

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

К.Тұрысов атындағы геология, мұнай және тау-кен ісі институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

ӘОЖ 622.83

Қолжазба құқығында

Таңірбергенова Мадина Айдарқызы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы Техногендік аппаратдың алдын алу мақсатында
инновациялық әдістермен геотехникалық
мониторинг
Дайындау бағыты 7М07210 – «Геокеңістіктік сандық инженерия»

Ғылыми жетекшісі,
т.ғ.к., профессор ассистенті

Г.М.Қырғызбаева

«14» маусым 2021 ж.

Резидент, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің
техн.ғыл.док.



Х.М. Касымканова

Норма бақылаушы, т.ғ.м.

Ж.М.Нукарбекова

«21» июнь 2021 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МІЖГ кафедрасы меңгерушісі,

PhD докторы, асс.профессор

Э.О. Орынбасарова

«22» июнь 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

К.Тұрысов атындағы геология, мұнай және тау-кен ісі институты

«Маркшейерлік іс және геодезия» кафедрасы

7М07210 – Геокеңістіктік сандық инженерия

БЕКІТЕМІН

МІЖГ кафедрасы меңгерушісі,

PhD докторы, асс.профессор



Э.О. Орынбасарова

«21» июнь 2021 ж.

**Магистерлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант Таңірбергенова Мадина Айдарқызы

Тақырыбы: Техногендік аппаратдың алдын алу мақсатында инновациялық әдістермен геотехникалық мониторинг

Университет ректорының «11» ақпан 2019 ж. № 330-М бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «23» маусым 2021 ж.

Магистерлік диссертацияның бастапқы берілістері: Бастапқы берілістер Ақжал кен орнының тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық жағдайы туралы мәліметтерден тұрады.

Магистерлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Зерттеу нысанының тау-кен геологиялық жағдайына, тау-кен жұмыстарына және тау қысымының көріністеріне талдау жасау;
- б) Кен орнының геомеханикалық жағдайын бағалау;
- в) Геомеханикалық процесстердің параметрлерін анықтауды автоматтандыру;
- г) Өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында массивтің кернеулі деформациялық күйін модельдеу;

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1 «Геотехнические исследования устойчивости горных пород и выдача рекомендации по управлению горным давлением при проходке вертикальных, горизонтальных горных выработок и отработке рудных тел месторождения Акжал» ҒЗЖ есебі - Алматы, «Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ» коммерциалық емес АҚ, 2017 ж.

2 Bieniawski Z.T. Engineering Rock Mass Classifications, John Wiley, 1989. – p. 251.

3 www.world-stress-map.org

4 Hoek E. and Brown E.T. Practical Estimates of Rock Mass Strength, Int. Jr. Rock Mech. and Min. Sci., Pergamon, Vol. 34, No. 8, 1997. – pp. 1165-1186.

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

АҢДАТПА

Қазіргі таңда тау-кен жұмыстырының күрделі жағдайларды игерілуіне байланысты әртүрлі техногендік апаттар орын алып жатыр. Техногендік апаттардың пайда болуына негізгі себепші, ол жер қойнауында болып жатқан геомеханикалық процесстер. Техногендік апаттардың алдын алу мақсатында жүйелі түрде геотехникалық түсірістер жүргізу және де басқада инновациялық шешімдерді қабылдау аса қажет болып табылады. Бұл диссертациялық жұмыс осы мәселелерді шешуге арналған.

Диссертациялық жұмыста қорғасын-мырышты Ақжал кен орны негізінде, кен орының геомеханикалық жағдайын массивтің табиғи кернеулі күйі, сапасы (RQD), тұрақтылығы (MRMR, RMR), құрылымы (GSI) арқылы зерттеу жүргізіледі. Осы зерттеу негізінде массивтің физика-механикалық процесстерінің параметрлерін анықтауды автоматтандыру процесі ұсынылатын болады.

Орталық учаскенің 465м, 425м, 355м горизонттардағы және 465-265м автокөлік көлбеуіндегі, Шығыс учаскенің 500м, 450м және 400м горизонттарындағы тау жыныстары массивінің тұрақтылық рейтингін анықтау әдістемесі келтіріледі. Әдістеме негізінде Ақжал кен орны үшін MRMR геомеханикалық сыныптамасы бойынша тау жыныстары массивінің рейтингісі анықталады.

Ақжал кенішінің жерасты тау-кен қазбалары маңындағы тау-кен жыныстары массивінің жай-күйінде қалыптасқан геомеханикалық жағдайды талдау мақсатында, кеніштің тау-кен қазбаларына жақын контурлық массив деформациясының заңдылықтарын анықтау үшін жоғары дәлдікті аспаптық бақылау жүргізіліп, нәтижелері келтірілетін болады.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время в связи с освоением сложных условий горной работы происходят различные техногенные катастрофы. Основной причиной возникновения техногенных катастроф являются геомеханические процессы, происходящие в недрах земли. В целях предупреждения техногенных катастроф крайне необходимым является проведение системных геотехнических съемок и принятие других инновационных решений. Данная диссертационная работа посвящена решению этих задач.

В диссертационной работе на основе свинцово-цинкового месторождения Акжал проводится исследование геомеханического состояния месторождения с помощью естественного напряженного состояния массива, качества (RQD), стабильности (MRMR, RMR), структуры (GSI). На основе данного исследования будет предложен процесс автоматизации определения параметров физико-механических процессов массива.

Приводится методика определения рейтинга устойчивости массива горных пород на горизонтах 465м, 425м, 355м центрального участка и на автомобильном склоне 465-265м, на горизонтах 500м, 450м и 400м Восточного участка. На основе методики определяется рейтинг массива горных пород по геомеханической классификации MRMR для Акжалского месторождения.

В целях анализа геомеханической обстановки, сложившейся в состоянии массива горных пород вблизи подземных горных выработок рудника Акжал, будут проведены высокоточные инструментальные наблюдения и приведены результаты для выявления закономерностей деформации контурного массива вблизи горных выработок рудника.

ANNOTATION

Currently, in connection with the development of complex mining conditions, various man-made disasters occur. The main cause of man-made disasters is geomechanical processes occurring in the bowels of the earth. In order to prevent man-made disasters, it is extremely necessary to conduct systematic geotechnical surveys and adopt other innovative solutions. This dissertation is devoted to solving these problems.

In the dissertation work, based on the Akzhal lead-zinc deposit, the geomechanical state of the deposit is studied using the natural stress state of the array, quality (RQD), stability (MRMR, RMR), structure (GSI). Based on this study, a process for automating the determination of parameters of physical and mechanical processes of the array will be proposed.

The method of determining the stability rating of the rock mass on the horizons of 465m, 425m, 355m of the central section and on the road slope of 465-265m, on the horizons of 500m, 450m and 400m of the Eastern section is given. Based on the methodology, the rating of the rock mass according to the MRMR geomechanical classification for the Akzhal field is determined.

In order to analyze the geomechanical situation that has developed in the state of the rock mass near the underground mine workings of the Akzhal mine, high-precision instrumental observations will be carried out and the results will be presented to identify the patterns of deformation of the contour mass near the mine workings.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	8
1	ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТИСІНІҢ ТАУ-КЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ГЕОЛОГТЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ ТУРАЛЫ ҚЫСҚАША МӘЛІМЕТТЕР	10
1.1	Ақжал кен орны туралы жалпы мәліметтер	10
1.2	Ақжал кен орнының геологиялық жағдайларын талдау	11
1.3	Тау-кен жұмыстарының жағдайы және тау қысымының көріністері	13
	1-бөлім бойынша қорытынды	15
2	АҚЖАЛ КЕН ОРНЫНЫҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ	16
2.1	Массивтің табиғи кернеулі күйі	16
2.2	Керн бойынша массив сапасының көрсеткіші (RQD)	19
2.3	Орталық учаскенің 465м, 425м, 355м горизонттардағы және 465- 265м автокөлік көлбеуіндегі, Шығыс учаскенің 500м, 450м және 400м горизонттарындағы тау жыныстары массивінің тұрақтылық рейтингін анықтау әдістемесі.	21
2.4	MRMR рейтингтік жіктелімінің сипаттамасы	22
2.4.1	Ақжал кен орны үшін MRMR геомеханикалық сыныптама- бойынша тау жыныстары массивінің рейтингін анықтау	27
2.5	Тау-кен қазбаларының айналасындағы жыныстардың ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтау	29
2.5.1	Массив құрылымын зерттеу-геологиялық беріктік индексі (GSI)	29
2.5.2	РҮТНОН бағдарламалық тілін қолдану арқылы физика- механикалық қасиеттерін нақтылау	33
2.5.3	Тау-кен қазбаларының айналасындағы ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтау бойынша сандық талдау жасау	36
	2-бөлім бойынша қорытынды	39
3	ЖЕРАСТЫ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ МАССИВІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІНЕ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГ	40
3.1	Жерасты бақылау станциясын салу және геотехникалық мониторинг жүргізу	40
3.2	Тау-кен массиві мен жер бетінің жылжуы	46
	3-бөлім бойынша қорытынды	48
	ҚОРЫТЫНДЫ	49
	АНЫҚТАМА, ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР МЕН МАҒЫНАСЫ	51
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	52

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі: Тау-кен өндірісі саласының қазіргі даму кезеңі тау жыныстарының кернеулі күйінің өзгеруіне, деформациялануына және жылжуына байланысты айтарлықтай геомеханикалық процестермен сипатталады. Бұл процестер үмітсіздік жағдайларына әкеліп соғады және өте қолайсыз технологиялық, экологиялық және экономикалық салдарға әкелуі мүмкін. Осындай күрделі жағдайларда жер қойнауын игерудегі геотехникалық мониторингтің кез-келген инновациялық шешімі көбінесе субъективті теориялық және практикалық пайымдауларға байланысты болады. Өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша қазіргі заманғы тау-кен өндірісінің талаптарын қанағаттандыру үшін белсенді аудандардағы тау жыныстары массивінің жай-күйі туралы ақпараттың дұрыстығы өзекті проблема болып табылады. Осыған байланысты ірі геомеханикалық мәселелер бойынша зерттеулерді талдау геомониторингті жүргізудің инновациялық әдістерін енгізуді, тау-кен массивінің кернеулі деформациялық күйін модельдеуді, техногендік апаттардың алдын алу жұмыстарын жүргізуді талап етеді.

Зерттеу нысаны: Тау-кен өндірістері

Зерттеудің ғылыми жаңалығы пайдалы қазбаларды өңдеу реттілігінің тәртібін негіздеу және таңдау сенімділігін арттыру, сондай-ақ тау-кен өндіруші кәсіпорындар үшін өндірістік қауіпсіздіктің қолайлы деңгейін қамтамасыз ететін геомеханикалық процестердің параметрін автоматтандыру болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: Тау-кен өндірісінде пайда болатын техногендік апаттардың алдын алу мақсатында геотехникалық мониторинг жүргізу.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

- Зерттеу нысанының тау-кен геологиялық жағдайына, тау-кен жұмыстарына және тау қысымының көріністеріне талдау жасау;
- Кен орының геомеханикалық жағдайын бағалау;
- Геомеханикалық процесстердің параметрлерін анықтауды автоматтандыру;
- Өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында массивтің кернеулі деформациялық күйін модельдеу;
- Геомониторинг жүргізудің инновациялық әдістерін енгізу.

Зерттеу пәні: Ақжал кен орны негізінде жерасты қазба айналасындағы геомеханикалық процесстер параметрлерін анықтау және анықтау процесін автоматтандыру, контурлық массив деформациясының заңдылықтарын анықтау.

Зерттеу әдістері: Аталған міндеттерді шешу үшін кен орны жайлы ақпараттар зерттеліп, тау қысымының көріністеріне талдау жасалды. Массивтің қасиеттерін талдау негізінде геомеханикалық процесстердің параметрлері анықтау автоматтандырылып, өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында массивтің кернеулі деформациялық күйі модельденді. Деформациялық процесстердің жүру заңдылықтарын анықтау мақсатында тахеометриялық түсіріс жүргізілді.

Зерттеудің практикалық маңызы:

- Тау-кен өндіруші кәсіпорындар үшін өндірістік қауіпсіздіктің қолайлы деңгейін қамтамасыз ету мақсатында тау-кен массивінің геомеханикалық жағдайын бағалау және массивтің қасиеттерін зерттеу.

- геомеханикалық процесстердің параметрлерін анықтауды автоматтандыруда қолданылатын жаңа бағдарламаны өндіріс орнына енгізу.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі: жұмыс 46 мәтіндік бет, 25 сурет, 19 кестеден тұрады.

1 ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТИСІНІҢ ТАУ-КЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ГЕОЛОГТЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ ТУРАЛЫ ҚЫСҚАША МӘЛІМЕТТЕР

1.1 Ақжал кен орны туралы жалпы мәліметтер

"Ақжал" кен орны және аттас кеніш кенті Қарағанды облысының Шет ауданында, облыс орталығынан оңтүстік-шығысқа қарай 240 км жерде орналасқан. Ең жақын темір жол станциялары оңтүстік-батыстан (Мойынты) 80 км және солтүстік-батыстан (Ақадыр) 110 км қашықтықта орналасқан. Шығысқа қарай 12 км жерде Алматы-Астана автотрассасы өтеді. Жұмыс ауданы 1:200 000 масштабтағы L-43-III халықаралық жазу парағының аумағында орналасқан және $47^{\circ} 44'$ с.е. және $74^{\circ} 01'$ ш.б. координаттарымен шектелген (1-сурет).

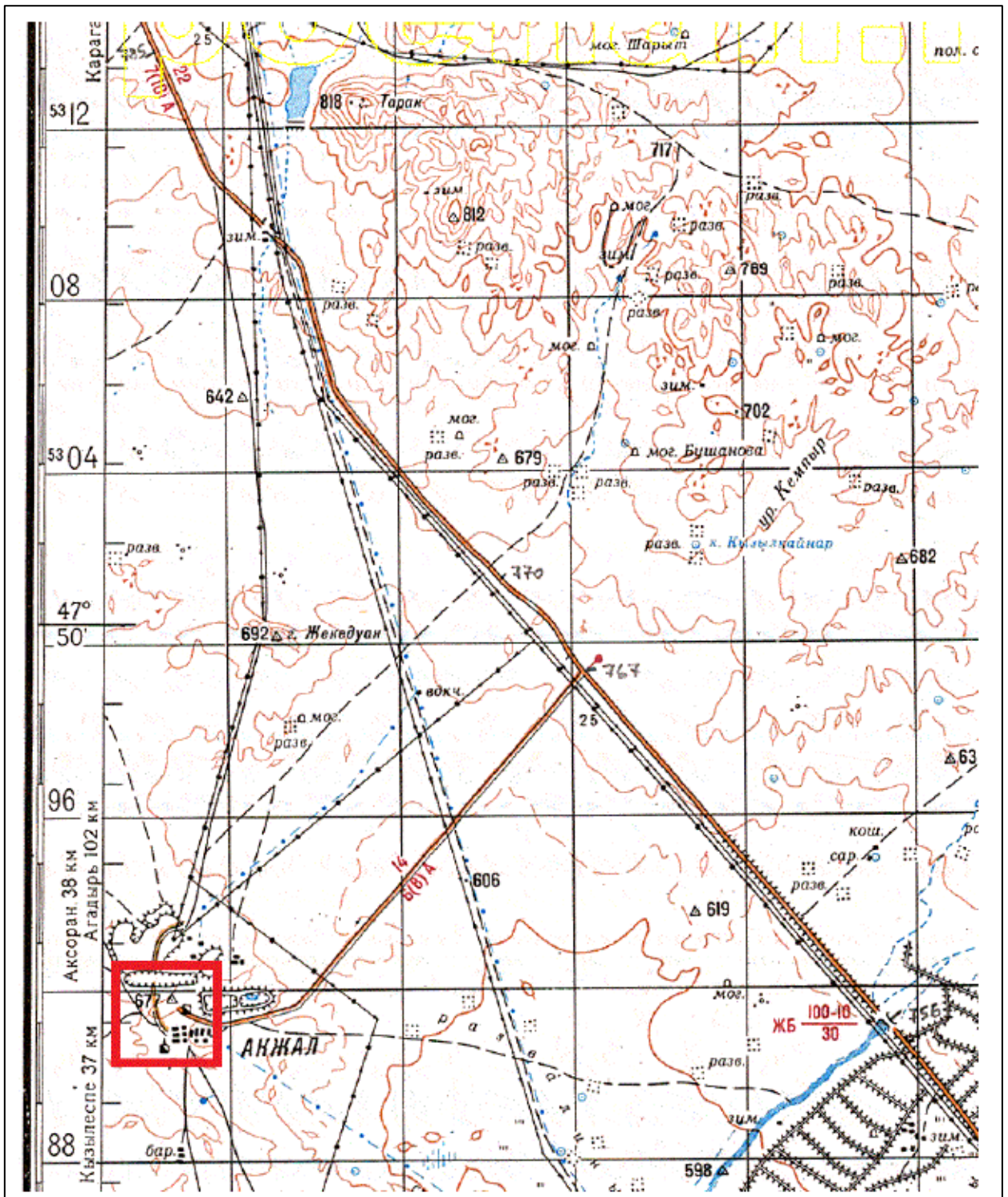
1997 жылы Ақжал кен орнының қорғасын-мырыш кендерін игеру және байыту үшін "Nova-Цинк" ЖШС құрылды. 2006 жылдың тамыз айынан бастап "Nova-Цинк" ЖШС компаниясының 100%-ы "Челябинск мырыш зауыты" (ЧМЗ) ААҚ-на тиесілі.

Ең жақын тау-кен өнеркәсіп орталығы – Балқаш қаласы, оңтүстік-шығысқа қарай 130 км жерде орналасқан.

Солтүстік-Батыс Балқаш аймағы құрамына кіретін аймағының климаты шұғыл континенталды, жазы құрғақ ыстық және қысы ұзақ, жиі және қатты дауылдармен бірге жүреді. Қаңтарда орташа температурасы $-15,6^{\circ}\text{C}$, шілдеде $+23,5^{\circ}\text{C}$. Жауын-шашын мөлшері шамалы, орташа көпжылдық мөлшері 120-дан 200 мм-ге дейін. Ауданның жер асты суларын қоректендірудің негізгі көзі атмосфералық жауын-шашын болып табылады. Қарағанды облысы бойынша жер асты суларының қатуы 2 м –ге дейін құрайды. ҚР ҚНЖЕ сәйкес 2.04-01-2010 "Құрылыс климатологиясы", жобаланатын жерасты кенішінің алаңы ША климаттық кіші ауданда орналасқан.

Ақжал кеніші электр энергиясымен кен орнынан солтүстік-шығысқа қарай 12 км өтетін ЭБЖ-110 кВ-нан, ауыз су және техникалық сумен кен орнынан шығысқа қарай 20 км орналасқан Жәмші өзенінің жер асты су бөгетінен жабдыкталады.

Кен орнының аумағында құрылыс кірпішін өндіру және әк алуға қажетті кесек тастың, құмтас пен әктастың едәуір қоры бар.



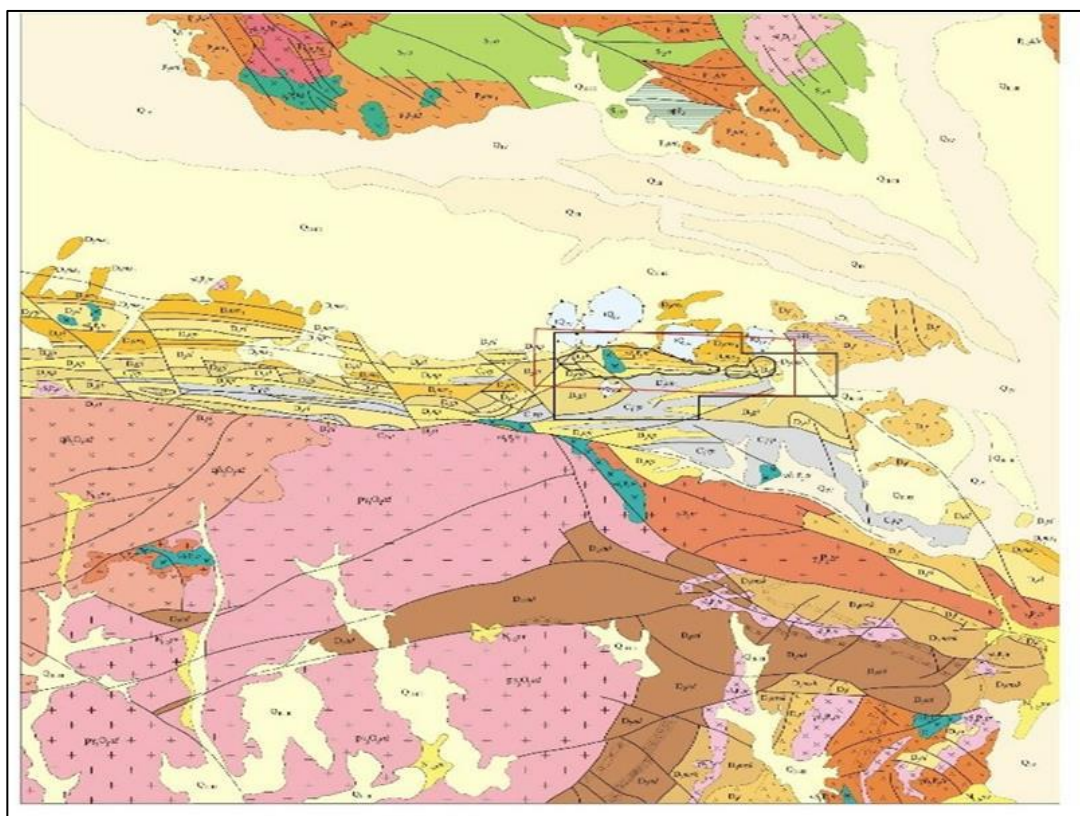
 – жұмыс аймағы

1-сурет – Ақжал кен-орнының орналасуының шолу картасы

1.2 Ақжал кен орнының геологиялық жағдайларын талдау

Ақжал кен орны геологиялық құрылымы бойынша құмтастармен, туф-құмтастармен, туф және әктас қабаттарымен ұсынылған тау жыныстарының

негізгі таралымна ие. Кейбір жерлерде түпкі жыныстар гранит интрузиясымен үзіліп, ал төменгі бөліктерінде төрттік шөгінділермен – құмдақпен, құмдақ және қиыршық тасты саздақтармен жабылған. Борпылдақ шөгінділердің қалыңдығы 0,1-ден 2,0 м-ге дейін. (2-сурет)



2-сурет – Кен орнының геологиялық картасы

Кен орны Ақжал-Ақсораң аймағының шығыс бөлігінде орналасқан. Фаменнің карбонатты-терригендік шөгінділерінде және төменгі турнеде ұсақтаудың ендік созылған аймағына орайластырылған.

Кеннің негізгі жыныстарын төменгі және жоғарғы горизонттарында кремниазды әктастармен жиектелген, массивті әктастар құрайды.

Кен орнының кен аймағы шартты түрде үш бөлікке бөлінеді – Батыс, Орталық, Шығыс. Батыс бөлігі зерттелген, Орталық және Шығыс бөліктері қазіргі уақытта зерттелуде.

Ақжал кен алаңының аумағында интрузиямен бірге жүретін веналық жыныстар кеңінен дамыған жыныстар кешені (Коптев-Дворников бойынша, 1952) екінші кезеңнің дайқаларына сәйкес келеді және диоритті, диабазды, кварцты диоритті порфириттермен, граносиенит-порфирмен ұсынылған. Кен орнындағы тотығу аймағы салыстырмалы түрде әлсіз, сульфидті минералдардың ішінара тотығуы 20-40 м тереңдікке дейін байқалады.

Орталық бөлігінің кен аймағы 3600 м-ге созылады, ені 5-тен 50 м-ге дейін өзгереді, орташа есеппен 17-20 м құрайды. Кен орны бірнеше ұсақ тармақтармен, линзалармен, ұялармен, тіректермен, қабаттармен және

кендермен қиылысқан жерлермен ұсынылған. Кен денелерінің құлауы 85° дейін тік.

Шығыс бөлігінде жоспар бойынша кен денесі күрделі пішінге ие. Дене ұзындығы 400-500м, ені 250-300м. Кен денелерінің құлауы қалыпты (20-30 градусқа дейін). Шығыс бөлігінде кенденудің локализациясына әсер ететін маңызды элементтер тектоникалық бұзылулар болып табылады, олар кенденуге дейінгі және кенденуден кейінгі болып бөлінеді. кенденуге дейінгі бұзылуларға Ақжалдық ысыру-ығысу, кенденуден кейінгі бұзылуларға 30-31 және 57-58 барлау профилдері ауданындағы жас субмеридионалды көтерілістері жатады.

Ақжал көтерілісі – барлық кен орындары арқылы ендік бағытта созылып, негізінен өнеркәсіптік кен денелері қоршалған массивті эктастардың оңтүстік тектоникалық шекарасы болып табылады. [1]

1.3 Тау-кен жұмыстарының жағдайы және тау қысымының көріністері

Ақжал кен орны 1880 жылы ашылды, ал 1935 жылы кен өндіру жұмыстары басталды. Кенді толық көлемде өндіру кен орнын ашық тәсілмен игеруден басталды және 1951 жылы жылына 600 мың тонна мөлшерінде кен байытатын кен байыту фабрикасы іске қосылды. Бүгінде жұмыс істеп тұрған, жобалық қуаты жылына 1,2 млн. тонна кен байыту фабрикасы 1986 жылы салынған. 2001 жылы баланстан тыс кендерді байыту үшін ауыр орталарда айыру әдісімен байыту қондырғысы салынды.[2]

Кәсіпорын жерасты өңдеу әдісіне 2016 жылдан бастап көшті. Кен орны Орталық және Шығыс карьерлермен ұсынылған. «Корректировки проекта промышленной разработки запасов месторождения «Акжал» подземным способом» ("КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ" Өскемен, 2018 жыл) сәйкес 2020 жылы кен орнын ашық тәсілмен игеру аяқталды және жер асты тәсілімен өңдеу 2034 жылы аяқталады деп жоспарланған. [3]

Қабылданған жобаға сәйкес Шығыс карьерінің 578м гор. және Орталық карьердің 535м гор. +545м гор. күрделі тау-кен қазбалары өтті. Жерасты кенішінің горизонттарын ашу Карьердің шығыс бортының кемерінен жүргізілген (+545м). Учаскенің горизонттары штректермен квершлагтармен және орттармен ашылған.

"Ақжал" кен орнының қорларын игеру кенді соңғы шығарумен қабатаралық бұзу жүйесімен жүргізіледі. Мысалы, әрбір қабаттың қорын өңдеу (+505м гор., +545м гор.) «Локальный проект для отработки выемочной единицы гор. +505 м подземного рудника Акжал» (ТОО «MBS Consulting», г.Караганда, 2018 год) негізінде жүргізіледі. [4].

Қазіргі уақытта кен орнының қорларын өндеген "Орталық" карьерінің жобалық тереңдігі отм.315 м. Карьер келесі өлшемдерге жетті: ұзындығы – 2385м, ені – 838м, тереңдігі – 350м. (3-сурет).[5]

Шығыс бөлігі карьермен өңделген. "Шығыс" карьерінің жобалық контурлары: ұзындығы – 900м, ені – 450м, тереңдігі – 165м жетті. Қазіргі уақытта карьерді құрғату жұмыстары жүргізіліп жатыр.

Тау-кен қазбаларын бекіту (тау-кен геологиялық жағдайларына, қызмет ету мерзімі мен мақсатына байланысты) бетон, шашыранды-бетон және қарнақты бекітпені пайдалана отырып жүргізіледі.

Тау-кен геологиялық жағдайлары мен кен денесінің контурларына сүйене отырып, оларды қазу кезінде тау-кен-күрделі қазбалар трассалары мен бекітпе түрлері жұмыс құжаттамасын әзірлеу кезінде нақтыланады.

Жерасты тау-кен жұмыстары мынадай бағыттар бойынша жүргізіледі: Орталық учаскіде тау-кен қазу жұмыстары 450м, 400м гор; тау-кен-күрделі жұмыстары – 345 м, 265м және Шығыс учаскіде – 450м, 400м; өндіру жұмыстары – 505м, 525м, 485м, 425м, 465м, 345м.

Көлік штректерін бекіту құрама әдіспен жүргізіледі (якорь, тор және торкрет), олардың дизайны 4-суретте көрсетілген.



3-сурет – Центральный карьерінде тау-кен жұмыстарының жағдайы



4-сурет – Жерасты тау-кен қабаларын бекіту

01.07-04.07.2020 ж. жер асты тау-кен қазбаларын зерттеу кезінде тау-кен қазбаларының контурға жақын сілем жыныстарының ығысуына аспаптық бақылау жүргізу кезінде тау-кен қысымының жарықшақтары түріндегі көріністері және тау-кен массасы кесектерінің құлауы анықталмады.

Тек орталық учаскенің 465 м горизонтындағы және шығыс учаскенің 505 м горизонтындағы кен қазбалардың шатыры бойынша (бекіту торының артында) көлемі 0,1*0,2*0,1м ден 0,4*0,7*0,15м дейін тау жыныстары кесектерінің қырындылары және қабыршақтануы анықталды.

1-бөлім бойынша қорытынды

Бұл бөлімде:

1. Ақжал кен-орны жайлы жалпы мәліметтер келтірілді.
2. Кен орнының геологиялық жағдайларына талдау жүргізілді. Талдау кезінде кен денелері өз кезегінде негізінен кремнийлі-сазды әктастармен қоршалған массивті әктастардың тікелей ортасында екендігі атап өтілді. Кремнийлі-сазды әктас орамалы пішінді және кен сыйымдылықтың ең жоғары беріктігіне ие екені анықталды.
3. Тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайына және тау қысымының көріністеріне шолу жасалды.

2 АҚЖАЛ КЕН ОРНЫНЫҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

Тау-кен өндірісінің кез-келген технологиялық процесі белгілі бір дәрежеде тау жыныстары массивінің қасиеттер кешеніне байланысты болады. Сондықтан кен орнын игеру технологиясын, өңдеу параметрлерін таңдау, тау-кен жұмыстарын жүргізу үшін оңтайлы құралдар мен механизмдерді таңдау, кеніштің қызмет ету мерзімі тау жыныстары массивінің қасиеттерін және оларда болып жатқан процестерді білумен байланысты.

"Ақжал" кен орнының тау массивінің геомеханикалық жағдайын бағалау үшін массивтің келесі қасиеттерін зерттеу қажет:

- массивтің табиғи кернеулі күйі,
- массивтің сапасы (RQD),
- массивтің тұрақтылығы (MRMR, RMR),
- массивтің құрылымы (GSI).

2.1 Массивтің табиғи кернеулі күйі

Кен орнында тау-кен жұмыстары басталғанға дейін массив кернеулі жағдайда болады. Бұл бастапқы күй тау жыныстарының массивінің табиғи кернеулі жағдайы болып табылады.

Тау қысымы көріністерінің барлық параметрлері:

- олардың формалары (статикалық немесе динамикалық),
- оларды оқшаулау орындары (төбесінде немесе қазба борттарында),
- масштабтары (жергілікті, жергілікті, жаппай, апатты) массивтің бастапқы күйіне байланысты.

Массивтің табиғи кернеулі күйінің сипаты тау-кен жұмыстарының барлық сатыларындағы тау қысымының көріністеріне әсер етеді:

- кеніш құрылысы сатысында күрделі ашу қазбаларын (штольнялар, оқпандар, квершлагтар) үңгілеу кезінде,
- жатындарды дайындау сатысында дайындық көлденең қазбаларын үңгілеу кезінде,
- кен орнын пайдалану сатысында тазарту жұмыстарын жүргізу кезінде,
- тау-кен кәсіпорнын жою сатысында өндірілген кеңістікті жою кезінде.

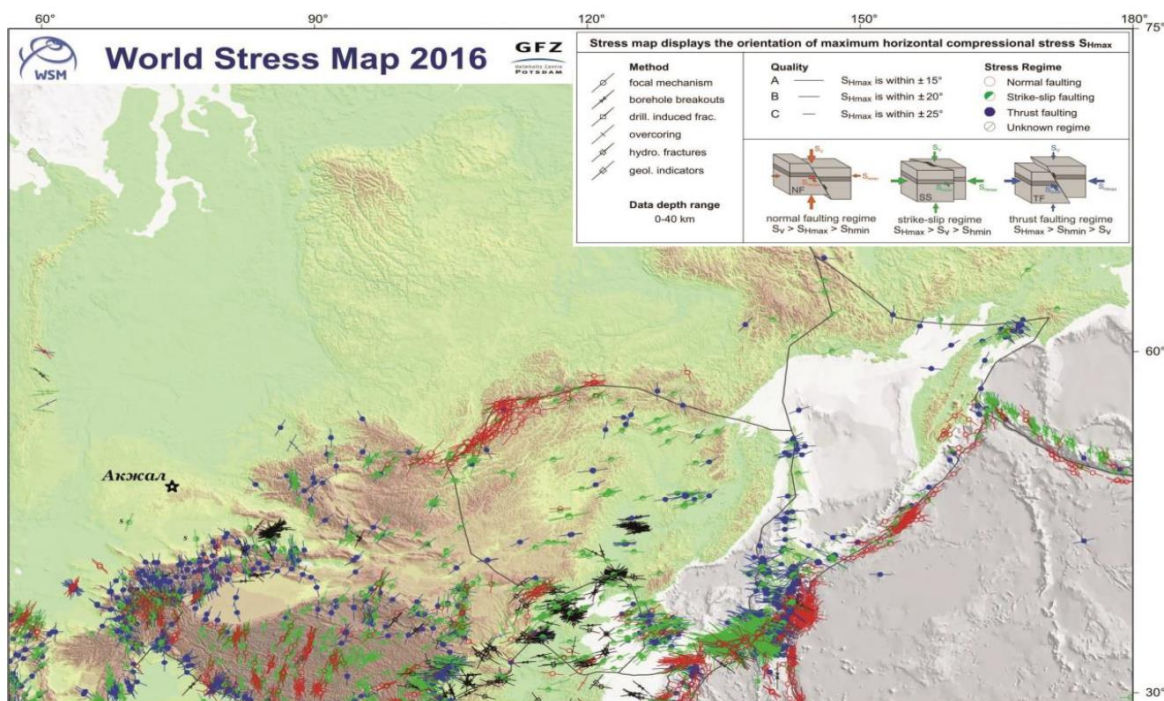
Массивтегі табиғи кернеулердің пайда болу көзі екі тәуелсіз фактор болып табылады:

1) жыныстардың өз салмағының күштері және 2) Жер қыртысындағы тектоникалық процестер.

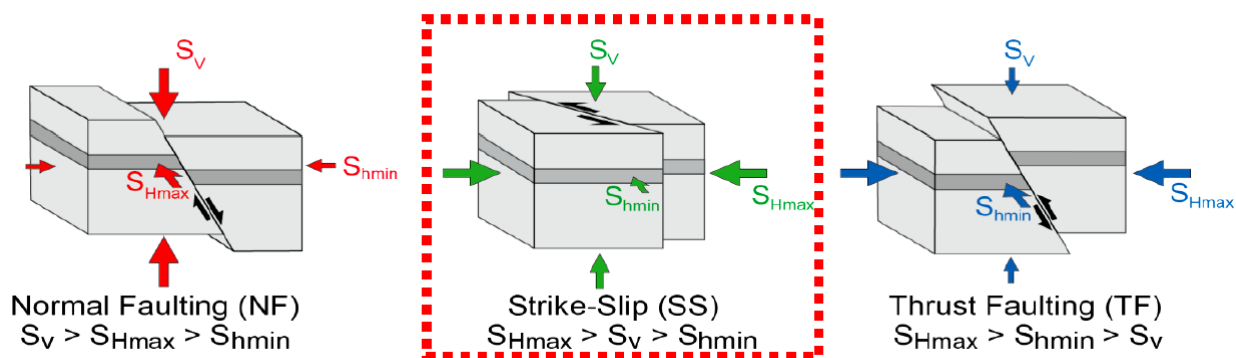
Кен орнында тау-кен жұмыстарының дамуына қарай, тау-кен қысымының белгілері – аршу, дайындық және тазарту қазбаларындағы көріністердің қосындысына сәйкес, кен орындарын игеру жүргізіліп жатқан массивтегі табиғи кернеу өрісі туралы толық түсінік алуға болады.

Шиеленіс жағдайы туралы неғұрлым нақты мәліметтер шахталарда заттай өлшеулер жолымен, мысалы, түсіру әдісімен алынады [6].

"Ақжал" кен орнында табиғи кернеулерді заттай өлшеу жүргізілмеген. Сондықтан оларды бағалауды WorldStressMap(WSM) халықаралық жобасының деректері арқылы ғана жасауға болады [7]. 2016 ж. деректер базасы бойынша "Ақжал" кен орны ауданында (5-сурет) массивтің табиғи кернеулі күйі негізінен Strike-Slip(SS) – ығысу тектоникалық режимімен сипатталады (6-сурет)



5-сурет – "Ақжал" кен орны ауданындағы жер қыртысының табиғи кернеулі жағдайы



6-сурет – Негізгі кернеулердің әсер ету бағыттарымен ерекшеленетін массивтің табиғи кернеулі күйінің үш негізгі тектоникалық режимі.

SS тектоникалық режимі негізгі табиғи кернеулердің келесі қатынасын білдіреді [7]:

– ең үлкен кернеулер көлденең тектоникалық кернеулер болып табылады $\sigma_1 = S_{Hmax}$;

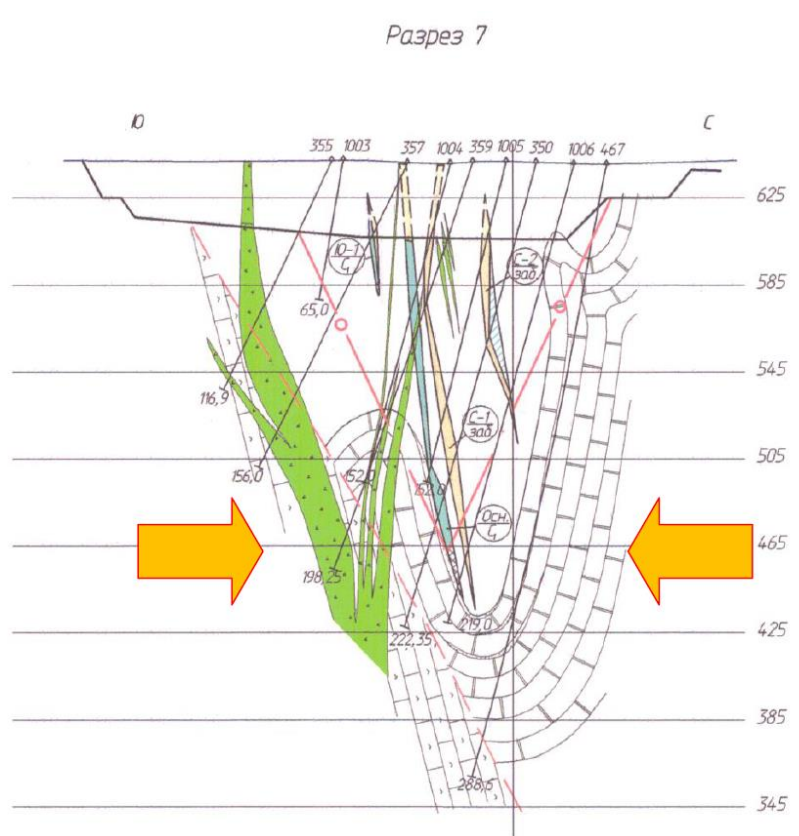
– тік гравитациялық кернеулер, үлкендігі бойынша аралық болып табылады $\sigma_2 = S_V = \gamma H$;

– ең кіші кернеулер - көлденең кернеулер, $\sigma_3 = S_{hmin}$, максимумға перпендикуляр, яғни:

$$S_{Hmax} > \gamma H > S_{hmin}$$

Wsm2016 картасы бойынша (5-сурет) Ақжал кен орны ауданындағы ең үлкен көлденең тектоникалық кернеулер σ_1 С – О бағытына жақын субмеридионалды бағытта әрекет етеді.

М. В. Гзовскийдің кинематикалық қайта құру әдісі, геологиялық өткенде субширотикалық бағытта әрекет ететін көлденең кернеулер ең жоғары болатындығы анықталды.[8] (7-сурет)



7-сурет – "Ақжал" кен орнының Орталық учаскесінің 7-7 геологиялық қимасы

Олардың әрекеттері кен табанындағы антиклиналды қатпардың тік құлама қанатындағы массивті әктастардың иілуіне әкелгендігін жоққа шығармау қажет.

Антиклинальды қатпарлардың құламалы қанаттарының әрекеті табанның иілуіне әкелуі мүмкін. Оңтүстікке қарай субвертикальдық (оның ішінде кері құлау) тік және қуыс шөгінділер; солтүстік қанатта – негізінен көлбеу және солтүстікке қарай көлбеу шөгінділер бар. Субшироттыбағытта көлденең кернеулердің шамасы $\gamma = 1,1 \div 1,2$ дейін шамалы артуы мүмкін. Массивте көлденең тектоникалық кернеулер максималды болып табылатындығының айқын белгісі – қазба шатыры мен топырағының бұзылуы болып табылады.

Жер асты тау-кен қазбаларын көзбен шолып қарау кезінде түйісу аймақтары мен жарықшақтануы мүмкін болатын бұзылу орындарында, сондай-ақ тау-кен қазбаларының төбесінде қарқынды кішкене кесектердің пайда болуы және қабыршақтану байқалады.

Массивтің табиғи кернеулі күйінің гетерогенділігі массивтің жарықтылығына байланысты. Сыну қарқындылығы неғұрлым жоғары болса, массивтің серпімділік модулі соғұрлым аз болады және массивте әрекет ететін табиғи тектоникалық кернеулер деңгейі төмен болады.

2.2 Керн бойынша массив сапасының көрсеткіші (RQD)

Кен орындарын игеру кезінде тау-кен жұмыстары басталғаннан бері массивтің қасиеттері айтарлықтай өзгерістерге ұшырайды. Жыныстардың механикалық қасиеттері бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізу кезінде жыныстардың деформациялануы мен бұзылуының сипаты мен параметрлеріне, ұңғылау және өндіру жұмыстарының, жабдықтар мен машиналардың жұмысына, жыныстардың тау қысымы мен жылжуын басқаруға әсер етеді. Тау жыныстарының бұзылуы жағдайында олардағы дамып келе жатқан кернеулердің әсерінен жарықшақтар пайда болады. Жарықшақтың ұлғайуымен беріктік пен деформация сипаттамалары төмендейді.

Тау жыныстарындағы жарықшақтардың орналасуы бұзылу сипатына әсер етеді және кернеулердің мөлшері мен таралуымен анықталады. Мысалы, жарықшақтар бағыты максималды тангенс кернеулерінің бағытына сәйкес келеді [9].

Жарықшақтардың орналасуы жыныстың литологиялық құрамына да байланысты. Мысалы, қабаттарға перпендикуляр жарықшақтар әктастарға тән және бұл жыныстарды параллелепидтерге бөледі. Жарықшақтардың жиілігі тау жыныстарының қуаты мен құрамына байланысты. Жарықшақтардың үлкен тығыздығы жұқа қабаттарда байқалады және неғұрлым күшті қабаттарда салыстырмалы түрде сирек кездеседі. Сонымен қатар, жұмсақ жыныстарда: мергельдер мен аргиллиттерде жарықшақтар бірдей қуаттағы құмтас пен әктас қабаттарына қарағанда жиі кездеседі [10].

"Ақжал" кен орындарының жыныстары мен кендері (негізінен әктастар) негізінен орташа жарықшақты және қатты жарықшақты болып сипатталады,

алайда едәуір дәрежеде жарықшақтар кальцитпен жабылады, сондықтан тау жыныстары мен кендер тау-кен қазбаларын үңгілеу кезінде орташа тұрақты және тұрақты болып сипатталады, бұл кен орнын ашық тәсілмен қазудың көп жылдық тәжірибесімен және жартас жыныстары бойынша кертпештердің тұрақты жағдайымен расталады.

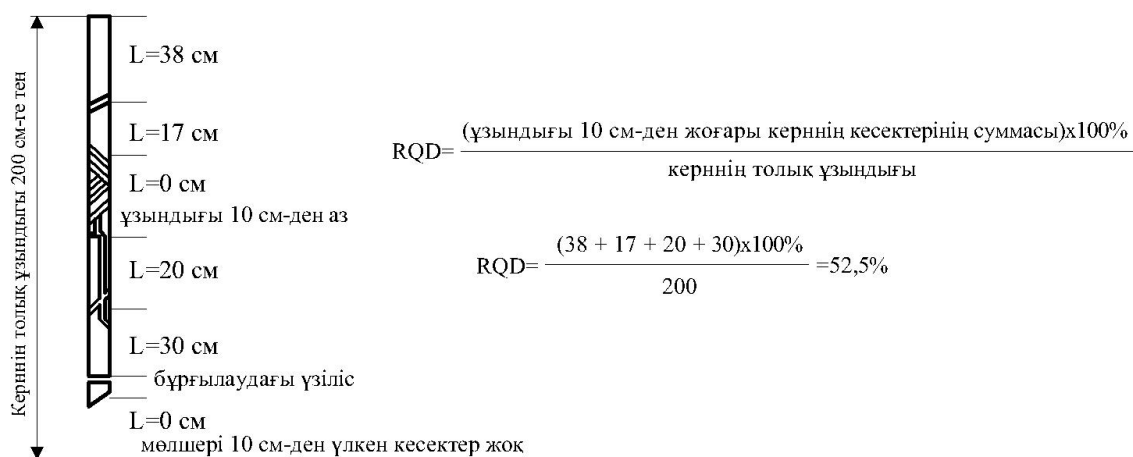
Тектоникалық бұзылу аймақтарында және гидротермалдық өзгерістер аймағында (кен маңы аймағында) дамыған жыныстар ерекше болып табылады, мұнда жыныстар –тұрақсыздан өте тұрақсызға дейін болады.

Бағыттың заңдылықтарын, жарықшақтардың құлауын анықтау және массивтің құрылымын егжей-тегжейлі зерттеу үшін кернге геотехникалық сипаттама жасалады. Осы сипаттаманың маңызды көрсеткіштерінің бірі RQD (RockQualityDesignation) геологиялық барлау ұңғымаларының керні бойынша массив сапасының көрсеткіші болып табылады. Бұл ұзындығы 10 см-ден асатын барлық керн бөліктерінің жалпы ұзындығының керннің жалпы ұзындығына қатынасы.

1-кестеде RQD керн сапасының индикаторына сәйкес тау массивінің сапасын анықтаудың жіктелуі келтірілген. Ал 8-суретте RQD өлшеу және есептеу тәртібі жүйесі ұсынылған.[11]

1-кесте – тау жынысы массивінің сапасын анықтауды жіктеу

№	RQD мәні	Тау жынысының сапасы
1	0-25	Өте әлсіз
2	25-50	Әлсіз
3	50-75	Орташа
4	75-90	Мықты
5	90-100	Өте мықты



8-сурет – RQD өлшеу және есептеу тәртібі

RQD сипаттайтын 545м горизонттың көліктік штрек бортының фрагменті 9-суретте көрсетілген.



9-сурет – "Ақжал" кен орнындағы жыныстардың өзіне тән құрылысы

Осы ұңғымалардың керні бойынша RQD есебі жүргізілді. Жоғарыда аталған кейбір ұңғымалардың RQD есептері 2-кестеде келтірілген. Есептеу деректері бойынша RQD шегі 40-тан 45% - ға дейін (керн бойынша массивтің сапасы – қатты).

2.3 Орталық учаскенің 465м, 425м, 355м горизонттардағы және 465-265м автокөлік көлбеуіндегі, Шығыс учаскенің 500м, 450м және 400м горизонттарындағы тау жыныстары массивінің тұрақтылық рейтингін анықтау әдістемесі.

Тау жыныстары массивтерінің қасиеттері әр түрлі, сондықтан олардың сипаттамаларын сипаттау үшін жүйелеу және жалпы сандық көрсеткішке ақпарат беру қажет. [12].

Тау жыныстары массивінің орнықтылық рейтингін анықтауды MRMR рейтингтік жіктеулеріне сәйкес жүргізу керек, өйткені әлемдік практикада бұл әдіс қазу жұмыстарын жүргізу кезінде тау жыныстарының тұрақтылығы туралы практикалық деректер болмаған кезде анағұрлым қолайлы болады. Бұл тәсіл тау жыныстары массивінің тұрақты күйінің дұрыс деректерін алуға мүмкіндік береді.

Массивтердің жіктелуі тау жыныстарындағы әртүрлі құрылыстарды жобалауға эмпирикалық көзқарастың негізі болып табылады және осы салада кең таралған. Сапаны бағалаудың бұл жүйелері Австрия, Оңтүстік Африка,

АҚШ, Үндістан және Еуропада жобалау кезінде үлкен жетістікпен қолданылады[13].

2.4 MRMR рейтингтік жіктелімінің сипаттамасы

Бүгінгі таңда әлемдік тәжірибеде Д.Лобширдің рейтингтік жіктелуі (MRMR–MiningRockMassRating) ең көп функционалды және практикалық маңызға ие болып табылады, онда массивтің тұрақтылығы баллмен бағаланады.

Лобширдің рейтингтік жіктелуі келесі мақсаттарда қолданылады: бекіту жобасын жасау, құлау аймақтарының диаграммаларын құру, кентіректердің тұрақтылығын есептеу, өзін-өзі құлату кезінде құлау дәрежесін және ұсақталу дәрежесін анықтау, тау-кен жұмыстарын жүргізу тәртібін негіздеу және т.б. [13, 14, 15]

Жалпы, осы жіктеу бойынша массивтің рейтингін анықтау алгоритмін блок-схема түрінде ұсынуға болады (10-сурет). Одан көріп отырғанымыздай, MRMR рейтингі массивтің беріктік сипаттамаларын, жарықшақтылықтың сандық және сапалық сипаттамаларын ескеретін жеке рейтингтерден (IRMR) тұрады, бұл өз кезегінде тау жыныстарының желдету дәрежесін, массивтегі жарықшақтардың бағытын, кернеу параметрлерін, гидрогеологиялық жағдайларды және т.б. көрсететін түзету коэффициенттеріне көбейтіледі.

Сондай-ақ, MRMR рейтингін алу келесі формулалармен көрсетілуі мүмкін:

$$\text{MRMR} = \text{RMR} \times k, \quad (1)$$

$$\text{RMR} = R_{\text{RBS}} + J_S + J_C, \quad (2)$$

мұндағы: R_{RBS} – жыныс блогының беріктігі;

J_S – жарықшақтар саны бойынша рейтинг;

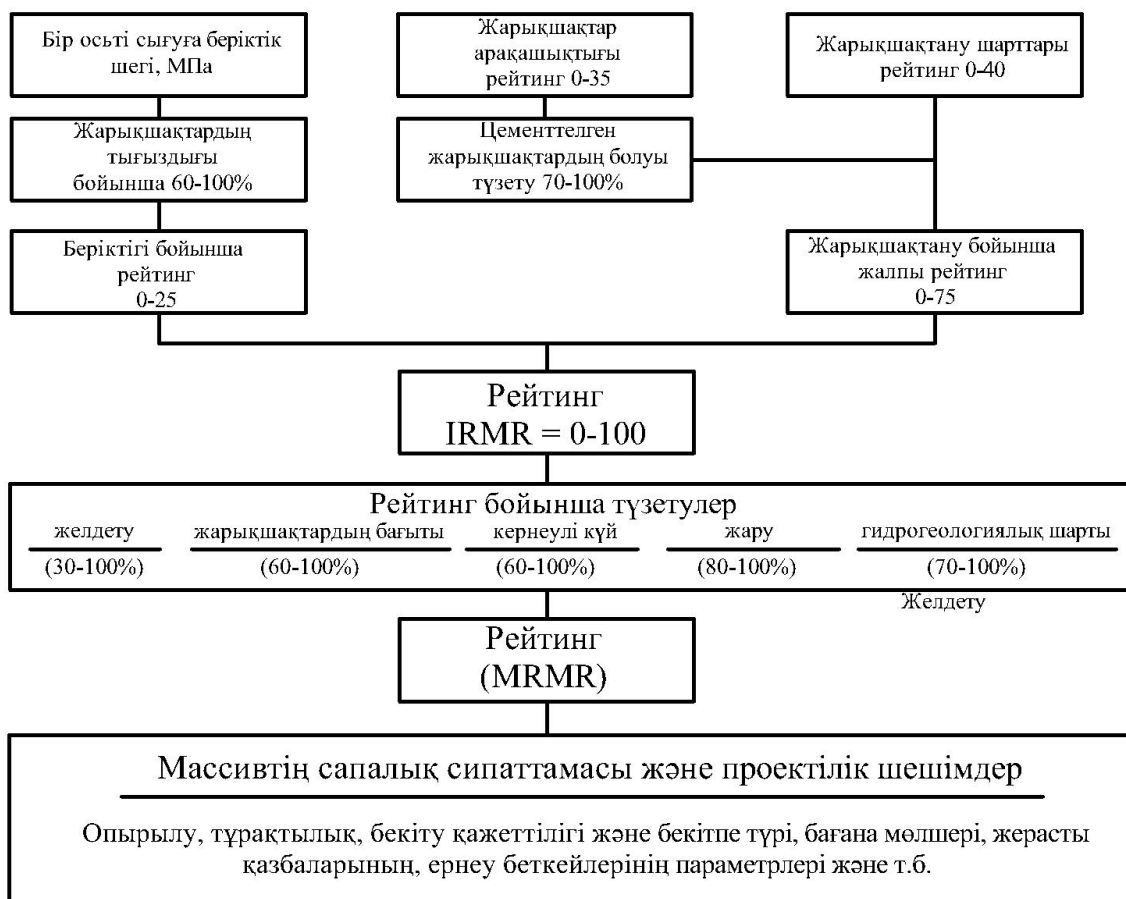
J_C – жарықшақтар жағдайларының рейтингі;

k – желдетудің, жарықшақтардың бағдарлануының, массивтегі кернеудің, жарылыстың, жер асты су ағындарының болуын ескеретін коэффициенттер.

Біртекті массивтегі RBS рейтингінің құрамдас бөлігі келесідей есептеледі:

$$\text{RBS} = \text{IRS} \times 0.8, \quad (3)$$

мұндағы: IRS–бұл қол жетімсіз массивтің беріктігі (IntactRockStrenght).



10-сурет – профессор Д. Лобширдің жіктеуі бойынша MRMR рейтингтік көрсеткішін анықтау алгоритміне Блок-схемасы

Егер массив қатты жарықшақтанған болса, үзілістер бар болса, RBS параметрі тау жыныстарының беріктігін, сондай-ақ сыну дәрежесін ескере отырып, номограммамен анықталады.

Осы көрсеткіштерді көбейте отырып, номограмма бойынша (11-сурет) IRS-FF/m төмендеу дәрежесінің көрсеткішін табады (1 м-ге жарықшақтар саны).

Осылайша, RBS төмендегідей анықталады:

$$RBS = IRS \times 0,8 \times k, \quad (4)$$

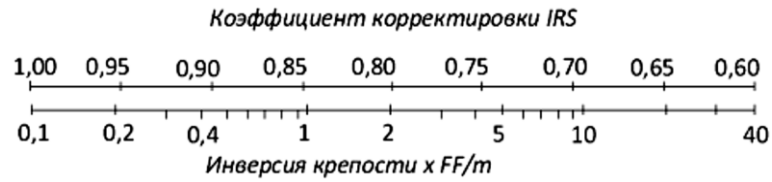
мұндағы: k – IRS түзету коэффициенті, бірлік үлестері.

Бұл есептеу 11-суретте көрсетілген номограмма бойынша RBS түзету коэффициентін табуға мүмкіндік береді. Номограммада инверсия дегеніміз – Моос шкаласы бойынша агрегат беріктігінің коэффициентіне кері мәні. 2-кестеде агрегаттардың ең көп таралған түрлерінің беріктік коэффициенттерінің мәні келтірілген.

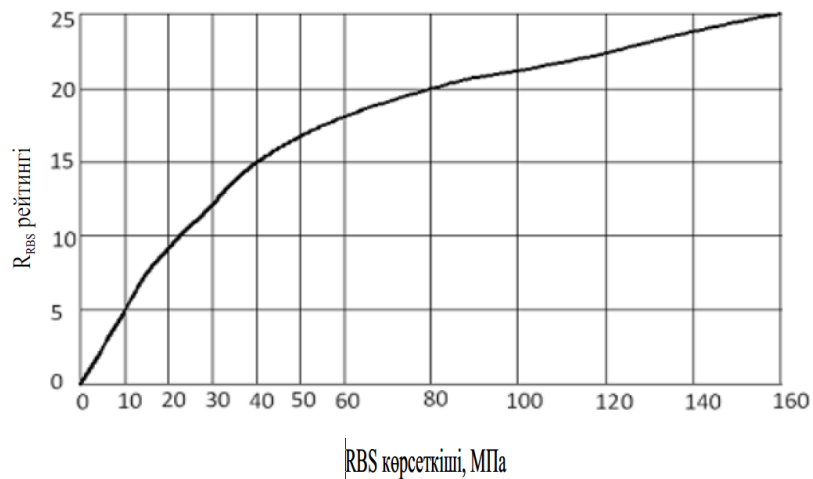
Әрі қарай, 12-суреттегі график бойынша RMR-RRBS рейтингінің құрамдас бөлігі орналасқан.

J_S рейтингі жарықтардың тығыздығына (FF/m) немесе массивтегі олардың арасындағы қашықтыққа байланысты. Ол 13-суретте көрсетілген график бойынша анықталады.

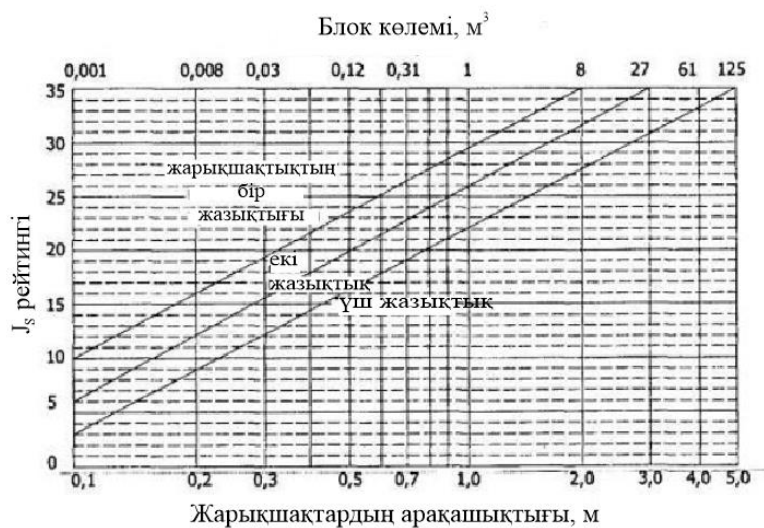
J_C Рейтингінің максималды көрсеткіші 40 бірлікке тең, ол 3-кестеде келтірілген коэффициенттермен түзетілуі тиіс.



11-сурет – Кеннің беріктігі мен жарықшақтардың тығыздығын ескере отырып, тиеген массивтің беріктігін түзету номограммасы.



12-сурет – Жынысты блоктың R_{RBS} беріктік рейтингін анықтау



13-сурет – J_S массивінің сыну рейтингі

2-кесте – Беріктік коэффициенті бойынша инверсия көрсеткішін анықтау (Моос шкаласы бойынша)

Толтырма	Тальк, молибден	Гипс, хлорит	Кальцит, ангидрит	Флюорит, халбкопирит	Апатит
Толтырманың қаттылық коэффициенті	1	2	3	4	5
Инверсия	1,0	0,5	0,33	0,25	0,2

J_C рейтингі келесідей анықталады:

$$J_C = 40 \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \frac{E}{100}, \quad (5)$$

Формуладан көрініп тұрғандай, J_C максималды мәні 40–қа тең және 3-кестеде келтірілген А-Е коэффициенттерінің көмегімен түзетілуі тиіс. MRMR рейтингін есептеу үшін RMR рейтингін тиісті коэффициенттерге көбейту керек.

Желдету. Желдетудің әсер ету коэффициенті 4-кестеде келтірілген.

Жарықшақтардың бағдарлану коэффициенті. Жарықшақтардың бағытын ескеретін коэффициенттер 5 және 6-кестелерде келтірілген.

Тау-кен жұмыстарынан туындаған қысым. Сығымдау кернеулері тау жыныстарының тұрақтылығын арттырады және құлаудың алдын алады. Бұл жағдайда кернеу коэффициентінің әсері 120% құрайды.

3-кесте – J_C көрсеткішіне түзету коэффициенттері көрсетілген

A. Жарықшақтардың ауқымды әсері	
Көпбағытты толқын тәрізді	100
Бірбағытты толқын тәрізді	95
Қисық	90
Сәл толқынды немесе тік	85
B. Жарықшақтар аралығы аса үлкен емес 200 × 200 мм	
Тегіс емес шығыңқы тәрізді/тұрақты емес	95
Тегіс шығыңқы	90
Жатыс шығыңқы	85
Толқынды-бұдырлы	80
Тегіс бұдырлы	75
Жатыс және бұдырлы	70
Жазық бұдырлы	65
Біртекті жазық	60
Жатыс	55
C. Жарықшақтар қабырғалары жыныстар мен толтырмаларға қарағанда деформацияланған және осал	75
D. Үрлемелер	
Қалыңдығы < ұзындығы	60
Қалыңдығы > ұзындығы	30
E. Жарықшақтарды цементтеп толтыру:	

3-кестенің жалғасы

Толтыру қалыңдығы	5	4	3	2	1
Коэффициент мәні	95	90	85	80	75

4-кесте – Желдету факторы бойынша коэффициенттер

Жыныстардың желдетілген дәрежесі, %	Жарты жыл	1 жыл	2 жыл	3 жыл	4 жыл және одан да көп
Жана	100	100	100	100	100
Жеңіл	88	90	92	94	96
Орташа	85	84	86	88	90
Жоғары	70	72	74	76	78
Толық	54	56	58	60	62
Желдету қабығы	30	32	34	36	38

5-кесте – Сызаттардың бағыты бойынша пайыздық деректер

Блокты анықтайтын жарықшақтар саны	Тігінен ауытқыған кенжарлар саны				
	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %
3	3	-	8	-	-
4	4	3	-	2	-
5	5	3	3	2	11
6	6	5	4	3	2,1

6-кесте – Сызаттардың бағдарлану коэффициенттері

Блокты анықтайтын жарықшақтар саны	Вертикальдан ауытқыған жарықшақтар саны	Жарықшақтар жағдайындағы айырмашылықтарды есепке алу үшін массивтегі жарықтардың бағдарлану коэффициенттері, %		
		0 – 15 %	16 – 30 %	95%
3	3	70	80	95
	2	80	90	95
4	4	78	80	90
	3	75	80	95
	2	85	90	95
5	5	70	75	80
	4	75	80	85
	3	80	85	90
	2	85	90	95
	1	90	95	

7-кесте – Жарылыс жұмыстарының факторы бойынша коэффициенттер

Процесстер	Әсері, %
Бұрғылау	100
Тегіс жарылыс	97
Жақсы стандартты жарылыс	94

7-кестенің жалғасы

Нашар жарылыс	80
---------------	----

8-кесте – Жер асты суларының әсері

Білғалды жағдайлар	Орташа қысым 1-5 МПа, 25-125 л/мин	Жоғарғы қысым > 5 МПа, > 125 л/мин
90-95 %	90-80 %	80-70 %

Жарылыс жұмыстары. Жарылыс жұмыстарының нәтижесі жаңа жарықшақтардың пайда болуы және бар жарықшақтардың ашылуы болып табылады, бұл массивтің беріктігінің төмендеуіне әкеледі. Осы фактор бойынша түзету коэффициенттері 7-кестеде келтірілген.

Жер асты суларының әсері. Жалпы жағдайда жер асты сулы қабаттарының болуы құрылымдық блоктар арасындағы үйкелісті әлсіретіп, массивтің беріктігінің төмендеуіне әкеледі.

Жер асты суларын ескеретін коэффициенттер 8-кестеде келтірілген.

Тау жыныстарының қатаюы. Мәңгі аяз аймағында тау жыныстарының мұздығы болған кезде массив үлкен тұрақтылыққа ие болуы мүмкін, ол әдетте уақыт өте келе төмендейді. Бұл жағдайда MRMR көрсеткіші 100-ден 120% - ға дейін өзгереді.

2.4.1 Ақжал кен орны үшін MRMR геомеханикалық сыныптамасы бойынша тау жыныстары массивінің рейтингін анықтау

Тау жыныстары массивінің геомеханикалық жағдайын бағалау кезінде "Ақжал" кен орнының геологиялық-маркшейдерлік қызметінің деректері өңделді, әртүрлі технологиялық мақсаттағы учаскелер мен қазбаларда жыныстар мен кендер массивінің құрылымдық бұзылуының негізгі сипаттамаларын визуалды бақылау және өлшеу жүргізілді. Нәтижесінде массивте дамыған төрт жарықшақтар жүйесі анықталып, жарықтар көрсеткіштерінің негізгі сипаттамаларының орташа мәні анықталды.

Жарықшақтардың көпшілігінің көлбеу бұрыштары $\alpha=70^\circ$ (20,0%), $\alpha=80^\circ$ (17,0%) және $\alpha=75^\circ$ (15,0%) тік түседі. $\alpha<5=45^\circ$ (13,0%) жарықшақтары жиі кездеседі. Сирек кездесетін жарықшақтар $\alpha=5-20^\circ$ (1-2%). Жарықшақтардың қуаты m 0,1-ден 1,5 см-ге дейін, көріну тығыздығы бір куб метрге 5-тен 13 данаға дейін.

Тектоникалық аймақтарда жарықшақтардың қуаты m – 3,0-5,0 см-ге жетеді, ал кейбір учаскелерде массив толығымен ұсақталады және борпылдақ орта болып табылады. Тау жыныстары массивіндегі жарықшақтардың табиғи бақылау нәтижелері бойынша жіктелуі 9 кестеде келтірілген [16].

9-кесте – Тау жыныстары массивіндегі жарықтардың жіктелуі

№	Сынып	Сипаттамасы	Өлшемдері, м	Шығу тегі
---	-------	-------------	--------------	-----------

9-кестенің жалғасы

п/п				
1	I	Жарықтар бүкіл биіктікке және едәуір ұзындыққа таралады, тіпті бірнеше тіректерді де қамтиды, жанасатын беттер бірліктерге немесе тіпті ондаған см-ге алынып, олардың арасындағы кеңістік ұсақталған жыныстармен толтырылған	Аралығы 5-6-дан 10 м-ге дейін	Тектоникалық бұзылулар
2	II	Жарықтардың беттері негізінен құмдалмаған, қатты, тегіс, бір-бірінен бірнеше мм-ге бөлініп, ұсақ ұсақталған жыныстарды толтырады	Аралығы 0,6-0,8-ден 1,6-1,8 м-ге дейін	Массивтегі физикалық процесстер
3	III	Жарықтар әсіресе жойылмаған массивте бөлінбейді, іргелес блоктардың жазықтықтары біртұтас болып көрінеді, жарықтар бетінде жартылай ілінісу бар	Аралығы 2-3-тен 30-40 см-ге дейін	Массивтегі физикалық процесстер
4	IV	Қатпарлы жарықтар, беттер негізінен тегістелмеген, егер адгезия болса, онда ол шамалы, жазықтықтың ені қабаттасу жазықтығына сәйкес келеді	Бірнеше мм-ден бірнеше м-ге дейін	Табиғатынын

Тік құлама жарықшақтарға тән ерекшелік олардың қабаттылығы (эктастар) болып табылады, бұл ашық аймақтардың тұрақтылығына оң әсер етпейді. Сырғу айналарына 80°-қа жақын бұрышта құлайтын, кальцитпен және кейде үйкеліспен толтырылған жарықшақтардың ашылуы-1-5 мм және 2-ден 10 мм-ге дейін.

MRMR рейтингін анықтау үшін тау жыныстарының сығылу беріктігі 60 МПа құрайды. Бұл көрсеткіш негізгі жыныстардың ең төменгі беріктігіне сәйкес келеді [3].

Осылайша, $IRS = 60$ МПа –бұл қол жетімсіз массивтің беріктігі.

Бұл жағдайда RBS жыныс блогының беріктігі (4 формула) жыныстардың беріктігін, сондай-ақ $IRS - FF/m$ сыну дәрежесін (1 м-дегі жарықтар саны) ескере отырып анықталады.

Жарықтардың орташа жиілігі (FF) 1 м-ге 5-13 жарықшақтар. Негізгі агрегат кальцит болып табылады, оның беріктігі 2-кестеге сәйкес 3, ал инверсиясы 0,33 құрайды.

Солай номограмма бойынша (11-сурет) $IRS - FF/m$ түзету коэффициенті 0,78 құрайды және жыныс блогының беріктігі анықталады:

$$RBS = IRS \times 0,8 \times k = 60 \times 0,8 \times 0,78 = 37,4 \text{ МПа}$$

Графиктен (12-сурет) R_{RBS} рейтингі анықталады, ол 13-ке тең.

J_s – жарықшатардың саны бойынша рейтинг, кесте бойынша анықталады (13-сурет). Жарықшатар арасындағы орташа қашықтық 0,15 м

құрайды. Тау жыныстарының массиві жарықшақтармен ұсынылған, жарықшақтардың 4 жүйесі бар. 14-суреттен JS рейтингі-5 құрайды.

J_C – сыну жағдайларының рейтингі (5) формула бойынша анықталады.
 $A = 85, B = 80, C = 75, D = 60, E = 85$, 5.2 кесте бойынша.

$$J_C = 40 \times \frac{85}{100} \times \frac{80}{100} \times \frac{75}{100} \times \frac{60}{100} \times \frac{85}{100} = 10,4$$

$$RMR = R_{RBS} + J_S + J_C = 13 + 5 + 10,4 = 28,4$$

Кен орнының тау-кен-геологиялық жағдайына қарай $K = 0,90$ көрсеткіші.

Желдету факторы бойынша коэффициенттер. Анықталғаннан бері 4 жыл немесе одан да көп уақыт өтті, ауа-райының орташа деңгейі – 90 %.

Жарықтардың бағдарлану коэффициенті. 4-блокты анықтайтын жарықтар саны, жарықтардың бағыты $45-700 \div 80\%$ жақын.

Жарылыс жұмыстарының факторы бойынша коэффициенттер. Жақсы стандартты жарылыс -94%.

Жер асты суларының әсері. Ылғалды жағдайлар – 95%.

$$MRMR = RMR \times k = 28,4 \times 0,90 = 25,56$$

10-кесте – Д. Лобшир әдісі бойынша тау жыныстарының жіктелуі

Класс/рейтинг MRMR	5 / 5-20	4 / 21-40	3 / 41-60	2 / 61-80	1 / 81-100
Тұрақтылығы (опырылуы)	Өте төмен (өте жоғары)	төмен (жоғары)	Орташа (орташа)	Жоғары (төмен)	Өте жоғары (өте төмен)

10-кесте бойынша "Ақжал" кен орнындағы тау жыныстарының жіктемесі өңделген кеңістікке жақын жерде 4-сыныпқа жатады және орнықтылық дәрежесі бойынша төмен, ал опырылуы бойынша жоғары болып бағаланады.

2.5 Тау-кен қазбаларының айналасындағы жыныстардың ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтау

2.5.1 Массив құрылымын зерттеу-геологиялық беріктік индексі (GSI)

Хук пен Браун ХХ ғасырдың 90-жылдарында күшті және әлсіз тау жыныстарына қолданылатын геологиялық беріктік индексі (GSI) ұсынды. Тәжірибелі дала инженерлері мен геологтары қарапайым, жылдам, бірақ,

қазбалар, горизонттар және кеніш контурының геологиялық жағдайларын көзбен шолып қарауға негізделген сенімді жіктеулерді қолданды.

Өткен жылдардағы тәжірибе көрсеткендей, жіктеу жүйесі әлсіз жыныстар үшін сызықты емес болуы керек, себебі олардың беріктігі желдетудің әсерінен тез нашарлайды. Сонымен қатар, компьютерлік модельдеуді қолдануды арттыру, компьютерлік модельдеу және тау жыныстары мен жер асты құрылыстарының тұрақтылығын талдау үшін арнайы реттелетін жіктеу жүйесінің шұғыл қажеттілігін тудырды. Осы қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін Хоек және Браун [17] келесі екі корреляцияға негізделген GSI бағалау үшін қарапайым диаграммаларды жасады:

$$GSI = RMR - 5, \quad (6)$$

Бенявский бойынша мұндағы RMR тау жыныстары массивінің рейтингі [6], келесідей анықталады:

$$RMR = J_{A1} + J_{A2} + J_{A3} + J_{A4} + J_{A5} + J_B \quad (7)$$

RMR тау-кен массивінің рейтингі келесі массив көрсеткіштерін қолданады:

- тау жыныстарының бір осьті сығылуға беріктігі (J_{A1} рейтингі 0-ден 15 баллға дейін);

- RQD(Rock Quality Designation) геологиялық барлау ұңғымалары кернінің шығуы бойынша массив сапасының көрсеткіші; ол ұзындығы 10 см-ден асатын керннің барлық бөліктерінің жалпы ұзындығының оның жалпы ұзындығына қатынасы бойынша анықталады (J_{A2} рейтингі RQD көрсеткішіне байланысты 3-тен 20 баллға дейін);

- жарықшақтар арасындағы қашықтық (J_{A3} рейтингі 5-тен 20 баллға дейін);

- жарықшақтардың сипаттамасы (J_{A4} рейтингі 0-ден 30 баллға дейін), оның ішінде:

1) жарықшақтардың кедір-бұдырлығы (J_{A41} рейтингі 0-ден 6 баллға дейін);

2) жарықшақтардың ұзындығы (J_{A42} рейтингі 0-ден 6 баллға дейін);

3) жарықшақтарды ашу (J_{A43} рейтингі 0-ден 6 баллға дейін);

4) жарықшақтарды толтыру (рейтингі J_{A44} 0-ден 6 баллға дейін);

5) жарықшақтардың қабырғаларының ақауы (J_{A45} рейтингі 0-ден 6 баллға дейін); J_{A4} жарықтылығының геологиялық сипаттамасының рейтингтік бағасы жеке көрсеткіштер бойынша рейтингтердің қосындысымен анықталады:

$$J_{A4} = J_{A41} + J_{A42} + J_{A43} + J_{A44} + J_{A45} \quad (8)$$

- қазбаны суландыру шарттары (J_{A5} рейтингі 0-ден 15 баллға дейін);

- өндіру осіне қатысты жарықтардың бағыты және олардың құлау бұрышы (J_B рейтингі 0-ден 12 балл шегінде; RMR массивінің қорытынды рейтингін анықтау кезінде осы көрсеткіштің рейтинг баллдарының теріс мәндері басқа көрсеткіштердің баллдар сомасынан шегеріледі).

Барлық көрсеткіштердің рейтинг мәндерін балдар бойынша анықтау нұсқаулар 12-кестеде келтірілген.

Қазбаның осіне және олардың құлау бұрышына қатысты жарықтар бағытының қазбалар тұрақтылығына әсерін сипаттайтын J_B рейтингі анықталатын ережелер 11-кестеде келтірілген.

11-кесте – Жарықшақтардың бағдарлануының қазбаларға төзімділігіне әсері

<i>Жарықшақ созылымы қазба осіне перпендикуляр</i>		<i>Жарықшақ созылымы қазба осіне параллель</i>	
Қазбаларды өту құлау бұрышы 45-90°-қа тең жарықшақтардың құлауы бойынша жүргізіледі	Қазбаларды өту құлау бұрышы 20-45°-қа тең жарықшақтардың құлауы бойынша жүргізіледі	Жарықшақтардың құлау бұрышы 45-90°	Жарықшақтардың құлау бұрышы 20-45°
Өте қолайлы	Қолайлы	Қолайсыз	Тым қолайсыз
Қазбаларды өту құлау бұрышы 45-90°-қа тең жарықшақтардың құлауына қарсы жүргізіледі	Қазбаларды өту құлау бұрышы 20-45°-қа тең жарықшақтардың құлауына қарсы жүргізіледі	Созылымына байланыссыз құлау бұрышы 0-20°	
Қолайлы	Қолайсыз	Қолайсыз	

RMR анықтауға арналған көрсеткіштер 12-кестеде қызыл түспен белгіленген. Массивтің тұрақтылық рейтингі мен геологиялық беріктік индексін есептеу.

$$RMR = J_{A1} + J_{A2} + J_{A3} + J_{A4} + J_{A5} + J_B = 7 + 13 + 8 + 11 + 10 - 5 = 44,$$

$$GSI = RMR - 5 = 44 - 5 = 39$$

12-кесте – RMR тау жыныстары массивінің рейтингтік көрсеткіштерін анықтау

Параметрлері	Көрсеткіш интервалы						
	> 250 МПа	100÷250 МПа	50÷100 МПа	25÷50 МПа	5÷25 МПа	1÷5 МПа	< 1 МПа
J_{A1} рейтингі	15	12	7	4	2	1	0
A2. RQD керннен алынған массив сапасы	90% ÷ 100%	75% ÷ 90%	50% ÷ 75%	25% ÷ 50%	< 25%		

12-кестенің жалғасы

<i>i J_{A2} рейтингі</i>	20	17	13	8	3
А 3. Жарықшақтар арақашықтығы	> 2 м	0,6÷2м	200÷600 мм	60÷200мм	< 60 мм
<i>J_{A3} рейтингі</i>	20	15	10	8	5
А4. Жарықшықтар сипаты					
А 4.1. Жарықшақтардың бұдырлығы	Өте бұдыр	Шамалы бұдыр	Шамалы бұдыр	Жазық беттер	Сырғу іздері
<i>J_{A41} рейтингі</i>	6	5	3	1	0
А 4.2. Жарықшақтар ұзындығы	< 1 м	1÷3 м	3÷10 м	10÷20 м	> 20 м
А 4.2. Жарықшақтар ұзындығы	< 1 м	1÷3 м	3÷10 м	10÷20 м	> 20 м
<i>J_{A42} рейтингі</i>	6	4	2	1	0
А 4.3. Жарықшақтардың ашылуы	Жоқ	< 0,1 мм	0,1÷1,0 мм	1÷5 мм	> 5 мм
<i>J_{A43} рейтингі</i>	6	5	4	1	0
А 4.4. Жарықшақтар толтырмасы	Жоқ	Қатты толтырма < 5 мм	Қатты толтырма > 5 мм	Жұмсақ толтырма < 5 мм	Жұмсақ толтырма > 5 мм
<i>J_{A44} рейтингі</i>	6	4	2	2	0
А 4.5. Жарықшақ қабырғасының желдетілуі	Жоқ	Шамалы желдетілген	Орташа желдетілген	Қатты желдетілген	Бөлшектелген
<i>J_{A45} рейтингі</i>	6	5	3	1	0
<i>J_{A4} = J_{A41} + J_{A42} + J_{A43} + J_{A44} + J_{A45}</i>	30	25	20	10	0
А 5. Қазбаның сулануы	Құрғақ	Дымқыл	Сулы	Капеж	Су ағыны
<i>J_{A5} рейтингі</i>	15	10	7	4	0
В. Жарықшақтар бағыты	Өте қолайлы	Қолайлы	Орташа	Қолайсыз	Өте қолайсыз
<i>J_B рейтингі</i>	0	- 2	- 5	- 10	- 12

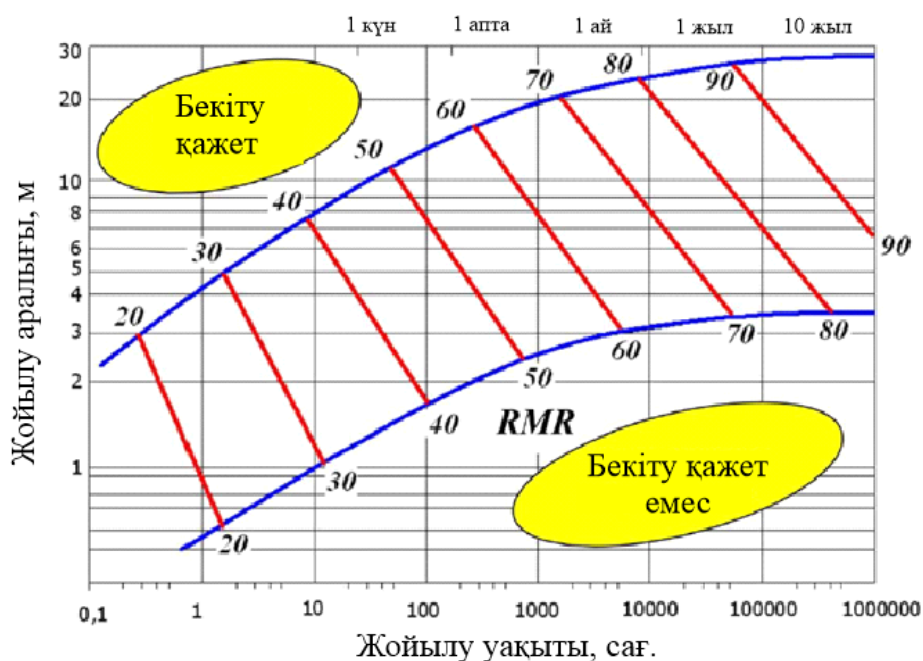
RMR рейтингіне байланысты 3. Бенявский массивтердің тұрақтылық бойынша келесі жіктелуін ұсынды (13-кесте).

13-кесте – RMR рейтингі бойынша массивтерді жіктелуі

RMR массив рейтингі	Жартасты массив класы	Тұрақтылық бағасы	Орташа тұрақтылық уақыты
100 - 81	I	Едәуір тұрақты жыныстар	15 м аралықта 20 жыл
80 - 61	II	Тұрақты жыныстар	10 м аралықта 1 жыл
60 - 41	III	Орташа тұрақты жыныстар	5 м аралықта 1 апта
40 - 21	IV	Тұрақсыз жыныстар	2,5 м аралықта 10 сағат
< 21	V	Едәуір тұрақсыз жыныстар	1 м аралықта 30 мин.

RMR рейтингі бойынша тау жыныстарының массиві орташа төзімді тау жыныстары ретінде бағаланады.

Азаматтық құрылыстағы көлік және инженерлік тоннельдерді үңгілеу тәжірибесі бойынша RMR массивінің рейтингі бойынша олардың аралығынан тау-кен қазбаларының тұрақты жай-күйінің уақытын анықтауға мүмкіндік беретін жалпыланған диаграмма жасалады (14-сурет) [18].



14-сурет – RMR массивінің аралығына және рейтингіне байланысты тұрақты жойылу уақытының сипаттамасы

2.5.2 PYTHON бағдарламалық тілін қолдану арқылы массивтің физика-механикалық қасиеттерін нақтылау

Қазіргі уақытта тау-кен жұмыстарының тұрақтылығын бағалау үшін Rocscience бағдарламалық жасақтамасы кең таралған. Бұл жұмыста Rocklab бағдарламасы массивтің беріктік сипаттамаларын алуға, содан кейін Examine2D бағдарламасы сандық талдау арқылы тау-кен жұмыстарының стресстік жағдайын зерттеуге мүмкіндік береді.

Дегенмен Rocklab бағдарламасы қолжетімсіз болу себебінен бұл жұмыстар Python бағдарламалау тілі қолданылды.

Python – жоғары дәрежелі бағдарламалау тілі. Бағдарламалау тілі еркін түрде қол жетімді және шешім туралы шешіміңізді жазу сияқты компьютерлік мәселені оңай шешеді.

Кен мен жыныстардың беріктік және серпімділік қасиеттері кен орнын барлаудың әртүрлі кезеңдерінде әртүрлі ұйымдармен зерттелді және кен мен жыныстардың қасиеттері параметрлерінің жақсы жинақталуы байқалады. Мысалы, 2009 жылы "Центрагеоланалит" ЖШС орындаған жыныстар мен кендердің физикалық-механикалық қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері 14-

кестеде келтірілген [3]. Ең мықтылары-кен сыйымды әктастар, кремнийлі-сазды әктастар, қарқынды ширатылған әктастар, диориттер. Ең аз берік-кенді емес әктастар, қорғасын-мырыш кендері бар әктастар және туфопесчаниктер.

Тау жыныстарының беріктігі бойынша іргелес жыныстардың қалыңдық беріктігімен ерекшеленетін екі негізгі доменге бөлуге болады:

-орташа беріктік коэффициенті $f=10,5$ болатын кен сыйымды әктастар, кремнийлі-сазды әктастар, қарқынды ширатылған әктастар және диориттер (мықты)

-орташа беріктік коэффициенті $f=7,6$ болатын қорғасын-мырыш кенденуімен кеуексіз әктастар мен құмтастар және әктастар (өте мықты).

14-кесте – "Ақжал" кен орнының сыйымды жыныстары мен кендерінің негізгі физикалық-механикалық қасиеттері ("Центргеоланалит" ЖШС, 2009 жыл)

Тау жынысы түрлері	М.М. Протоdjяконов бойынша каттылық коэф.	Беріктігі, МПа		Пуассон коэф.	Юнг модулі	Тығыздығы. г/см ³
		Сығу	Созу			
1	2	3	4	5	6	7
Массивті әктастар (кенсіз)	6,5	60,53	5,63	0,20	9,48	2,69
Массивті әктастар (кенді)	9,0	89,8	6,7	0,19	1,03	2,70
Қорғасын-мырыш кенді әктастар	7,6	76,1	7,5	0,21	9,52	2,87
Кремнийлі-сазды әктастар	10,0	98,43	6,96	0,20	9,01	2,66
Әктастар	10,1	107,65	9,4	0,24	11,17	3,12
Ұсақтұқымды диориттер	12,9	129,0	16,5	0,20	9,60	2,72
Туфопесчанники	8,6	85,5	7,3	0,23	6,91	2,70

"Ақжал" кен орнының Орталық бөлігі бойынша геологиялық профильдерді талдау кенді денелер борпылдақ әктастармен тікелей қоршалатынын көрсетті, олар өз кезегінде негізінен кремний-сазды әктастармен (жоғарғы қабат) қоршалған. Кремний-сазды әктас орамалы пішінді.

Сандық талдау үшін стандартты беріктік параметрлерінен басқа, Python бағдарламасы арқылы алынатындар шамалар қажет.

15-кестеде беріктік параметрлерін анықтауға арналған бастапқы деректер келтірілген.

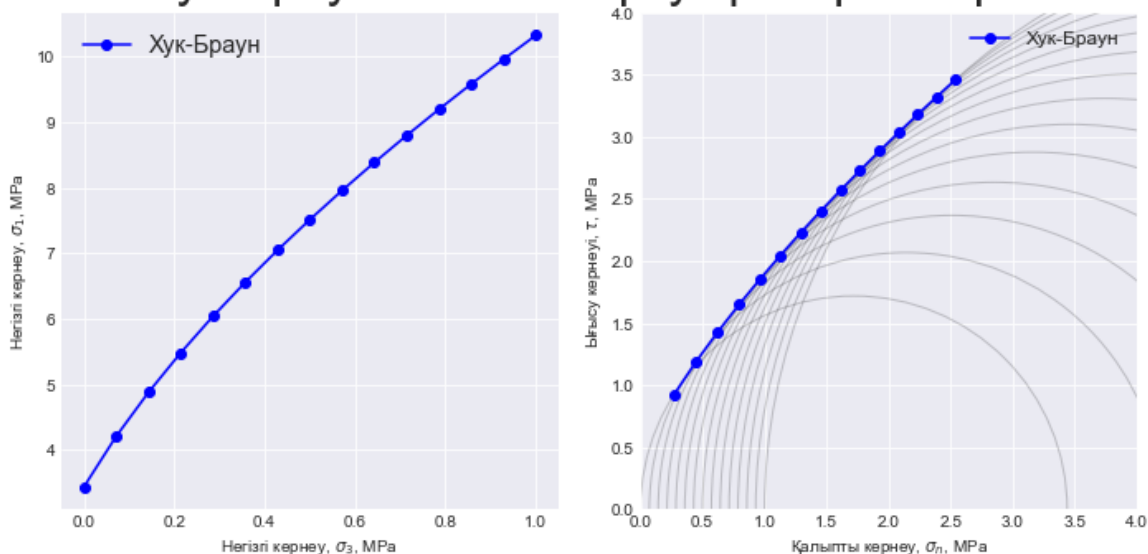
15-кесте – Python бағдарламасы үшін бастапқы деректер

Тау жынысының типі	Sigci, МПа	GSI	mi	D	Ei (MR)	Тереңдігі, м	Көлемдік салмақ, МН/м ³
--------------------	------------	-----	----	---	---------	--------------	------------------------------------

15-кестеннің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Әктастар	60,53	49	8	0	970	100	0,0273

Хук-Брауннан бас тарту критерийлері



15-сурет – Хук-Брауннан бас тарту критерийлері

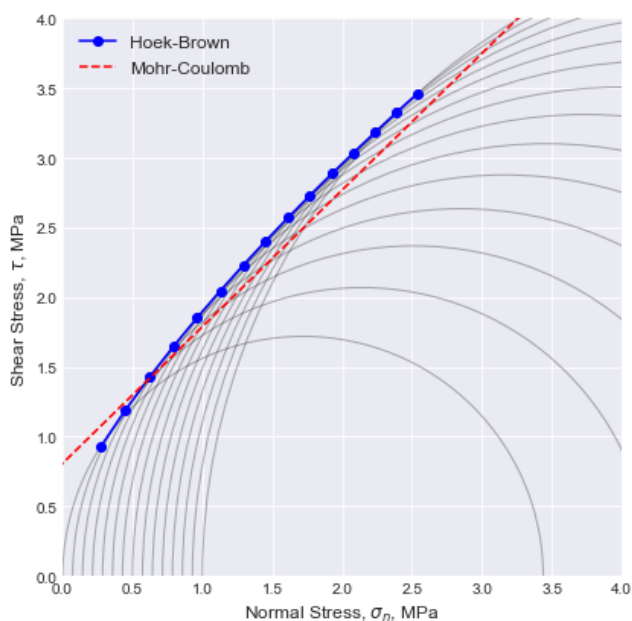
16-кестеде "Ақжал" кен орны тау жыныстарының беріктік параметрлерін анықтау нәтижелері келтірілген.

16-кесте – "Ақжал" кен орнының тау жыныстары массивінің беріктік көрсеткіштері

Көлемдік салмақ, МН/м ³	Тереңдігі, м	Созылуға беріктік шегі, Мпа	Ілінісу, Мпа	Ішкі үйкеліс бұрышы, град	Юнг модулі, Мпа	Пуассон коэф.
1	2	3	4	5	6	7
0,0273	100	0,075	0,526	44.64	7345	0,2

16-суретте келтірілген беріктік паспортын талтайдын болсақ, Можи сызығы Хук Браун сызығынан төмен тұрғандығы массивтің тұрақсыз күйде екенін көрсетеді.

16-кестеде келтірілген тау жыныстары массивінің беріктік параметрлері тау-кен қазбаларының айналасындағы жыныстардың ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтау бойынша сандық талдаудың бастапқы деректері ретінде пайдаланылады.

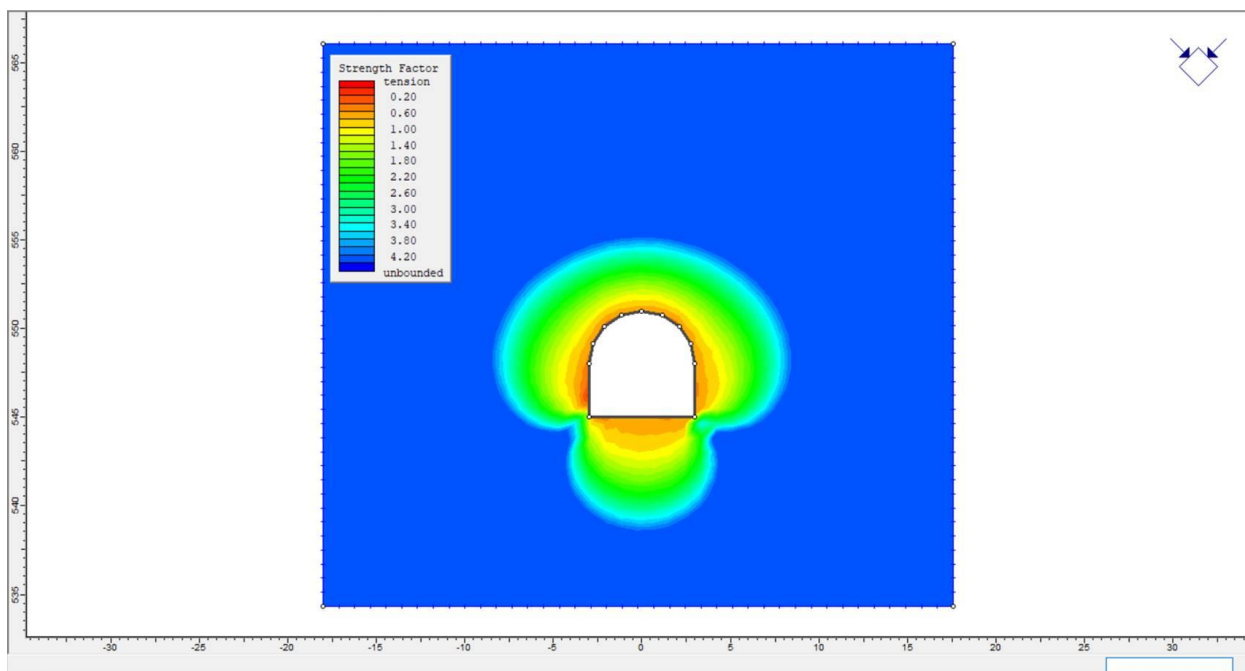


16-сурет – Беріктік паспорты

2.5.3 Тау-кен қазбаларының айналасындағы ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтау бойынша сандық талдау жасау

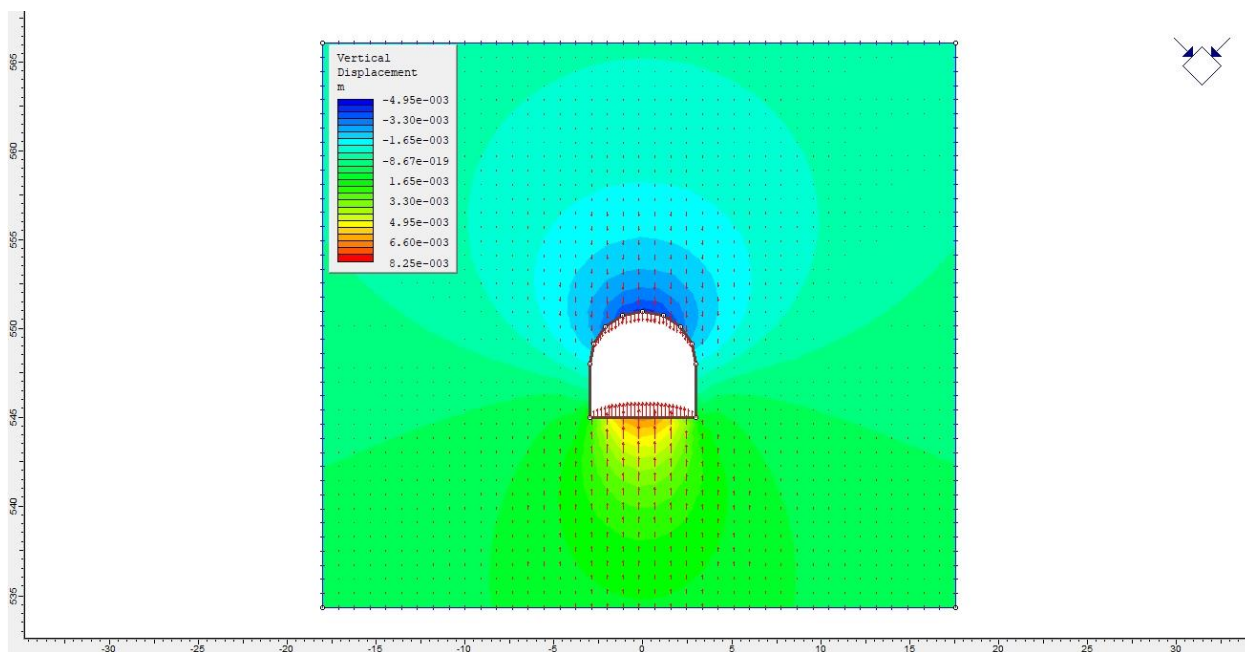
Тау-кен қазбаларына жақын массивтің ҚҚС сандық талдауын жүргізу үшін 505м гор. және 545м гор. және ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтау үшін тік жазықтықтағы проекция "жергілікті жұмыс жобасына" сәйкес қабылданды...» [3].

Талданатын жазықтықтағы есептелген кернеулер тау-кен қазбаларының айналасындағы оқшаулау түрінде ұсынылуы мүмкін. Тау-кен қазбаларының айналасындағы девиаторлық кернеулердің (негізгі кернеулердің айырмасы) мәндерін түсіндіру үшін беріктік коэффициентінің оқшаулағыштары көрсетіледі, олар тау-кен массивінің таңдалған беріктік критерийіне сәйкес беріктік/эсер етуші кернеулердің сандық қатынасын білдіреді. Егер беріктік коэффициентінің мәні (Strength Factor) бірліктен аз болса, онда бұл массивтің шиеленіс жағдайында жойылғандығын көрсетеді. Егер мән 1-ден 2-ге дейін болса, онда бұл тау жыныстарының массиві максималды шиеленіс жағдайында екенін білдіреді. Егер мән 2-ден үлкен болса тау жыныстары массивінің тұрақты күйін сипаттайды. (17-сурет)

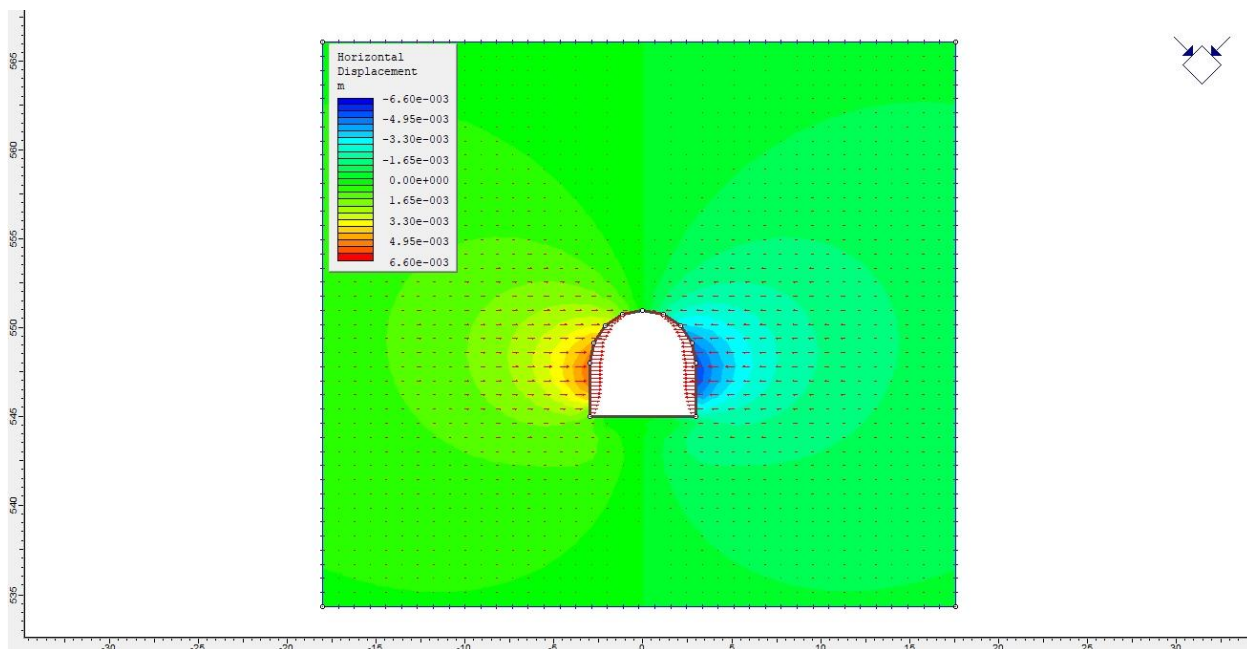


17-сурет – Жерасты тау-кен қазбасының айналасындағы массивтің тұрақтылығы

Келесі суреттерге қарайтын болсақ қазба шатырында пайда болған опыруларға вертикаль деформациялар (сурет) әсер ететінін байқауға болады. (18,19-сурет)



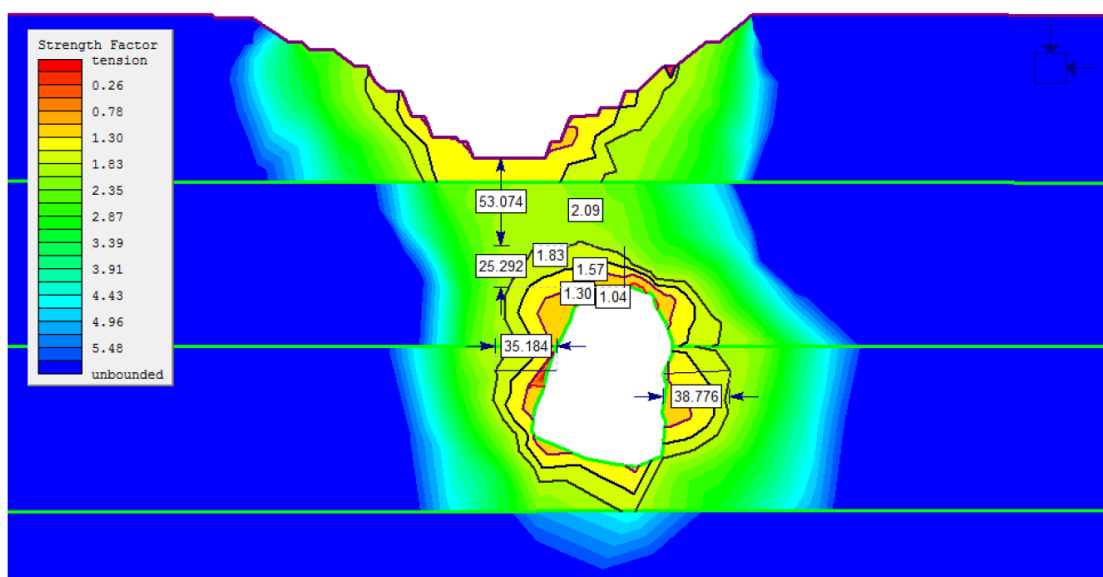
18-сурет – Тау-кен қазбасына әсер ететін вертикаль деформациялар



19-сурет – Тау-кен қазбасына әсер ететін горизонталь деформациялар

Сандық талдау нәтижелері 20-суретте көрсетілген.

20-суреттен көрініп тұрғандай, шатырдың бүйіріндегі қуыстың әсер ету шекарасы – 25 м, төнбе бүйірден – 35 м, ал жатыс бүйірден – 38 м-ге тең. Бұл учаскелерде тау жыныстарының массиві 1,83 қауіпсіздік коэффициентіне ие. Бұл учаске шекті күй аймағы ретінде сипатталады. Қуыстың айналасындағы тау жыныстарының шекті жай-күйі аймағының жоғарғы шекарасынан карьердің төменгі белгісіне дейінгі қашықтық 53 м құрайды.



20-сурет – Карьерді толық өңдеу кезінде тау жыныстары массивінің қазылған кеңістікке жақын маңдағы тұрақтылығы

Массивтің тұрақтылығына қуыстың әсер ету аймағының параметрлері карьердің толық жұмысымен салыстырғанда айтарлықтай өзгермейді. Алайда, бөлгіш целик есебінен үлкен қуаты неғұрлым берік болып табылады.

Жартас массивтерінің маңызды геомеханикалық сипаттамасына сыну дәрежесі жататындықтан, бірінші топтың тектоникалық элементтерін – ұсақ жарықшақтарды зерттеуге ерекше назар аударылды. Жарықшақтар тау жынысымен бірге пайда болып, күрделі кеңістіктік желілерді құрайды және оның бүкіл тарихында болады және өзгереді. Жарықшақтар сумен, газдармен, минералды және органикалық заттармен толтырылуы мүмкін. Жарықшақтар пішіні, шығу тегі және орналасуы бойынша әртүрлі.

Осылайша, жер қыртысының тау жыныстары әр бейнелі генезисті, әртүрлі өлшемдер, ені, жасы және т. б. жарықшақтардың тығыз желісімен ұсынылған.

2-бөлім бойынша қорытынды

1. Ақжал кен орнының аймағында массивтің табиғи кернеулі күйі WSM 2016 картасы бойынша зерттелді. Сондай-ақ, жер асты тау-кен қазбаларын визуалды тексеру жүргізілді.

2. Керн бойынша массив сапасының көрсеткіші (RQD), тау-кен қазбаларының айналасындағы жыныстардың ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлері, Д.Лобширдің рейтингтік классификациясына сәйкес (MRMR – Mining Rock Mass Rating) орталық учаскенің 505 және 545м горизонттарында және Шығыс учаскенің 500м горизонттарында тау жыныстарының тұрақтылық дәрежесі анықталды.

3. Кен орнының тау жыныстары массивінің беріктік көрсеткіштерін анықтау жүйесі автоматтандырылды.

4. Тау-кен қазбаларының айналасындағы тау жыныстарының ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтауға арналған сандық талдау жүргізілді.

3 ЖЕРАСТЫ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ МАССИВІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІНЕ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГ

3.1 Жерасты бақылау станциясын салу және геотехникалық мониторинг жүргізу

"Ақжал" кен орнында тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу үшін аралас өңдеу жүйесіне көшумен 2017 жылдан бастап өңделген жыныстардың орнықтылығын, жыныстардың өңделген қалыңдығында әртүрлі жылжу және деформациялау аймақтарының дамуы мен қалыптасуын бақылау үшін геомеханикалық мониторинг жүргізіледі. [19]

Ақжал кенішінің жерасты тау-кен қазбаларының тау-кен жыныстары массивінің жай-күйіне қалыптасқан геомеханикалық жағдайды талдау мақсатында, кеніштің тау-кен қазбаларына жақын контурлық массив деформациясының заңдылықтарын анықтау үшін жоғары дәлдікті аспаптық бақылаулар жүргізу қажет болып табылады.

Ол үшін екі кезеңде келесі жұмыстар жүргізілді:

I кезең (2020 жылғы шілде):

- Шығыс учаскенің 505 м горизонтындағы көлік қуақызында саны 15 дана реперлік станцияларды тахеометрлік түсіру; (Сурет 1)

- 465 м горизонтындағы көлік қуақызында бір-бірінен 30-35 м қашықтықта 27 дана мөлшерінде реперлік бақылау станцияларын салу, содан кейін оларды түсіру. (Сурет 2)

II кезең (2020 жылғы қазан):

- орталық учаскенің 465 м горизонтындағы және Шығыс учаскенің 505 м горизонтындағы көліктік қуақызында реперлік станцияларды тахеометриялық түсіру.

Бақылау реперлерінде бақылау маркілері (жанатын) бекітіліп (21-сурет) «Инструкции по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений» талаптарына сәйкес қажетті дәлдікті қамтамасыз ете отырып, объектінің деформациясын бақылау жүргізілген. [20].

Тахеометриялық түсіріс TS06 Plus (LeicaGeosystems) жоғары дәлдіктегі электронды тахеометрмен жүргізілді, ол деректерді тікелей компьютерлік өңдеуге мүмкіндік береді және «Инструкции по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений» талаптарына сәйкес қажетті дәлдікті қамтамасыз етеді.



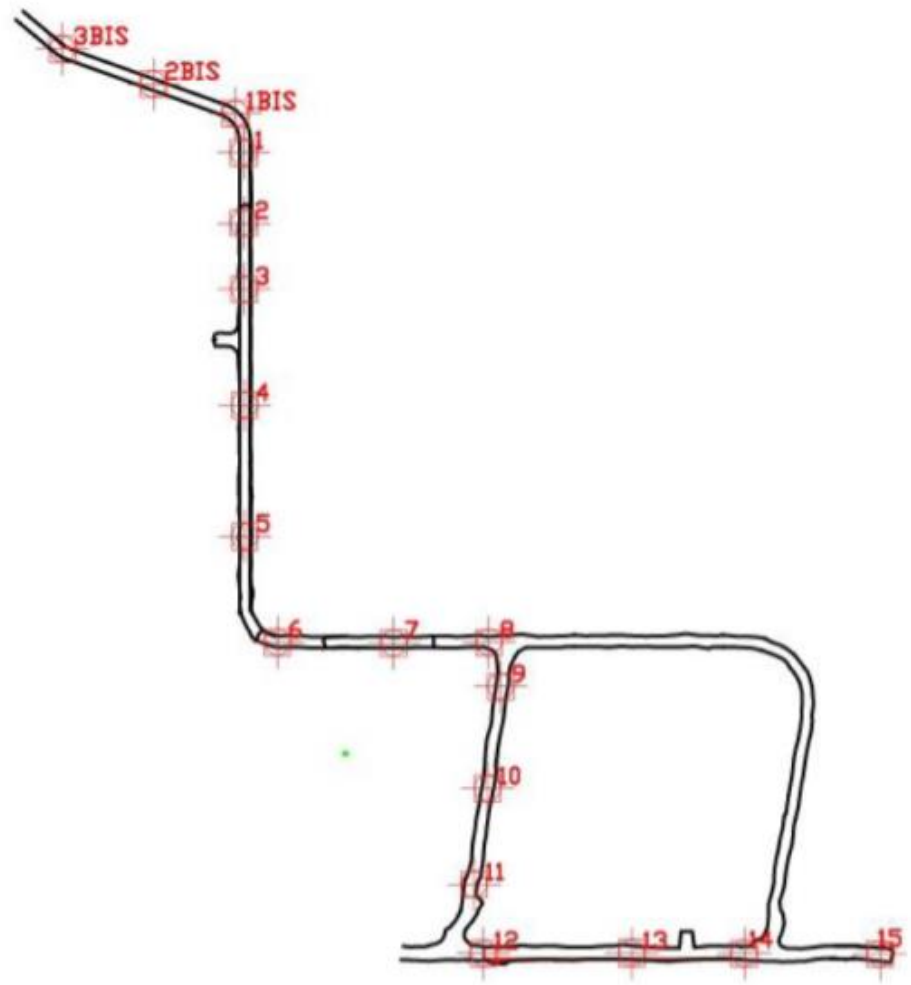
21-сурет – Жер асты тау-кен қазбаларында бақылау маркілерін бекіту

Тахеометриялық түсірілім үшін бастапқы деректер (нүктелер координаттары) 17-кестеде келтірілген.

17-кесте – 505м және 465м горизонттарындағы маркшейдерлік нүктелердің координаттары

№	Y	X	Z
465м горизонт			
465-40	22201.571	27324.426	464.375
465-44	22193.889	27340.655	465.375
505м горизонт			
Rp-14	21959.943	29385.477	503.042
Rp-15	21959.744	29429.554	501.830

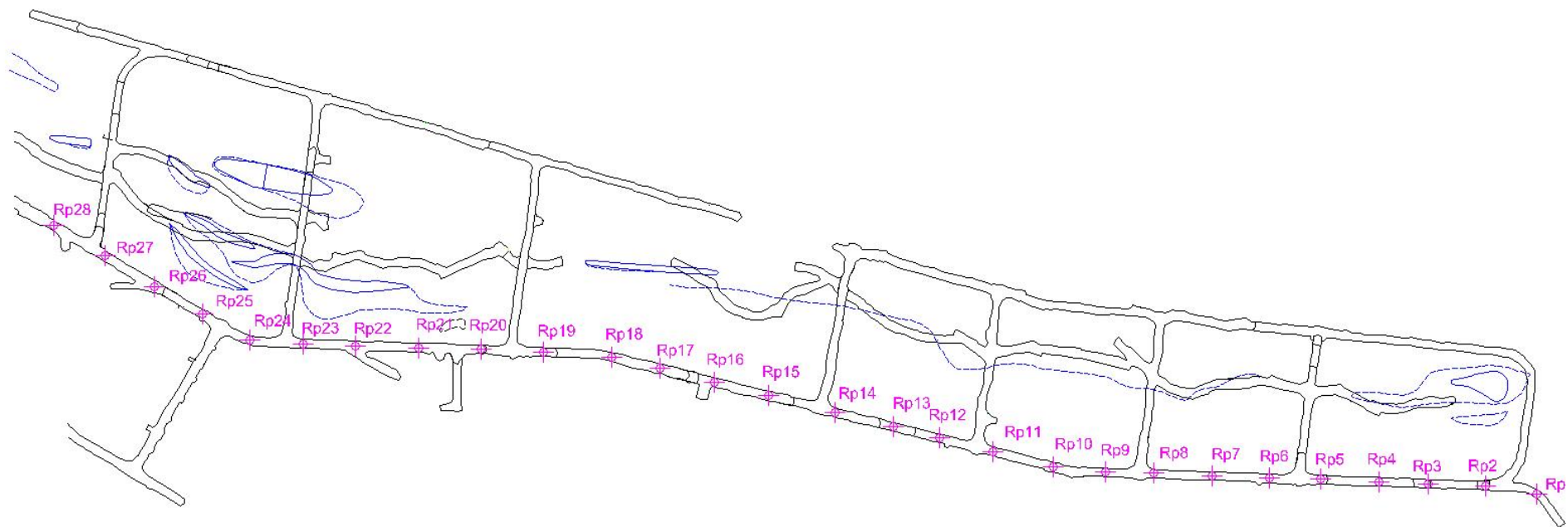
Далалық түсіріс нәтижелері AutoCAD бағдарламасында өңделді және олардың нәтижелері 18,19-кестелер мен 22, 23 суреттерде келтірілген.



22-сурет – 505 м горизонттағы көлік қуағазында реперлердің орналасуы

18-кесте – 505м горизонттағы түсіріс көлік қуақызындағы нәтижелері

№ Нүктелер	Шілде			Қазан			Δ		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1 бис				22253.329	29164.085	511.631			
2 бис				22241.931	29193.646	510.872			
3 бис				22232.331	29220.178	510.472			
Rp 1	22219.786	29223.205	510.492	22219.785	29223.199	510.489	-0.001	-0.006	-0.003
Rp 2	22196.984	29223.208	510.253	22196.981	29223.213	510.249	-0.003	0.005	-0.004
Rp 3	22175.598	29223.356	509.645	22175.596	29223.359	509.644	-0.002	0.003	-0.001
Rp 4	22137.899	29223.395	509.026	22137.905	29223.390	509.024	0.006	-0.005	-0.002
Rp 5	22095.366	29223.441	508.015	22095.369	29223.443	508.010	0.003	0.002	-0.005
Rp 6	22060.959	29234.106	507.263	22060.958	29234.110	507.257	-0.001	0.004	-0.006
Rp 7	22060.675	29271.805	505.942	22060.671	29271.804	505.938	-0.004	-0.001	-0.004
Rp 8	22060.854	29302.726	506.023	22060.852	29302.729	506.018	-0.002	0.003	-0.005
Rp 9	22046.527	29306.511	505.810	22046.523	29306.516	505.807	-0.004	0.005	-0.003
Rp 10	22013.485	29302.230	504.994	22013.481	29302.225	504.990	-0.004	-0.005	-0.004
Rp 11	Жойылған			21982.316	29297.724	504.309			0
Rp 12	21959.982	29300.762	504.311	21959.979	29300.758	504.308	-0.003	-0.004	-0.003
Rp 13	21960.048	29348.935	503.061	21960.051	29348.930	503.057	0.003	-0.005	-0.004
Rp 14	21959.961	29385.470	503.040	21959.964	29385.471	503.037	0.003	0.001	-0.003
Rp 15	21959.742	29429.556	501.824	21959.747	29429.554	501.819	0.005	-0.002	-0.005



23-сурет – 465 м горизонттағы көлік қуақызында реперлердің орналасуы

19-кесте – 465 м горизонттындағы түсіріс нәтижелері

№ Нүктелер	Шілде			Қазан			Δ		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
R1	28057.803	22072.581	489.262	28057.806	22072.583	489.259	0.003	0.002	-0.003
R2	28031.451	22077.925	488.879	28031.453	22077.921	488.875	0.002	-0.004	-0.004
R3	28003.129	22078.855	487.893	28003.134	22078.852	487.892	0.005	-0.003	-0.001
R4	27978.597	22080.262	487.797	27978.598	22080.261	487.796	0.001	-0.001	-0.001
R5	27949.107	22080.577	487.336	27949.108	22080.579	487.333	0.001	0.002	-0.003
R6	27924.005	22080.893	486.575	27924.008	22080.896	486.571	0.003	0.003	-0.004
R7	27895.141	22081.942	485.893	27895.143	22081.940	485.89	0.002	-0.002	-0.003
R8	27866.172	22083.741	485.42	27866.174	22083.747	485.418	0.002	0.006	-0.002
R9	27842.202	22084.246	485.044	27842.199	22084.246	485.041	-0.003	0	-0.003
R10	27816.425	22086.197	484.185	27816.422	22086.193	484.183	-0.003	-0.004	-0.002
R11	27786.749	22095.168	483.778	27786.746	22095.163	483.775	-0.003	-0.005	-0.003
R12	27760.293	22101.138	483.001	27760.289	22101.142	482.995	-0.004	0.004	-0.006
R13	27737.119	22106.575	482.729	27737.121	22106.572	482.726	0.002	-0.003	-0.003
R14	27708.039	22113.658	481.502	27708.042	22113.655	481.499	0.003	-0.003	-0.003
R14	27675.145	22121.875	479.402	27675.150	22121.878	479.4	0.005	0.003	-0.002
R15	27648.244	22128.995	477.026	27648.241	22128.992	477.021	-0.003	-0.003	-0.005
R16	27621.177	22135.999	475.052	27621.174	22135.996	475.048	-0.003	-0.003	-0.004
R17	27597.225	22140.702	472.532	27597.221	22140.707	472.527	-0.004	0.005	-0.005
R18	27562.682	22144.001	468.993	27562.686	22144.006	468.989	0.004	0.005	-0.004
R19	27532.078	22145.088	468.798	27532.076	22145.082	468.795	-0.002	-0.006	-0.003
R20	27501.138	22146.417	467.968	27501.136	22146.415	467.964	-0.002	-0.002	-0.004
R21	27469.493	22147.183	466.625	27469.489	22147.187	466.621	-0.004	0.004	-0.004
R22	27443.181	22148.622	466.515	27443.185	22148.627	466.509	0.004	0.005	-0.006
R23	27416.936	22149.728	466.144	27416.939	22149.731	466.138	0.003	0.003	-0.006
R24	27393.868	22162.342	466.064	27393.870	22162.344	466.06	0.002	0.002	-0.004
R25	27370.183	22175.757	465.171	27370.187	22175.754	465.168	0.004	-0.003	-0.003
R26	27345.629	22191.355	464.34	27345.628	22191.357	464.335	-0.001	0.002	-0.005
R27	27319.642	22206.302	464.269	27319.648	22206.305	464.267	0.006	0.003	-0.002

3.2 Тау-кен массиві мен жер бетінің жылжуы

"Ақжал" кен орны жер асты тәсілімен игерілуде. Кен орындарын жер асты игеру сөзсіз тау сілемінің деформациясымен бірге жүреді, ал өндірілген кеңістік ұлғайған сайын қозғалу процесі жер бетіне жетеді.

Жыныстар массиві мен жер бетінің жылжу процесінің көріну формасына, сипаты мен параметрлеріне келесідей негізгі факторлар әсер етеді: қазылған кеңістіктің пішіні мен өлшемдері, қазу тереңдігі, кен денелерінің және сыйымды жыныстардың құлау бұрыштары, кендер мен жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері, игеру жүйелері, кен орнының сулануы. [20].

"Ақжал" кен орны тау массивінің жылжу процесі бойынша зерттелмеген санатқа жатады.

Шығыс учаске үшін кен денелерінің орташа құлау бұрышы 14° , Орталық учаске үшін 85° .

М. М. Протодьяконов шкаласы бойынша беріктік коэффициенті: кендер үшін – 6, жыныстар үшін – 8-ден кем емес.

Нормативтік бұрыштық жылжу параметрлерінің сандық мәндері:

- Орталық учаске үшін:

- а) төнбе бет бойынша $\beta - 65^\circ$;
- б) жатпа бет бойынша $\gamma - 65^\circ$;
- в) созылымы бойынша $\delta - 70^\circ$;

- Шығыс учаске үшін:

- а) төнбе бет бойынша $\beta - 70^\circ$;
- б) жатпа бет бойынша $\gamma - 70^\circ$;
- в) созылымы бойынша $\delta - 70^\circ$.

Шөгінділер мен желдетілген байырғы жыныстарында жылжу бұрыштары барлық бағытта бірдей қабылданады және 45° құрайды.

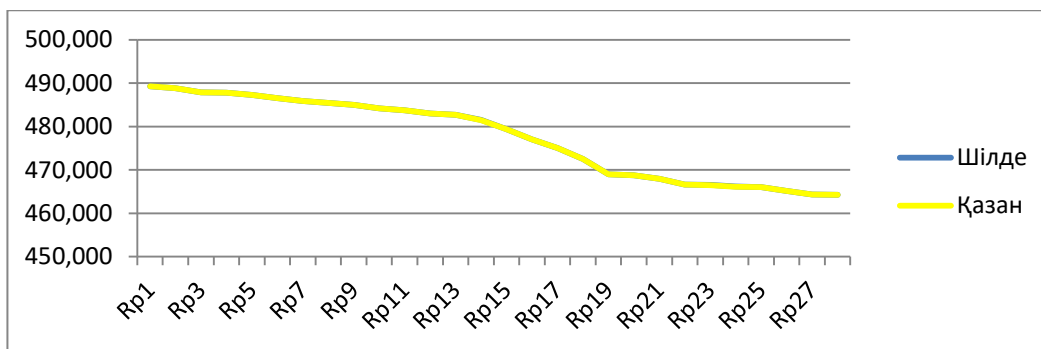
Барлық бағыттағы құлау бұрыштары Орталық учаске үшін 75° , Шығыс учаске үшін 80° . [21]

Жер асты тау-кен қазбаларында мүмкін болатын деформация шамасын өлшей отырып, реперлік бақылау станцияларын салу және мерзімді түсіру арқылы тау-кен қазбаларының контурға жақын массиві жыныстарының ығысуын аспаптық бақылауларды талдау, бұл жағдайда келесі факторлар әсер ететін салыстырмалы шама екенін көрсетеді:

- жер асты суларының маусымдық ауытқуы;

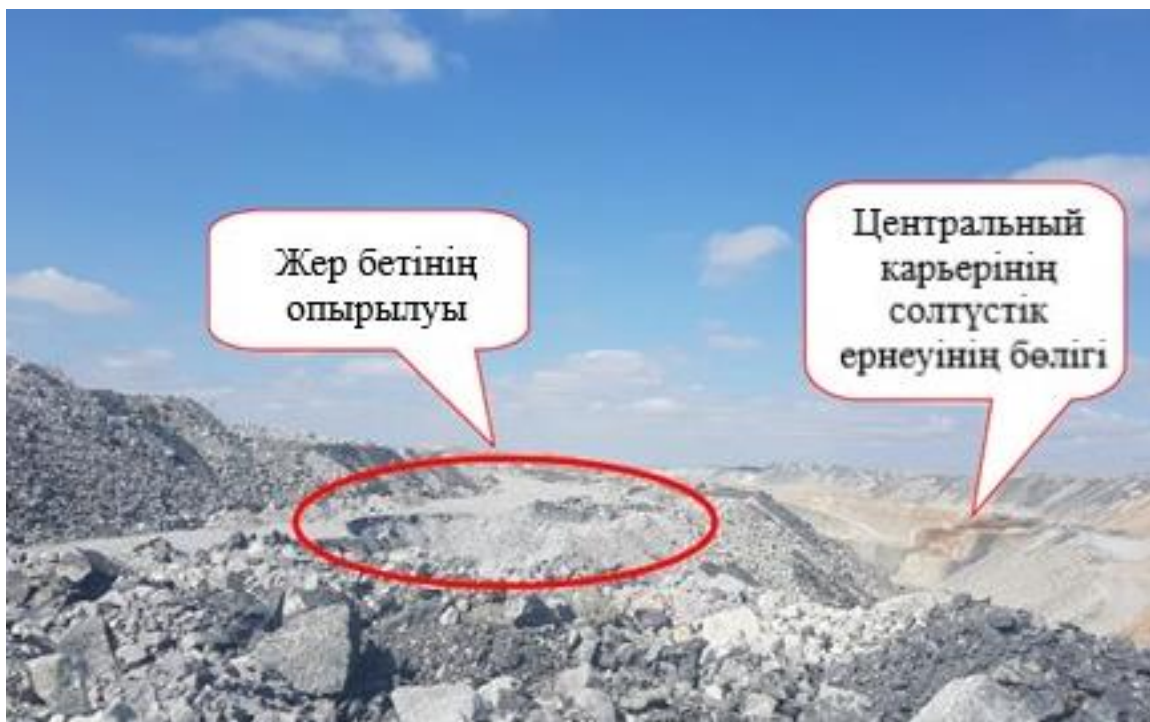
- физикалық факторға байланысты репердің бастапқы орналасуына қатысты ығысуы (жүру кезінде тау-кен жабдығымен реперге тию нәтижесінде репер өсінің иілуі).

Жалпы алғанда "Ақжал" кен орнының тау-кен массивінің табиғи кернеулі жағдайын бағалай отырып, шілде және қазан айлары аралығында аса қатты деформациялар анықталмады. Минималды деформация -1мм болса, максималды деформация шамасы -5мм-ді құрады. Осыған байланысты шатырдың мінез-құлқында тұрақты өзгерістер әзірге байқалмайды. (24-сурет)



24-сурет – 465 м горизонттағы реперлердің вертикаль деформациясының графигі

595м гор. жер асты тау-кен жұмыстарын жүргізу нәтижесінде тау жыныстарының қалыңдығында бос орындар пайда болды. Бұл ретте тау-кен жұмыстарын жүргізу тәртібі дамуда. Тау-кен қазбаларының төбесінде жатқан жыныстар жер бетіндегі жатқан үйіндінің ауырлық күшінің әсерінен тау қысымын қозғалысқа келтіреді. Нәтижесінде тау жыныстарының бүкіл қалыңдығы мен жер бетінің жылжуы туындады, жер бетінде Орталық және Шығыс карьерлер арасында үйінділер аймағында (10-11 профиль сызықтары) опырылу пайда болды (25-сурет).



25-сурет – Жер бетінің опырылу аймағы

"Ақжал" кен орнының тау жыныстары массивінің жай-күйіне әсер ететін геотехникалық факторлардың аз зерттелуіне байланысты, тау компасымен жату элементтерін (құлау азимуты және құлау бұрышы) өлшеу жолымен жарықшақты түсіруді жүргізуді ұсынамын. [22]

3-бөлім бойынша қорытынды

"Ақжал" кен орнының тау-кен қазбаларына жақын контурлық массивтің деформациялану заңдылықтарын анықтау мақсатында, 545м гор. көлік қуақызында және 2÷3 орттарда және 505м гор. көлік қуақызында орналасқан бұрын салынған бақылау станцияларында TS06 Plus (LeicaGeosystems) электрондық тахеометрінің көмегімен аспаптық мониторинг жүргізілді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ақжал кен орнының тау-геологиялық жағдайларын талдау кезінде кен денелері өз кезегінде негізінен кремнийлі-сазды әктастармен қоршалған массивті әктастардың тікелей ортасында екендігі атап өтілді. Кремнийлі-сазды әктас орамалы пішінді және кен сыйымдылықтың ең жоғары беріктігіне ие екендігі анықталды.

Кен орнында табиғи кернеулерді заттай өлшеу жүргізілмеген. Сондықтан оларды бағалауды WorldStressMap(WSM) халықаралық жобасының деректері арқылы жасалынды. Ақжал кен орнының аймағында массивтің табиғи кернеулі күйі WSM 2016 картасына сәйкес ең үлкен көлденең тектоникалық кернеулер С – О бағытына жақын субмеридиональды бағытта әрекет ететіндігін көрсетеді. Сондай-ақ, жер асты тау-кен қазбаларын визуалды тексеру кезінде тау-кен қазбаларының төбесінде қарқынды шөгінділер мен қабыршақтану байқалады, бұл көлденең тектоникалық кернеулердің әсерін көрсетеді. Бұл ретте кен бойынша үңгілеу кезінде тау-кен-күрделі және көлбеу қазбаларды ең жоғары көлденең кернеулердің әсер ету бағыты бойынша, яғни тектоникалық бұзылулардан және тау-кен қазбаларынан әлсіреген жерлерді болдырмай, кен шоғырының созылу айқышына жүргізу керек.

Аймақтың жыныстары мен кендері, негізінен, орташа жарықшақты және қатты жарықшақты болып сипатталады, алайда едәуір дәрежеде жарықтар кальцитпен жабылады, сондықтан тау жыныстары мен кендер тау-кен қазбаларын үңгілеу кезінде орташа төзімді және тұрақты ретінде сипатталады.

Д. Лобширдің рейтингтік классификациясына сәйкес (MRMR – Mining Rock Mass Rating) орталық учаскенің 505 және 545 М горизонттарында және Шығыс учаскенің 500 м горизонттарында тау жыныстарының жіктелуі тұрақтылық дәрежесі бойынша төмен, ал құлау деңгейі жоғары деп бағаланады. RMR рейтингі бойынша тау жыныстарының массиві орташа төзімді тау жыныстары ретінде бағаланады.

Тау-кен қазбаларының айналасындағы тау жыныстарының ықтимал бұзылу аймақтарының параметрлерін анықтауға арналған сандық талдау жер бетінің қосымша жүктемелерге ұшырайтындығын көрсетті. Сырғу процестерінің өсуі тау-кен өндірісін қоршаған тау жыныстарының қасиеттеріне, ең алдымен олардың беріктігі мен пластикалық деформация қабілетіне байланысты. Осының негізінде, Python бағдарламасында тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін талдау жасалды. Нәтижесінде Ақжал кен орны тау жыныстары массивінің беріктік паспорты салынып және келесі параметрлер есептелді: Кулон-Мордың эквивалентті параметрлері (c' және ішкі үйкеліс бұрышы ϕ'), массивтегі тау жыныстарының беріктік қасиеттері (созылу күші, бір осьті қысу және көлемдік сығымдау), деформация модулі, сонымен қатар Можи сызығы бойынша массивтің бұзылу түрі анықталды (егер сызықтан жоғары иілу серпімді қасиеттерге ие болса, төмен болса — пластикалық қасиеттер). Хук Браунның жалпыланған критерийі негізінде жасалған Python бағдарламалау тілінде жасалған скрипт

кез-келген кеніштің табиғи массивіндегі тау жыныстарының беріктік паспортын сынақ нәтижелерінің әртүрлі комбинациялары бойынша есептеуге мүмкіндік береді. Сандық талдау нәтижелері бойынша, Examine 2D бағдарламасында, жер асты қазбалары айналасындағы массивтің деформациялық күйінің және карьерді толық игеру кезінде өндірілген кеңістікке жақын тау жыныстары массивінің тұрақтылық моделі жасалды.

"Ақжал" кен орнының тау-кен қазбаларына жақын контурлық массивтің деформациялану заңдылықтарын анықтау мақсатында, 545м гор. көлік қуақызында және 2÷3 орттарда және 505м гор. көлік қуақызында орналасқан бұрын салынған бақылау станцияларында TS06 Plus (LeicaGeosystems) электрондық тахеометрінің көмегімен аспаптық мониторинг жүргізілді.

Жер асты тау-кен қазбаларында мүмкін болатын деформация шамасын өлшей отырып, реперлік бақылау станцияларын салу және мерзімді түсіру арқылы тау-кен қазбаларының контурға жақын массив жыныстарының ығысуын аспаптық бақылаулардың нәтижелері мен талдауы бұл жағдайда салыстырмалы шама екенін көрсетеді. Жалпы алғанда "Ақжал" кен орнының тау-кен массивінің табиғи кернеулі жағдайын бағалай отырып, шілде және қазан айлары аралығында аса қатты деформациялар анықталмады. Минималды деформация -1мм болса, максималды деформация шамасы -5мм-ді құрады. Осыған байланысты шатырдың мінез-құлқында тұрақты өзгерістер байқалмайды.

545 горизонтты өңдеу бойынша жүргізілген жер асты тау-кен жұмыстарының нәтижесінде тау жыныстарының қалыңдығында бос кеңістіктер пайда болды. Дегенмен соған қарамастан тау-кен жұмыстары қарқында жүргізілуде. Тау-кен қазбаларының шатырындағы жыныстар жер бетіндегі үйінділердің ауырлық күші әсерінен тау-кен қысымын қозғалысқа келтіреді. Нәтижесінде ол барлық кен денесі мен жер бетінің жылжуына себепші болып, жер бетіндегі үйінді маңында Центральный және Восточный карьерлерінің ортасында опырылудың пайда болуына әкеп соқтырды.

"Уақытша ережелерге" сәйкес [20] шегінде жер беті опырылуы мүмкін опырылу аймағының шекарасына ескерту белгілерін орната отырып, жергілікті жерде міндетті түрде қоршау қажет. Тау-кен жабдықтарын қауіпті аймақ шегінде орналастыруға тыйым салынады. Осы аймақ шегінде кез келген адамдардың болуына тыйым салынады. Қауіпті аймақтың шекарасын жергілікті жерге маркшейдерлік қызмет шығаруы және қоршау белгілерімен белгіленуі тиіс.

АНЫҚТАМА, ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР МЕН МАҒЫНАСЫ

RQD (Rock Quality Designation) – массив сапасының көрсеткіші.

MRMR (Mining Rock Mass Rating) -

GSI (Geological Strength Index) – геологиялық беріктік индексі
RBS (Rock Blok Strength) – тау жынысы блогының беріктігі
IRS (Intact Rock Strength) – қолжетімсіз массив беріктігі

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Красиков В.Н., Поречин А.А., Дергачев Е.В. и др. «Отчет о результатах до разведки глубоких горизонтов Центрального участка

свинцово-цинкового месторождения Акжал с пересчетом запасов по состоянию на 01.01.2009». – Алматы: ЖШС КПК «Геолсервис», 2010 ж. - 74 б.

2. «Геотехнические исследования устойчивости горных пород и выдача рекомендации по управлению горным давлением при проходке вертикальных, горизонтальных горных выработок и отработке рудных тел месторождения Акжал» ҒЗЖ есебі - Алматы, «Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ» коммерциалық емес АҚ, 2017 ж.

3. «Корректировка проекта промышленной разработки месторождения «Акжал» подземным способом». ЖШС «КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ», 2018 ж.

4. «Локальный проект для отработки выемочной единицы гор. +505 м подземного рудника Акжал» (ЖШС «MBS Consulting», Қарағанды қ., 2018 жыл)

5. «Оценка устойчивости южного борта карьера Акжалского месторождения при высоте уступа 50-60м» - Қарағанды, ЖШС «Геомаркшейдер» ҒЗЖ есебі, 2017 ж.

6. Bieniawski Z.T. Engineering Rock Mass Classifications, John Wiley, 1989. – p. 251.

7. www.world-stress-map.org

8. Гзовский М.В. Тектонические поля напряжений. Изв. АН СССР. Сер.геофиз.1954.№3.

9. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика горных пород. Москва, «Недра», 1975 – 264 б.

10. Михайлов А.Е. Полевые методы изучения трещин в горных породах. Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр. Москва, 1956. – 129б.

11. Пашкова М.А., Грабаренко Т.В., Сулейменова Д.Х., Сыздыков А.А.. Показатель качества массива при геотехническом описании керна. УДК 550.822.2. Тезисы докладов «Инновации в технике, технологии и образовании», Қарағанды, 2012 ж.

12. Введение в механику скальных пород. Под ред. Х. Бока. М., Мир, 1983. - 276 б.

13. Губинский Н.О. Определение рейтинга массива горных пород по геомеханической классификации Д.Лобшира для условий алмазного месторождения. УДК 621.273.132.

14. Jacubec J., Laubscher D.H. The MRMR rock mass rating classification system in mining practice. Brisbane, 2000. - p.413-421.

15. Кузьмин Е.В., Узбекова А.Р. Рейтинговые классификации массивов скальных пород: предпосылки создания, развитие и область применения. ГИАБ, № 4, 2004. - 201-202 б.

16. «Изучение склонности пород к горным ударам и определение категории удароопасности месторождения Акжал» ҒЗЖ есебі, Қарағанды, КарГТУ, 2012 ж.

17. Hoek E. and Brown E.T. Practical Estimates of Rock Mass Strength, Int. Jr. Rock Mech. and Min. Sci., Pergamon, Vol. 34, No. 8, 1997. – pp. 1165-1186.

18. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. – М.: Издательство «Горная книга», 2006. – 82 б.

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

20. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок месторождений руд цветных металлов с неизученным процессом сдвижения горных пород. – Л.: ВНИМИ, 1986.

21. «Производство высокоточных инструментальных наблюдений за состоянием и сдвижением откосов уступов и бортов Акжалского карьера» - Қарағанды, ЖШС «Альянс» ҒЗЖ есебі, 2017 ж.

22. Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость горных пород. М.: Недра. 1980.-160б.