

Код МРНТИ 52.13.17:52.13.21

Е.Т. Сердалиев<sup>1</sup>, \*Е.Е. Исакаев<sup>1</sup>, Б.А. Бахрамов<sup>1</sup>, Ж.Г. Кенесов<sup>2</sup><sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),<sup>2</sup>Товарищество с ограниченной ответственностью «НПП ZERDE» (г. Алматы, Казахстан)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДРОБЛЕНИЯ РУДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по оптимизации работы системы «буровзрывные работы – дробильный комплекс». Приведены результаты анализа, выявляющие несоответствие между характеристиками взрывных работ и процессом дробления рудной массы на примере рудника «Пустынное». Установлено, что гранулометрический состав рудной массы затрудняет эффективное выполнение энергоемкого процесса дробления. Для повышения эффективности и оптимизации работы системы «буровзрывные работы – дробильный комплекс» предложено осуществлять районирование взрывных зон месторождения на основе крепости и структуры горных пород. Разработаны модели оптимального взаимодействия элементов системы, что позволяет значительно улучшить гранулометрический состав отбитой руды, повысить производительность и оптимизировать грансостав дробленого продукта для последующих технологических процессов.

**Ключевые слова:** карьер, буровзрывные работы, гранулометрический состав, модель, эффективность.

### Алтын кенорындарын ашық әдіспен игеру кезіндегі кеннің ұсатылуын оңтайландыру

**Андатпа.** Мақалада «бұрғылау-жару жұмыстары – ұсату кешені» жүйесінің жұмысын оңтайландыру бойынша зерттеу нәтижелері ұсынылған. «Пустынное» кенішінің шарттарында жару жұмыстарының нәтижелері мен кен массасын ұсатудың көрсеткіштерінің үйлеспейтінін көрсететін талдау нәтижелері келтірілген. Кен массасының кесекті құрамының энергияны көп қажет ететін ұсату процесін тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік бермейтіні анықталған. «Бұрғылау-жару жұмыстары – ұсату кешені» жүйесінің жұмысын жақсарту және оңтайландыру үшін кенорының жару аймақтарын тау жыныстарының беріктігі мен құрылымына қарай аймақтарға бөлу ұсынылады. Жүйе элементтерінің өзара әрекеттесуінің оңтайлы үлгілері жасалады, бұл жарылған кеннің кесекті құрамын едәуір жақсартуға, өнімділікті арттыруға және өңдеу процестеріне арналған ұсатылған өнімнің кесекті құрамын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** карьер, бұрғылау-жару жұмыстары, кесекті құрамы, модель, тиімділік.

### Optimization of ore crushing in open-pit gold mining

**Abstract.** The article presents the results of research aimed at optimizing the performance of the «drilling and blasting – crushing complex» system. It provides an analysis demonstrating the mismatch between blasting results and the crushing of ore material, using the «Pustynnoe» mine as an example. It was found that the particle size distribution of the ore material does not allow for the efficient execution of the energy-intensive crushing process. To improve and optimize the performance of the «drilling and blasting – crushing complex» system, it is proposed to zone the blasting areas within the deposit based on the strength and structure of the rock mass. Models of optimal interaction between the system's elements have been developed, enabling a significant improvement in the particle size distribution of the fragmented ore, an increase in productivity, and the optimization of the crushed product's particle size for processing operations.

**Key words:** open-pit mine, drilling and blasting, particle size distribution, model, efficiency.

### Введение

Золоторудные месторождения, как правило, сложены крепкими породами [1, 2, 3, 4, 5]. После разрушения взрывом для дальнейшей переработки породы проходят стадию дробления в дробильных установках различных типов. Основной принцип разрушения горной породы в дробилках заключается в приложении внешних механических сил, превышающих предел прочности породы, что вызывает ее разрушение. При этом затрачивается значительное количество энергии, причем энергозатраты увеличиваются с ростом габаритных размеров разрушаемого куска породы.

При разработке золоторудных месторождений открытым способом устанавливаются предельные размеры отбиваемой руды и породы. Так, на карьере, разрабатываемом месторождение «Пустынное», проектной документацией регламентированы максимальные размеры отбитой руды – 600 мм, а породы – 1000 мм [6]. Эти параметры определены с учетом возможностей погрузочного и транспортного оборудования, используемого на карьере. Однако влияние размеров кусков на производительность и энергозатраты дробилок в последующих этапах технологического процесса не учитывается.

Производительность щековой дробилки, используемой на первой стадии дробления, зависит от ряда факторов, среди которых можно выделить:

1. Характеристики разрушаемой породы – прочность, размер куска, влажность и абразивность;
2. Конструкция дробилки;
3. Режим работы приводного электродвигателя;

4. Непрерывность подачи породы на дробление;

5. Условия эксплуатации дробилки (температурный режим, вибрация и др.).

Перечисленные факторы взаимосвязаны, и их оптимизация может существенно повысить производительность щековой дробилки. Она определяется по формуле [7]:

$$Q = \frac{3600 \cdot L \cdot B \cdot k}{v}, \text{ т/ч}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина приемного отверстия дробилки, м;

$B$  – ширина приемного отверстия, м;

$k$  – коэффициент заполнения дробилки (0,2...0,6 в зависимости от характеристик дробимой породы);

$v$  – объем дробимого материала (м<sup>3</sup>/ч).

Анализ данной формулы показывает, что основное влияние на производительность дробилки оказывают размеры дробимого куска породы, которые, в свою очередь, зависят от параметров буровзрывных работ. В связи с этим научный и практический интерес представляет оптимизация этих параметров.

Характеристики разрушаемых горных пород, даже в пределах одного месторождения, могут существенно варьироваться. Это приводит к значительному разбросу гранулометрического состава отбитой горной массы, что, естественно, затрудняет рациональную работу дробильного комплекса. Таким образом, актуальной становится задача организации технологических процессов разрушения горной породы взрывом и последующего дробления, обеспечивающих их максимальную согласованность.

Практика работы горнодобывающих предприятий показывает, что в настоящее время эти процессы проектируются и реализуются несогласованно, что значительно снижает эффективность работы рудников.

Основной целью проведенных исследований являлась разработка рекомендаций по согласованию элементов системы «буровзрывные работы – дробильный комплекс» для повышения эффективности работы горного предприятия.

## Методика исследований

В качестве объекта исследования был выбран рудник, разрабатывающий месторождение «Пустынное» АО «АК Алтыналмас», которое является типичным примером золоторудных месторождений. В рамках исследования использовались данные о текущей деятельности предприятия, результаты теоретических разработок, а также результаты опытных работ, проведенных непосредственно на карьере.

## Проведение исследования и его результаты

Типы и зоны руд, согласно многим исследованиям [8, 9, 10, 11, 12], обычно классифицируются на основе литологии, состава горных пород и их структурных особенностей. Однако такие классификации часто не учитывают зоны дробления, что может приводить к значительным колебаниям производительности дробилки из-за изменений исходной крупности и прочностных характеристик дробимой породы. Зоны дробления определяются сочетанием блочности в естественном состоянии и прочностных свойств горной породы, что напрямую влияет на результаты дробления и гранулометрический состав отбитой руды и пустых пород.

Образование мелких фракций в результате взрыва в значительной степени связано с взаимодействием продуктов взрыва с горной породой. Поэтому важно точно определить объем мелкой фракции, образующейся при взрывных работах, чтобы правильно организовать режим работы дробилки.

Анализ показал, что текущие взрывные работы на руднике «Пустынное» не обеспечивают стабильного дробления. Руда отличается высокой крепостью и абразивностью, представляя собой песчаник со средней прочностью около 100 МПа (в диапазоне 64-167 МПа). На северных участках дробление более мелкозернистое по сравнению с другими.

Согласно проектным параметрам буровзрывных работ, при взрывах должен формироваться навал отбитого материала с максимальными размерами кусков: 600 мм для руды и 1000 мм для пустых пород, при этом доля крупных кусков не должна превышать 2% от общей массы. В случае превышения допустимого размера крупных кусков они подвергаются вторичному дроблению. На рис. 1 представлен общий вид навала горной массы на складе руды.

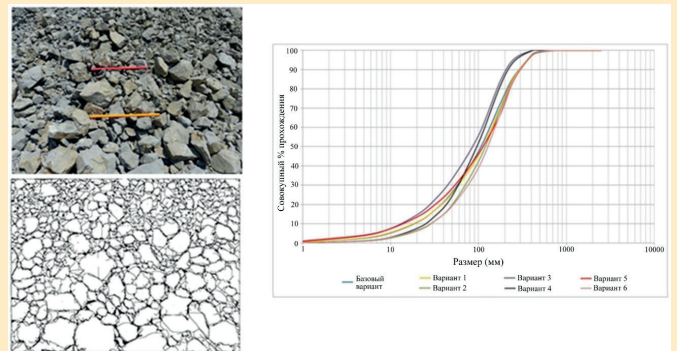
На рис. 2 представлены типовой вид навала породы и обработанная версия в виде кривой распределения отбитого материала по крупности.

Как видно из рис. 1 и 2, размеры кусков руды как на складе, так и в навале породы на дне карьера значительно превышают допустимые значения.



**Рис. 1. Общий вид навала горной массы со склада руды.**

**Сурет 1. Қоймадағы кен үйіндісінің жалпы көрінісі.**  
**Figure 1. General view of the ore stockpile.**



**Рис. 2. Стандартное изображение горной массы и его модифицированная версия.**

**Сурет 2. Таужынысы үйіндісінің стандартты көрінісі және оның түрлендірілген нұсқасы.**

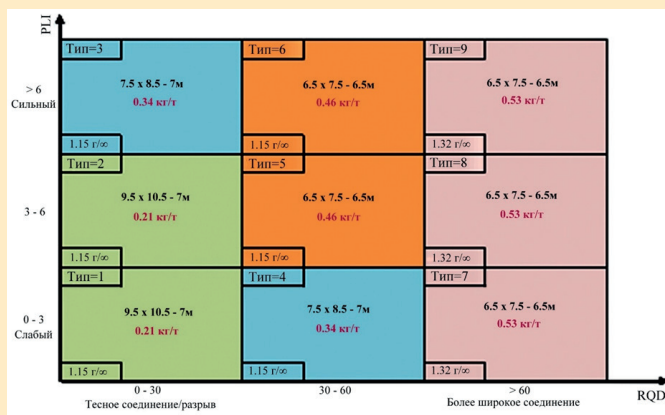
**Figure 2. Standard image of the rock mass and its modified version.**

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. На руднике «Пустынное» отсутствует система контроля качества дробления руды и породы при проведении взрывных работ, что существенно осложняет оптимизацию работы дробильного комплекса. В настоящее время существует ряд методов для замера гранулометрического состава разрушенной горной породы с использованием современных технических средств и программного обеспечения, таких как ПО «SPLIT». Однако, на руднике такие средства не используются.

### Обсуждение результатов исследований и рекомендации

Проведенные исследования позволяют рекомендовать комплекс мер для установления рационального соотношения между параметрами буровзрывных работ и характеристиками работы дробильного комплекса. В первую очередь это предполагает необходимость проведения районирования взрывных зон на руднике с учетом прочностных характеристик и структуры горных пород.

На рис. 3 представлен пример районирования взрывных зон, а также детализированная инструкция для различных участков карьера рудника «Пустынное».



**Рис. 3. Схема зонирования взрывных работ и подробная инструкция для различных участков карьера.**

**Сурет 3. Жарылыс жұмыстарының аймақтық схемасы және карьердегі әртүрлі аймақтар үшін нақты нұсқалар.**

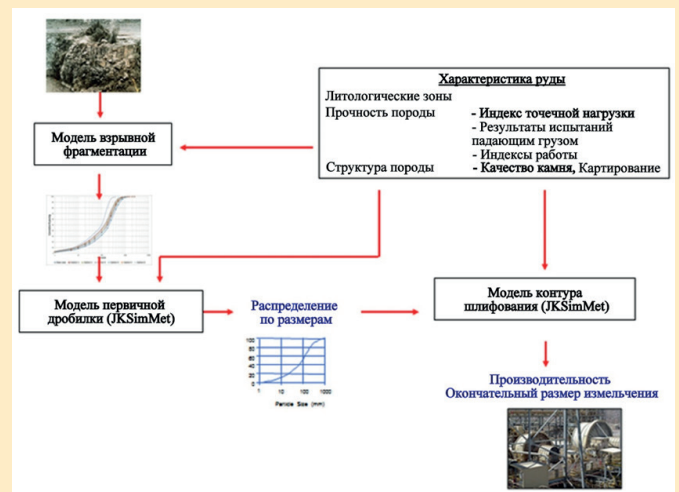
**Figure 3. Blasting zone zoning diagram and detailed instructions for different areas of the quarry.**

Предложенная модель дробления позволяет откалибровать параметры БВР для наиболее распространенной зоны, а также корректировать параметры взрывных работ для других зон. Это обеспечивает получение гранулометрического состава рудной массы, оптимального для последующих процессов обогащения.

Для достижения наилучшего взаимодействия элементов системы «карьер – дробилка» разработана модель (рис. 4), включающая в себя взаимосвязанные модели взрывных работ и дробления рудной массы. Применение данной модели предполагает изменение конфигурации сетки буровых скважин с учетом характеристик руды и породы, а также корректировку удельного расхода взрывчатого вещества. Несмотря на необходимость внесения изменений в технологический процесс, ожидаемое повышение производительности дробилки и снижение энергозатрат при дроблении значительно улучшат экономические показатели рудника.

У предложенных моделей есть ряд дополнительных преимуществ. Исключительное применение данных шаблонов буровзрывных работ не только компенсирует различия в свойствах горных пород и стабилизирует процесс дробления руды, но и обеспечивает оптимальную производительность дробилки. Иными словами, минимизация

изменений в размере кусков руды позволяет более точно прогнозировать пропускную способность дробильной установки.



**Рис. 4. Интеграция и оптимизация процесса взаимодействия рудника с дробильной установкой. Сурет 4. Кеніш пен ұсату кондырғысының өзара әрекеттесу процесін интеграциялау және оңтайландыру.**

**Figure 4. Integration and optimization of the interaction process between the mine and the crushing plant.**

После получения потока данных (рис. 4) информация о характеристиках руды и взрывных зонах интегрируется с условиями проектирования взрыва в модель дробления. Далее полученные данные о гранулометрическом составе рудной массы передаются в модель дробилки для первичного дробления с учетом свойств горной породы. Затем в модель схемы дробления вводится классификация конечной продукции по размеру, что позволяет оценить пропускную способность дробилки, ее удельные энергетические показатели и гранулометрический состав конечного продукта.

Модель прогнозирования производительности дробилки позволяет определять ее эффективность для каждой зоны в процессе ежедневного смешивания материала. На основе количества рудной массы из каждой зоны, отправленной в концентратор, вычисляется общая производительность дробильной установки.

На рис. 5 представлено сравнение прогнозируемого и фактического суточного производства за 7-летний период.

Анализ данных, представленных на рис. 5, показывает, что предложенная модель демонстрирует высокую точность и эффективность как для долгосрочного планирования работы рудника, так и для ежедневной интерпретации производительности.

### Выводы

1. В настоящее время на рудниках отсутствует технологическая взаимосвязь между буровзрывными работами, которые обеспечивают определенный гранулометрический состав рудной массы, и режимом работы дробилки, что негативно сказывается на общих показателях эффективности работы предприятия.



**Рис. 5. График сравнения прогнозной модели и фактических данных суточного производства.**

**Сурет 5. Болжамдық модель мен нақты деректердің тәуліктік өндірісін салыстыру графигі.**

**Figure 5. Graph comparing the forecast model and actual daily production data.**

2. Целесообразно осуществлять районирование взрывных зон на месторождении с учетом прочности и структуры горных пород, что позволит оптимизировать параметры буровзрывных работ для обеспечения соответствующего гранулометрического состава рудной массы, необходимого для процессов обогащения.

3. Предложенная модель оптимизации технологии взрывных работ в сочетании с параметрами работы дробилки способствует повышению производительности дробильной установки, снижению энергозатрат и улучшению качества дробленого продукта.

### Благодарность

Статья опубликована по результатам научно-исследовательских работ, выполняемых в рамках проекта ИРН АР19676884 «Разработка эффективных методов дробления горной массы при отработке руды из сложноструктурного массива путем управления параметрами энергии взрыва», при грантовом финансировании Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бегалинов А. Программа «Золото Казахстана». // Горный журнал Казахстана. 2010. №6. С. 8-10 (на русском языке)
2. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород: Алматы: Баспагер, 1998, С. 210 (на русском языке)
3. Неганов В.П., Коваленко В.И., Сосновский Б.М. Технология разработки золоторудных месторождений: М.: Недра, 1995, С. 336 (на русском языке)
4. Кабетенов Т.К. Совершенствование скважинной отбойки при разработке наклонных и крутопадающих рудных тел малой и средней мощности: Алматы: Экономика, 2014, С. 192 (на русском языке)
5. «Разработка структурной модели и технико-технологических способов поддержания геосистемы «массив-технология-подземное сооружение» при подземной разработке золоторудных месторождений (Акбакай, Бакырчик, Майкаин) и комплексной механизации ведения горных работ при освоении групп месторождений золота (Акбакай)»: отчет о НИР (заключительный), под рук. Бегалинова А., Алматы, 2014, 158 с. (на русском языке)
6. План горных работ месторождения «Пустынное» (корректировка ранее выполненного проекта). Т.1. Кн. 1. Пояснительная записка: Алматы: АО «АК Алтыналмас», 2023, С. 196 (на русском языке)
7. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: М.: Недра, 1980, С. 415 (на русском языке)
8. «Обоснование параметров устойчивых бортов карьера месторождения «Пустынное» на основе инженерно-геологических данных»: отчет о НИР, под рук. Низаметдинова Ф.К., Караганда, ТОО «Альянс», 2012, 89 с. (на русском языке)
9. Ekin G., Sedat E., etc. Практика стенового контроля при взрывных работах на золотом руднике Кысладаг. // 43-я ежегодная конференция по взрывчатым веществам и взрывным техникам, 2017. – С. 1-10 (на английском языке)
10. «Разработка инновационных методов эффективной и безопасной подземной разработки маломощных наклонных рудных залежей»: отчет о НИР (заключительный), под рук. Сердалиева Е.Т., Алматы, 2024, 174 с. (на русском языке)
11. Matayev A. Исследование технологии крепления горных выработок в условиях нестабильных массивов. / Matayev A., Abdiev A., Kydrashov A., Musin A. и др. // Горное дело. 2021. №15 (3). С. 78-86 (на английском языке)
12. Serdaliyev Y. Исследование влияния элементов залегания тонких рудных тел и параметров уступа на потери и разубоживание. / Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhratov B., Amanzholov D. // Горное дело. 2022. №16 (4). С. 56-64 (на английском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бегалинов А. «Қазақстан алтыны» Бағдарламасы. // Қазақстанның кен журналы. 2010. №6. Б. 8-10 (орыс тілінде)
2. Ракишев Б.Р. Тау жыныстарының механикалы қопарылысының қуат сыйымдылығы: Алматы: Баспагер, 1998, Б. 210 (орыс тілінде)
3. Неганов В.П., Коваленко В.И., Сосновский Б.М. Алтын кенорындарын игеру технологиясы: М.: Недра, 1995, Б. 336 (орыс тілінде)
4. Кабетенев Т.К. Кіші және орта қуаттағы еңіс және күрт құлай орналасқан кен шоғырларын игеруде ұңғымалық жарылыс әдісін жетілдіру: Алматы: Экономика, 2014, Б. 192 (орыс тілінде)
5. «Ақбақай», «Бақыршық», «Майқайың» алтын кен орындарын игеруде «массив-технология-жерасты құрылысы» геосистемасын қолдау үшін құрылымдық модель мен техникалық-технологиялық әдістерді әзірлеу және алтын кен орындары топтарын (Ақбақай) игеру кезінде тау-кен жұмыстарын кешенді механикаландыру»: ҒЗЖ есебі (қорытынды), жетекшісі Бегалинов А., Алматы, 2014, 158 б. (орыс тілінде)
6. «Пустынное» кенорнының тау-кен жұмыстарының жоспары (бұрын орындалған жобаны түзету). Т.1. Кітап 1. Түсіндірме жазба: Алматы: «АК Алтыналмас» АҚ, 2023, Б. 196 (орыс тілінде)
7. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Пайдалы қазбаларды ұсақтау, үгіту және сұрыптау: М.: Недра, 1980, Б. 415 (орыс тілінде)
8. ««Пустынное» кен орны карьерінің орнықты беткейінің параметрлерін инженерлік-геологиялық деректер негізінде негіздеу»: ҒЗЖ есебі, жетекшісі Низаметдинов Ф.К., Қарағанды, «Альянс» ЖШС, 2012, 89 б. (орыс тілінде)
9. Ekin G., Sedat E., т.б. Кысладаг алтын кенішінде жару жұмыстары кезіндегі стендік бақылау практикасы. // 43-ші жыл сайынғы жарылғыш заттар мен жарылыс техникалары конференциясы, 2017. – Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
10. «Жұқа еңіс орналасқан кен шоғырларын тиімді және қауіпсіз жерасты игерудің инновациялық әдістерін жасау»: ҒЗЖ есебі (қорытынды), жетекшісі Сердалиев Е.Т., Алматы, 2024, 174 б. (орыс тілінде)
11. Matayev A. Сенімсіз массивтер шарттарында тау-кен қазбаларын бекіту технологиясын зерттеу. / Matayev A., Abdiev A., Kydrashov A., Musin A., т.б. // Тау-кен ісі. 2021. №15 (3). Б. 78-86 (ағылшын тілінде)
12. Serdaliyev Y. Жұқа кен шоғырларының орналасу элементтері мен кемер параметрлерінің жоғалым мен құнарсыздануға әсерін зерттеу. / Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhranov B., Amanzholov D. // Тау-кен ісі. 2022. №16 (4). Б. 56-64 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. Begalinov A. Programma «Zoloto Kazakhstana». // Gornyy zhurnal Kazakhstana. 2010. №6. S. 8-10 [Begalinov A. Program «Gold of Kazakhstan». // Mining Journal of Kazakhstan. 2010. №6. P. 8-10] (in Russian)
2. Rakishev B.R. Energoyemkost' mekhanicheskogo razrusheniya gornykh porod: Almaty: Baspager, 1998, S. 210 [Rakishev B.R. Energy intensity of mechanical destruction of rocks: Almaty: Baspager, 1998, P. 210] (in Russian)
3. Neganov V.P., Kovalenko V.I., Sosnovskiy B.M. Tekhnologiya razrabotki zolotorudnykh mestorozhdeniy: M.: Nedra, 1995, S. 336 [Neganov V.P., Kovalenko V.I., Sosnovsky B.M. Technology for the development of gold deposits: M.: Nedra, 1995, P. 336] (in Russian)
4. Kabetenov T.K. Sovershenstvovaniye skvazhinnoy otboyki pri razrabotke naklonnykh i krutopadayushchikh rudnykh tel maloy i sredney moshchnosti: Almaty: Ekonomika, 2014, S. 192 [Kabetenov T.K. Improving borehole mining in the development of inclined and steeply dipping ore bodies of small and medium thickness: Almaty: Economics, 2014, P. 192] (in Russian)
5. «Razrabotka strukturnoy modeli i tekhniko-tekhnologicheskikh sposobov podderzhaniya geosistemy «massiv-tekhnologiya-podzemnoye sooruzheniye» pri podzemnoy razrabotke zolotorudnykh mestorozhdeniy (Akbakay, Bakyrchik, Maykain) i kompleksnoy mekhanizatsii vedeniya gornykh rabot pri osvoyenii grupp mestorozhdeniy zolota (Akbakay)»: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyy), pod ruk. Begalinova A., Almaty, 2014, 158 s. [«Development of a structural model and technical and technological methods for maintaining the geosystem «massive-technology-underground structure» during underground development of gold deposits (Akbakay, Bakyrchik, Maykain) and complex mechanization of mining operations during the development of groups of gold deposits (Akbakay)»: research report (final), under hand. Begalinov A., Almaty, 2014, 158 p.] (in Russian)

6. *Plan gornyykh rabot mestorozhdeniya «Pustynnoye» (korrektirovka raneye vypolnennogo proyekta). T.1. Kniga 1. Poyasnitel'naya zapiska: Almaty: AO «AK Altynalmas», 2023, S. 196 [Mining plan for the Pustynnoye deposit (adjustment of a previously completed project). T.1. Book 1. Explanatory note: Almaty: JSC «AK Altynalmas», 2023, p. 196] (in Russian)*
7. *Andreyev S.Ye., Perov V.A., Zverevich V.V. Drobleniye, izmel'cheniye i grokhocheniye poleznykh iskopayemykh: M.: Nedra, 1980, S. 415 [Andreev S.E., Perov V.A., Zverevich V.V. Crushing, grinding and screening of minerals: M.: Nedra, 1980, P. 415] (in Russian)*
8. *«Obosnovaniye parametrov ustoychivyykh bortov kar'yera mestorozhdeniya «Pustynnoye» na osnove inzhenerno-geologicheskikh dannykh»: otchet o NIR, pod ruk. Nizametdinova F.K., Karaganda, TOO «Al'yans», 2012, 89 s. [«Justification of the parameters of stable pit sides of the Pustynnoye deposit based on engineering-geological data»: research report, supervised by. Nizametdinov F.K., Karaganda, Alliance LLP, 2012, 89 p.] (in Russian)*
9. *Ekin G., Sedat E., etc. Wall control blasting practices at Kisladag gold mine. // Conference: 43rd Annual Conference on Explosives & Blasting Technique, 2017, – P. 1-10 (in English)*
10. *«Razrabotka innovatsionnykh metodov effektivnoy i bezopasnoy podzemnoy razrabotki malomoshchnykh naklonnykh rudnykh zalezhey»: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyy), pod ruk. Serdaliyeva Ye.T., Almaty, 2024, 174 s. [«Development of innovative methods for efficient and safe underground mining of thin inclined ore deposits»: research report (final), under the direction of. Serdaliev E.T., Almaty, 2024, 174 p.] (in Russian)*
11. *Matayev A. Research into technology of fastening the mine workings in the conditions of unstable masses. / Matayev A., Abdiev A., Kydrashov A., Musin A., etc. // Mining of Mineral Deposits. 2021. №15 (3). P. 78-86 (in English)*
12. *Serdaliyev Y. Research into the influence of the thin ore body occurrence elements and stope parameters on loss and dilution values. / Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhrarov B., Amanzholov D. // Mining of Mineral Deposits. 2022. №16 (4). P. 56-64 (in English)*

#### Сведения об авторах:

**Сердалиев Е.Т.**, к.т.н., доцент, профессор-исследователь кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [serdaliyev.yerdulla@gmail.com](mailto:serdaliyev.yerdulla@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5779-8218>

**Искаков Е.Е.**, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [iskakov.yerkin@gmail.com](mailto:iskakov.yerkin@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5269-9018>

**Бахрамов Б.А.**, магистр технических наук, докторант 1-курса кафедры «Горное дело», Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [bagdat.bakhrarov1983@gmail.com](mailto:bagdat.bakhrarov1983@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-8822-6941>

**Кенесов Ж.Г.**, магистр технических наук, Директор Товарищества с ограниченной ответственностью «НПП ZERDE» (г. Алматы, Казахстан), [kenesov@gmail.com](mailto:kenesov@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-0427-313X>

#### Авторлар туралы мәліметтер:

**Сердалиев Е.Т.**, т.ғ.к., доцент, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының зерттеуші-профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

**Искаков Е.Е.**, PhD, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының зерттеуші-профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

**Бахрамов Б.А.**, техника ғылымдарының магистрі, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының 1-курс докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

**Кенесов Ж.Г.**, техника ғылымдарының магистрі, «НПП ZERDE» Жауапкершілігі шектелі серіктестігінің директоры (Алматы қ., Қазақстан)

#### Information about the authors:

**Serdaliyev Y.T.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Research Professor at the Department of «Mining» of the O.A. Baikonurov Mining and Metallurgical Institute, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Iskakov Y.Y.**, PhD, Research Professor at the «Mining» Department of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Bakhrarov B.A.**, Master of Technical Sciences, 1st-year PhD student at the Department of «Mining», O.A. Baikonurov Mining and Metallurgical Institute, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Kenesov Zh.G.**, Master of Technical Sciences, Director of the Limited Liability Partnership «NPP ZERDE» (Almaty, Kazakhstan)