

Код МРНТИ 52.13.04

*Б. Хусан, Д.Т. Ивадилинова, А.А. Мусин, Ж.М. Асанова

Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды Техникалық Университеті КЕАҚ (Қарағанды қ., Қазақстан)

ҚҰСМҰРЫН КЕНОРНЫНДА БҰРҒЫЛАУ-ЖАРУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕ БОРТТАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Аннотация. Мақала карьер жағдайларының тұрақтылығы, бастапқы тау-кен геологиялық жағдайларымен және бұрғылау-жару жұмыстарының параметрлері арқылы, жарылыстың сейсмикалық әсерін зерттеуге арналған. Аналитикалық әдістер негізінде кен орнының тау жыныстарының сейсмикалық тұрақтылығын есептеу және талдау жүргізілді. Сондай-ақ карьердегі жарылыстың әсерін аспаптық өлшеу арқылы жарылыс жұмыстарының жағдайы жанындағы массивке сейсмикалық әсері туралы мәліметтер алынды. Өлшеу және есептеу нәтижелеріне сүйене отырып, карьердің шекті контурындағы бұрғылау-жару жұмыстарының ұтымды параметрлері ұсынылды. Орындалған зерттеулер нәтижесінде кен жыныстары массивінің сейсмикалық коэффициенттері анықталды. Құсмұрын кен орнының кен жыныстары үшін ең төмен ығысу жылдамдығы анықталды.

Түйінді сөздер: бұрғылау-жару жұмыстары, кен жыныстары массиві, жарылыстың сейсмикалық әсері, карьер, тау-кен геологиялық жағдайлар, сейсмикалық тұрақтылық, қауіпсіздік, карьердің шекті контуры, кемер, карьер жағдайларының тұрақтылығы.

Formation of the stability of the sides during drilling and blasting operations at the Kushmurunskoye field

Abstract. The article is devoted to the study of the seismic effect of the explosion, the stability of the conditions of the quarry with the initial mining geological conditions and the parameters of drilling and blasting operations. On the basis of analytical methods, the calculation and analysis of the seismic stability of the rocks of the deposit was carried out. Also, data on the seismic effect of the explosion on the mass near the site of the explosion were obtained using instrumental measurements of the impact of the explosion in the quarry. Based on the results of measurements and calculations, rational parameters of drilling and blasting operations on the marginal contour of the quarry were proposed. As a result of the conducted research, the seismic coefficients of the ore Massif were determined. The lowest shear rate was determined for the ores of the Kusmurun deposit.

Key words: drilling and blasting operations, rock massif, seismic impact of explosion, quarry, mining geological conditions, seismic stability, safety, limit contour of the quarry, side, stability of the conditions of the quarry.

Формирование устойчивости бортов при проведении буровзрывных работ на Кушмурунском месторождении

Аннотация. Статья посвящена изучению сейсмического воздействия взрывных работ на устойчивость карьерных уступов с учетом исходных горно-геологических условий и параметров буровзрывных работ. На основе аналитических методов был проведен расчет и анализ сейсмостойкости горных пород месторождения. Также были получены данные о сейсмическом воздействии взрывных работ на массив вблизи источника с помощью инструментальных измерений воздействия взрывов в карьере. На основании результатов измерений и расчетов были предложены рациональные параметры буровзрывных работ в предельном контуре карьера. В результате выполненных исследований определены сейсмические коэффициенты массива горных пород. Установлена минимальная скорость сдвижения для горных пород Кушмурунского месторождения.

Ключевые слова: буровзрывные работы, массив горных пород, сейсмическое воздействие взрыва, карьер, горно-геологические условия, сейсмостойкость, безопасность, предельный контур карьера, уступ, устойчивость карьерных условий.

Кіріспе

Карьерлерде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде жағдайлардың тұрақтылығын қамтамасыз ету көптеген факторларға, соның ішінде кен орнының тау-кен геологиялық жағдайлары мен тектоникасына, сондай-ақ бұрғылау-жару жұмыстарының жағдайы маңы алқабына әсеріне байланысты екені белгілі.

Карьер жағдайларының тұрақтылығына техногендік факторлардың әсерінен өзгеретін кернеулі-деформацияланған күйі үлкен рөл атқарады (кендерді және б о с жыныстарды қазу), ал табиғи фактордың әсерінен тектоникалық бұзылу кезіндегі қазіргі таңдағы геодинамикалық белсенділігі. Бұл, әсіресе, технологиялық жарылыстарға қойылатын талаптар өзгеретін карьердің жобалық шекті контурына тау-кен жұмыстары жақындаған кезде өзекті болады.

Карьердің шекті контурында ұсақтау технологиясына қойылатын негізгі талаптардың бірі болып қалыптасқан жыныс кемерлерінің – еңістің де, берманың да барынша сақталуын қамтамасыз ету болып табылады. Бұл карьердің ұзақ уақыт бойы кемердің қауіпсіз жағдайын сақтау қажеттілігіне байланысты. Көрсетілген талапты орындаудың негізгі жолы айқын: қоршаған жыныс массивіне техногендік әсер ету қарқындылығын бір жағынан заңдылықтың жеткілікті дәрежеде сақталуын, екінші жағынан бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізудің жеткілікті тех-

нологиялылығын қамтамасыз ететін ең төменгі қолайлы деңгейге дейін төмендету қажет.

Әдістер/зерттеулер. Жұмыста бірлескен зерттеу әдісі қолданылды, оған тау жыныстарының массивіне соққы толқынының сейсмикалық әсерінің аналитикалық есебі енгізілді, оның нәтижелері бойынша әртүрлі жарылғыш заттарға арналған, Протодеяконов шкаласы бойынша Құсмұрын кен орнының тау жыныстарының беріктік коэффициентіне, сейсмикалық коэффициентінің тәуелділік графигі және тау жыныстарының массивіне жарылыстың сейсмикалық әсерін анықтауға қызмет ететін аспаптық өлшеу әдісі алынды. карьердің тұрақты жағдайының ұзақ мерзімді тұрақты жағдайын қамтамасыз ететін контурлық жару кезінде бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу технологиясын негіздеуге мүмкіндік берді, сондай-ақ жарылыстың әсерін бағалау үшін сыртқы динамикалық әсерлерге серпімді реакция дәрежесін сипаттайтын және жарылыс орнынан алыстаған сайын серпімді сейсмикалық толқының қарқындылығын анықтайтын параметр болып табылатын жыныс массивінің сейсмикалық коэффициенті пайдаланылды.

Жаңалығы

Жүргізілген зерттеу карьердің тұрақты жағдайының ұзақ мерзімді тұрақты жағдайын қамтамасыз ететін контурлық жару кезінде бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу

технологиясын негіздеуге мүмкіндік берді, сондай-ақ жарылыстың әсерін бағалау үшін сыртқы динамикалық әсерлерге серпімді реакция дәрежесін сипаттайтын және жарылыс орнынан алыстаған сайын серпімді сейсмикалық толқынның қарқындылығын анықтайтын параметр болып табылатын жыныс массивінің сейсмикалық коэффициенті пайдаланылды.

Негізгі бөлігі

Бүгінгі таңда тау-кен өнеркәсібі елімізде қарқынды даму барысында, ашық және жерасты тау-кен жұмыстар тереңдеген сайын мәселелері күрделене бастайды. Тау-кен өндірісінде карьерлер мен шақтыларда жыныстардың физика-механикалық қасиеті әртүрлі болып келеді. Ашық тау-кен жұмыстарында карьер тереңдеген сайын жағдайлардың тұрақтылығы күрделі мәселелердің бірісі болып саналады, сол себепті бүгінгі менім диссертциялық жұмысымның тақрыбы, Құсмұрын карьерінің жағдайының тұрақтылығына, бұрғылау жару жұмыстарының әсерін зерттеу бойынша сұрақтар қарастырылып талқыланады.

Бұрғылау-аттыру жұмыстарын жүргізу кезіндегі қасиеттері туралы Сердалиев Е.Т., өз еңбегінде былай деген: таужыныстарының қопарылу тиімділігі оның әртүрлі қасиеттерімен анықталады. Бұл, мысалы, бұрғылау кезінде кескіш құрал астындағы қопарылу аймағы аз өлшемдерге ие және таужыныстарының кіші қасиеттеріне: қаттылығына, мықтылығына, жемірлігіне, кесектілігіне, тұтқырлығына, тағы басқа қасиеттеріне байланысты [1].

Сонымен қатар, тау жыныстарының бұрғылануы, олардың бұрғылауға қарсылық дәрежесінің бар екенін білдіреді. Қазіргі уақытта тау жыныстарын бұрғылау бойынша жіктеудің екі бағыты бар.

Бағыттардың бірісі, жіктеуді құру кезіндегі технологиялық өндірістік көрсеткіштерге негізделеді (бұл жағдайда бұрғылаудың өлшем бірлігі ретінде белгілі бір жағдайларда, белгілі бір тау жыныстарын бұрғылау кезінде алынған бұрғылау мөлшері немесе бұрғылау жылдамдығы алынады), ал екіншісі – тау жыныстарының механикалық қасиеттеріне негізделген.

Бұрғылау-жару жұмыстары карьердің тұрақтылығына тікелей әсерін тигізеді, мысалы Д.К. Ушаков өзінің еңбегінде [2] тастақ жынысты кемерлердің тұрақтылығына көбінесе өндіріс орнында жүргізілетін бұрғылау жару жұмыстарының қатысы бар екенін айтады, және ол сонымен қатар карьердегі жүргізілетін жаппай (массовый) жарылыс жұмыстары кезінде, массив жарықшақтығынан, жыныстардың жарылыс орнынан 60-70 м ге дейін лақтырыста болатынын айтады. Жаппай жарылыс кезінде массивтегі тау жыныстары 3 аймаққа бөлінеді, яғни атап өтер болсақ:

1. *Ұсақталу аймағы, яғни динамикалық соққы және ұсақталу бөліктеріне бөлінуі.*

2. *Серпімді деформация аймағы, бұл жерде деформация әсерінен шеткі жақтарда және сол массивтің бөлігінде жарықшақтық пайда болады.*

3. *Массив бөлігіндегі қалған кернеулер аймағы, мұнда массив ішінде сыртқа көрінбейтін жарықшақтық және серпімді деформация қалдықтары болады.*

Кешендік механизация мен тау жыныстарын қопсыту әдісі бойынша Ф.Я. Умаров [3] өз еңбегінде, технология-

лық үрдістерден тастақ және жартылай тастақ таужыныстардың, еңістерінің тұрақтылығына және жағдайлардың еңіс бұрышының шамасына бұрғылау жару жұмыстары ең көп әсер етеді. Жарылыс жұмыстары бастапқы күйдегі пайда болған жарықшақтардың одан ары ашылуына, яғни өзгеріске ұшырауына және жаңа жарықшақтардың пайда болуына, қабаттардан, бұзылулардан және жиі жағдайлардың тұрақтылығын жоғалтуға, сонымен қатар контурлы массивтің белгілі бір бұзылуына әкеледі. Тәжірибе көрсеткендей, карьердің жағдайына деструктивті әсер ету нәтижесінде бұрғылау жару жұмыстарының әдеттегі әдістерін қолдану, карьер жағдайының тұрақтылық талаптарына сәйкес келмейді.

Жұмыс барысында Құсмұрын кенорнында жүргізілген зерттеу жұмыстарында, массивтегі табиғи жарықшақтық пен тастақ жыныстардың физика-механикалық қасиеттерінің бастапқы деформациясы, жарылыс жұмыстары әсерінен өзгеретіндігі туралы қарастырылған, мұндай өзгерістердің алдын ала деформацияға ұшырамау салдарын қарастыру үшін, карьердің контурлы аймағын және жарылыс кезіндегі сейсмикалық толқындардың таралу кезіндегі оның әсер етуін қадағалау керек екендігі туралы қарастырылған.

Жалпы жұмысты орныдау барысында, бұрғылау жару жұмыстары кезіндегі карьердің тұрақтылығын анықтау, өзара бірнеше үрдістермен тығыз байланысты. Бірінші кезекте кенорнын қазудың тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық шамалары, кенорынның тау-кен массивінің тұрақтылығын бағалау, кенорынның тау жыныстарының сейсмотұрақтылығын анықтау, инструменталдық өлшеу арқылы жарылыс кезінде жағдай жанындағы массивтің жарылысқа әсерін анықтау, контур маңындағы блоктарды қазу кезіндегі бұрғылау жару жұмыстарының рационалдық параметрлерін анықтау [4] маңызды болып табылады.

Еңіс құламалы орналасқан кен денелерін, ашық әдіспен қазу кезінде бұрғылау-жару жұмыстары ерекше орын алады. Олар кен өнірудің бастапқы үрдісі ретінде, келесі үрдістердің тиімділігін анықтайды: қазып-тиеу, тасымалдау, ұсату, және минералдық шикізаттарды қайта өңдеу. Бұрғылау жару жұмыстарының негізгі тапсырмаларын атап өтетін болсақ, олар: техника- экономикалық тиімділігін жоғарлату [5]; аттырылатын тау-кен массасының талап етілген саны мен сапасын қамтамасыз ету; жаппай жарылыстардың қауіпсіздігін төмендету және оның қоршаған ортаға зиянды әсерін қадағалау [6].

2019 жылы солтүстік жағдай бойынша 820 және 830 деңгейлерде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде деформациялық үрдіс байқалды, нәтижесінде төмендегі деңгейлерде жарықшақтық пайда болды:

– 830 м деңгейде деформация созылымы 67 м; ені 25 см, көрінетін тереңдігі 2,46 м құрады;

– 820 м (солтүстік-шығыс бөлігі) деформация созылымы 28 м; ені 12 см; көрінетін тереңдігі 90 см;

– 820 м (солтүстік бөлігі) деформация созылымы 53 м; ені 92 см; көрінетін тереңдігі 3,77 м;

– 820 м (берма орталығы бойынша) ені 80 см; жарықшақ бойынша шөгугі 226 см.

Қазіргі таңда Құсмұрын карьерінің солтүстік-шығыс және оңтүстік-шығыс жағдайларында 775 горизонт және

768 горизонттары бойынша жұмыстар жүргізіліп жатыр (1 сурет).



Сурет 1. Тау-кен жұмысы жүргізіліп жатқан оңтүстік жағдаудың күйі.

Figure 1. The state of the southern situation in which mining is carried out.

Рис. 1. Состояние Южного фланга, где ведутся горные работы.

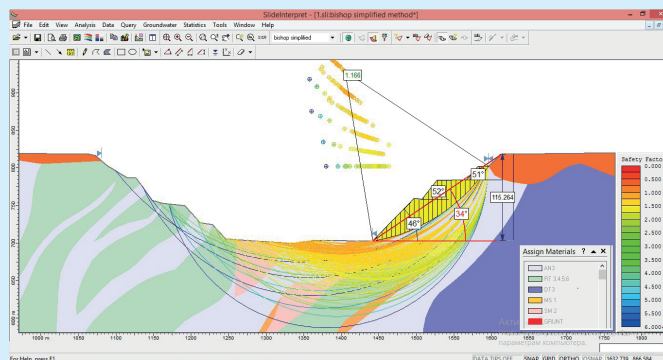
Slide бағдарламасында карьер жағдауларын талдау үшін, тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін анықтау мақсатында массивтен үлгіні алып қарастыру керек. Тау жыныстарының қасиеттерін өңдеуді жеңілдету үшін, қолайлы баламалы альтернативтің болмауына байланысты RocLab бағдарламасын қолданамыз.

RocLab бағдарламасы Кулон-Мор және Хук-Браунның бұзылу критериясы бойынша, тау жыныстарының беріктік паспортын құрастыратын және есептейтін қазіргі заманғы бағдарламаларының бірі болып табылады (1-кесте).

Тау-кен жұмыстарының әр түрлі бағытта дамуына байланысты, массивтегі жыныстардың геомеханикалық бағлау мүмкіндігі мен геологиялық және тау-кен техни-

калық факторларын ескере отырып, отандық және шетелдік тәжірибеде жағдаудың тұрақтылығын болжау үшін сандық модельдеу әдістері сәтті қолданылады. Модельдеу кезіндегі шекаралық шарттар кен орнында жүргізілген геологиялық барлау ұңғымаларының нәтижесі бойынша алынады [7].

RocLab бағдарламасының көмегімен 2-суретте келтірілген, кенорынның массивтегі тау жыныстары бойынша беріктік паспортын есептеу нәтижелері, Slide бағдарламасы үшін 2-кестеге сәйкес берілген мәліметтер болып саналады. Талдау жасау үшін бұзылудың бір ғана критериясын таңдау керек, яғни Кулон-Мор немесе Хук-Браун. Біздің жағдайда есептемелер Кулон-Мор критериясы бойынша жүзеге асырылды.



Сурет 2. Жобалық параметрлері.

Figure 2. Design parameters.

Рис. 2. Параметры проекта.

Кен денелерінің және жыныстардың бүкіл қалыңдығының созылуымен үндесетін, субмеридиональды созылымның көптеген тектоникалық ақаулары:

– су сіңгеннен кейінгі жыныстың орташа қаттылығы ($f \sim 5$), өзінің қаттылық күйін жоғалтады, яғни қатты-

Кесте 1

RocLab бағдарламасымен өңдеу үшін керекті мәліметтер

Table 1

Data required for processing with RocLab

Таблица 1

Необходимые данные для обработки программой RocLab

Паспорт бойынша сынама номері	Тау жынысының атауы	Үлгідегі қысым мықтылығы σ қыс, МПа	Геологиялық беріктік индексі GSI	Үлгінің серпімділік модулі E, ГПа	Көлемдік салмағы σ , т/м ³	Жарылыс жұмыстарының әсері D
AN3	Андезитті порфириттер	86	31	8,87	2,85	1
RT3,RT4,RT5, RT6	Риолитті құрамды туфтар	51	31	7,84	2,74	1
DT3	Дацитті құрамды туфтар	57	31	6,03	2,78	1
MS1	Массивті колчеданды кендер	43	31	11,31	4,25	1
SM2	Штокверті минералдану	73	31	9,50	3,74	1

Кесме 2

RocLab бағдарламасы бойынша есептеу нәтижелері және Slide бағдарламасымен талдау жасау үшін керекті мәліметтер

Table 2

Calculation results for the RocLab program and data required for analysis with the Slide program

Таблица 2

Результаты расчетов по программе RocLab и необходимые данные для анализа программой Slide

Паспорт бойынша сынама номері	Тау жыныстарының атауы	Slide үшін керекті мәліметтер		
		RocLab бағдарламасы бойынша есептеу нәтижелері		
		ішкі үйкеліс күшіф, град	ілінісу С, МПа	көлемдік салмақ σ , т/м ³
AN3	Андезитті порфириттер	31,35	0,127	2,85
RT3,RT4,RT5,RT6	Риолитті құрамды туфтар	26,11	0,092	2,74
ДТ3	Дацитті құрамды туфтар	26,67	0,098	2,78
MS1	Массивті колчеданды кендер	18,76	0,093	4,25
SM2	Штокверті минералдану	29,72	0,148	3,74

лық ($f \sim 3$) жетеді, осының салдарынан су жүрген кезде деформациялардың ұлғаю орын алады;

– сүзгілеу коэффициенті өте төмен болған кезде, жерасты суларының қысымының пайда болуы.

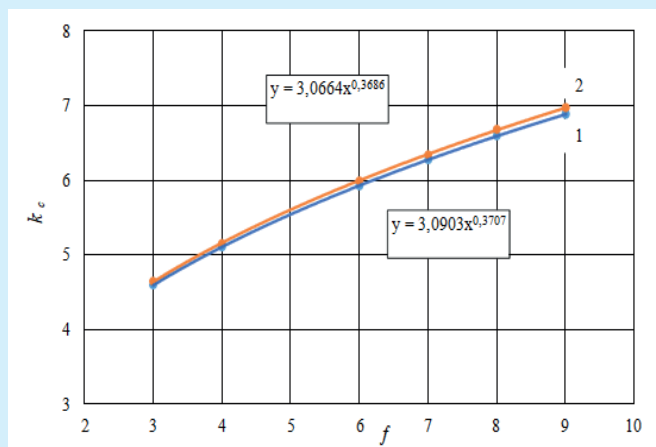
Тәжірибеде көрсеткендей массивтің тұрақтылығының төмендеуіне көп жағдайларда су әсер береді, яғни бұл табиғи фактордың түрі. Карьерге келетін судың негізгі бөлігі, жарықшақ пайда болған су өткізгіштігі төмен аймақтарда пайда болады. Судың қауіпсіздік әсерін азайту үшін, суға қарсы қорғану шараларын қолдану керек

Қатты жарылған жыныстардағы жағдаулардың тұрақтылығына гидрогеологиялық факторларды өз әсерін береді. Тұтастай алғанда, жағдаудың тұрақтылығына су қысымы айтарлықтай әсер етеді, егер карьердің жанында су қоймалары орналасқан болса, онда су түбіндегі тау жыныстарының, су өткізу қабілеттілігі азаяды, нәтижесінде депрессиялық шұңқыр пайда болады [8].

Сейсмикалық коэффициентін есептеу кезінде, массивтің белгілі бір қашықтықта ығысу жылдамдығының шамасын анықтау үшін, бастапқы деректер ретінде Құсмұрын кенорны бойынша тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері [9] қабылданған сонымен қатар карьерде жарылыс жұмыстарында қолданылатын жарылғыш заттардың техникалық мәліметтері қолданылды.

Есептемелер нәтижесі бойынша сейсмикалық коэффициенттің, Протодьяконов шкаласы бойынша Құсмұрын кенорнынның тау жыныстарының [10] қаттылық коэффициентіне тәуелді графиктері алынды. Ол үшін жарылғыш заттардың тығыздығы бойынша және ЖЗ маркалары бойынша ЖЗ бірнеше түрі салыстырмалы түрде қарастырылды:

Петроген Д70 жарылғыш заты үшін («Құсмұрын» карьерінде қолданылады) жарылғыш заттың тығыздығы $\sigma_{жз} = 1050 \text{ кг/м}^3$ (сызық 1) және $\sigma_{жз} = 1250 \text{ кг/м}^3$ (сурет 3).



Сурет 3. Сейсмикалық коэффициенттің тау жынысының қаттылық коэффициентіне тәуелді графигі.

Figure 3. A graph of the seismic coefficient depending on the rock hardness coefficient.

Рис. 3. График зависимости сейсмического коэффициента от коэффициента твердости породы.

Тау-жыныстардың жарылғыштығы, оның жарылыс кезіндегі қопарылу кедергісі тау-кен жынысының беріктігімен, тұтқырлығымен, тығыздығымен және массивтің жарықшақтығымен тығыз байланысты. Тау жыныстарының беріктігі өскен сайын олардың сыртқы жағдайларға әсер кедергісі де өседі.

Жыныстардың жарылғыштығы – оның жарылыс кезінде қопарылуға кедергісі жыныстың беріктігімен, тұтқырлығымен, тығыздығымен және массивтің жарықшақтығымен тығыз байланысты. Жыныстардың беріктігі өскен сайын олардың сыртқы жағдайға кедергісі де өседі. Бұл байланыстылық проф. М.М. Протодьяконовтың

белгілі тау жыныстарының классификациясында келтірілген.

Серпімді аймақтағы ығысудың бастапқы $\sigma_{кр}$ жылдамдығын анықтаймыз. Бұл мәнді $\sigma_{кр}$ төмендегі теңдіктен алуға болады:

$$\sigma_{кр} = 2 \sigma_{сығ} \sigma_{г} / (\sigma_{п} \sigma_{с}).$$

Қиябет жағдайының өзгеретінін есептей отырып, әр жарылыс болған сайын бақылап және оған талдау жасау керек. Жарылыстың нәтижесінде туындаған сеймикалық тербелістердің әсерінен пайда болған, алыс және жақын аймақтардағы бұзылуларды ескере отырып нәтижелерді қадағалау керек.

Осыған байланысты, карьер қиябеттерінідегі массивтегі жарықшақтардың тұрақты жағдайын бақылау-ашық тау-кен жұмыстарын жүргізу кезіндегі басты мақсаттардың бірі, ол әрбір жағдайда нақты шешімді талап етеді [11].

Нәтижелерді талқылау

Жарылыс жұмыстарынан кейін, қауіпсіз болған кезде, жарылыс алаңына қайта кіру қажет. Жарылған кені санау жұмыстары жүргізіліп және оны бағалайды, одан кейін жарылыс туралы есептемеге, уақытты есептеу

диаграммасын енгізу керек. Бұл уақытты есептеу схемасы, сынап бағалауға мүмкіндік береді. Массивтің тұрақты динамикалық жүктемесі, егер ығысу жылдамдығының тіркелген максималды мәні, осы қарастырылып отырған жағдай учаскесі үшін рұқсат етілген шектен асып кетсе, карьер жағдаудың жергілікті учаскелерінің опырылуына себеп болуы мүмкін.

Қорытынды

Мақалада көрсетілген зерттеудің нәтижесі. Құсмұрын кенорны бойынша тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін қоя отырып, серпімді аймақтағы ығысудың бастапқы жылдамдығы, андезиттер мен туфтардың ең жоғарғы критикалық ығысудың жылдамдығы кезіндегі беріктік шегі $\sigma_{сығ}$ 90 Мпа дейін шаманы құрайды, ал ең төменгі критикалық ығысудың жылдамдығы кезіндегі беріктік шегі $\sigma_{сығ}$ 27 Мпа дейін шаманы құрайды.

Сонымен қатар кен орнындағы сейсмикалық коэффициентінің кен жыныстарының нақты мәндер қатынасына $\sigma_{ск}/\sigma_p$ қарай өзгеру сипатын анықтау кезінде корреляция коэффициенті ($K_{корр} = (R^2)^{0.5} \sigma_{0,60}$) орташадан жоғары мән көрсетті. Бұл сейсмикалық коэффициенті k_c және жарылатын жыныстардың негізгі беріктік қасиеттерін анықтайтын қатынас $\sigma_{ск}/\sigma_p$ арасында өзара байланыс жеткілікті екендігін көрсетеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сердалиев Е.Т. Тау жыныстарын бұрғылап-аттырып қопару: оқулық. – Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір». – 2011. – Б. 297 (қазақ тілінде)
2. Ушаков Д.К. Карьер бортындағы тау жыныстарының тұрақтылығына әсер ететін факторларды талдау // Забайкалье мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2019. – Т. 25. – №1. – Б. 29-36 (орыс тілінде)
3. Умаров Ф.Я. Карьерлердің тұрақтылығына әсер ететін факторлардың әсері // Тау-кен журналы. – 2014. – №1. – Б. 85-92 (орыс тілінде)
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Көмір өндірудің жерасты әдісімен шағын геодезиялық желі нүктелеріндегі жер бетінің жылжуын бақылау әдістері // НТУ Ғылыми хабаршысы. – 2019. – №2. – Б. 13-21 (ағылшын тілінде)
5. Fotina V., Mukhin K.Yu. 4.0 индустриясының негізгі тұжырымдамалары, артықшылықтары мен мәселелері. – Экономикалық вектор. – №3. – 2018. – Б. 33-38 (ағылшын тілінде)
6. Козырев А.А., Семенова И.Э., Журавлева О.Г. Табиғи және техногендік факторлардың Хибинск массивінің кеніштеріндегі сейсмикалық көріністерге әсері // Геожүйелердегі триггер әсерлері: тез. ДОК. 4-ші барлық. конф. бірге халықаралық. оқу. – М.: ГЕОС. – 2017. – Б. 46-47 (орыс тілінде)
7. Терең карьерлердің шекті контурында шеткі күйге қойғанда бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау және өндіру. – Апатиттер: Басылым. РГА Коль ғылыми орталығы. – 2004. – Б. 231 (орыс тілінде)
8. Фокин В.А. Контурлық жарылыс кезінде алаштықты қалыптастырудың басым механизмі туралы // Тау-кен журналы. – 2005. – №6. – Б. 78-86 (орыс тілінде)
9. Таханов Д.К., Хусан Б.Х., Станбеков М.С. Ақбастау карьеріндегі тау жыныстарының жарылысқа төзімділігін бағалау // ғылым мен өндірістегі заманауи тенденциялар мен инновациялар: матер. 9-шы халықаралық. ғылыми. – Тәжірибе. конф. – Междуреченск. – 2020. – Б. 141-146 (орыс тілінде)
10. Bhatt Bhavik, Parth Khandla and Tausif Kauswala. «Бетондағы резеңке чиптерін эксперименттік зерттеу» GRD Journals-инженерлік зерттеулер мен әзірлемелердің жаһандық журналы 2. – No.6. – 2017. – Б. 151-155 (ағылшын тілінде)
11. Калюжный А.С. «Бұғы ағыны» карьерінің жағдайлары үшін бұзылған аймақтың параметрлерін және ықтимал үйінділердің көлемін анықтау // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2016. – №7. – Б. 403-412 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Serdaliev E.T. *Burenie gornyh porod: uchebnik. [Drilling and shooting the horns: a textbook]. – Almaty: LLP RPBK «Daur». – 2011. – P. 297 (in Kazakh)*
2. Ushakov D.K. *Analiz faktorov, vliyayushchih na ustojchivost' skal'nyh porod v bortah kar'era [Analysis of factors influencing the stability of rocks in the sides of a quarry] // Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Transbaikal State University. – 2019. – T. 25. – No.1. – P. 29-36 (in Russian)*
3. Umarov F.Ya. *Vozdejstvie faktorov, vliyayushchih na ustojchivost' bortov kar'erov [Influence of factors influencing the stability of open pit sides] // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2014. – No.1. – P. 85-92 (in Russian)*
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. *Methods for monitoring earthsurface displacement at points of small geodetic network under the underground method of coal development // Naukovyi Visnik NHU. – 2019. – №2. – P. 13-21 (in English)*
5. Fomina A.V., Mukhin K.Yu. *Industry 4.0 basic concepts, advantages and problems. – Economical vector. – №3. – 2018. – P. 33-38 (in English)*
6. Kozyrev A.A., Semenova I.E., Zhuravleva O.G. *Vliyanie prirodnyh i tekhnogennyh faktorov na proyavlenie sejsmichnosti na rudnikah Hibinskogo massiva [Influence of natural and technogenic factors on the manifestation of seismicity in the mines of the Khibiny massif] // Triggernye efekty v geosistemah: tez. dokl. 4-j vseros. konf. s mezhdunar. uch. = Trigger effects in geosystems: abstracts. report 4th All-Russian conf. with international uch. – M.: GEOS. – 2017. – P. 46-47 (in Russian)*
7. *Proektirovanie i proizvodstvo burovzryvnyh rabot pri postanovke ustupov v konechnoe polozhenie na predel'nom konture glubokih kar'erov [Design and production of drilling and blasting operations when placing ledges in the final position on the limiting contour of deep pits]. – Apatity: Ed. Kola Science Center RAS. – 2004. – P. 231 (in Russian)*
8. Fokin V.A. *O prioritetnom mekhanizme formirovaniya shcheli pri konturnom vzryvanii [On the priority mechanism of crack formation during contour blasting] // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2005. – No.6. – P. 78-86 (in Russian)*
9. Takhanov D.K., Husan B.Kh., Stanbekov M.S. *Ocenka soprotivlyaemosti gornyh porod vzryvnomu razrusheniyu na kar'ere Akbastau [Assessment of resistance of rocks to explosive destruction at the Akbastau quarry] // Sovremennye tendencii i innovacii v nauke i proizvodstve: mater. 9-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Modern trends and innovations in science and production: mater. 9th Intern. scientific-pract. conf. – Mezhdurechensk. – 2020. – P. 141-146 (in Russian)*
10. Bhatt Bhavik, Parth Khandla and Tausif Kauswala. *«Experimental Study of Crumb Rubber in Concrete». GRD Journals-Global Research and Development Journal for Engineering 2. – No.6. – 2017. – P. 151-155 (in English)*
11. Kalyuzhny A.S. *Opredelenie parametrov narushennoj zony i ob'emov potencial'nyh vyvalov dlya uslovij kar'era «Olenij ruchej» [Determination of the parameters of the disturbed zone and the volume of potential fallouts for the conditions of the Oleniy Ruchey quarry] // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' = Mining Information and Analytical Bulletin. – 2016. – No.7. – P. 403-412 (in Russian)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сердалиев Е.Т. *Бурение горных пород: учебник. – Алматы: ТОО РПБК «Эра». – 2011. С. – 297 (на казахском языке)*
2. Ушаков Д.К. *Анализ факторов, влияющих на устойчивость скальных пород в бортах карьера // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2019. – Т.25. – №1. – С. 29-36 (на русском языке)*
3. Умаров Ф.Я. *Воздействие факторов, влияющих на устойчивость бортов карьеров // Горный журнал. – 2014. – №1. – С. 85-92 (на русском языке)*
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. *Методы мониторинга смещений земной поверхности в точках малой геодезической сети при подземном способе разработки угля // Научный вестник НГУ. – 2019. – №2. – С. 13-21 (на английском языке)*
5. Fomina A.V., Mukhin K.Yu. *Основные концепции, преимущества и проблемы индустрии 4.0. – Экономический вектор. – №3. – 2018. – С. 33-38 (на английском языке)*
6. Козырев А.А., Семенова И.Э., Журавлева О.Г. *Влияние природных и техногенных факторов на проявление сейсмичности на рудниках Хибинского массива // Триггерные эффекты в геосистемах: тез. докл. 4-й всерос. конф. с междунар. уч. – М.: ГЕОС. – 2017. – С. 46-47 (на русском языке)*

7. *Проектирование и производство буровзрывных работ при постановке уступов в конечном положении на предельном контуре глубоких карьеров. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН. – 2004. – С. 231 (на русском языке)*
8. *Фокин В.А. О приоритетном механизме формирования щели при контурном взрывании // Горный журнал. – 2005. – №6. – С. 78-86 (на русском языке)*
9. *Таханов Д.К., Хусан Б.Х., Станбеков М.С. Оценка сопротивляемости горных пород взрывному разрушению на карьере Акбастау // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: матер. 9-й междунар. науч.-практ. конф. – Междуреченск. – 2020. – С. 141-146 (на русском языке)*
10. *Bhatt Bhavik, Parth Khandla and Tausif Kauswala. «Экспериментальное исследование резиновой крошки в бетоне». GRD Journals – Глобальный журнал инженерных исследований и разработок 2. – No.6. – 2017. – С.151-155 (на английском языке)*
11. *Калюжный А.С. Определение параметров нарушенной зоны и объемов потенциальных вывалов для условий карьера «Олений ручей» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – №7. – С. 403-412 (на русском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Хусан Б., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), hbolat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0996-348X>

Ивадилинова Д.Т., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының доцент м.а., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), dinulb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9731-0587>

Мусин А.А., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), musin_aibek@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6318-9056>

Асанова Ж.М., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), zhanar-a@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1169-8729>

Information about the authors:

Khusan B., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Ivadinolina D.T., PhD, acting docent of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Mussin A.A., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Asanova Zh.M., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Хусан Б., ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Ивадилинова Д.Т., и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Мусин А.А., ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Асанова Ж.М., ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)