдану мүмкіндігін негіздеп, О. С. ВАРОВ әдісін жасады.

М. М. Протоdjяконов тендеуімен салыстырғанда, бұл әдісте, шығу тегі күмән тудыруы мүмкін әртүрлі эмпатикалық коэффициенттер жоқ. Ұсынылған әдісте тау жыныстарының беріктік шегінің көрсеткіштерінің шамасы олардың паспорттарынан анықталады.

Таужыныстардың беріктік паспортын үш бөлікке бөліп қарастырады:

созылу кернеулерінің әсер ету аймағына жататын учаске;

кесу (таза сырғу) кернеудің әсер ету аймағына жататын учаске;

қысу кернеулердің әсер ету аймағына жататын учаске.

Аталған учаскелердің біріншісі тау жынысының созылу кернеулерінің әсеріне қарсы тұру қабілетін көрсетеді. Паспорттың осы аймағында $\sigma_{pi} \leq -\sigma_c$, мұндағы σ_{pi} – қойылатын (жүктелетін) кернеулер және σ_c - таужыныстың созылғау беріктігі.

Беріктік паспорттың екінші бөлігінде кернеулер $0 \leq \sigma_{pi} \leq \sigma_n$ шегінде өзгереді, мұнда $\sigma_n < \sigma_n^{kc}$.

Паспорттың үшінші бөлігі $\sigma_n^{kc} \leq \sigma_{pi} \leq \infty$ шегіндегі кернеулердің өзгеруіне сәйкес келеді. $\sigma_{pi} = \sigma_n^{kc}$ кезінде таужыныстар бір осьті кернеу жағдайында болып, кейін тереңдіктің артуымен олар жан-жақты қысымда болады.

Зерттеу әдістері бойынша тау-кен жыныстары физикасы қатты денелер физикасына жақын: жыныстағы құбылыстар мен олардың қасиеттері қатты денелер физикасы тұрғысынан түсіндіріліп зерттеледі, оның математикалық және тәжірибелік әдістері қолданылады.

Енгізу эффектісі: Ғылыми-зерттеу жұмыстың негізгі қағидаларын оқу үдерісіне енгізудің нәтижесінде, «Тау жыныстарының физикасы» пәні бойынша оқу жұмыс бағдарламасы жасалды. Атап айтқанда, тау жыныстар сілемінің кернеулі-деформациялық күйін сипаттаудың инновациялық әдістері дәріс сабақтарында қолданылды.

Енгізу орны мен уақыты: «Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру» кафедрасының зертханасында зерттеулер жүргізілді және 5 семестрде 6B07202 «Тау-кен ісі» білім беру бағдарламасының 3 курс бакалавр үшін «Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру» кафедрасында «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ оқу процесінде қолданылды.

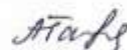
Енгізу нысаны: бойынша «Тау жыныстар сілемінің кернеулі-деформациялық күйі» тақырыбында дәріс.

Ғылым және инновация департаменті
директорының міндетін атқарушы



Б.Д. Сулеев

Жоғары оқу орнынан кейінгі білім
басқармасының басшысы



А.Т. Шахатова

Пайдалы қазбалар кенорындарын
өндіру кафедрасының меңгерушісі



А.Ж. Имашев

Ғылыми жетекші,
ПҚКӨ каф. меңгерушісі



А.Ж. Имашев

Докторант



М. Балпанова

ҚОСЫМША Б

КК беріктік қоры коэффициентін есептеудің нәтижелері

Кентіректер саны	369	
Қазу тереңдігі	420	м
Панель ауданы	90601	кв.м
Үлгідегі серпімділік модулі	55000	МПа
Таужыныстың меншікті салмағы	2,6	т/куб.м
Х осі бойынша кеншоғырдың құлау бұрышы	0	
Х осі бойынша кеншоғырдың құлау бұрышы	0	
Ішкі үйкеліс бұрышы	36	
Бүйір қысым коэффициенті	2	
Үлгідегі кеннің қысу беріктігі	34,5	МПа
Жанасу шарттарының коэффициенті	1	
БАЖ әсер ету коэффициенті	1	
Әлсіз қабаттардың әсер ету коэффициенті	1	
Бір кентірекке келеті орташа тірек ауданы	196	кв.м
Еп/Ер	0,75	
Степень d/h (1 немесе 0,5)	0,5	
Кені алынған кеңістіктің жалпы жүктелуі	0,3	%уН
Панель периметрі, м	1204	
Өндірілген кеңістіктің эквивалентті аралығы	213	м

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
1	5,2	0	5,2	0	22,7	25617,3	0,1	4,3	12	49	14	294	0,7
2	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	28	294	0,7
3	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	42	294	0,7
4	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	56	294	0,7
5	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	70	294	0,7
6	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	84	294	0,7
7	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	98	294	0,7
8	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	112	294	0,7
9	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	126	294	0,7
10	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	140	294	0,7
11	8,7	0	8,7	0	22,7	42754,2	0,2	2,6	12	49	154	294	0,7
12	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	168	294	0,7
13	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	182	294	0,7
14	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	196	294	0,7
15	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	210	294	0,7
16	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	224	294	0,7
17	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	238	294	0,7
18	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	252	294	0,7
19	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	266	294	0,7
20	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	280	294	0,7
21	5,2	0	5,2	0	22,7	25617,3	0,1	4,3	12	49	294	294	0,7
22	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	14	280	0,7
23	7,9	0	7,9	0	22,7	38716,3	0,2	2,9	12	49	28	280	0,7
24	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	42	280	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
25	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	56	280	0,7
26	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	70	280	0,7
27	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	84	280	0,7
28	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	98	280	0,7
29	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	112	280	0,7
30	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	126	280	0,7
31	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	140	280	0,7
32	10,7	0	10,7	0	22,7	52560,5	0,2	2,1	12	49	154	280	0,7
33	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	168	280	0,7
34	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	182	280	0,7
35	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	196	280	0,7
36	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	210	280	0,7
37	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	224	280	0,7
38	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	238	280	0,7
39	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	252	280	0,7
40	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	266	280	0,7
41	7,9	0	7,9	0	22,7	38716,3	0,2	2,9	12	49	280	280	0,7
42	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	294	280	0,7
43	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	14	266	0,7
44	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	28	266	0,7
45	9,7	0	9,7	0	22,7	47465,3	0,2	2,3	12	49	42	266	0,7
46	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	56	266	0,7
47	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	70	266	0,7
48	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	84	266	0,7
49	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	98	266	0,7
50	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	112	266	0,7
51	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	126	266	0,7
52	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	140	266	0,7
53	11,9	0	11,9	0	22,7	58197,0	0,3	1,9	12	49	154	266	0,7
54	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	168	266	0,7
55	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	182	266	0,7
56	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	196	266	0,7
57	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	210	266	0,7
58	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	224	266	0,7
59	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	238	266	0,7
60	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	252	266	0,7
61	9,7	0	9,7	0	22,7	47465,3	0,2	2,3	12	49	266	266	0,7
62	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	280	266	0,7
63	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	294	266	0,7
64	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	14	252	0,7
65	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	28	252	0,7
66	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	42	252	0,7
67	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	98	252	0,7
68	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	112	252	0,7
69	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	126	252	0,7
70	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	182	252	0,7
71	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	196	252	0,7
72	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	210	252	0,7
73	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	266	252	0,7
74	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	280	252	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
75	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	294	252	0,7
76	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	14	238	0,7
77	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	28	238	0,7
78	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	42	238	0,7
79	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	98	238	0,7
80	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	112	238	0,7
81	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	126	238	0,7
82	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	182	238	0,7
83	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	196	238	0,7
84	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	210	238	0,7
85	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	266	238	0,7
86	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	280	238	0,7
87	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	294	238	0,7
88	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	14	224	0,7
89	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	28	224	0,7
90	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	42	224	0,7
91	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	98	224	0,7
92	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	112	224	0,7
93	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	126	224	0,7
94	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	182	224	0,7
95	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	196	224	0,7
96	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	210	224	0,7
97	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	266	224	0,7
98	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	280	224	0,7
99	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	294	224	0,7
100	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	14	210	0,7
101	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	28	210	0,7
102	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	42	210	0,7
103	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	56	210	0,7
104	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	70	210	0,7
105	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	84	210	0,7
106	13,5	0	13,5	0	22,7	66196,0	0,3	1,7	12	49	98	210	0,7
107	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	112	210	0,7
108	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	126	210	0,7
109	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	140	210	0,7
110	14,0	0	14,0	0	22,7	68727,1	0,3	1,6	12	49	154	210	0,7
111	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	168	210	0,7
112	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	182	210	0,7
113	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	196	210	0,7
114	13,5	0	13,5	0	22,7	66196,0	0,3	1,7	12	49	210	210	0,7
115	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	224	210	0,7
116	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	238	210	0,7
117	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	252	210	0,7
118	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	266	210	0,7
119	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	280	210	0,7
120	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	294	210	0,7
121	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	14	196	0,7
122	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	28	196	0,7
123	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	42	196	0,7
124	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	56	196	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
125	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	70	196	0,7
126	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	84	196	0,7
127	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	98	196	0,7
128	14,0	0	14,0	0	22,7	68500,9	0,3	1,6	12	49	112	196	0,7
129	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	126	196	0,7
130	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	140	196	0,7
131	14,3	0	14,3	0	22,7	69913,5	0,3	1,6	12	49	154	196	0,7
132	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	168	196	0,7
133	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	182	196	0,7
134	14,0	0	14,0	0	22,7	68500,9	0,3	1,6	12	49	196	196	0,7
135	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	210	196	0,7
136	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	224	196	0,7
137	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	238	196	0,7
138	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	252	196	0,7
139	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	266	196	0,7
140	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	280	196	0,7
141	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	294	196	0,7
142	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	14	182	0,7
143	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	28	182	0,7
144	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	42	182	0,7
145	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	56	182	0,7
146	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	70	182	0,7
147	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	84	182	0,7
148	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	98	182	0,7
149	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	112	182	0,7
150	14,3	0	14,3	0	22,7	70100,9	0,3	1,6	12	49	126	182	0,7
151	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	140	182	0,7
152	14,4	0	14,4	0	22,7	70725,3	0,3	1,6	12	49	154	182	0,7
153	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	168	182	0,7
154	14,3	0	14,3	0	22,7	70100,9	0,3	1,6	12	49	182	182	0,7
155	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	196	182	0,7
156	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	210	182	0,7
157	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	224	182	0,7
158	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	238	182	0,7
159	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	252	182	0,7
160	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	266	182	0,7
161	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	280	182	0,7
162	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	294	182	0,7
163	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	14	168	0,7
164	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	28	168	0,7
165	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	42	168	0,7
166	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	98	168	0,7
167	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	112	168	0,7
168	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	126	168	0,7
169	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	182	168	0,7
170	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	196	168	0,7
171	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	210	168	0,7
172	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	266	168	0,7
173	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	280	168	0,7
174	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	294	168	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
175	8,7	0	8,7	0	22,7	42754,2	0,2	2,6	12	49	14	154	0,7
176	10,7	0	10,7	0	22,7	52560,5	0,2	2,1	12	49	28	154	0,7
177	11,9	0	11,9	0	22,7	58197,0	0,3	1,9	12	49	42	154	0,7
178	14,0	0	14,0	0	22,7	68727,1	0,3	1,6	12	49	98	154	0,7
179	14,3	0	14,3	0	22,7	69913,5	0,3	1,6	12	49	112	154	0,7
180	14,4	0	14,4	0	22,7	70725,3	0,3	1,6	12	49	126	154	0,7
181	14,4	0	14,4	0	22,7	70725,3	0,3	1,6	12	49	182	154	0,7
182	14,3	0	14,3	0	22,7	69913,5	0,3	1,6	12	49	196	154	0,7
183	14,0	0	14,0	0	22,7	68727,1	0,3	1,6	12	49	210	154	0,7
184	11,9	0	11,9	0	22,7	58197,0	0,3	1,9	12	49	266	154	0,7
185	10,7	0	10,7	0	22,7	52560,5	0,2	2,1	12	49	280	154	0,7
186	8,7	0	8,7	0	22,7	42754,2	0,2	2,6	12	49	294	154	0,7
187	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	14	140	0,7
188	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	28	140	0,7
189	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	42	140	0,7
190	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	98	140	0,7
191	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	112	140	0,7
192	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	126	140	0,7
193	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	182	140	0,7
194	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	196	140	0,7
195	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	210	140	0,7
196	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	266	140	0,7
197	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	280	140	0,7
198	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	294	140	0,7
199	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	14	126	0,7
200	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	28	126	0,7
201	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	42	126	0,7
202	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	56	126	0,7
203	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	70	126	0,7
204	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	84	126	0,7
205	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	98	126	0,7
206	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	112	126	0,7
207	14,3	0	14,3	0	22,7	70100,9	0,3	1,6	12	49	126	126	0,7
208	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	140	126	0,7
209	14,4	0	14,4	0	22,7	70725,3	0,3	1,6	12	49	154	126	0,7
210	14,4	0	14,4	0	22,7	70570,7	0,3	1,6	12	49	168	126	0,7
211	14,3	0	14,3	0	22,7	70100,9	0,3	1,6	12	49	182	126	0,7
212	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	196	126	0,7
213	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	210	126	0,7
214	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	224	126	0,7
215	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	238	126	0,7
216	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	252	126	0,7
217	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	266	126	0,7
218	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	280	126	0,7
219	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	294	126	0,7
220	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	14	112	0,7
221	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	28	112	0,7
222	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	42	112	0,7
223	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	56	112	0,7
224	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	70	112	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
225	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	84	112	0,7
226	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	98	112	0,7
227	14,0	0	14,0	0	22,7	68500,9	0,3	1,6	12	49	112	112	0,7
228	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	126	112	0,7
229	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	140	112	0,7
230	14,3	0	14,3	0	22,7	69913,5	0,3	1,6	12	49	154	112	0,7
231	14,2	0	14,2	0	22,7	69760,7	0,3	1,6	12	49	168	112	0,7
232	14,1	0	14,1	0	22,7	69296,3	0,3	1,6	12	49	182	112	0,7
233	14,0	0	14,0	0	22,7	68500,9	0,3	1,6	12	49	196	112	0,7
234	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	210	112	0,7
235	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	224	112	0,7
236	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	238	112	0,7
237	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	252	112	0,7
238	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	266	112	0,7
239	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	280	112	0,7
240	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	294	112	0,7
241	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	14	98	0,7
242	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	28	98	0,7
243	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	42	98	0,7
244	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	56	98	0,7
245	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	70	98	0,7
246	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	84	98	0,7
247	13,5	0	13,5	0	22,7	66196,0	0,3	1,7	12	49	98	98	0,7
248	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	112	98	0,7
249	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	126	98	0,7
250	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	140	98	0,7
251	14,0	0	14,0	0	22,7	68727,1	0,3	1,6	12	49	154	98	0,7
252	14,0	0	14,0	0	22,7	68577,0	0,3	1,6	12	49	168	98	0,7
253	13,9	0	13,9	0	22,7	68120,5	0,3	1,6	12	49	182	98	0,7
254	13,7	0	13,7	0	22,7	67338,6	0,3	1,7	12	49	196	98	0,7
255	13,5	0	13,5	0	22,7	66196,0	0,3	1,7	12	49	210	98	0,7
256	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	224	98	0,7
257	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	238	98	0,7
258	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	252	98	0,7
259	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	266	98	0,7
260	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	280	98	0,7
261	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	294	98	0,7
262	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	14	84	0,7
263	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	28	84	0,7
264	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	42	84	0,7
265	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	98	84	0,7
266	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	112	84	0,7
267	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	126	84	0,7
268	13,6	0	13,6	0	22,7	66513,1	0,3	1,7	12	49	182	84	0,7
269	13,4	0	13,4	0	22,7	65749,6	0,3	1,7	12	49	196	84	0,7
270	13,2	0	13,2	0	22,7	64634,0	0,3	1,7	12	49	210	84	0,7
271	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	266	84	0,7
272	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	280	84	0,7
273	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	294	84	0,7
274	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	14	70	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
275	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	28	70	0,7
276	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	42	70	0,7
277	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	98	70	0,7
278	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	112	70	0,7
279	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	126	70	0,7
280	13,1	0	13,1	0	22,7	64375,2	0,3	1,7	12	49	182	70	0,7
281	13,0	0	13,0	0	22,7	63636,3	0,3	1,7	12	49	196	70	0,7
282	12,8	0	12,8	0	22,7	62556,5	0,3	1,8	12	49	210	70	0,7
283	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	266	70	0,7
284	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	280	70	0,7
285	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	294	70	0,7
286	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	14	56	0,7
287	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	28	56	0,7
288	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	42	56	0,7
289	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	98	56	0,7
290	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	112	56	0,7
291	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	126	56	0,7
292	12,6	0	12,6	0	22,7	61537,9	0,3	1,8	12	49	182	56	0,7
293	12,4	0	12,4	0	22,7	60831,6	0,3	1,8	12	49	196	56	0,7
294	12,2	0	12,2	0	22,7	59799,3	0,3	1,9	12	49	210	56	0,7
295	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	266	56	0,7
296	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	280	56	0,7
297	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	294	56	0,7
298	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	14	42	0,7
299	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	28	42	0,7
300	9,7	0	9,7	0	22,7	47465,3	0,2	2,3	12	49	42	42	0,7
301	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	56	42	0,7
302	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	70	42	0,7
303	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	84	42	0,7
304	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	98	42	0,7
305	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	112	42	0,7
306	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	126	42	0,7
307	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	140	42	0,7
308	11,9	0	11,9	0	22,7	58197,0	0,3	1,9	12	49	154	42	0,7
309	11,9	0	11,9	0	22,7	58069,9	0,3	1,9	12	49	168	42	0,7
310	11,8	0	11,8	0	22,7	57683,3	0,3	1,9	12	49	182	42	0,7
311	11,6	0	11,6	0	22,7	57021,2	0,3	2,0	12	49	196	42	0,7
312	11,4	0	11,4	0	22,7	56053,7	0,3	2,0	12	49	210	42	0,7
313	11,2	0	11,2	0	22,7	54731,0	0,3	2,0	12	49	224	42	0,7
314	10,8	0	10,8	0	22,7	52971,8	0,2	2,1	12	49	238	42	0,7
315	10,3	0	10,3	0	22,7	50637,1	0,2	2,2	12	49	252	42	0,7
316	9,7	0	9,7	0	22,7	47465,3	0,2	2,3	12	49	266	42	0,7
317	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	280	42	0,7
318	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	294	42	0,7
319	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	14	28	0,7
320	7,9	0	7,9	0	22,7	38716,3	0,2	2,9	12	49	28	28	0,7
321	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	42	28	0,7
322	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	56	28	0,7
323	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	70	28	0,7
324	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	84	28	0,7

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
325	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	98	28	0,7
326	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	112	28	0,7
327	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	126	28	0,7
328	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	140	28	0,7
329	10,7	0	10,7	0	22,7	52560,5	0,2	2,1	12	49	154	28	0,7
330	10,7	0	10,7	0	22,7	52445,7	0,2	2,1	12	49	168	28	0,7
331	10,6	0	10,6	0	22,7	52096,6	0,2	2,1	12	49	182	28	0,7
332	10,5	0	10,5	0	22,7	51498,6	0,2	2,2	12	49	196	28	0,7
333	10,3	0	10,3	0	22,7	50624,7	0,2	2,2	12	49	210	28	0,7
334	10,1	0	10,1	0	22,7	49430,2	0,2	2,3	12	49	224	28	0,7
335	9,8	0	9,8	0	22,7	47841,4	0,2	2,3	12	49	238	28	0,7
336	9,3	0	9,3	0	22,7	45732,8	0,2	2,4	12	49	252	28	0,7
337	8,7	0	8,7	0	22,7	42868,2	0,2	2,6	12	49	266	28	0,7
338	7,9	0	7,9	0	22,7	38716,3	0,2	2,9	12	49	280	28	0,7
339	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	294	28	0,7
340	5,2	0	5,2	0	22,7	25617,3	0,1	4,3	12	49	14	14	0,7
341	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	28	14	0,7
342	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	42	14	0,7
343	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	56	14	0,7
344	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	70	14	0,7
345	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	84	14	0,7
346	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	98	14	0,7
347	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	112	14	0,7
348	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	126	14	0,7
349	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	140	14	0,7
350	8,7	0	8,7	0	22,7	42754,2	0,2	2,6	12	49	154	14	0,7
351	8,7	0	8,7	0	22,7	42660,8	0,2	2,6	12	49	168	14	0,7
352	8,6	0	8,6	0	22,7	42376,8	0,2	2,6	12	49	182	14	0,7
353	8,5	0	8,5	0	22,7	41890,4	0,2	2,7	12	49	196	14	0,7
354	8,4	0	8,4	0	22,7	41179,6	0,2	2,7	12	49	210	14	0,7
355	8,2	0	8,2	0	22,7	40207,9	0,2	2,8	12	49	224	14	0,7
356	7,9	0	7,9	0	22,7	38915,6	0,2	2,9	12	49	238	14	0,7
357	7,6	0	7,6	0	22,7	37200,4	0,2	3,0	12	49	252	14	0,7
358	7,1	0	7,1	0	22,7	34870,2	0,2	3,2	12	49	266	14	0,7
359	6,4	0	6,4	0	22,7	31493,0	0,1	3,5	12	49	280	14	0,7
360	5,2	0	5,2	0	22,7	25617,3	0,1	4,3	12	49	294	14	0,7
МЦ 1	8,5	0	8,5	0	113,5	1046974,6	4,9	13,3	12	1225	70	238	3,3
МЦ 2	9,4	0	9,4	0	113,5	1150248,9	5,4	12,1	12	1225	154	238	3,3
МЦ 3	8,5	0	8,5	0	113,5	1046974,6	4,9	13,3	12	1225	238	238	3,3
МЦ 4	9,4	0	9,4	0	113,5	1150248,9	5,4	12,1	12	1225	70	154	3,3
МЦ 5	10,3	0	10,3	0	113,5	1263710,3	5,9	11,0	12	1225	154	154	3,3
МЦ 6	9,4	0	9,4	0	113,5	1150248,9	5,4	12,1	12	1225	238	154	3,3
МЦ 7	8,5	0	8,5	0	113,5	1046974,6	4,9	13,3	12	1225	70	70	3,3
МЦ 8	9,4	0	9,4	0	113,5	1150248,9	5,4	12,1	12	1225	154	70	3,3

КК №	Тік кернеу, МПа	Жанама кернеу, МПа	max sigma, МПа	min sigma, МПа	пред sigma, МПа	Жүктеме, т	Кн	к.з.п.	Биіктік, м	Аудан, м2	X	Y	d/h
МЦ 9	8,5	0	8,5	0	113,5	1046974,6	4,9	13,3	12	1225	238	70	3,3