

УДК 622.271

Усенов К.Ж., Алибаев А.П.

*Жалал-Абадский государственный университет*

### **ПРОБЛЕМЫ КОМБИНИРОВАННОЙ ОТРАБОТКИ ПОДКАРЬЕРНЫХ ЗАПАСОВ НАГОРНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Золоторудные месторождения Кыргызстана расположены в зонах тектонических нарушений, преимущественно разломов и их сочленений. Наличие тектонических разломов приводит к изменению геологической среды, активизации сейсмичности, возрастанию трещиноватости, что в свою очередь приводит к изменению геомеханической среды, которое выражается в снижении устойчивости бортов карьеров, отвалов на склоне. Основными вмещающими породами золоторудных месторождений являются метасоматиты различного происхождения и тектониты. Установлено, что породы в зоне сдвигового метаморфизма обладают высокими значениями прочности при сжатии и низкими значениями при растяжении, что характерно для хрупких пород.

При этом естественное напряженно-деформированное состояние массива горных пород, которое сформировалось до начала ведения горных работ, является одним из основополагающих факторов при выборе параметров горных выработок, как при открытой, так и при подземной добыче полезного ископаемого.

Проблема комбинированной отработки нагорных рудных месторождений Кыргызстана является многоаспектной и для решения этой проблемы необходим системный подход. Рассматриваемая проблема включает вопросы: геологии, геомеханики, геотехнологии, техники безопасности, охраны окружающей среды и экономики (рис.1).

**Геологический аспект.** Большинство рудных месторождений Кыргызской Республики по географическим, геолого-структурным условиям расположены в гористой местности с пересеченным рельефом и имеют переменные параметры элементов залегания. Это позволяет отнести их к сложным нагорным месторождениям, к которым относятся и большинство рудных месторождений Кыргызской Республики.

Нагорные рудные месторождения, расположенные в сложных горно-геологических условиях, имеют ряд особенностей, обусловленных сложным геологическим строением, наличием в границах промышленного оруденения включений пустых пород и некондиционных руд, изменчивостью свойств руд и вмещающих пород. Месторождения состоят из отдельных рудных тел небольших размеров, сложной формы и неравномерного оруденения. Рудные тела большинства нагорных рудных месторождений разбросаны по всей площади и находятся в сложных горно-геологических условиях, отличающихся крайне невыдержанными элементами залегания. Большинство нагорных рудных месторождений имеют крутое падение и распространяются на значительную глубину.

На месторождениях сложного строения рудоносные залежи, расположенные за проектным контуром карьера составляют в среднем 20-25% и более от общих балансовых запасов. При этом отработка этой части запасов с применением обычных способов разработки сопровождается повышенными потерями и разубоживанием руды, снижается содержание полезных компонентов в руде, значительные изменения претерпевают элементы залегания рудных тел. Это существенно влияет на изменение развития фронта горных работ, параметры конструкций систем разработки и технологические процессы, следствием чего является повышение издержек производства.

**Геомеханический аспект.** Сложное геологическое строение обуславливает и

сложное напряженное состояние массива пород, которое даже в пределах одного региона может изменяться. Ведение горных работ в условиях постоянного возрастания глубины разработки, накопления больших объемов пустот и в связи с этим интенсификацией проявлений горного давления в виде обрушений потолочин камер, разрушений целиков, а иногда массовых обрушения в нескольких камерах. Все это влечет за собой повышенный риск ведения горных работ в технологических зонах, повышение себестоимости добычи и необходимость изыскания более безопасных способов ведения горных работ.

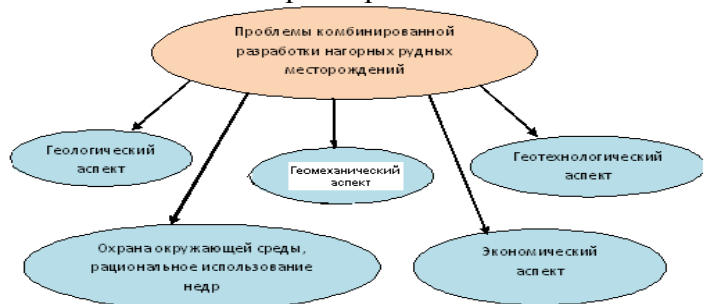


Рис.1 Проблемы комбинированной разработки нагорных рудных месторождений.

**Геотехнологический аспект.** Низкий уровень механизации и автоматизации технологических процессов (на маломощных месторождениях). Увеличение качественных и количественных потерь полезного ископаемого (особенно в целиках), требует изыскания более рационального сочетания технических средств и технологии ведения горных работ, отвечающих происходящим изменениям в геологических и геомеханических условиях разработки месторождений.

В этих условиях развитие геотехнологии комбинированной разработки должно идти по пути рационального размещения по площади месторождения всех необходимых промышленных объектов, создания эффективных способов комбинированной разработки, повышения гибкости конструктивных, технологических параметров (высота подэтажа, ширина панели, толщина отбиваемого слоя, секции, угол наклона забоя, шаг погашения потолочины, днища и т.д.) и процессов к изменяющимся горно-геологическим условиям и изменчивым параметрам оруденения, обеспечения надёжности технологических процессов, создания малоотходного производства с минимальным образованием отходов или с их полным отсутствием.

**Охрана окружающей среды. Экология.** В соответствии с «Концепцией развития горнодобывающей отрасли в Кыргызской Республике» разрабатывается единый пакет законопроектов, регулирующих правоотношения в сфере недропользования. Одним из принципов, заложенных в этих проектах является требования безусловной гарантии обеспечения защиты и охраны окружающей среды, включая проведения надлежащей рекультивации земель недропользователями, увеличить вовлечения в промышленную разработку полезных ископаемых, в том числе более бедных запасов полезных ископаемых.

**Экономический аспект.** Большинство рудных месторождений нашей республики имеют комплексный характер, что оказывает существенное влияние на себестоимость и цены выпускаемой продукции. Поэтому в последнее время высказывается мнения о необходимости пересмотра существующих цен с целью определения ценности сырья и концентратов не только по одному или нескольким основным компонентам, но и с учетом остальных полезных ископаемых. Техника и технологии горных работ при этом должны совершенствоваться с учетом последних достижений в области комплексного использования полезных ископаемых. На базе существующих в настоящее время узкоспециализированных горных предприятий должны быть созданы комбинаты, обеспечивающие разработку и полное использование всех компонентов и отходов обогащения. Должны быть разработаны технические условия и стандарты на

выпускаемую попутную продукцию, и разработаны основные критерии нормирования отпускных цен на эту продукцию.

Жалал-Абадская область является одним из быстроразвивающихся горнорудных регионов Кыргызстана. Стратегической для развития промышленного потенциала Джалал-Абадской области является горнодобывающая отрасль. В регионе разведаны месторождения золота, серебра, меди, свинца. Здесь хорошие перспективы добычи сурьмы, мрамора, фарфора, угля, соли, нефти и природного газа. На территории расположены месторождения полиметаллических руд: **Терек-Сайская группа месторождений (Тереккан, Терек, Перевальное), Бозымчак, Чаарат, Иштамберди, Кичи-Сандык, Куру-Тегерек, Токтозан, залежи горного мрамора Бозбу-Тоо.** Хорошие перспективы сулит освоение месторождений волостанита, фарфорового камня, соли и т.д.

Следует отметить, что для горных предприятий этой области одной из основных задач является создание безопасных и эффективных технологических решений различных способов разработки месторождений.

**Терек-Сайский рудник** разрабатывает месторождение полиметаллических руд комбинированным способом. Рудное тело 10-ю месторождения Тереккан расположено в южной части месторождения на левобережье реки Терексай и приурочено к крутопадающей зоне дробления близдолготного простирания. Часть рудного тела 10-ю расположено под дном карьера. Верхняя часть отработана карьером до отметки 1605 м. Угол падения рудного тела  $-55^{\circ}$ . Мощность рудного тела варьирует от 0,7 до 10 м, и в среднем составляет порядка 3 м.

Системы разработки с отбойкой руды из подэтажных штреков применяется при отработке запасов камер, где средняя мощность рудного тела 6,5 м и более.

Для отработки подкарьерных запасов применялась система разработки с magazинированием руды с отбойкой основной части запасов блока с помощью скважин. Для отбойки остальной части запасов, расположенных непосредственно под дном карьера применялась мелкошпуровая отбойка руды. При этом оставлялась рудная потолочина мощностью более 5 метров.

Следует отметить, что в период отработки подкарьерных запасов месторождения происходили случаи внезапного самообрушения потолочины (табл. 1). В результате обрушения содержание золота в руде снизилось до 1,0 г/т, в связи с этим до нормализации обстановки в целях исключения неоправданных затрат рудник был вынужден остановить работу обогатительной фабрики.

Из таблицы 1 видно, что причиной обрушений потолочин являются сложные горно-геологические условия месторождения, сильное дробление рудовмещающих пород потолочины тектоническими нарушениями, и несоответствие принятых параметров систем разработки к геомеханическим условиям.

Таким образом, следует отметить, что внезапные самообрушения потолочин при выемке подкарьерных запасов приводит к существенному осложнению технологических процессов, сопровождаются значительными потерями полезных ископаемых, а иногда и горно-шахтных оборудования, ухудшаются технико-экономические показатели рудников [1,2,3 и др.].

Таблица 1.

*Характер обрушения потолочин камер.*

№ п/п	Характер обрушения	Время	Место	Причины	Принятые меры
1	Заколообразование, обрушение горной массы в камере,	апрель 2009 г.	Борт карьера 10-ю, кровли и борта	В результате обильных дождей ухудшилась устойчивость борта карьера 10-ю, кровли и	Систематические наблюдения за

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

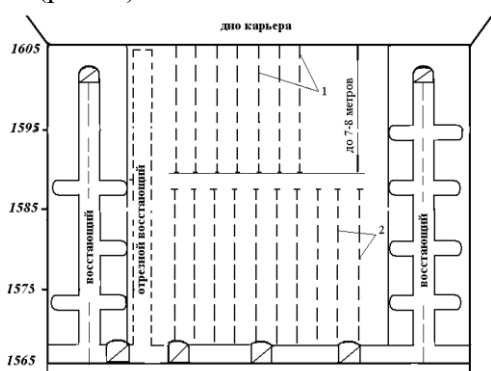
	потрескивание целиков между заездами в камеру, обрушение горной массы из борта карьера в небольших объемах		очистных выработок на горизонте штольни № 25	борта очистных выработок на горизонте штольни № 25. Сложные горно-геологические условия, рудовмещающие породы подвержены сильному дроблению тектоническими нарушениями и имеют неустойчивую характеристику.	состоянием массива в камерах
2	Самообрушение борта карьера, обрушение потолочины (4 м), очистное пространство было заполнено, запасы отбитой руды оказались под завалами, часть готовых к выемке запасов руды была потеряна (16570 т), содержание золота в руде снизилось от 5,6 до 1,0 г/т	30 апреля 2009 г.	Борт карьера, потолочина (4 м) камеры 4	Сильное землетрясение, 6 баллов по шкале Рихтера	Для выемки запасов данного блока было предложено изменить систему разработки, т.е. увеличивать параметры целиков и потолочины
3	Самообрушение потолочины камеры - 4	май, 2009 г.	Потолочина камеры 4 рудного тела 10-ю	Сложные горно-геологические условия месторождения, сильное дробление рудовмещающих пород потолочины тектоническими нарушениями	Систематические наблюдения за состоянием пород потолочины
4	После массового взрыва произошло самообрушение потолочины камеры-10 вокруг восстающего № 2 рудного тела 11-ю. Образовалась щель диаметром 10-12 м с выходом на дневную поверхность	24 марта 2011 г.	Камера 10 рудного тела 11ю, высота потолочного целика h=8 м	Массовый взрыв производился на самом верхнем подэтаже; неустойчивые рудовмещающие породы; на поверхности рудовмещающие породы были сильно увлажнены ливневыми дождями.	Систематические наблюдения за состоянием потолочины камеры
5	При проходке бурового штрека (на 10 метре) камеры-13 из-за	ноябрь 2011 г.	Буровой штрек камеры 13.	Неустойчивость горных пород, (под завалами остались два комплекта проходческого	

геологических условий произошло самообрушение кровли			оборудования)	
--	--	--	---------------	--

Анализ причин возникновения случаев самообрушения потолочин показывает, что главной причиной этих нарушений является ведение горных работ без учета существующих горногеологических, горнотехнических условий и геомеханической ситуации на обрабатываемом месторождении и вследствие этого неправильный выбор системы разработки.

В результате, для выемки запасов данного блока было предложено изменить систему разработки, то есть увеличивать параметры целиков и потолочины.

В связи с этим для условий отработки подкарьерных запасов Терекканского месторождения нами предлагается следующая технология комбинированной отработки запасов (рис. 2).



*Рис.2. Рекомендуемая технология выемки подкарьерных запасов месторождения с применением системы подэтажных штреков: 1 скважины, пробуренные со дна карьера, 2 - то же пробуренные из подземных буровых выработок.*

По предлагаемой нами технологии выемки подкарьерных запасов месторождения осуществляется с помощью скважин пробуренных из подземных буровых выработок и скважинами, разбуренными со дна карьера с применением карьерного бурового оборудования.

По простиранию рудного тела проходятся блоковые восстающие, которые делят рудное тело на выемочные блоки. Нижняя граница блоков ограничивается откаточными горизонтами, верхняя – вентиляционными штреками. При этой системе предусматривается проходка из блоковых восстающих подэтажных штреков. Блоковые восстающие служат для перемещения людей, доставки необходимых материалов и буровых инструментов, а также для целей вентиляции. Размеры выемочных блоков по падению равны 40 м.

Проходка выработок осуществляется буровзрывным способом. Отбойка руды производится веерными скважинами после проходки верхнего подэтажного штрека и отрезного восстающего.

С уровня откаточного горизонта проходят восстающий, который расширяется до отрезной щели. После отбойки части запасов блока, пробуренную со дна карьера, и частичного выпуска обрушенной руды через отрезную щель приступают к отбойке нижней части запасов выемочного блока.

Нижняя часть выемочного блока отбивается с помощью веерных скважин пробуренных из подземных выработок. После полной отбойки запасов блока осуществляются выпуск, находящегося в очистном пространстве руды. Выпуск руды производится из подземных выпускных выработок. Между верхней и нижней частью запасов выемочного блока в случае необходимости проходится буродоставочная выработка, которая служит для доставки с помощью скреперов части отбитой со дна

карьера руды в рудоспуски.

При этом очистные работы развиваются таким образом, чтобы продвижение подэтажей было с опережением верхнего над нижним не менее чем на  $\frac{1}{2}$  высоты подэтажа (3-4 м), при этом обеспечивается проветривание забоя после взрывных работ за счет общешахтной депрессии. На рис.3. показана выемка запасов камеры и обрушение междукамерных целиков.

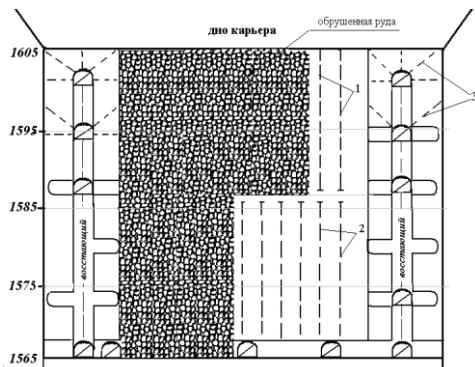


Рис.3. Выемка запасов камеры и обрушение междукамерных целиков: 1 -скважины, пробуренные со дна карьера, 2 -то же пробуренные из подземных буровых выработок, 3 - скважины, предназначенные для обрушения целиков.

В соответствии с принятой технологией после отбойки и выпуска подкарьерных запасов выработанное пространство заполняется вскрышными породами.

Для выбора наиболее эффективной технологии выемки подкарьерных запасов сравнивались несколько конкурентоспособных вариантов: существующий вариант, вариант со скважинной отбойкой с оставлением потолочного целика под дном карьера и вариант со скважинной отбойкой с обрушением потолочного целика.

Расчеты показывают, что потери руды на контуре отбойки при применении мелкошпуровой отбойки составляют 3,0%, а при скважинной отбойке - 4,6%. При применении мелкошпуровой отбойки прихват породы со стороны лежачего и висячего боков равен 6,1%, при использовании скважинной отбойки прихват увеличивается до 9,2%. Показатели потерь и разубоживания при выемке междукамерных целиков не меняются, так как во всех сравниваемых вариантах погашение целиков производится скважинами.

Таким образом, сравнение показывает, что при применении рекомендуемой технологии извлекаемые запасы руды увеличиваются на 16%, количество товарной руды увеличивается на 14,6%, среднее содержание металла в товарной руде на 1,4%.

#### Литература:

1. Алибаев А.П. Геомеханика и технология при комбинированной разработке рудных месторождений. - Бишкек: Инсанат, 2008. - 192 с.
2. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка рудных месторождений. – М.: Горная книга, 2008. – 360 с.
3. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Комбинированная разработка рудных месторождений. - М.: Горная книга, 2012. - 344 с.