

[https://doi.org/10.51885/3134-8009\\_IJS\\_2026\\_1\\_8](https://doi.org/10.51885/3134-8009_IJS_2026_1_8)

XFTAP 53.15.23

## ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ БҰРҒЫЛАУ ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

### ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОД ПО ДАННЫМ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН

### ASSESSMENT OF ROCK RESISTANCE BASED ON GEOTECHNICAL DRILLING DATA

З.К. Тунгушбаева <sup>1</sup>, Т.М. Кумыкова <sup>2\*</sup>, Г.Т. Нуршайыкова <sup>2</sup>,  
А.М. Габитова <sup>2</sup>, З.Ж. Абдрашева <sup>2</sup>

<sup>1</sup>«ҚР Минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу Ұлттық орталығы» «ШҒЗТКМИТүстімет»,  
Өскемен қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

\*Жауапты автор: Кумыкова Татьяна Михайловна, e-mail: ktm6010@mail.ru

#### Түйінді сөздер:

Геотехникалық бұрғылау,  
геомеханика, массивтің  
жарылуы, Тау  
соққылары, өзек.

#### ТҮЙІНДЕМЕ

Мақалада геотехникалық бұрғылау деректері негізінде Орел кен орнының тау жыныстарының тұрақтылығын бағалау нәтижелері қарастырылған. Негізгі зертханалық сынау әдістері, тау жыныстарының беріктігі мен серпімділік сипаттамалары, RQD коэффициенті мен ядро шығысы бойынша массив сапасы туралы мәліметтер келтірілген. UCS/UTS коэффициенті бойынша тау жыныстарының сынғыш сынуға бейімділігін талдауға және ықтимал соққы қаупін бағалауға ерекше назар аударылады. Алынған мәліметтер негізінде терең кептеліс пен бұзылған массив жағдайында бекіткішті жобалау бойынша практикалық ұсыныстар ұсынылған. Зерттеу нәтижелерін жерасты тау-кен қазбаларын модельдеу, жобалау және пайдалану кезінде пайдалануға болады.

#### Ключевые слова:

геотехническое бурение,  
геомеханика,  
трещиноватость массива,  
горные удары, керн .

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены результаты оценки устойчивости горных пород Орловского месторождения на основе данных геотехнического бурения. Представлены методы лабораторных испытаний керн, характеристики прочности и упругости пород, данные о качестве массива по коэффициенту RQD и выходу керн. Особое внимание уделено анализу склонности пород к хрупкому разрушению по коэффициенту UCS/UTS и оценке потенциальной удароопасности. На основании полученных данных предложены практические рекомендации по проектированию крепи в условиях глубокой заложности и нарушенного массива. Результаты исследования могут быть использованы при моделировании, проектировании и эксплуатации подземных горных выработок.



---

**Keywords:**

geotechnical drilling,  
geomechanics, rock  
fracturing, rock bursts,  
core samples.

**ABSTRACT**

The article discusses the results of assessing the stability of rocks at the Orlovskoye deposit based on geotechnical drilling data. It presents the methods of laboratory testing of rock cores, the characteristics of rock strength and elasticity, and the quality of the rock mass based on the RQD coefficient and the yield of rock cores. Special attention is given to the analysis of the rock's susceptibility to brittle failure based on the UCS/UTS coefficient and the assessment of potential rock bursts. Based on the obtained data, practical recommendations are provided for the design of rock supports in deep and disturbed rock formations. The research results can be used in the modeling, design, and operation of underground mining operations.

---

**КІРІСПЕ**

Орлов кен орнының терең деңгейжиектерін игеру тау жыныстары массивінің кернеулі күйінің жоғарылауына байланысты геомеханикалық тәуекелдердің артуымен қатар жүреді. Мұндай жағдайда жер асты тау қазбаларын жобалау мен пайдалану кезінде жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерін сенімді бағалау және олардың мінез-құлқын болжау ерекше маңызды. Массивтің геомеханикалық қасиеттері туралы ең сенімді ақпарат көздерінің бірі – геотехникалық (барлау-ізвестіру) ұңғымаларын бұрғылау кезінде алынған керн болып табылады.

Орлов кенішінің кеңдері мен жанас жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері геологиялық барлау жұмыстары кезінде алынған сынамалар бойынша зерттеліп, кен орнын игеру барысында нақтыланды.

Жанас жыныстар мен кеннің беріктік коэффициенті 6–8-ден 10–15-ке дейін өзгереді. Кен мен жыныстар кей жерлерде қатты жапырылған, сондықтан олардың орнықтылығы өте төмен, нәтижесінде қазбаларды жүргізу кезінде жиі опырылулар байқалады. Мұндай жыныстарда барлау ұңғымаларын бұрғылау едәуір қиындық туғызады және геологиялық күрделіліктерге байланысты ұңғымалар жиі жобалық тереңдікке жете алмай қалады. Кеннің меншікті салмағы кен орны бойынша орташа есеппен 3,9 т/м<sup>3</sup>, ал жанас жыныстардікі – 2,7 т/м<sup>3</sup> деп қабылданған.

Зертханалық жағдайда алынған керн материалын зерттеу негізінде жыныстардың беріктік, деформациялық және құрылымдық-текстуралық параметрлері анықталады, олар Қазақстан Республикасының қолданыстағы мемлекеттік стандарттарына сәйкес келуі тиіс. Негізгі анықталатын сипаттамаларға бір осьті сығу мен созылудағы беріктік шегі, Кулон–Мор критерийі бойынша беріктік параметрлері (ұштасу мен ішкі үйкеліс бұрышы), серпімділіктің динамикалық модульдері, беріктік, жұмсару және морт сынғыштық коэффициенттері, сондай-ақ табиғи және жасанды жарықшақтар бойынша ығысу беріктігінің параметрлері жатады.

Орлов кен орны ірі тектоникалық жарылым аймақтарына және ұсақ жарылу бұзылыстарының сериясына шоғырланған. Төрт негізгі тектоникалық жарылым ажыратылады: Березов, Орлов, Солтүстік-Батыс және Вознесен жарылымдары. Ұсақ жарылу бұзылыстары ендік және субендік бағыттарға ие. Кен денелері қаңқалы-блоктық құрылыммен сипатталады. Жарықшақтану дәрежесі бойынша жыныстар мен кендер негізінен орташа және күшті жарықшақтанғандарға жатады.

Орлов кенішінің массивіндегі табиғи кернеу өрісінің сипаты тазалау жұмыстарының әсер аймағынан тыс жүргізілген күрделі және дайындық қазбаларындағы тау қысымының тәжірибеде байқалған көріністері бойынша анықталған. Негізгі белгілердің жиынтығы бойынша – әртүрлі бағыттағы қазбалардағы тау қысымының көрініс қарқындылығы; қазба контурларының әр бөлігінің бұзылу

дәрежесі және геологиялық барлау ұңғымаларындағы керннің дискілену қарқындылығы – Орлов кен орны массивіндегі табиғи кернеулердің таралуы гидростатикалық күйге жақын деп анықталған, яғни барлық бағыттардағы горизонталды кернеулер шамамен тік кернеулерге тең және шамамен  $\gamma H$  шамасын құрайды.

Қазіргі кезде тау-кен жұмыстарының тереңдігі артып, тау-геологиялық жағдайлардың күрделенуіне байланысты тау жыныстары массивтерінің орнықтылығын бағалаудың дәстүрлі тәсілдерін нақтылау және толықтыру қажет болып отыр. Бұл тек жыныстардың жеке физикалық-механикалық параметрлерін ғана емес, сонымен қатар олардың беріктік пен деформациялық қасиеттерінің, жарықшақтану деңгейінің, текстурасы мен массивтің бұзылу дәрежесінің үйлесіміне негізделген кешенді геомеханикалық сипаттамасын да ескерудің қажеттілігімен түсіндіріледі (Певзнер М.Е., Иофис М.А. және Попов В.Н (2008), Bieniawski Z. T. (1989)).

Орлов кеніші игерудің соңғы сатысында болғандықтан және кен массиві тазалау қазбаларымен тілімденгендіктен, жаңадан ашылып жатқан учаскелердегі геомеханикалық жағдайды бағалау қажет. Кеніштегі барлау жұмыстары жүргізілуде, сондықтан осы мүмкіндікті пайдаланып, барлау ұңғымаларынан алынған керн материалдары бойынша массивтің физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу керек.

### **ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӨДІСТЕРІ**

Орлов кенішінің терең деңгейжиектеріндегі тау жыныстары массивінің орнықтылығын талдау үшін геотехникалық бұрғылау деректері мен керн материалдарының зертханалық зерттеу нәтижелері пайдаланылды. Бұрғылау жұмыстары 5 кен денесі, №43, №53, №39, №54, №69, РТ 2, №31, №49, №63, №62, №67 линзалары мен «Негізгі» шоғыр бойынша жүргізілуі көзделді. Бұрғылау нәтижесінде деңгейжиектердегі кен денелерінің контурларын және олардың сапалық сипаттамаларын нақтылау жоспарланды.

Бұрғылау жұмыстары «Левант» қоңдырғысымен, диаметрі 76 мм алмазды тәждермен (коронкалармен) жүргізілді. Жоба бойынша жалпы ұзындығы 7000 с.м болатын 91 көлбеу ұңғыманы бұрғылау көзделді, оның ішінде кен аймағы бойынша 1180 м. Ұңғымалардың орташа жобалық тереңдігі – 77 м, ал кен аймағы бойынша керн шығуы 85 % құрады.

Дайындау және сынақ жұмыстарын жүргізу Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарттарына және халықаралық әдістемелік ұсынымдарға сәйкес орындалды (ASTM D5607-16. *Standard Test Method for Performing Laboratory Direct Shear Strength Tests of Rock Specimens Under Constant Normal Force* (2016).

Алынған керн материалы сынамадан өткізілді. Сынамаға кен аралықтарының да, сульфидті минералдануы бар жыныстардың да барлық материалы таңдап алынды. Кен құрамын дәл анықтау үшін сынаманың ұзындығы 1,5 м етіп қабылданды, ал кенаралық минералданған интервалдар 2 м ұзындықтағы сынамалармен алынды. Сынаманың бастапқы салмағы бұрғылау ұшының диаметріне байланысты 3,8–6,5 кг аралығында болды. Химиялық талдауларға арналған ілмек 0,1–0,15 кг көлемінде алынды.

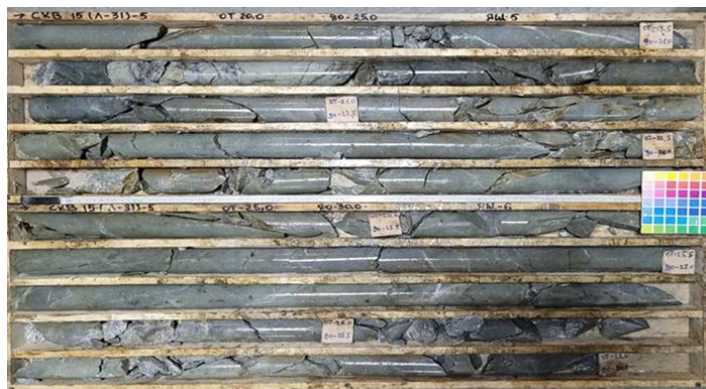
Сынамаларды өңдеу кеніштің сынама дайындау цехында механикалық әдіспен – жақты және білікті ұсақтағыштарда жүргізілді, ал 0,074 мм дейін майдалау дискілі ұнтақтағышта орындалды.

Барлау ұңғымаларынан алынған керн Discotom-65 тас кескіш станогында өңделді. Алынған материалдан параллель жазық ұштары бар цилиндрлік және пластиналы сынамалар дайындалды. Сынамалардың параметрлері МБОО 12248.2 – 2020, МБОО 10180-2012 және ҚР СТ 1213-2003 (ГОСТ 12248.2 – 2020. Бір осьті сығу әдісімен беріктік сипаттамаларын анықтау (2020)), ГОСТ 10180-2012. Бақылау үлгілері бойынша беріктікті анықтау әдістері (2012), ҚР СТ 1213-2003. Геомеханика. Жыныстардың беріктік сипаттамаларын анықтау әдістемесі (2003)) стандарттарына сәйкес бақылауға алынды.

Ұңғымалардан алынған керн RQD көрсеткішін анықтау үшін суретке түсірілді және геотехнологиялық процестер зертханасында (ВНИИцветмет институты) тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін анықтау мақсатында сынамалар алынды. Суреттерде керн сапасының әртүрлілігін көрсететін мысалдар келтірілген. 1-3-суреттерде ұңғымадан алынған керн фотосуреттері берілген. Фотосуреттерден ұңғыма бойымен геологиялық керн сапасының әртүрлілігі айқын байқалады.



**1-сурет.** Тектоникалық және ұсақталу аймақтарынан алынған керн  
*Ескерту – авторлар құрастырған*



**2-сурет.** Орташа орнықтылықтағы жыныстардың керні  
*Ескерту – авторлар құрастырған*



**3-сурет.** Тұрақты және өте тұрақты жыныстар аймақтарынан алынған керн  
*Ескерту – авторлар құрастырған*

Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін анықтау әдістемесі келесідей жүргізілді. Жыныстардың бір осьті сығуға беріктігі (халықаралық UCS стандарты бойынша) – тау жынысы сынамасының (дұрыс геометриялық пішінді) бір осьті сығу сынағы кезінде бұзылған сәттегі ең үлкен жүктеме шамасын сынаманың көлденең қимасының ауданына бөлу арқылы анықталады (4, а-сурет).

$$\sigma_c = \frac{P}{S}$$

мұндағы:  $P$  – сынаманы бұзатын күш, МН;

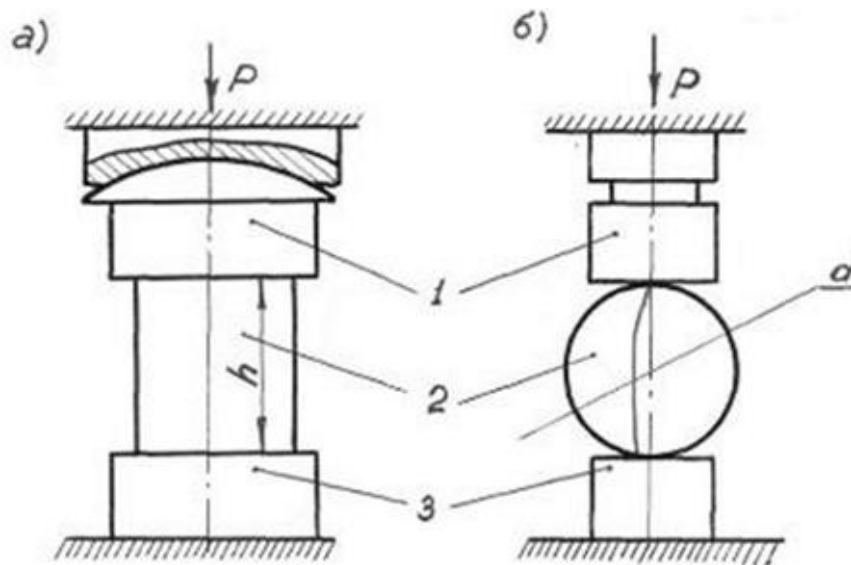
$S$  – сынаманың көлденең қимасының ауданы,  $m^2$ .

Жыныстардың бір осьті созылуға беріктігі (халықаралық стандарт бойынша – бразилиялық әдіс, UTS) цилиндр пішінді сынамаларды олардың жанама беті бойымен қирау жолымен анықталады (4, б-сурет).

$$\sigma_p = 0,64 \frac{P}{S}$$

мұндағы:  $P$  – бұзушы жүктеме, МН,

$S$  – сынаманың диаметрі мен ұзындығының көбейтіндісіне тең сыну ауданы,  $m^2$ .



**4-сурет.** Сынамаларды беріктікке сынау:

1 – жоғарғы плита; 2 – сыналатын цилиндрлік сынама;

3 – төменгі плита

*Ескерту – авторлар құрастырған*

Бір осьті сығуға (UCS) және созылуға (UTS) беріктік гидравликалық ПГМ-1000МГ4 прессінде, ең жоғары жүктемесі 100 тс болатын құрылғыда анықталды (5-сурет). Сығуға беріктік сынамаға көлденең қимасы бойынша әсер еткен ең үлкен бұзушы жүктеме негізінде стандартты формула бойынша есептелді. Созылуға беріктік бразилиялық әдіс бойынша (жанама беті бойымен жару тәсілімен) анықталды.

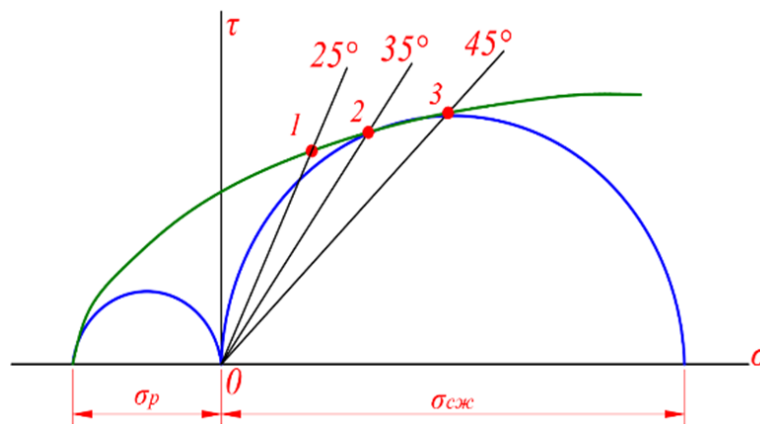
Қосымша түрде әртүрлі бұрыштардағы көлбеу матрицаларда ығысуға сынақтар МБОС 10060-2020 стандартына сәйкес жүргізілді. Бұл сынақтардың нәтижесінде Мур шеңберлері бойынша байланыс күшін және ішкі үйкеліс бұрышын анықтау үшін беріктік төлқұжаттары тұрғызылды.



**5-сурет.** ПГМ-1000ПГ4 гидравликалық пресі

*Ескерту – авторлар құрастырған*

Тау жынысының беріктік төлқұжаты — бұл нормаль  $\sigma$  және жанама  $\tau$  кернеулер координаттарында тұрғызылған, Мурдың барлық максималды кернеу шеңберлерін жанап өтетін қисық (6-сурет).



**6-сурет.** Тау жынысының беріктік төлқұжатын тұрғызу

*Ескерту – авторлар құрастырған*

Тау жыныстары мен кен сынамаларының бір осьті сығу және созылу кезіндегі беріктік шегін анықтауға арналған сынақтар үлгілердің құрғақ және сумен қаныққан күйлерінде жүргізілді. 7 және 8-суреттерде сынаққа дейінгі және кейінгі үлгілердің фотосуреттері келтірілген (С.Г. Оника және А.К. Кузьмич *Тау жыныстарының беріктігі құжатын құрудың кешенді әдісі* (2017)).

Динамикалық серпімділік сипаттамаларын бағалау үшін «Пульсар-2.1» құрылғысы қолданылды. Осы құрылғының көмегімен бойлық және көлденең толқындардың таралу жылдамдықтары анықталды. Алынған мәліметтер негізінде серпімділік модулі, ығысу модулі, көлемдік сығылу модулі және Пуассон коэффициенті есептелді (Трофимов, В.Т. және Дубровский, Ю.В. (2007)).



сынаққа дейін



сынақтан кейін

**7-сурет.** № 18 сынама, 14-west-3 ұңғымасы, құрғақ күйдегі үлгі  
(фельзиттәрізді кварцты альбит-порфирлер және олардың атқыламалы брекчиялары)  
*Ескерту – авторлар құрастырған*



сынаққа дейін



сынақтан кейін

**8-сурет.** №18 сынама, 14-west-3 ұңғымасы, сумен қаныққан күйдегі үлгі  
(фельзиттәрізді кварцты альбит-порфирлер және олардың атқыламалы брекчиялары)  
*Ескерту – авторлар құрастырған*

Беріктік мәндері бойынша жыныстардың беріктік коэффициенттері (Протодьяконов шкаласы бойынша), морт сынғыштық және жұмсару коэффициенттері анықталды. Бұрғыланғыштық пен жарылғыштық қасиеттері ЕНВ-85 стандарты бойынша беріктік шкаласымен салыстырыла отырып жіктелді.

Жарықшақтардың табиғи және жасанды беттері бойынша ығысу беріктігінің параметрлері ISRM және ASTM D5607-16 әдістемелері бойынша Portable Shearbox SL900 құрылғысында бағаланды.

Бес деңгейлі жүктеме кезінде жанама және нормаль кернеулер өлшеніп, олардың негізінде байланыс (сцепление) және ішкі үйкеліс бұрышы анықталды.

### НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

Геотехникалық ұңғымалардан алынған кен материалын зертханалық сынақтар нәтижесінде кен мен жанас жыныстарының негізгі түрлеріне тән беріктік және серпімділік сипаттамалары анықталды. Біросьті сығу кезіндегі беріктік шегі 54-тен 149 МПа-ға дейін, ал созылу кезіндегі беріктік шегі 3-тен 18 МПа-ға дейін өзгереді. Ең берік жыныстар қатарына тұтас полиметаллды және мыс-мырышты кендер жатады, олар жоғары байланыс мәндерімен (90 МПа-ға дейін), ішкі үйкеліс бұрышымен (37°-қа дейін) және серпімділік модулімен (14.8×10<sup>4</sup> МПа-ға дейін) сипатталады (Hoek. E. & Brown E.T. (. 1997)).

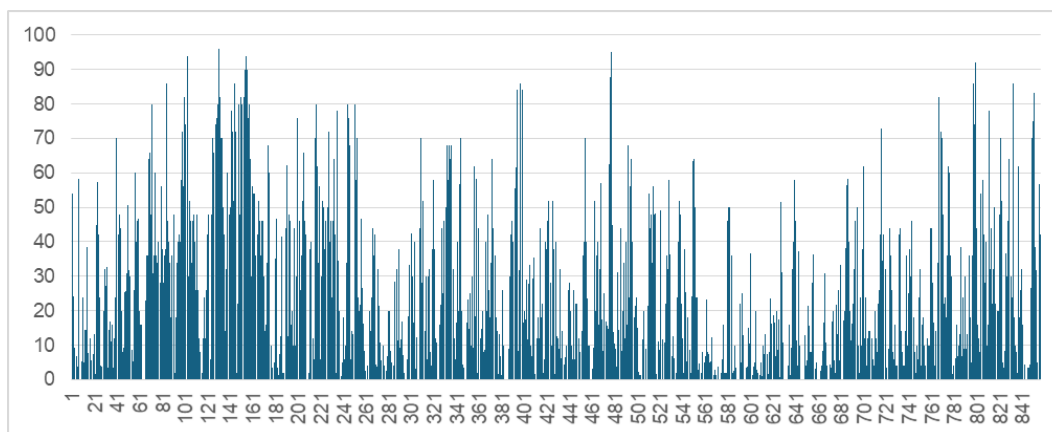
Жанас жыныстар – алевролиттер мен туфогенді түзілімдер — беріктік пен серпімділік модульдерінің төмен мәндерін көрсетеді, бұл олардың өндіру кезінде орнықтылығын

ғының аз екендігін білдіреді. Пуассон коэффициенті 0.15–0.26 аралығында, ал жыныстардың меншікті салмағы 2.71–4.68 т/м<sup>3</sup> диапазонында өзгереді (*Bieniawski Z.T. (1989)*).

Жыныс массивінің сапасы қосымша түрде RQD көрсеткіші бойынша бағаланды, ол тереңдігі 30–200 м аралығындағы ұңғымалардан алынған керн негізінде анықталды. Ұңғымалар кернінің сапасы керн шығымы мен RQD мәні бойынша бағаланды (RQD — ұзындығы 10 см-ден асатын керн кесектерінің жалпы ұзындығының керннің жалпы ұзындығына пайыздық қатынасы).

Геотехникалық бұрғылау деректері бойынша орташа RQD мәні 27 % болды, бұл массивтің бұзылу деңгейінің жоғары екенін көрсетеді. 8-суретте ұңғымалар бойынша RQD өзгерісінің гистограммасы берілген (*Palmström A. (2005)*).

Керн сапасын талдау нәтижелері 2–10 м аралығында созылған, жанас жыныстардың сынықтарынан құралған күшті ұсақталу аймақтарының (RQD = 0) бар екенін көрсетті. Қысқа интервалдардағы жарықшақтар кейде тектоникалық балшықтары бар айтарлықтай қуатты ұсақталу аймақтарына ауысуы мүмкін. Жарылу бұзылыстарының айқындылығы әрқелкі: кейбір жағдайларда олар екі жағынан да жарықшақтармен шектелген ұсақталу аймақтары түрінде болса, басқа жағдайларда әлсіз бұзылған жыныстардан қарқынды сақталу аймақтарына біртіндеп ауысулар байқалады.



8-сурет. Барлық ұңғымалар бойынша керн сапасының RQD көрсеткіші гистограммасы

Ескерту – авторлар құрастырған

Интервалдар бойынша:

- 56 % сынамаларда RQD ≤ 30 %,
- тек 2 % үлгілерде — RQD > 80 %,
- RQD = 0 аймақтары 7 % жағдайда тіркелген, бұл ұсақталу және тектоникалық бұзылу аймақтарының бар екенін көрсетеді.

Керн шығымын талдау да геомеханикалық жағдайлардың күрделі екенін дәлелдейді: орташа мән 75 %, сонымен қатар:

- керннің 3 % үлесінде шығым 10 %-дан төмен;
- 85 % үлгілерде — 80 %-дан жоғары, бұл массивтің жергілікті орнықты бөліктерінің бар екенін көрсетеді.

Керн шығымы мен RQD көрсеткіші тектоникалық ұсақталу аймақтарында жарықшақтануы жоғары және әлсіз жыныстар аймағын анықтауға мүмкіндік берді. Бұл құбылыстар ұңғымалар стволдары бойындағы орнықты және орнықсыз жыныстардың алмасуын бейнелейтін фотоматериалдармен де расталады (*Kashnikov Yu.A., Ashikhmin S.G., Shustov D.V., Fandeev A.E. & Ananin A.I. (2010)*).

Алынған деректер Орлов кен орны массивінің айтарлықтай геомеханикалық әртектілігін көрсетеді, бұл өз кезегінде тау-кен қазбаларының орнықтылығына және оларды бекіту тәсілдерін таңдауға елеулі әсер етеді.

Беріктік сипаттамаларын талдау нәтижесінде ең жоғары орнықтылық көрсеткіштеріне тұтас полиметаллды және мыс-мырышты кендер ие екені анықталды. Бұл кендердің бірсызғы сығу кезіндегі беріктік шегі 120 МПа-дан жоғары, байланыс күші 90 МПа-ға дейін, ал ішкі үйкеліс бұрышы 37°-қа дейін жетеді. Алайда бұл кендер жоғары морт сынғыштық коэффициентімен (18,6-ға дейін) сипатталады, бұл олардың кернеу әсерінен морт түрде қирауға бейімді екенін көрсетеді.

Canadian Rockburst Program әдісі және Гриффитс критерийі ( $UCS/UTS > 10$ ) бойынша бағалау нәтижесінде зерттелген жыныстардың 90 %-ы төмен соққы қауіпімен сипатталады. Тек 9 % жыныстар (негізінен альбит-порфирлер) орташа қауіпті аймаққа жатады, ал 1 % (көбінесе тұтас барит-полиметаллды кендер) жоғары қауіпті аймаққа кіреді. Көпшілік жыныстардың соққы қауіптілігі төмен болғанымен, жоғары кернеу жағдайларында жергілікті динамикалық құбылыстардың (қабыршақтану, дискілену) пайда болу мүмкіндігін ескеру қажет (*Canadian Rockburst Research Program (1996.), Brady B.H. & Brown, E.T.(2006)*).

Массив орнықтылығын шектейтін негізгі фактор — жоғары жарықшақтану дәрежесі. Орташа RQD көрсеткіші 27 %, ал зерттелген көлемнің 64 % бөлігінде ол 30 %-дан төмен, бұл массивтің қатты бұзылған күйде екенін дәлелдейді. Ұзындығы 20 м-ге дейінгі тектоникалық балшықтармен бірге жүретін ұсақталу аймақтарының болуы құрылымдық бұзылыстардың айқын көрінісін көрсетеді. Мысалы, 15-Vав ЛШ-3 ұңғымасында ұсақталу аймағының ұзындығы жалпы 175 м ұңғыма ұзындығында 86 м-ге дейін жетеді.

Осылайша, массивтің орнықтылығы тек жыныстардың механикалық қасиеттерімен ғана емес, сонымен қатар олардың жарықшақтану сипаты мен тектоникалық бұзылу дәрежесімен де анықталады. Сондықтан жер асты қазбаларын жобалау кезінде кешенді тәсіл қолдану қажет — бұрғылау деректері негізінде массив сапасын жергілікті бағалау және RQD төмен әрі морт сынғыштық коэффициенті жоғары аймақтарда күшейтілген бекітпе жүйесін пайдалану ұсынылады (*Grimstad E. & Barton N. (1993), Ananin A.I., Tungushbayeva, Z.K., Nurshaiykova G.T. & Kalelova, G.Zh (2022)*).

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы зерттеу шеңберінде Орлов кен орны жыныстар массивіне геотехникалық бұрғылау деректері негізінде кешенді геомеханикалық бағалау жүргізілді. Талдаудың негізін керндік материалға жасалған зертханалық сынақтар, керн шығымының визуалды бақылау нәтижелері және массив сапасының RQD көрсеткішін есептеу құрады. Сонымен қатар, жыныстардың морт сынғыштыққа бейімділігі ( $UCS/UTS$  коэффициенті арқылы) және соққы қауіпі әлеуеті бағаланды.

Жыныстардың сығылу беріктік шегі 54-тен 149 МПа-ға дейін, ал созылу беріктік шегі 3-тен 18 МПа-ға дейін ауытқитыны анықталды. Көпшілік жыныстар төмен морт сынғыштық коэффициентімен сипатталып, бұл олардың тау-кен қысымының динамикалық әсерлеріне шектеуді бейімділігін көрсетеді. Тек кейбір жыныс түрлері (альбит-порфирлер мен тұтас барит-полиметалл кендері) орташа және жоғары деңгейдегі морт сынғыштыққа бейім екені байқалды.

Массив орнықтылығына әсер ететін негізгі фактор — жарықшақтану дәрежесінің жоғарылығы. Керннің 60 %-дан астамы  $RQD < 30$  % мәнімен сипатталады, бұл айқын тектоникалық ұсақталу аймақтарының бар екенін дәлелдейді. Мұндай учаскелерде күшейтілген бекіту шаралары мен қосымша инженерлік шешімдерді қолдану қажет.

Алынған нәтижелер жер асты қазбаларын жобалау кезінде массив орнықтылығын тек механикалық қасиеттер арқылы ғана емес, сонымен қатар оның құрылымдық-текстуралық ерекшеліктері негізінде де бағалау қажеттігін дәлелдеді. Бұл жұмыста қолданылған әдістеме күрделі геологиялық құрылым жағдайларында тиімділігін көрсетті және оны терең деңгейдегі жер асты кеніштерінде жобалау мен мониторинг жүргізу кезінде кеңінен қолдануға болады (*Brady B.H. & Brown, E.T.(2006)*).

**МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ:** Авторлар мүдде қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

**ҚАРЖЫЛАНДЫРУ:** Бұл зерттеу 2024–2026 жылдарға арналған бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру конкурсы аясында жүзеге асырылып жатқан BR24992854 «Шығыс Қазақстан облысының тау-кен металлургия саласының тұрақты дамуын қамтамасыз етуге бағытталған ғылыми негізделген бәсекеге қабілетті технологияларды әзірлеу және іске асыру» атты жоба есебінен орындалды.

**АЛҒЫС БІЛДІРУ:** Орлов кенішінің және ВНИИцветмет институтының басшылары мен мамандарына, сондай-ақ Жер туралы ғылымдар мектебінің филиалы жұмыс істейтін осы ұйымдарға керн үлгілері мен зерттеу жабдықтарын ұсынғаны үшін алғыс білдіреміз.

Сонымен қатар, авторлар әдістемелік қолдау мен пайдалы талқылаулар үшін әріптестеріне және мақаланың сапасын арттыруға елеулі үлес қосқан анонимді рецензенттерге ризашылығын білдіреді.

**ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ ХАБАРЛАМА:** Мақаланы дайындау барысында авторлар жасанды интеллект (ЖИ) немесе соған байланысты технологияларды, соның ішінде мәтін жазу, редакциялау, деректерді талдау немесе фактілерді тексеру құралдарын пайдаланған жоқ.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- Ananin, A. I., Tungushbayeva, Z. K., Nurshaiykova, G. T., & Kalelova, G. Zh. (2022). Top-down cut-and-fill mining method at the Pervomayskiy deposit of the Donskoy mining and beneficiation plant. *News*, 2022(4), 16–27. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.197>
- ASTM D5607-16. (2016). Standard test method for performing laboratory direct shear strength tests of rock specimens under constant normal force. ASTM International.
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Brady, B. H., & Brown, E. T. (2006). *Rock mechanics for underground mining* (3rd ed.). Dordrecht: Springer.
- Canadian Rockburst Research Program. (1996). *Rockburst handbook for underground mines*. CANMET Mining and Mineral Sciences Laboratories.
- Grimstad, E., & Barton, N. (1993). Updating the Q-system for NMT. In *Proceedings of the International Symposium on Sprayed Concrete* (pp. xx–xx). Oslo, Norway.
- Hoek, E., & Brown, E. T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 34(8), 1165–1186.
- Kashnikov, Yu. A., Ashikhmin, S. G., Shustov, D. V., Fandeev, A. E., & Ananin, A. I. (2010). Geomechanical estimate of the rock mass state in the course of deep level mining in terms of the Tishinsk deposit. *Journal of Mining Science*, 46(2), 128–135. <https://doi.org/10.1007/s10913-010-0017-6>
- Palmström, A. (2005). Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD). *Tunnelling and Underground Space Technology*, 20(4), 362–377.
- ГОСТ 10180–2012. Методы определения прочности по контрольным образцам. (2012). М.: Стандартинформ. // GOST 10180–2012. Metody opredeleniya prochnosti po kontrol'nyum

- obraztsam [Methods for determining strength using control specimens]. Moscow: Standartinform. (In Russ.)
- ГОСТ 12248.2–2020. Определение характеристик прочности методом одноосного сжатия. (2020). М.: Стандартиформ. // GOST 12248.2–2020. Opredelenie kharakteristik prochnosti metodom odnoosnogo szhatiya [Determination of strength characteristics by the uniaxial compression method]. Moscow: Standartinform. (In Russ.)
- ГОСТ 12248.3–2020. Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости методом трехосного сжатия. (2020). М.: Стандартиформ. // GOST 12248.3–2020. Grunty. Opredelenie kharakteristik prochnosti i deformiruемости metodom trekhosnogo szhatiya [Soils. Determination of strength and deformation characteristics by the triaxial compression method]. Moscow: Standartinform. (In Russ.)
- Оника, С. Г., Кузьмич, А. К. (2017). Комплексный метод построения паспорта прочности горной породы. Горная механика и машиностроение, № 2, 19–25. // Onika, S. G., Kuzmich, A. K. (2017). Kompleksnyi metod postroeniya pasporta prochnosti gornoй porody [Integrated method for developing a strength passport of rock]. Gornaya mekhanika i mashinostroenie, No. 2, 19–25. (In Russ.)
- Певзнер, М.Е., Иофис, М.А., Попов, В.Н. (2008). Геомеханика. – М.: Горная книга. 438 с. ISBN 978-5-7418-0528-2. // Pevzner, M.E., Iofis, M.A., Popov, V.N. (2008). Geomekhanika [Geomechanics]. Moscow: Gornaya Kniga Publishing House. 438 p. ISBN 978-5-7418-0528-2. (In Russ.)
- СТ РК 1213–2003. Геомеханика. Методика определения прочностных характеристик пород. (2003). Астана: Госстандарт РК. // ST RK 1213–2003. Geomekhanika. Metodika opredeleniya prochnostnykh kharakteristik porod [Geomechanics. Method for determining strength characteristics of rocks]. Astana: State Standard of the Republic of Kazakhstan. (In Russ.)
- Трофимов, В. Т., Дубровский, Ю. В. (2007). Инженерная геология. М.: Изд-во МГУ. 528 с. // Trofimov, V. T., Dubrovsky, Yu. V. (2007). Inzhenernaya geologiya [Engineering geology]. Moscow: Moscow State University Publishing House. 528 p. (In Russ.)

**Авторлар туралы мәліметтер**  
**Информация об авторах**  
**Information about authors**



**Тунгушбаева Зухра Кыдыргазиновна** – т.ғ.к., доцент, «ҚР Минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу Ұлттық орталығы» «ШҒЗТКМИтүстімет», РМК филиалының ғылыми хатшысы, Өскемен қ., Қазақстан

**Тунгушбаева Зухра Кыдыргазиновна** – к.т.н., доцент, ученый секретарь филиала РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья РК» ВНИИцветмет, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

**Tungushbayeva Zuxra Kydyrgazinovna** – Cand. of tech. sc., docent, Scientific Secretary of filial agency of the National Center for Complex Processing of Mineral Raw Materials, VNIItsvetmet, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

e-mail: zuhratungushbaeva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1366-1196>



**Кумыкова Татьяна Михайловна** – техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

**Кумыкова Татьяна Михайловна** – кандидат технических наук, профессор, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

**Kumyukova Tatyana** – Candidate of Technical Sciences, Professor, D. Serikbaev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,

e-mail: , ktm6010@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0977-0047>,



**Нуршайыкова Гульнур Тлеубергенқызы** – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

**Нуршайыкова Гульнур Тлеубергенқызы** – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

**Nurshaiyeva Gulnur Tleubergenkyzy** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, D. Serikbaev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

e-mail: GNurshaiyeva@ektu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9915-8315>



**Габитова Аяужан Маратовна** – техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

**Габитова Аяужан Маратовна** – магистр технических наук, старший преподаватель, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

**Gabitova Ayauzhan Maratovna** – Master's degree, senior lecturer at D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.

e-mail: ayauzhan.gabitova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7279-0433>



**Абдрашева Замира Жомартовна** – техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

**Абдрашева Замира Жомартовна** – магистр технических наук, старший преподаватель, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

**Abdrasheva Zamira Zhomartovna** – Master's degree, senior lecturer at D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.

e-mail: zamira91189@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8916-1845>