

АҚСУ КЕНІШІНДЕГІ БҰРҒЫЛАУ-ЖАРУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ

ИМАНГАЗИН М.К. , СӘНДІБЕКОВА Л.Т. 

Имангазин Марат Кыдырбаевич - Техника ғылымдарының кандидаты, ассоциированный профессор (доцент), Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

E-mail: mimangazin@zhubanov.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4228-6380>

***Сәндібекова Лариса Тұрланқызы** - Магистрант, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

E-mail: sandibekova.larisa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-8010-9249>

Андатпа. Мақала Ақмола облысындағы Кварцит Таулар кен орнының Ақсу кенішінде жүргізілетін бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін арттыру жолдарын кешенді түрде талдауға бағытталған. Жұмыстың мақсаты - кеніштің геологиялық және технологиялық жағдайларын ескере отырып, бұрғылау-жару параметрлерін жетілдірудің тиімді бағыттарын ғылыми тұрғыдан негіздеу. Жұмыс барысында тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттері, бұрғылау жұмыстарының сапасы, жарылыстан кейінгі тау массасының кесектілігі және заманауи цифрлық бақылау мүмкіндіктері жан-жақты қарастырылды. Сонымен қатар, тау жыныстарының бұрғыланғыштығын бағалау үшін бұрғылау кезіндегі меншікті энергия шығынын қолдану әдістеріне баса назар аударылды. Зерттеудің осы кезеңінде геологиялық жағдай, бұрғылау сапасы, бұрғылау-жару параметрлері, жару нәтижесіндегі кесектілік және цифрлық бақылау мүмкіндіктері талданды. Әдебиеттегі зерттеулермен салыстыруда бұрғылау кезіндегі меншікті энергия шығынын тау жыныстарының бұрғыланғыштығын бағалау және жару параметрлерін бейімдеу құралы ретінде қолдану мүмкіндігіне назар аударылды. Жүргізілген талдау бұрғылау торының параметрлерін, ұңғыма өлшемдерін және жарылғыш заттың меншікті шығынын тау массивінің қасиеттеріне қарай өзгертіп отыру қажеттігін көрсетті. Зерттеу қазіргі уақытта аналитикалық кезеңде болғандықтан, нақты өндірістік тиімділік көрсеткіштері келесі кезеңде тәжірибелік деректер негізінде бағалануы тиіс. Аталған бағыттарды өндірістік жағдайда қолдану бұрғылау-жару жұмыстарын тиімді ұйымдастыруға және олардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: бұрғылау-жару жұмыстары, Ақсу кеніші, тау жыныстары, бұрғылау, жару, ұсақтау, кесектілік, тиімділік.

Кіріспе

Тау-кен кәсіпорындарында бұрғылау-жару жұмыстары тау жыныстарын қопару және оларды кейінгі тиеу, тасымалдау және ұсақтау процестеріне дайындаудың негізгі технологиялық кезеңдерінің бірі болып табылады. Бұрғылау-жару жұмыстарының сапасы тау массасының қопарылу дәрежесіне ғана емес, сонымен қатар экскавациялау, тасымалдау және ұсақтау процестерінің тиімділігіне де әсер етеді.

Қазіргі уақытта тау-кен өндірісінің тиімділігін арттыру мақсатында бұрғылау және жару параметрлерін тау массивінің нақты қасиеттеріне сәйкес таңдау маңызды болып табылады. Тау жыныстарының беріктігі мен жарықшақтылығының өзгеруі бұрғылау жылдамдығына, жарылғыш заттардың қажетті шығынына және жарылған тау массасының кесектілігіне әсер етеді [1].

Қазақстандағы алтын кен орындарында бұрғылау-жару жұмыстарын жетілдіру мәселелері бірқатар зерттеулерде қарастырылған. Мысалы, Жолымбет кен орнында контурлық жару және алдын ала жарықшақ жасау технологияларын қолдану арқылы карьер жиектерінің тұрақтылығын және жару жұмыстарының сапасын арттыру бағыттары зерттелген [2].

Ақсу кенішіндегі бұрғылау-жару жұмыстарын жетілдіру мәселесін зерттеу Кварцит Таулар кен орнының тау-кен-геологиялық және тау-кен-техникалық жағдайларын ескере отырып, бұрғылау параметрлерін негіздеуді және жарылған тау массасының сапасын бағалауды

талап етеді.

Осыған байланысты зерттеудің мақсаты - Ақсу кенішіндегі бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігіне әсер ететін факторларды анықтап, оларды жетілдірудің негізгі бағыттарын ғылыми тұрғыдан негіздеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу объектісі ретінде Ақмола облысындағы Кварцит Таулар кен орнының Ақсу кеніші қарастырылды. Зерттеу жұмысының қазіргі кезеңінде негізгі әдістер ретінде ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдау, бұрғылау-жару жұмыстарының технологиялық көрсеткіштерін салыстырмалы бағалау, тау жыныстарының қасиеттерін ескере отырып технологиялық параметрлерді талдау және бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін бағалау әдістері қолданылды.

Бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін бағалау кезінде келесі негізгі көрсеткіштерді ескеру ұсынылады:

- бұрғылау жұмыстарының өнімділігі;
- ұңғымалардың жобалық параметрлерге сәйкестігі;
- жарылған тау массасының орташа кесек өлшемі;
- ірі кесектердің үлесі;
- қажетті фракцияның шығымы;
- жарылғыш заттардың үлестік шығыны;
- экскавация және ұсақтау жұмыстарына әсері;
- жарылыс әсерінен массивтің бұзылу деңгейі.

Бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау барысында Б.Н. Кутузов пен В.А. Белиннің еңбектерінде көрсетілгендей, жарылғыш заттардың энергиясын тиімді пайдалану және ұңғыма зарядтарының конструктивтік параметрлерін есептеу негізгі рөл атқарады [6, 80-95]. Бұл ретте В.В. Ржевскийдің ашық тау-кен жұмыстарының теориясына сәйкес карьерлердегі бұрғылау-жару жұмыстарының қауіпсіздігі мен экономикалық тиімділігі қатаң түрде ескерілуі тиіс [7, 210-225].

Бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін салыстырмалы бағалау үшін жалпы түрде мына формула қолданылуы мүмкін:

$$\eta = \frac{(X_1 - X_0)}{X_0} \times 100\%,$$

мұндағы X_0 - қолданыстағы технология жағдайындағы көрсеткіш, X_1 - ұсынылатын технологиядан кейінгі көрсеткіш.

Зерттеудің келесі кезеңінде бұл көрсеткіштер Ақсу кенішінің нақты өндірістік деректерімен толықтырылатын болады.

Нәтижелер және оларды талқылау

Бұрғылау-жару жұмыстарының нәтижелілігі ең алдымен тау массивінің физикалық-механикалық қасиеттеріне байланысты. Тау жыныстарының беріктігі, жарықшақтылығы, қабаттылығы және құрылымдық ерекшеліктері бұрғылау процесінің күрделілігін және жарылыс нәтижесін анықтайды.

Сондықтан бірдей бұрғылау-жару параметрлерін массивтің барлық учаскелерінде қолдану әрқашан тиімді нәтиже бере бермейді. Тау массивінің қасиеттерін учаскелер бойынша бағалау және соған сәйкес бұрғылау-жару параметрлерін бейімдеу жұмыстың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Бұрғылау жұмыстарының сапасы жарылыс нәтижесіне тікелей әсер етеді. Ұңғымалардың жобалық тереңдіктен ауытқуы, көлбеу бұрышының өзгеруі немесе ұңғымалар арасындағы

қашықтықтың сақталмауы жарылыс энергиясының массивте біркелкі таралмауына алып келуі мүмкін. Осыған байланысты бұрғылау барысында ұңғымалардың нақты орналасуын бақылау, олардың тереңдігін тексеру және жобалық параметрлердің орындалуын қамтамасыз ету маңызды. Бұрғылау сапасын жоғарылату арқылы жарылыс нәтижесінің тұрақтылығын қамтамасыз етуге және кейінгі технологиялық процестердегі артық шығындарды азайтуға болады.

Бұрғылау-жару параметрлерін оңтайландыру кезінде ұңғымалардың орналасу схемасы, қатарлар арасындағы және ұңғымалар арасындағы қашықтық, ұңғыма тереңдігі және зарядтау параметрлері сияқты факторлар ескеріледі.

Параметрлерді таңдау тау массивінің жеке қасиеттеріне сәйкес жүргізілуі тиіс. Зерттеулерде бұрғылау процесінің энергетикалық көрсеткіштерін тау жыныстарының бұзылу қасиеттерімен байланыстыру арқылы жарылыс параметрлерін нақтылауға болатындығы көрсетілген [3]. Бұл тәсіл тау жыныстарын бұрғылау кезіндегі меншікті энергия тұжырымдамасымен толық үндеседі, өйткені бұрғылау барысында жұмсалатын меншікті энергия тау жыныстарының қаттылығы мен бұрғыланғыштығын объективті түрде бағалауға мүмкіндік береді [8].

Коктасжал кен орнында жүргізілген зерттеулер бұрғылау кезіндегі меншікті энергия сыйымдылығын тау жыныстарының бұрғыланғыштығын бағалау және бұрғылау-жару параметрлерін оңтайландыру критерийі ретінде пайдаланудың перспективалылығын көрсетті [4].

Ақсу кенішінде де осындай тәсілді қолдану мүмкіндігін нақты тау-кен-геологиялық жағдайлар мен өндірістік деректер негізінде бағалау қажет.

Бұрғылау-жару жұмыстарының негізгі нәтижелерінің бірі - қажетті гранулометриялық құрамдағы тау массасын алу.

Жарылған тау массасында ірі кесектердің шамадан тыс болуы тиеу, тасымалдау және ұсақтау жұмыстарының өнімділігін төмендетуі мүмкін. Ал тау массасының шамадан тыс ұсақталуы жарылғыш энергияның тиімсіз жұмсалуына және қосымша шығындардың пайда болуына алып келуі ықтимал. Сондықтан бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін тек жарылыс фактісімен емес, жарылыстан кейін алынған тау массасының сапасымен бағалау қажет. Алтын кен орындарында руданы ұсақтау параметрлерін оңтайландыруға арналған зерттеулерде жарылған тау массасының сапасы кейінгі технологиялық процестердің тиімділігімен тығыз байланысты екені көрсетіледі [5].

Бұрғылау-жару жұмыстарын жетілдіру кезінде қауіпсіздік мәселелері де ескерілуі қажет. Жарылыс кезінде тау массивінің шамадан тыс бұзылуы карьер жиектерінің тұрақтылығына әсер етуі мүмкін. Контурлық жару және алдын ала жарықшақ жасау сияқты технологиялар карьер контурын қорғауға және шамадан тыс бұзылуды азайтуға бағытталған. Жолымбет кен орнында жүргізілген зерттеулерде мұндай тәсілдердің карьер жиектерінің тұрақтылығын сақтауға және жарылыс әсерін басқаруға мүмкіндік беретіні көрсетілген [2].

Ақсу кенішінде бұл бағыттарды қолдану мүмкіндігі нақты геологиялық және тау-кен-техникалық жағдайларды ескере отырып жеке бағалануы тиіс.

Бұрғылау-жару жұмыстарын жетілдірудің ең перспективалы бағыттарының бірі - бұрғылау кезеңінен алынатын ақпараттарды пайдалану. Бұрғылау жылдамдығы, бұрғылау энергиясы және тау жыныстарының бұрғыланғыштығын сипаттайтын басқа көрсеткіштер массивтің қасиеттерінің ауысуын бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай мәліметтерді жинау және талдау бұрғылау-жару параметрлерін нақты жағдайға бейімдеуге негіз бола алады [3; 4].

Ақсу кенішінде цифрлық бақылау жүйесін енгізу мүмкіндігі диссертациялық зерттеудің келесі кезеңдерінде қарастырылатын болады.

Ұсынылып отырған технологиялық шешімдердің тиімділігін бағалау үшін қолданыстағы

және ұсынылатын бұрғылау-жару технологияларының негізгі көрсеткіштерін өзара салыстыру қажет. Күтілетін нәтиже бірнеше бағыт бойынша бағаланады: бұрғылау сапасын арттыру жарылыс нәтижесінің тұрақтылығын қалыптастырады; тау массивінің ерекшеліктеріне сәйкес параметрлерді таңдау жарылған тау массасының біркелкілігін жақсартуға мүмкіндік береді; ірі кесектердің үлесін азайту тиеу және ұсақтау процестерінің тиімділігіне оң әсер етуі мүмкін.

Зерттеудің шектеу тұстары: бұл жұмыстың қазіргі кезеңі аналитикалық сипатта болғандықтан, нақты өндірістік көрсеткіштерді сандық салыстыру шектелген. Сондықтан бұрғылау тереңдігі мен диаметрі, ұңғымалар торының параметрлері, жарылғыш заттың меншікті шығыны, орташа кесек өлшемі, негабарит үлесі, бұрғылау уақыты және тиеу-тасымалдау көрсеткіштері бойынша бастапқы және ұсынылатын технологиялық нұсқалардың нақты мәндерін тәжірибелік деректермен толықтырып отыру қажет.

Зерттеліп отырған жұмыстың экономикалық тиімділігі жарылғыш заттардың жұмсалыу шығыны, бұрғылау жұмыстарының еңбек және уақыт шығындары, тиеу-тасымалдау және ұсақтау процестерінің көрсеткіштері бойынша анықталуы тиіс.

Қорытынды

Ақсу кенішіндегі бұрғылау-жару жұмыстарын жетілдіру тау-кен массивінің нақты қасиеттерін ескеру, бұрғылау сапасын арттыру және жару параметрлерін оңтайландыру негізінде орындалуы тиіс. Осылайша, бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігіне ықпал ететін басты факторлар анықталды. Атап айтқанда, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, массивтің жарықшақтылығы, бұрғылау ұңғымаларының жобалық параметрлерге дәлдігі, жарылыстан кейінгі тау массасының кесектілігі және жарылыстың қоршаған ортаға әсері жатады.

Сонымен қатар, бұрғылау процесінің көрсеткіштерін бақылау және оларды тау жыныстарының қасиеттерін бағалау үшін пайдалану бұрғылау-жару параметрлерін нақтылаудың перспективалы бағыты болып саналады. Сондай-ақ қатар жарылған тау массасының фракциялық құрамын бақылау бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін бағалаудың маңызды көрсеткіші ретінде қарастырылуы қажет.

Жүргізілген зерттеу жұмысы диссертациялық зерттеудің алғашқы аналитикалық кезеңін құрайды. Келесі кезеңде Ақсу кенішінің нақты өндірістік деректері негізінде бұрғылау-жару параметрлері есептеліп, ұсынылатын технологиялық шешімдердің техникалық-экономикалық тиімділігі сандық тұрғыдан сарапталатын болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Игизбаев А.А., және т.б. Бұрғылау-жару жұмыстарының шығындарын төмендету мақсатында карьер алаңдарын бұрғыланғыштық және жарылғыштық қасиеттері бойынша аймақтарға бөлу. // Новости науки Казахстана. - 2022. - №3.
2. Имангазин М.К., Кожамуратова Л.К., Байжанова Д.К. Совершенствование эффективности буровзрывных работ на месторождении Жолымбет АО «ГМК Казахалтын» // Вестник Актыбинского регионального университета им. К. Жубанова. - 2024. -Т. 78. - №4. - С. 67-72. - DOI: [10.70239/arsu.2024.t78.n4.07](https://doi.org/10.70239/arsu.2024.t78.n4.07).
3. Тянь С.Г., Ожигин С.Г., Долгонос В.Н., Ожигина С.Б., Старостина О.В. Исследование удельной энергоемкости бурения для оптимизации технологических параметров буровзрывных работ // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2025. - №1. - С. 89-99. - DOI: [10.15372/FTPRPI20250108](https://doi.org/10.15372/FTPRPI20250108).
4. Тянь С.Г., Макаров А.Б., Долгонос В.Н., Ольховская Е.Ю., Балпанова М.Ж. Прогноз кусковатости взорванной горной массы с использованием энергетических показателей бурения на месторождении Коктасжал // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2025. - №4. - DOI: [10.15372/FTPRPI20250406](https://doi.org/10.15372/FTPRPI20250406).

5. Сералиев Е.Т., Исаков Е.Е., Бахрамов Б.А., Кенесов Ж.Г. Оптимизация дробления руды при разработке золоторудных месторождений открытым способом // Горный журнал Казахстана. - 2024. - №12. - С.4-9. DOI: [10.48498/minmag.2024.236.12.002](https://doi.org/10.48498/minmag.2024.236.12.002).

6. Кутузов Б.Н., Белин В.А. Проектирование и организация взрывных работ - Москва: горная книга, 2012. - 416 с.

7. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть1. - Москва: Недра, 1985. - 509 с.

8. Teale R. The concept of specific energy in rock drilling // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. - 1965. - Vol. 2. - P. 57-73.

References

1. Igizbaev A.A., Zhane t.b. Būrgylau-zharu zhūmystarynyñ şyğyndaryn tömendetu maqsatynda kar'er alańdaryn būrgylanğyştıq jáne zharylyşyqtıq qasietteri boıynşa aimaqtarğa bölü // Novosti nauki Kazakhstan. - 2022. - № 3.

2. Imangazin M.K., Kozhamuratova L.K., Baizhanova D.K. Sovershenstvovanie effektivnosti buro-vzryvnykh rabot na mestorozhdenii Zholymbet AO «GMK Kazakhaltyn» // Vestnik Aktyubinskogo regional'nogo universiteta im. K. Zhubanova. - 2024. - T. 78, № 4. - S. 67-72. - DOI: [10.70239/arsu.2024.t78.n4.07](https://doi.org/10.70239/arsu.2024.t78.n4.07).

3. Tyan S.G., Ozhigin S.G., Dolgonosov V.N., Ozhigina S.B., Starostina O.V. Issledovanie udel'noi energoemkosti bureniya dlya optimizatsii tekhnologicheskikh parametrov burovzryvnykh rabot // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. - 2025. - № 1. - S. 89-99. - DOI: [10.15372/FTPRPI20250108](https://doi.org/10.15372/FTPRPI20250108).

4. Tyan S.G., Makarov A.B., Dolgonosov V.N., Ol'khovskaya E.Yu., Balpanova M.Zh. Prognoz kuskovatosti vzorvannoi gornoı massy s ispol'zovaniem energeticheskikh pokazatelei bureniya na mestorozhdenii Koktaszhal // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. - 2025. - № 4. - S. 57-69. - DOI: [10.15372/FTPRPI20250406](https://doi.org/10.15372/FTPRPI20250406).

5. Serdaliev E.T., Isakov E.E., Bakhramov B.A., Kenesov Zh.G. Optimizatsiya drobleniya rudy pri razrabotke zolotorudnykh mestorozhdenii otkrytym sposobom // Gornyi zhurnal Kazakhstan. - 2024. - № 12. - S. 4-9. - DOI: [10.48498/minmag.2024.236.12.002](https://doi.org/10.48498/minmag.2024.236.12.002).

6. Kutuzov B.N., Belin V.A. Proektirovanie i organizatsiya vzryvnykh rabot. - M.: Gornaya kniga, 2012. - 416 s.

7. Rzhetskii V.V. Otkrytye gornye raboty. Ch. 1. - M.: Nedra, 1985. - 509 s.

8. Teale R. The concept of specific energy in rock drilling // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. - 1965. - Vol. 2. - P. 57-73.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА РУДНИКЕ АКСУ

ИМАНГАЗИН М.К. , СЭНДІБЕКОВА Л.Т. 

Имангазин Марат Кыдырбаевич - Кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), Актыубинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Казахстан.

E-mail: mimangazin@zhubanov.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4228-6380>

***Сәндібекова Лариса Турланқызы** – Магистрант, Актыубинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Казахстан.

E-mail: sandibekova.larisa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-8010-9249>

Аннотация. Статья посвящена всестороннему анализу путей повышения эффективности буровых и взрывных работ на Аксуском руднике месторождения Кварцитовых гор Акмолинской области. Цель работы – научное обоснование эффективных направлений улучшения параметров бурения и взрывных работ с учетом геолого-технологических условий рудника. В ходе работы всесторонне рассмотрены физико-механические

свойства горных пород, качество буровых работ, фрагментация горной массы после взрыва, а также возможности современного цифрового управления. Кроме того, особое внимание уделено методам использования удельного энергопотребления при бурении для оценки буримости горных пород. На данном этапе исследования проанализированы геологическая ситуация, качество бурения, параметры бурения и взрывных работ, фрагментация в результате взрыва, а также возможности цифрового управления. В сравнении с исследованиями, представленными в литературе, уделено внимание возможности использования удельного энергопотребления при бурении в качестве инструмента оценки буримости горных пород и корректировки параметров взрывных работ. Анализ показал необходимость изменения параметров буровой сетки, размеров скважины и удельного расхода взрывчатых веществ в зависимости от свойств горного массива. Поскольку исследование в настоящее время находится на аналитической стадии, на следующем этапе следует оценить удельные показатели эффективности добычи на основе экспериментальных данных. Использование этих направлений в производственных условиях позволит эффективно организовать буровые и взрывные работы и улучшить их технико-экономические показатели.

Ключевые слова: буровзрывные работы, рудник Аксу, горные породы, бурение, взрывание, дробление, кусковатость, эффективность.

WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS AT THE AKSU MINE

IMANGAZIN M.K. , SANDIBEKOVA L.T. * 

Imangazin Marat Kydyrbayevich - Candidate of technical sciences, associate professor, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

E-mail: mimangazin@zhubanov.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4228-6380>

***Sandibekova Larisa Turlankyzy** - Master's student, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

E-mail: sandibekova.larisa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-8010-9249>

Abstract. This article aims to provide a comprehensive analysis of ways to improve the efficiency of drilling and blasting operations at the Aksu mine, part of the Kvartsit Tauylar deposit in the Akmola region. The objective of the study is to scientifically substantiate effective approaches for optimizing drilling and blasting parameters, taking into account the mine's specific geological and technological conditions. The study comprehensively examines the physical-mechanical properties of the rock mass, the quality of drilling operations, the fragmentation of the blasted rock, and the capabilities of modern digital monitoring systems. Particular emphasis is placed on methods utilizing specific energy consumption during drilling to assess rock drillability. At this stage of the research, the analysis covered geological conditions, drilling quality, drilling and blasting parameters, post-blast fragmentation, and digital monitoring capabilities. In comparison with existing literature, the study highlights the potential of using specific drilling energy consumption as a tool for assessing rock drillability and adapting blasting parameters. The analysis demonstrated the need to adjust drilling pattern parameters, borehole dimensions, and specific explosive consumption based on the properties of the rock mass. As the study is currently in the analytical phase, specific indicators of operational efficiency must be evaluated in the subsequent stage using experimental data. Implementing these approaches in an industrial setting will enable the efficient organization of drilling and blasting operations and the improvement of their technical and economic performance indicators.

Key words: drilling and blasting operations, Aksu mine, rocks, drilling, blasting, fragmentation, particle-size distribution, efficiency.