ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2026;(11-1):74-84
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.831; 622,2; 622.235 DOI: 10.25018/0236_1493_2026_111_0_74

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСВОЕНИЯ ШТОКВЕРКОВОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЖЕРУЙ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ КАРКАСНОЙ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ И ЗАКЛАДКИ ОЧИСТНЫХ КАМЕР

К.Э. Чуприн

ОсОО «Альянс Алтын», Бишкек, Киргизия, e-mail: chuprin.ke@alliance-altyn.kg

Аннотация: Разработка золоторудных месторождений штокверкового типа ведется в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях. Правильная оценка этих условий позволяет корректно выбрать метод отработки месторождения. В высокогорном месторождении Джеруй, расположенном в Кыргызской Республике, целесообразна отработка комбинированной последовательно-параллельной открыто-подземной геотехнологией. Рассмотрена возможность и технология применения камерной системы разработки с закладкой и каркасной схемой подготовки. Также рассмотрены зоны влияния буровзрывных работ как при открытых, так и при подземных горных работах. Знание зоны влияния взрывных работ позволяет оценить параметры формируемого целика между действующим карьером и проектируемым подземным рудником. Проведенный анализ систем разработки показал, что системы с подэтажным и этажным обрушением руды и вмещающих пород в условиях месторождения Джеруй мало пригодна по причине небезопасности при параллельном ведении с открытыми горными работами. Как результат всех исследований стало понимание, что стадийная отработка камер с формированием искусственных целиков в каркасной системе позволяет обеспечить безопасность горных работ за счет снижения процессов проявления горного давления и повышает эффективность за счет оптимизации отработки запасов камер с различным содержанием золота в руде и существующей конъюнктуры рынка, а также позволит снизить показатели потерь и разубоживания в очистных камерах.

Ключевые слова: комбинированная открыто-подземная геотехнология, целик, камерная система разработки с закладкой, каркасная схема подготовки, этаж, подэтаж, скважинные и шпуровые заряды взрывчатых веществ, месторождение, штокверк, Кыргызская Республика.

Для цитирования: *Чуприн К. Э.* Геомеханическое обоснование параметров освоения штокверкового золоторудного месторождения Джеруй в условиях применения каркасной схемы отработки и закладки очистных камер // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2026. – № 11-1. – С. 74–84. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_111_0_74.

© К.Э. Чуприн. 2026.

Geomechanical justification of development parameters for the Jeruy stockwork gold deposit using a framework mining method and open stope backfilling

K.E. Chuprin

Alliance Altyn LLC, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: chuprin.ke@alliance-altyn.kg

Abstract: The development of stockwork-type gold deposits takes place under challenging geological and technical mining conditions. An accurate assessment of these conditions enables the proper selection of a mining method. For the high-altitude Jeruy deposit in the Kyrgyz Republic, a combined sequential-parallel open-pit and underground mining approach is advisable. This study examines the feasibility and technology of employing a stope mining method featuring backfilling and a framework-based development layout. It also analyzes the zones of influence associated with drilling and blasting operations in both open-pit and underground settings. Understanding these zones of influence allows for the assessment of the sill pillar parameters required between the active open-pit mine and the planned underground mine. An analysis of mining methods indicated that sublevel and level caving systems (involving the caving of ore and host rock) are unsuitable for the Jeruy deposit due to safety risks associated with simultaneous open-pit operations. The research concludes that a staged stope approach-utilizing artificial pillars within a framework layout-enhances safety by mitigating rock pressure effects and improves efficiency by optimizing the extraction of ore reserves (accounting for varying gold grades and market conditions) while simultaneously reducing ore loss and dilution within the stopes.

Key words: combined open-pit and underground mining technology, sill pillar, stope mining system with backfill, frame-type development layout, mining level, sublevel, borehole and shothole explosive charges, deposit, stockwork, Kyrgyz Republic.

For citation: Chuprin K. E. Geomechanical justification of development parameters for the Jeruy stockwork gold deposit using a framework mining method and open stope backfilling. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2026;(11-1):74-84. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_111_0_74.

Введение

Золоторудные месторождения штокверкового типа разрабатываются в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях. Количество горнодобывающих предприятий, занимающихся освоением запасов штокверковых месторождений золота в мире, ограничено. Как правило, месторождения имеют выход на земную поверхность и на первом этапе отрабатываются с применением открытой геотехнологии, на втором этапе с применением подземной или комбинированной геотехнологии. Одним из таких объектов является месторождение Джеруй, расположенное в Кыргызской Республике, на высоте ⩾3200 м над уровнем моря.

В настоящее время месторождение Джеруй отрабатывается открытым способом, но с 2024 г. идет подготовка к отработке месторождения комбинированной последовательно-параллельной открыто-подземной геотехнологией.

Согласно анализу и изучению сложных горно-геологических и горнотехнических условий освоения месторождений штокверкового типа актуальной является разработка схем отработки подземных участков месторождений [1 — 4].

Геомеханическое обоснование параметров горной конструкции камер и целиков

В современных научных исследованиях последнего десятилетия представлены результаты работ по изучению процессов формирования вторичного поля напряжений для условий разработки рудных месторождений с применением каркасной горной конструкции, на примере подготовки и отработки участков месторождений и единичных блоков. Установлено, что наибольшее влияние на развитие вторичного поля напряжений и объемы формируемых зон растягивающих деформаций оказывает проходка выработок и отработка очистных камер, но при закладке выработанного пространства вмещающий массив приходит в свое исходное состояние [5]. Наилучшие показатели снижения влияния на устойчивость вмещающего массива и налегающей толщи получены после закладки выработок и камер [6] разнопрочной закладкой. Формирование разнопрочного массива производится в две стадии; на первой стадии формируется закладочный массив с высокими показателями несущей способности (в том числе бутобетонный массив), на второй стадии — с более низкими показателями несущей способности. Предлагаемый подход позволяет эффективно оценивать напряженно-деформированное состояние (НДС) вмещающего массива в условиях влияния на него очистных пространств с применением камерных систем разработки с каркасным строением и на стадии проектирования горных работ определять оптимальные параметры конструктивных элементов горнотехнической системы и закладочного массива.

Для обеспечения эффективности и поточности добычных работ в подземных условиях актуальна разработка схем освоения подземного участка камерной системой с оставлением междукамерных целиков и дальнейшей их отработкой с закладкой выработанного пространства камер, которые включают двухстадийный порядок отработки камер одного подэтажа с развитием фронта ведения очистных работ сразу в трех подэтажах с формированием горной конструкции камер и целиков [7]. Каркасная схема подземной разработки позволит минимизировать процессы проявления горного давления при ведении подземных горных работ и влиянии открытых горных работ в карьере при наличии во вмещающих породах и рудах коллекторов с водой [8, 9], защитить горные работы от таких проявлений, значительно уменьшить расходы за счет применения для заполнения вторичных каркасных камер низкопрочной твердеющей закладки с формированием бутобетонных каркасов на разных стадиях закладки. Разработка схем отработки залежей должна проводиться на основе расчетных и натурных данных о влиянии взрывов скважинных и шпуровых зарядов взрывчатых веществ на вмещающий рудный массив и целики при ведении горных работ.

В связи с вышеизложенным можно заключить, что актуальной проблематикой освоения штокверкового золоторудного месторождения в условиях применения каркасной схемы отработки и закладки очистных камер является геомеханическое обоснование параметров горной конструкции камер и целиков, решению именно такой проблемы были посвящены описываемые далее положения.

Район Джеруйского рудного поля принадлежит к складчатой области Северного Тянь-Шаня, вместе с которой он испытал длительный и сложный путь геологического формирования [10].

В ходе своего геолого-исторического развития месторождение Джеруй приобрело особенности, характерные для

месторождений штокверкого типа — существенные размеры рудной зоны (по площади до 700 тыс. м^2 и на глубину до 900 м); сложное внутреннее строение (множество разноориентированных, не выдержанных по форме и мощности кварцевых жил, тонких прожилков и вкраплений золотой минерализации); отсутствие четких геологических границ (границы устанавливают только по данным опробования); неравномерное распределение золота (высокие содержания (>3 г/т) чередуются с участками бедных руд (от 0,3 г/т)); связь с тектоникой (рудные зоны формируются в зонах разломов, в узлах их пересечения или в зонах повышенной трещиноватости и дробления пород, в случае месторождения Джеруй контролируется рудоконтролирующим разломом). Дополнительным осложнением является локация месторождения в районе с преобладанием горного ландшафта со сложными природно-климатическими и горнотехническими условиями, что предопределило способ отработки месторождения — комбинированная отработка (параллельно открытым и подземным способом).

Площадь месторождения разбита на многочисленные тектонические блоки, принадлежащие нескольким структурно-геологическим этажам, в которых фрагменты стратиграфических толщ с разной степенью дислоцированности и метаморфизованности сложно перемежаются с образованиями нескольких разновозрастных интрузивных комплексов. Основные тектонические нарушения на месторождении и рудном поле, по всем признакам, оперяют зону Ичкелетау-Сусамырского разлома (I порядка) и имеют в большинстве случаев северо-западное (300–320°) простирание. Месторождение Джеруй представляет собой прерывистую зону оруденения северо-западного простирания протяженностью 800–900 м и шириной от 50–100 до 300 м; золотое оруденение приурочено к кварцевым жилам, прожилкам и зонам метасоматического окварцевания, распределение золотоносного кварца в пределах которых очень неравномерно. В общей сложности было выделено 7 участков оруденения, где ключевым является северо-западный участок с долей запасов 80%.

Проведение работ по изучению распространения литологических разностей и их физико-механических свойств показало, что породы и руды месторождения представлены прочными диоритами, кварцевыми диоритами и непосредственно кварцем, со средними значениями предела прочности на одноосное сжатие 92,8; 119,1 и 105 МПа соответственно; при определении склонности образцов горных пород месторождения к хрупкому разрушению по методикам Я.А. Бича и Г.Н. Кузнецова установлено, что диориты и кварцевая жила склонны к накоплению упругой энергии и хрупкому разрушению.

В результате проведенного геодинамического районирования и инструментальных замеров методом щелевой разгрузки установлено, что максимальным главным сжимающим напряжением является горизонтальное, действующее в направлении, согласном с простиранием рудоконтролирующего разлома и превосходящее вертикальные гравитационные напряжения в среднем в 1,94 раза. После проведения исследований в части геодинамического районирования месторождение Джеруй (выше горизонта +2960 м) признано неудароопасным.

Результатом проведенных геологоразведочных работ на месторождении Джеруй, помимо получения горно-геологической информации, стала постановка запасов на государственный баланс (1980, 1984, 2016 гг.) с последующей заверкой и оценкой по международным стандартам (2018, 2025 гг.).

В ходе оценочных работ проводился статистический и геостатистический анализ с подготовкой каркасных и блочных моделей минерализованных тел, что позволило определить кондиции по минеральным ресурсам с определением параметров материнских блоков — 5 м (восток) × 5 м (север) × 5 м (высота) с минимальным размером субблока 1 м по всем направлениям, далее данные параметры блоков применялись при подготовке геотехнической блочной модели, и в дальнейшем все комплексные исследования дали основание для принятия технологических решений при планировании отработки месторождения Джеруй комбинированным способом.

В ходе комплексного анализа горно-геологических и горнотехнических условий месторождения штокверкового типа, который включал разработку геотехнической (геомеханической) и ресурсной моделей, основанных на изменяющихся размерах залежи при отсутствии четких геологических границ в тектонических зонах и неравномерности распределения золота в массиве, была разработана устойчивая и экономически эффективная горнотехническая модель рудника [11, 12].

Определение систем разработки

Структуризация схемы разработки месторождения Джеруй, в особенности кварцевого ядра, в котором локализованы основные запасы месторождения, а также положение данного участка месторождения в пространстве (выход на поверхность) определили начальный этап его отработки — нагорный карьер, с последующей параллельной отработкой глубоких горизонтов подземным способом.

Предварительный анализ систем разработки с учетом приведенных к системе требований показал, что системы с подэтажным и этажным обрушением руды и вмещающих пород не подходят при параллельном ведении открытых горных работ (ОГР), которые необходимо вести безопасно. Наиболее подходящими системами разработки являются: камерная система разработки с последующей закладкой камер или система разработки горизонтальными слоями с закладкой очистного (выработанного) пространства с восходящей выемкой. Обе системы разработки относятся к классу систем с искусственным поддержанием очистного пространства закладкой. Применение разнопрочной закладки гарантирует снижение себестоимости и повышение безопасности горных работ за счет управления НДС массива его прочностными характеристиками [13—15]. Кроме того, для обеспечения ведения безопасности горных работ при наличии действующего карьера формируется подкарьерный предохранительный целик.

Одновременное ведение ОГР и подземных горных работ (ПГР) с применением буровзрывных работ (БВР) на границах предохранительного целика, с технологической точки зрения, небезопасно при нарушении сплошности и изменения физико-механических свойств массива целика от наведенной трещиноватости в процессе ведения взрывных работ (ВР). Поэтому ведение подземных очистных работ необходимо начинать после создания искусственного предохранительного (разделительного, барьерного) целика снизу вверх, обеспечивая не менее 80 м разницы по высоте между участками ОГР и ПГР, т.е. фронты отработки будут двигаться навстречу друг другу.

С учетом формирования вторичного поля напряжения было рассмотрено несколько вариантов отработки нарезных камер с последующей закладкой, в ходе которой камеры на I стадии закладываются твердеющей закладкой (создание вертикальных каркасных ограждающих искусственных целиков высокой проч-

ности), а отработанные камеры на II и III стадиях закладываются низкопрочной закладкой (прочностью 1–2 МПа). Верхний подэтаж камер закладывается полностью твердеющей закладкой (создание горизонтального каркасного ограждающего искусственного целика высокой прочности).

Учитывая, что наибольшее влияние на развитие вторичного поля напряжений и объемы формируемых зон растягивающих деформаций оказывает проходка выработок и отработка очистных камер, при закладке выработанного пространства вмещающий массив приходит в свое условно исходное состояние. При этом каркасная схема отработки запасов кварцевого ядра подземным способом позволяет отрабатывать залежь точечно на основе геологических данных неравномерного распределения золота в рудном массиве и, принимая во внимание экономическую целесообразность, обеспечивать существенное снижение показателей потерь и разубоживания при добыче. При этом на последних стадиях дорабатываются все запасы участка залежи и, как следствие, обеспечивается производственная и экономическая эффективность, с повышением безопасности ведения горных работ за счет снижения НДС внутри каркасной горной конструкции.

Таким образом, применение каркасной горной конструкции обеспечивает устойчивость конструктивных элементов и геомеханическое равновесие горнотехнической системы рудника в процессе отработки этажа тремя догоняющими подэтажами и позволяет исключить образование очагов опасных напряжений во вмещающем массиве и целиках на основе применения разнопрочного закладочного материала, проводить точечную выемку запасов в рудном массиве с фрактальным (неравномерным) распределением золота.

Оценка влияния буровзрывных работ

Исходя из исследований R. Holmberg & P.A. Persson (1980), при взрыве зарядов ВВ формируются три зоны: I — дезинтеграции горных пород (разрушенная зона), II — наведенной трещиноватости (нарушенная наведенными трещинами зона) и III — микротрещиноватости (нарушенная микротрещинами зона). Развитие трещиноватости от ведения БВР [16—18] зависит от нескольких факторов — физико-механических свойств горных пород, свойств ВВ и технологии добычи полезного ископаемого.

Так, в условиях месторождения Джеруй:

- в зоне II глубина повреждения массива наведенной трещиноватостью при ведении ОГР изменяется от 11,52 до 20,11 м, а в торце скважин от 9,30 до 17, 94 м; при ведении очистных работ при ПГР повреждение наведенной трещиноватостью оценивается от 5,70 до 16,89 м и в торце скважин от 4,45 до 10,58 м;
- глубина распространения зоны III микротрещиноватости изменяется от 27,54 до 48,04 м и в торце скважин от 25,10 до 45,76 м для ОГР; от 13,65 до 41,83 м и в торце скважин от 12,26 до 15,00 м для ПГР;
- что касается зоны I дезинтегрированной горной породы при ведении очистных работ в камерах при ПГР, то их величина изменяется от 2,28 до 5,91 м, и в торце скважинных зарядов ВВ при ОГР от 1,35 до 2,57 м.

Как отмечалось выше и исходя из полученных расчетов, можно сказать, что одновременное ведение комбинированных ОГР и ПГР с применением БВР, особенно на границах предохранительного целика, небезопасно не только с технологической точки зрения, но и с точки зрения нарушения сплошности и изменения физико-механических свойств мас-

сива целика от наведенной трещиноватости в процессе ведения взрывных работ, поэтому, для снижения негативных моментов, ведение подземных очистных работ необходимо начинать снизу вверх.

Применение каркасной технологии при ведении ПГР характеризуется довольно высокими затратами на добычу, но малыми потерями и разубоживанием, поэтому системы данного класса целесообразно применять при добыче ценных руд (золота). Было рассмотрено четыре варианта отработки запасов камер в восходящем порядке:

1-й вариант — отработка камер одного уровня осуществляется в три стадии;

2-й вариант — отработка камер одного уровня осуществляется в две стадии;

3-й вариант — для отработки камер по аналогии выбирается 1-й вариант с развитием горных работ сразу тремя догоняющими этажами;

4-й вариант — для отработки камер по аналогии выбирается 2-й вариант с развитием горных работ сразу тремя догоняющими этажами, как в 3-м варианте.

Каркасная схема отработки залежи подходит для 3-го варианта разработки запасов — тремя догоняющими этажами.

Анализ расчетов по глубине влияния БВР на массив показал, что устойчивые параметры камерной системы разработки с закладкой выработанного пространства при каркасной схеме выемки запасов определяются глубиной формирования зоны нарушенности пород от горного давления до континуальной границы регистрации техногенных трещин $\varepsilon_з$ = 0,00035 и глубиной влияния взрыва на вмещающий массив и целики скважинных и шпуровых зарядов ВВ.

Оценка применимости каркасной схемы подготовки

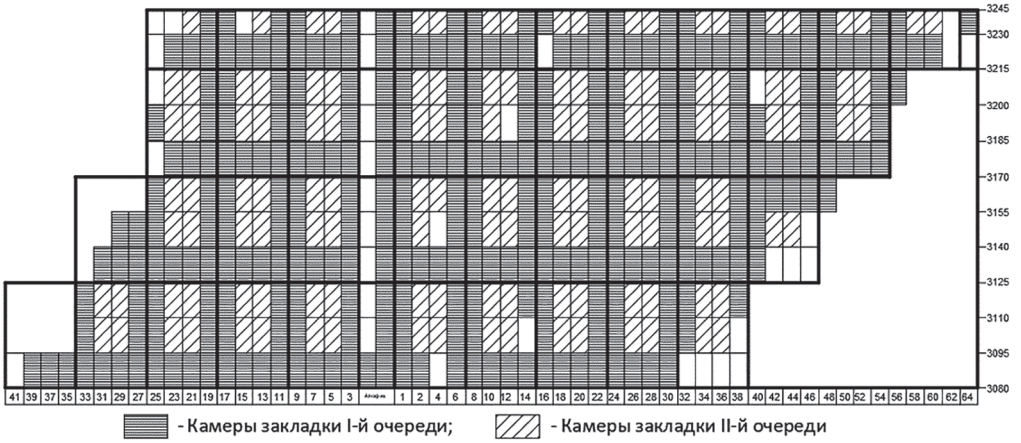
Базируясь на результатах вышеприведенных исследований, были определены наиболее устойчивые размеры очистных камер, для этого использовался метод определения устойчивости Метьюза–Потвина. Первоначально рассчитывались камеры шириной 7, 8, 9, 10 м, но после уточнения проектируемых горнотехнических условий параметры камер имеют следующие размеры: ширина 7,5 м и высота 15 м. При определенных горно-геологических условиях ширина камер уменьшается с 7,5 до 5 м, но не более, так как проектная горная техника не позволяет работать в выработках шириной менее 5 м [2].

Далее, исходя из полученных параметров камер было определено время стояния незакрепленной камеры. Для этого применялся метод, разработанный в Горном институте НИТУ МИСИС. Для количественной оценки устойчивости очистной камеры применяется рейтинговая классификация по индексу R_m.

Было определено, что время стояния камер колеблется от 4 до 8 ч, а для камер шириной 9 м наблюдается обрушение еще при проходке, при этом по методике Бенявского (для тех же параметров камер) время стояния колеблется от 20 до 100 ч.

Следующим шагом стало моделирование поведения массива при отработке, по разным вариантам/параметрам камер с их закладкой. В зависимости от варианта модели были полученны следующие главные выводы:

- минимизировать процессы деформирования можно только за счет закладки очистных камер. Не рекомендуется отставание закладочных работ от очистных и от сроков устойчивого стояния очистных камер, которые окончательно определятся после проведения ОПИ;
- в обязательном порядке необходимо армировать подошву вышележащего закладочного массива в процессе отработки камер и, возможно, камер второго уровня для формирования второй устойчивой балки в закладочном массиве;



Отработка камер поэтапно снизу вверх в восходящем порядке с применением каркасной системы
Step-by-step extraction of chambers in an upward sequence using a frame system

• отработку запасов можно проводить по любой выбранной схеме с точки зрения обеспечения геомеханической безопасности горных работ, соблюдая допустимое отставание закладочных работ от очистных и сроки устойчивого стояния очистных камер;

• определенные схемы позволяют отрабатывать рудное тело точечно на основе геологических данных неравномерного распределения золота в рудном массиве. При этом на последних стадиях дорабатываются все запасы участка залежи (рисунок).

Для достижения эффективной отработки камер предлагается два варианта извлечения запасов из них: со сплошной выемкой руды в камерах и раздельной выемкой руды с учетом 3D-модели распределения золота в рудном массиве в диапазонах 2,5–3,0 г/т, 3,0–3,5 г/т и ⩾ 3,5 г/т (для резервных камер 2,0–2,5 г/т). В камерах с неравномерным распределением объемов руды по ширине, длине и высоте выемка будет осуществляться раздельно от нерудных запасов. Снижение разубоживания руды достигается за счет отработки рудных запасов камер со сплошной выемкой и раздельной выемкой руды и породы.

По полученным результатам расчетов значений ELOS можно утверждать, что горизонтальная кровля камер шириной 7,5 м будет временно устойчива без крепления, вертикальные бока камер также временно устойчивы без крепления. При увеличении времени стояния без крепления в кровле вероятны обрушения массива на глубину до 0,8 м и более, в боках аналогично.

В зависимости от ширины камер (7, 8 и 9 м) будет изменяться и общая длина камер, объем рудной массы и, соответственно, сама рудная масса. При этом есть вариативность проведения закладочных работ, что позволит наиболее безопасно и экономически эффективно отработать рудные тела. Было рассмотрено 10 моделей порядка отработки кварцевого ядра, у каждого варианта отработки есть свои плюсы, но есть одно общее понимание — не рекомендуется отставание закладочных работ от очистных и от сроков устойчивого стояния очистных камер, это напрямую влияет на безопасность горных работ.

Выводы

Рассмотрение вариантов порядка отработки очистных камер, определен-

ных ранее выполненными исследованиями, позволило установить, что стадийная отработка камер с формированием искусственных целиков в каркасной системе позволяет обеспечить безопасность горных работ за счет снижения процессов проявления горного давления и повышает эффективность за счет оптимизации отработки запасов камер с различным содержанием золота в руде и существующей конъюнктуры рынка, а также позволит снизить показатели потерь и разубоживания в очистных камерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Макарчева А. А.*, *Гуськов О. И.* Оценка количественных показателей изменчивости параметров штокверковых месторождений // Известия вузов. Геология и разведка. — 2016. — № 3. — С. 73—77.

2. *Чуприн К. Э.*, *Мансуров В. А.*, *Плаксин Д. А.*, *Еременко В. А.* Обоснование параметров каркасной горной конструкции для условий подземной разработки месторождения штокверкового типа с фрактальным распределением золота в рудном массиве // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2026. — № 2-1. — С. 33—45. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_21_0_33.

3. *Макарчева А. А.* Оценка возможности селективной отработки штокверковых месторождений / XII Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле». Т.1. — М.: МГРИ — РГГРУ, 2015. — С. 421—422.

4. *Ермошкин Д. Н.*, *Курманалиев К. З.*, *Мансуров В. А.*, *Межеловский В. И.*, *Бабкин Е. А.* Обоснование использования мозаичной системы целиков в безрудных блоках при отработке жильных месторождений золота // Горная промышленность. — 2023. — № 3. — С. 108—114.

5. *Умаров А. Р.*, *Еременко В. А.* Развитие вторичного поля напряжений в условиях применения каркасной горной конструкции // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2023. — № 4. — С. 77—92. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_77.

6. *Еременко В. А.*, *Галченко Ю. П.*, *Косырева М. А.* Оценка влияния геометрических параметров традиционно применяемых и природоподобных систем подземной разработки рудных месторождений на исходное поле напряжений // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 2020. — № 3. — С. 98—109.

7. *Чуприн К. Э.*, *Несипбаев Д. А.*, *Курманалиев К. З.* Каркасная геотехнология подземного рудника штокверковой залежи месторождения Джеруй (Кыргызская Республика) // Известия УГГУ. — 2025. — № 2(78). — С. 71—88.

8. *Еременко В. А.*, *Галченко Ю. П.*, *Липницкий Н. А.*, *Умаров А. Р.* Каркасная горная конструкция при подземной разработке мощных рудных месторождений // Горный журнал. — 2021. — № 9. — С. 11—18.

9. *Пахалуев В. Ф.*, *Галченко Ю. П.*, *Сабянин Г. В.* Опыт реализации идей каркасной геотехнологии для сохранения водоносных горизонтов на Яковлевском месторождении // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — № 11. — С. 130—137.

10. *Чуприн К. Э.*, *Шамшиев О. Ш.*, *Чубко О. Л.*, *Курманалиев К. З.* Предпосылки нелинейных характеристик золоторудного месторождения — морфологическое и концентрационное ядро оруденения // Недропользование и транспортные системы. — 2024. — Т. 14. — № 1. — С. 58—70.

11. *Читалин А. Ф.*, *Мишарин Л. Г.*, *Попов С. С.*, *Чикатуева В. Ю.* Значение геолого-структурного изучения месторождений жильно-прожилкового типа для прогнозирования рудных залежей // Золото и технологии. — 2024. — № 2 (64). — С. 108—123.

12. *Раимжанов Б. Р.*, *Мухитдинов А. Т.*, *Хасанов А. Р.* Повышение эффективности технологии разработки маломощных крутопадающих сближенных рудных тел в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 10. — С. 67—78. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-10-0-67-78.

13. *Iskakov Y., Amanzholov D., Kenessov Z.* Innovative approaches to stabilizing underground mine workings in unstable rock masses by creating a preliminary protective shield // Mining of Mineral Deposits. 2025, vol. 19, pp. 65—74.

14. *Demin V., Khalikova E., Rabatuly M., Amanzholov Zh., Zhumabekova A., Syzdykbaeva D., Bakhmagambetova G., Yelzhanov Y.* Research into mine working fastening technology in the zones of increased rock pressure behind the longwall face to ensure safe mining operations // Mining of Mineral Deposits. 2024, vol. 18, no. 1, pp. 27—36.

15. *Карасев В. А., Масаев Ю. А., Масаев В. Ю.* Технология крепления горных выработок спиральными крепями при разработке мощных угольных пластов // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. — 2020. — № 1. — С. 12—19.

16. *Himanshu V. K., Bhagat N. K., Vishwakarma A. K., Mishra A. K.* Principles and practices of rock blasting. CRC Press, 2024, 263 p.

17. *Saidin M., Afrazi M., Jahed A.* Engineering performance of data-driven powder factor optimization in tunnel blasting under complex geological conditions // Geosciences. 2025, vol. 15, no. 11, article 441. DOI: 10.3390/geosciences15110441.

18. *Serdaliyev Y., Bakhramov B., Alip A.* Improvement of blasting technology at gold-ore mining enterprises using contour blasting // Mining of Mineral Deposits. 2025, vol. 19, pp. 83—94. ГИАБ

REFERENCES

1. Makarcheva A. A., Guskov O. I. Assessment of quantitative indicators of parameter variability in stockwork deposits. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and exploration*. 2016, no. 3, pp. 73—77. [In Russ].

2. Chuprin K. E., Mansurov V. A., Plaksin D. A., Eremenko V. A. Substantiation of frame mine design for underground mining of the Jerooy stockwork-type deposit with heterogeneous patterns of gold distribution in ore. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2026, no. 2-1, pp. 33—45. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_21_0_33.

3. Makarcheva A. A. Assessment of the feasibility of selective mining of stockwork deposits. *XII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Novye idei v naukakh o Zemle»* [XII International scientific-practical conference «New ideas in Earth sciences»], vol. 1, Moscow, 2015, pp. 421—422. [In Russ].

4. Ermoshkin D. N., Kurmanaliev K. Z., Mansurov V. A., Mezhelovsky V. I., Babkin E. A. Justification for using a mosaic pillar system in barren blocks during the mining of vein gold deposits. *Russian Mining Industry Journal*. 2023, no. 3, pp. 108—114. [In Russ].

5. Umarov A. R., Eremenko V. A. Secondary stress evolution in frame structure mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023, no. 4, pp. 77—92. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_77.

6. Eremenko V. A., Galchenko Yu. P., Kosyreva M. A. Assessment of the influence of geometric parameters of traditionally used and nature-mimicking underground ore mining systems on the initial stress field. *Journal of Mining Sciences*. 2020, no. 3, pp. 98—109. [In Russ].

7. Chuprin K. E., Nesipbaev D. A., Kurmanaliev K. Z. Framework geotechnology for the underground mining of the stockwork ore body at the Jeruy deposit (Kyrgyz Republic). *News of the Ural State Mining University*. 2025, no. 2(78), pp. 71—88. [In Russ].

8. Eremenko V. A., Galchenko Yu. P., Lipnitskiy N. A., Umarov A. R. Framework mining structure for the underground mining of thick ore deposits. *Gornyi Zhurnal*. 2021, no. 9, pp. 11—18. [In Russ].

9. Pakhaluev V. F., Galchenko Yu. P., Sabyanin G. V. Experience in implementing framework geotechnology concepts to preserve aquifers at the Yakovlevskoye deposit. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2011, no. 11, pp. 130—137. [In Russ].

10. Chuprin K. E., Shamshiev O. Sh., Chubko O. L., Kurmanaliev K. Z. Prerequisites for the nonlinear characteristics of a gold deposit: the morphological and concentration core of mineralization. *Subsoil Use and Transport Systems*. 2024, vol. 14, no. 1, pp. 58—70. [In Russ].

11. Chitalin A. F., Misharin L. G., Popov S. S., Chikatueva V. Yu. The significance of geological-structural study of vein-type deposits for predicting ore bodies. *Gold and Technologies*. 2024, no. 2 (64), pp. 108—123. [In Russ].

12. Raimjanov B. R., Muhitdinov A. T., Khasanov A. R. Improvement of mining technology efficiency in thick steeply dipping close-spaced or bodies under difficult geological and geotechnical conditions. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018, no. 10, pp. 67—78. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-10-0-67-78.

13. Iskakov Y., Amanzholov D., Kenessov Z. Innovative approaches to stabilizing underground mine workings in unstable rock masses by creating a preliminary protective shield. *Mining of Mineral Deposits*. 2025, vol. 19, pp. 65—74.

14. Demin V., Khalikova E., Rabatuly M., Amanzholov Zh., Zhumabekova A., Syzdykbaeva D., Bakhmagambetova G., Yelzhanov Y. Research into mine working fastening technology in the zones of increased rock pressure behind the longwall face to ensure safe mining operations. *Mining of Mineral Deposits*. 2024, vol. 18, no. 1, pp. 27—36.

15. Karasev V. A., Masaev Yu. A., Masaev V. Yu. Technology of mine working support using spiral supports during the extraction of thick coal seams. *Bulletin of the VostNII Scientific Center for Industrial and Environmental Safety*. 2020, no. 1, pp. 12—19. [In Russ].

16. Himanshu V. K., Bhagat N. K., Vishwakarma A. K., Mishra A. K. *Principles and practices of rock blasting*. CRC Press, 2024, 263 p.

17. Saidin M., Afrazi M., Jahed A. Engineering performance of data-driven powder factor optimization in tunnel blasting under complex geological conditions. *Geosciences*. 2025, vol. 15, no. 11, article 441. DOI: 10.3390/geosciences15110441.

18. Serdaliyev Y., Bakhramov B., Alip A. Improvement of blasting technology at gold-ore mining enterprises using contour blasting. *Mining of Mineral Deposits*. 2025, vol. 19, pp. 83—94.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Чуприн Константин Эдуардович — зам. генерального директора по производству, ОсОО «Альянс Алтын», e-mail: chuprin.ke@alliance-altyn.kg.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

K.E. Chuprin, Deputy General Director for Production, Alliance Altyn LLC, e-mail: chuprin.ke@alliance-altyn.kg.

Получена редакцией 14.09.2026; получена после рецензии 13.10.2026; принята к печати 20.10.2026.
Received by the editors 14.09.2026; received after the review 13.10.2026; accepted for printing 20.10.2026.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ
(специальный выпуск), смотри на www. gornaya-kniga.ru

ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ПОДХОДЫ К АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОЧАГОВ ПОЖАРА В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ

(2026, № 5, СВ 20, 24 с.)

Борисенко Дмитрий Иванович — канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1636-9510.

NATURE-LIKE FUNDAMENTALS OF ACOUSTIC DIAGNOSTICS OF FIRE FOCI IN COAL SEAMS

D.I. Borisenko, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher, e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru, National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia, e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1636-9510.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО УДАЛЕНИЯ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ТУПИКОВЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

(2026, № 7, СВ 26, 20 с.)

Стомма Антон Андреевич[1] — аспирант, e-mail: anton-stomma@mail.ru, ORCID ID: 0009-0006-4942-8157,
Гендлер Семён Григорьевич[1] — д-р техн. наук, профессор, ORCID ID: 0000-0002-7721-7246,
[1] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II.

DEVICE FOR LOCAL REMOVAL OF EXHAUST GASES FROM INTERNAL COMBUSTION ENGINES IN BLIND MINE DRIFTS

A.A. Stomma[1], Graduate Student, e-mail: anton-stomma@mail.ru, ORCID ID: 0009-0006-4942-8157,
S.G. Gendler[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor, ORCID ID: 0000-0002-7721-7246,
[1] Empress Catherine II Saint-Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia.