

Маматова Г.Т., Осмонова Н.Т.

**КАРЬЕРДИН ТҮБҮНДӨГҮ ЖАНА КАПТАЛ ЖАКТАРЫНДАГЫ
ПАЙДАЛУУ КЕНДЕРДИ КАЗЫП АЛУУНУН АЙКАЛЫШТЫРЫЛГАН
ЫКМАЛАРЫ**

Маматова Г.Т., Осмонова Н.Т.

**КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ В ПОДКАРЬЕРНОЙ И ПРИБОРТОВОЙ ЗОНАХ
КАРЬЕРА**

Mamatova G.T., Osmonova N.T.

**COMBINED METHODS OF MINING MINERALS IN THE SUB-QUARRY
AND SIDE ZONES OF A QUARRY**

УДК. 622.34.

АННОТАЦИЯ: Макалада карьер түбүндөгү жана каптал жактарындагы пайдалуу кендерди айкалыштырып иштетүү ыкмасы менен казуунун өзгөчөлүктөрү аныкталып жана талдоосу каралат. Тик жантаюучу руданын карьер астындагы жана каптал жактагы запастарын комплекстүү өздөштүрүүнү жана бардык технологиялык элементтердин эффективдүү өз ара аракеттенүүсүн камсыз кылуучу өркүндөтүлгөн ресурстарды үнөмдөөчү аралаш иштетүү ыкмалары иштелип чыккан жана сунушталган. Бул ыкмаларга карьердин түбүнөн скважиналарды бургулоо, кичи этаждардагы кулатып түшүрүү системасын колдонуу жана иштелип чыккан мейкиндикти ички калдык таштар же баланстан тышкаркы руда менен толтуруу кирет. Сунуш кылынган ыкмаларды колдонуу пайдалуу кенди казып алууга кеткен убакытты жана каражатты кыскартууга, кендин жоголушун жана начарлашын азайтууга, тоо-кен иштерин коопсуздугун жана өндүрүмдүүлүгүн жогорулатууга, карьердин бортунун туруктуу абалын камсыз кылууга, ошондой эле тышкы урандылардын аянтын азайтуунун эсебинен айлана-чөйрөгө терс таасирин азайтууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: Айкалыштырып иштетүү ыкмасы, руда кени, кичи этаждардагы кулатып түшүрүү системасы, ички отвал, баланстан тышкаркы руда, каптал жак, пайдалуу кендердин запасы, натыйжалуулук, тик кулап түшкөн кен тулкулары.

АННОТАЦИЯ: В статье рассматривается обзор и анализ особенностей добычи полезных ископаемых подкарьерной и прибортовой зоны комбинированным способом. Разработаны и предложены усовершенствованные ресурсосберегающие способы комбинированной разработки подкарьерных и прибортовых запасов крутопадающих рудных тел, обеспечивающие комплексное освоение месторождений и эффективное взаимодействие всех технологических элементов. Данные способы включают в себя бурение скважин со дна карьера, использование системы подэтажного обрушения и заполнение выработанного пространства породами

внутреннего отвала или забалансовой рудой. Применение предложенных способов позволяет сократить затраты времени и средств на выемку полезного ископаемого, уменьшить потери и разубоживание руды, повысить безопасность и производительность горных работ, обеспечивает устойчивое состояние борта карьера, а также снижает негативное воздействие на окружающую среду за счет уменьшения площадей внешних отвалов.

Ключевые слова: *Комбинированная разработка, рудные месторождения, система подэтажного обрушения, внутренний отвал, забалансовая руда, прибортовая зона, запасы полезных ископаемых, эффективность, крутонападающие рудные тела.*

ABSTRACT: *The article provides an overview and analysis of the features of mining minerals in the quarry and near-pit zone using a combined method. Improved resource-saving methods of combined development of the quarry and near-pit reserves of steeply dipping ore bodies have been developed and proposed, ensuring integrated development of deposits and effective interaction of all technological elements. These methods include drilling wells from the quarry bottom, using a sublevel caving system and filling the mined-out space with internal dump rocks or off-balance ore. The use of the proposed methods allows reducing the time and money spent on mineral extraction, reducing ore losses and dilution, increasing the safety and productivity of mining operations, ensuring a stable state of the quarry edge, and reducing the negative impact on the environment by reducing the area of external dumps.*

Key words: *Combined development, ore deposits, sublevel caving system, internal dump, off-balance ore, side zone, mineral reserves, efficiency, steeply dipping ore bodies.*

Как известно, в мировой горнорудной комбинированный открыто-подземный способ разработки из своих преимуществ получает все более широкое применение.

В настоящее время повсеместно наблюдается развитие комбинированного способа разработки полезных, при этом такое развитие направлено на создание новых ресурсосберегающих технологий добычи, что обеспечит рациональное недропользование ископаемых. Такие технологии должны предусмотреть минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду.

Поставленные цели достигаются решением следующего комплекса задач:

- ✓ Обоснование оптимальных границ, последовательность и порядок отработки запасов.
- ✓ Обеспечение тесной технологической и экономической взаимосвязи между карьером, подземным рудником и обогатительной фабрикой, направленной на оптимизацию параметров рудной шахты.
- ✓ Выбор стратегии выемки
- ✓ Создание и внедрение инновационных систем.

В настоящее время большинство мощных рудных месторождений отрабатываются открыто-подземным комбинированным способом, в то же время выемка запасов полезных

ископаемых открытыми и подземными горными работами осуществляется по отдельным и независимым друг от друга схемами.[1]

Из-за того, что переход с открытого способа добычи на подземный на практике часто не готовится вовремя, рудники в это время сталкиваются с простоями и потерей ценных запасов.[1] Решить данную проблему можно через комплексный подход. Для этого подбирается такая схема работы, при которой карьер и шахта работают не по отдельности каждый, а вместе как единый механизм, дополняя при этом друг друга.[2].

В последнее время в мировой горнорудной практике комбинированный открыто-подземный способ разработки месторождений с учетом его преимуществ получает все более широкое распространение. [1]

Дальнейшее расширение области применения комплексного открыто-подземного комбинированного способа разработки твердых полезных ископаемых должно идти по пути совершенствования и создания новых ресурсосберегающих технологий добычи с рациональным использованием недр и улучшением охраны окружающей среды.[3] В то же время мало работ, направленных на исследование работы единого комплекса: карьер - подземный рудник - обогатительная фабрика, что препятствует решению вышеуказанной проблемы. В этих условиях требуется решить следующие задачи: определение границ и последовательности применения открытого и подземного способов; взаимоувязка работы карьера, подземного рудника и обогатительной фабрики путем создания наилучших условий для металлургического завода; обоснование совместной или раздельной выемки; выбор оптимальной производственной мощности; выбор и создание новых систем разработки, обеспечивающие повышение полноты и комплексности использования запасов; улучшение качества добываемой рудной массы.

Решение этих задач должно быть направлено на значительное повышение эффективности работы горнодобывающих предприятий с учетом улучшения использования недр и охраны окружающей среды [4].

Дальнейшее развитие комплексного открыто-подземного способа добычи твердых полезных ископаемых должно быть сосредоточено на создании и внедрении новых ресурсосберегающих технологий. Цель такого совершенствования - обеспечить рациональное использование недр и улучшить охрану окружающей среды. [3]

Но существует недостаток исследований, посвящённых функционированию единой производственной цепочки: карьер- подземный рудник -обогатительная фабрика. Этот пробел мешает эффективному решению вышеуказанной проблемы.[1]

В связи с этим необходимо решить следующие ключевые задачи:

- определить оптимальные границы и последовательность применения открытого и подземного методов

- обеспечить взаимосвязанную работу всех элементов комплекса с учётом нужд металлургического завода

- обосновать совместную или раздельную выемку запасов

- выбрать оптимальную производственную мощность предприятия

- разработать и внедрить новые системы добычи, которые повысят полноту и комплексность извлечения запасов

- улучшить качество добываемой рудной массы

Решение этих задач должно привести к значительному росту эффективности горнодобывающих предприятий при одновременном улучшении недропользования и экологической ситуации. [4]

Разработка полезных ископаемых в сложных горно-геологических условиях сопряжено с :

Высокими затратами на разведку, добычу и переработку

Увеличением потерь руды и ее разубоживанием (снижением концентрации полезного компонента)

Ухудшением качества рудной массы из-за примешивания вредных пород

Снижением интенсивности горнодобывающих работ

Анализ показывает, что в отрасли наблюдается ежегодное снижение (на 1,5-2,5 %) содержания полезных компонентов в добываемом сырье. Это сопровождается ростом эксплуатационных и капитальных затрат на добычу и переработку на фоне снижения цен на металлы [4]

Увеличение объема внешних отвалов привело к резкому усилению негативного воздействия горной добычи на окружающую среду. Ситуация обострилась из-за экономического давления: рост затрат, низкие цены на металлы и дефицит инвестиций вынудили многие предприятия необоснованно отказаться от части запасов, сокращать мощности и как следствие, становиться нерентабельными.

Системный и комплексный научный подход с учетом рыночных требований открывает значительные возможности для преодоления кризиса, задействования огромных ресурсов (запасов и мощностей) и улучшения экологии.[2]

До недавнего времени освоение месторождений чаще всего осуществлялось на основе отдельных и не связанных между собой проектов для открытой и подземной разработки. В результате преимущества комплексного комбинированного метода были реализованы в полной мере [3]

Применение комбинированного способа разработки, запланированное на многих месторождениях Кыргызской Республики, актуализирует задачу создания новых рациональных и эффективных технологий освоения твердых полезных ископаемых в сложных горно-геологических условиях.

Существует способ разработки крутопадающих рудных тел, включающий проходку буровыпускных выработок, разделение залежи на смещенные в шахтовом порядке выемочные блоки, отбойку руды из подземных выработок веерами скважин и торцевой выпуск руды с разных сторон.[3]

Недостатки: Высокие затраты на бурение вееров скважин для принудительного обрушения верхнего подэтажа, способ применим только для подземной отработки.

Эти недостатки устранены в предлагаемом [4] способе комбинированной разработки крутопадающих рудных тел, защищенном инновационным патентом[5]. Он основан на идеях, представленным в работе [3] и реализуется следующим образом:

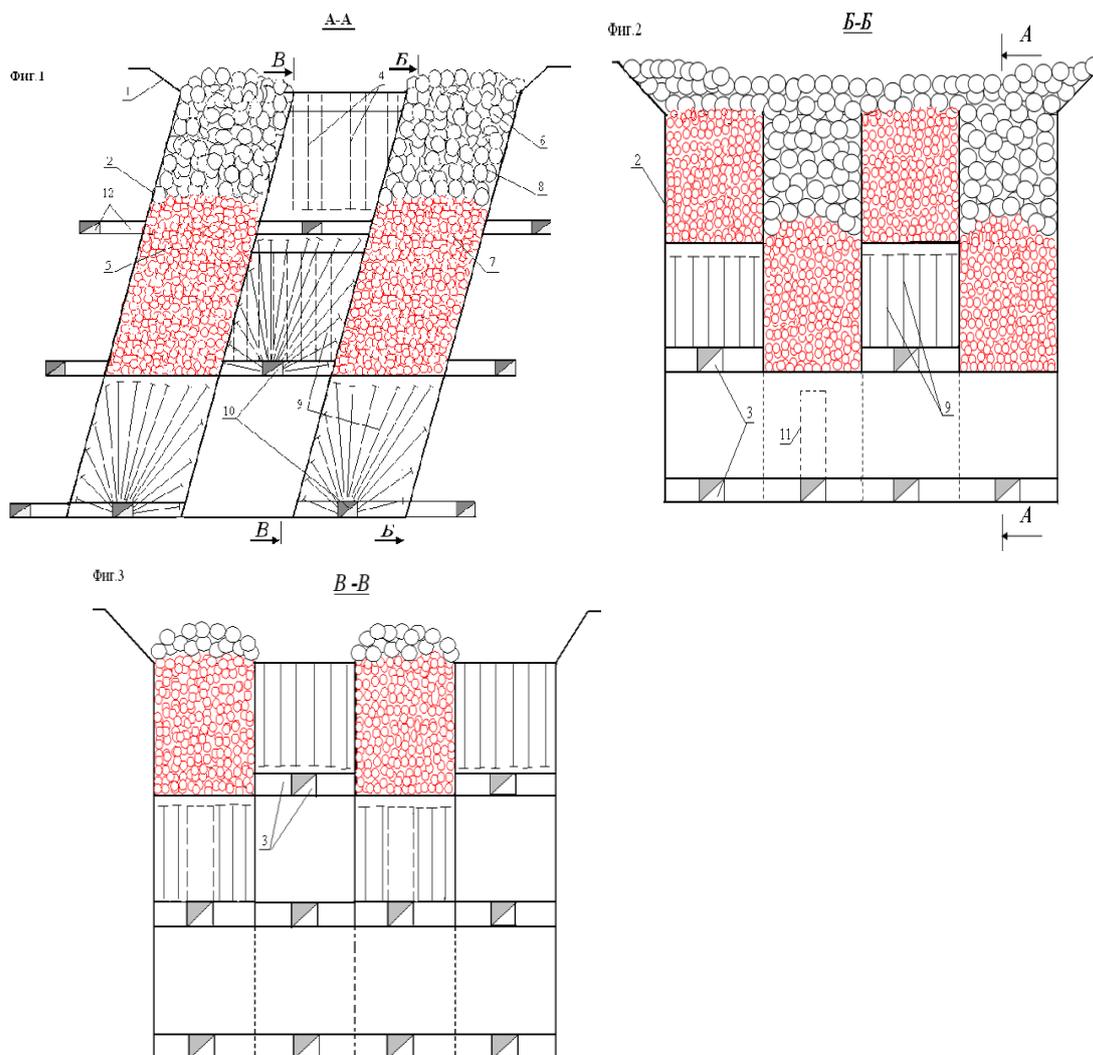


Рис. 1 Способ комбинированной разработки крутопадающих рудных тел: на фиг.1 представлена схема разработки рудного тела по простиранию, разрез по А-А, на фиг.2 – разрез по Б-Б, на фиг.3 – разрез по В-В, 1- проектный контур карьера; 2- контур рудного тела; 3- буровыпускные выработки; 4- скважины, пробуренные со дна карьера; 5- обрушенная руда; 6-породы внутреннего отвала; 7-нижние подэтажи; 8-отработанные панели верхнего подэтажа; 9-скважины, пробуренные из буровыпускных выработок; 10-буровыпускные выработки нижних подэтажей, 11-отрезной восстающий, 12-подготовительно-нарезные выработки

После достижения карьером 1 проектных контуров карьера приступают к проходке под его дном по простиранию и вкрест простирания рудного тела 2 подземных подготовительно-нарезных 12 и буровыпускных выработок 3, одновременно со дна карьера производят бурение параллельных взрывных скважин 4. Запасы, подлежащие к выемке, делятся на выемочные блоки.[2] Отработка блоков при этом производится с применением системы подэтажного обрушения руды и вмещающих пород. С целью создания обнаженной поверхности и компенсационного пространства из буровыпускных выработок проходится отрезной восстающий 11, который расширяется до отрезной щели. Для отбойки на отрезную щель из буровыпускных выработок бурятся веера скважин 9. После отбойки и частичного выпуска обрушенной руды 5 верхнего подэтажа производится заполнение выработанного пространства панели забалансовой рудой или породами внутреннего отвала 6. При этом на каждом уровне отбиваются и выпускаются запасы каждой второй панели. При переходе на отработку нижних подэтажей 7, панели нижележащего подэтажа располагаются под отработанной панелью 8 верхнего подэтажа. При этом запасы панелей

нижележащего подэтажа отбиваются веерами скважин 9, пробуренными из подземных буровыпускных выработок 10. Выработанное пространство панелей заполняют в данном случае породами внутреннего отвала или забалансовой рудой 6 по мере отбойки и выпуска руды .[3]

Следует отметить, что разработанный способ запасов соответствует варианту, представленному на рис.1. По типу технологических схем выемки подкарьерных запасов данный способ соответствует представленному на рис.2. типовому варианту отработки подкарьерных запасов системами с обрушением.

Данный подход к разработке месторождений, основанный на бурении параллельных скважин со дна карьера с привлечением высокопроизводительного оборудования, обеспечивает значительное сокращение операционных издержек и времени на извлечение ресурсов, залегающих в верхних горизонтах (подэтажах) При этом существенно минимизируются как количественные, так и качественные потери полезного ископаемого.

Система разработки подкарьерных запасов: для извлечения полезного ископаемого, находящегося ниже дна карьера (подкарьерные запасы), используется система подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды. Это позволяет эффективно задействовать самоходное горное оборудование для погрузочно-доставочных работ. [1]

Благодаря возможности одновременной отбойки и выпуска больших объемов руды, значительно возрастает производительность погрузочно-доставочного оборудования, в частности скреперных установок.

Экологический аспект: Заполнение (закладка) отработанного пространства панелей бедным и отвальными породами и забалансовой рудой позволяет снизить экологическое воздействие.

Этот метод позволяет уменьшить площадь внешних отвалов, тем самым снижая общую нагрузку на окружающую среду.

Применение данного метода оптимизирует процесс добычи за счёт высокой эффективности бурения и выпуск.[2]

Отработка запасов в прибортовой зоне карьера на предельных контурах осложнена рядом факторов: отсутствие достаточного опыта совмещения открытых и подземных работ, сложной геомеханической обстановкой и необходимостью компенсировать снижение мощности карьера при изменяющемся качестве руды. Эти обстоятельства ставят перед горнодобывающими предприятиями комплексные технологические задачи.[8]

На сегодняшний день, потенциал комбинированной технологии используется не в полной мере. Традиционные подходы не обеспечивают бесперебойную работу карьера и подземного рудника как единого комплекса.[9]

Стандартные технологические решения [7], обычно включают:

- создание внутрикарьерного отвала для пригрузки бортов карьера;
- подземную выемку руды системами с обрушением;
- принудительную посадку кровли с помощью скважин, пробуренных с берм карьера;
- заполнение пустот обрушенной породой

К основным недостаткам данных методов можно отнести:

- Низкая детализация, отсутствие четких схем вскрытия, а также неопределенность в порядке и последовательности ведения очистных работ в прибортовой зоне
- Высокие издержки , чрезмерные затраты на бурение подземных взрывных скважин, необходимых для принудительного обрушения налегающих пород.[10]

Предлагаемый разработанный новый способ при его применении позволяет снизить затраты времени и средств на выемку полезного ископаемого прибортовой зоны, обеспечивается устойчивое состояние борта карьера и повышается безопасность горных работ.

На рис.2 показан рекомендуемый способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, где на фиг.1 представлена схема разработки полезного ископаемого по простиранию, разрез по Б-Б, на фиг.2 – разрез по А-А, на фиг.3 – разрез по В-В [6].

Способ осуществляется следующим образом. После достижения карьером 1 проектных контуров и формирования нерабочего борта осуществляют пригрузку борта ярусами внутреннего отвала 2. В качестве материала внутреннего отвала для эффективности работ желательно использование забалансовой руды крупнокусковой фракции. После формирования внутреннего отвала приступают к вскрытию запасов полезного ископаемого 3, находящегося в прибортовой зоне карьера. Вскрытие осуществляют горизонтальной горной выработкой, пройденной на уровне транспортной бермы верхнего яруса. Из горизонтальной горной выработки по простиранию полезного ископаемого проходят буродоставочные выработки 4 до границ полезного ископаемого 5. Выемка запасов полезного ископаемого производится системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды. Отбойку полезного ископаемого осуществляют с помощью вееров скважин 6, пробуренных из буродоставочной выработки. После отбойки и частичного выпуска руды приступают к принудительному обрушению кровли 7, причем кровля будет обрушена скважинами 8, пробуренными с транспортной бермы 9 по разреженной сетке. В случаях когда мощность полезного ископаемого, позволяет разместить несколько панелей, первым отбивается панель 10, расположенная со стороны борта карьера. По мере отбойки и выпуска руды осуществляют подсыпку пород во внутренний отвал 2. Вскрытие нижней части запасов полезного ископаемого прибортовой зоны производят с помощью горизонтальных горных выработок, пройденных на уровне нижележащих витков транспортной бермы.[1]

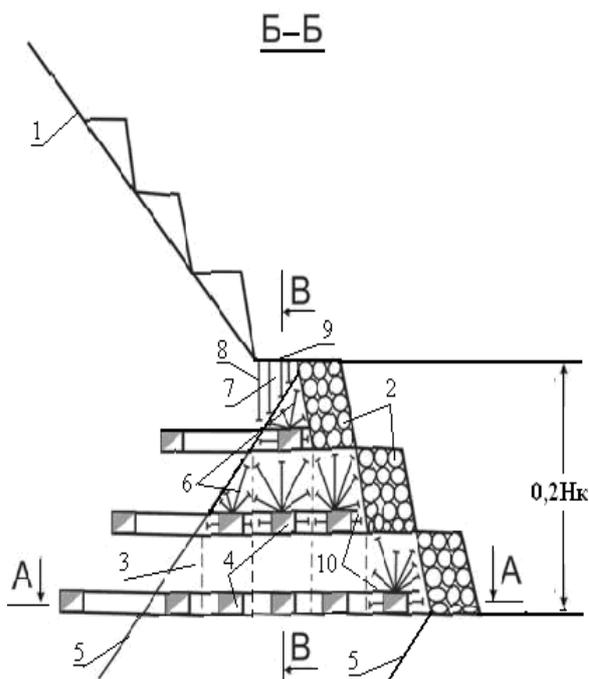
Отбойка и выпуск отбитых запасов полезного ископаемого 11, залегающего в нижней части прибортовой зоны осуществляют горизонтальными буродоставочными выработками 12.

Применение этой технологии предусматривает первоочередную отбойку панели, которая граничит с областью бортового давления карьера, обеспечивая тем самым образования новой дополнительной свободной поверхности. Организация горизонтальных буродоставочных работ по простиранию рудного тела способствует минимизации объема подготовительно-нарезных выработок.

В данном случае принудительное обрушение налегающих пород, инициируемое с транспортной бермы, выполняется с помощью более разреженной сетки скважин. Результатом является формирование крупнокусковой породной массы с повышенным коэффициентом разрыхления. Это решение оптимизирует затраты на буровзрывные работы и исключает фильтрацию породной массы во время отработки запасов полезного ископаемого.

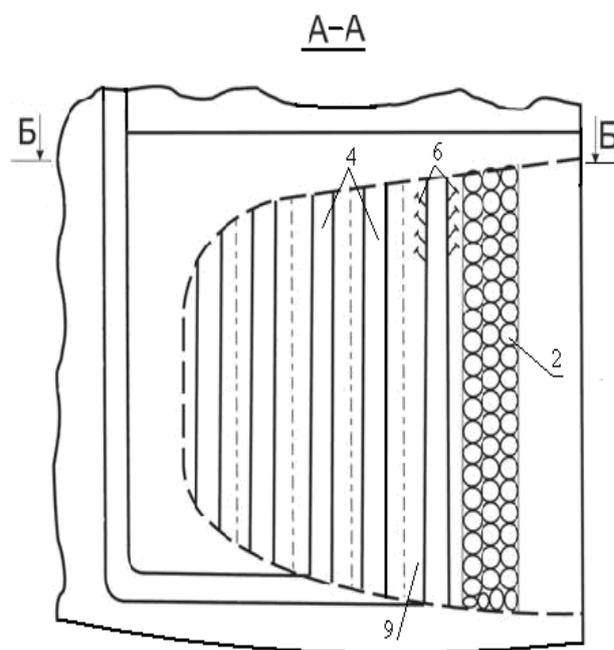
Извлечение запасов прибортовой зоны производится методом подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, что обеспечивает возможность внедрения высокопроизводительной самоходной техники. Реализация данной технологии, предполагающая размещения забалансовой руды крупных фракций и вскрышных пород в

выработанном пространстве, способствует минимизации экологической нагрузки за счет сокращения земельных отводов под внешние отвалы.

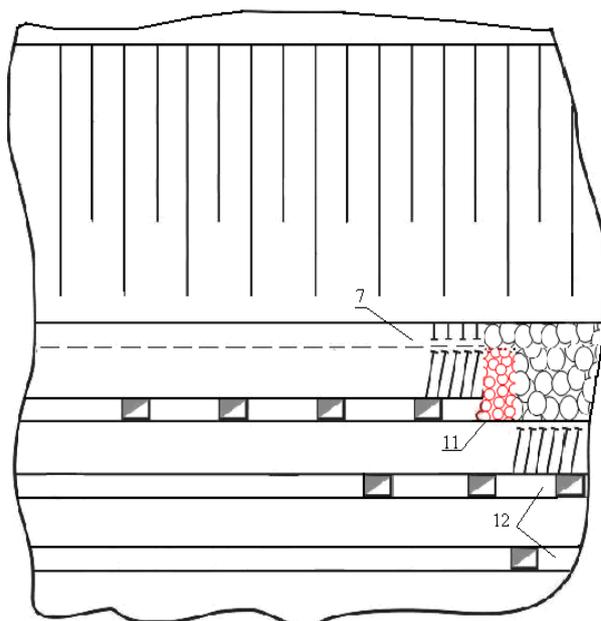


фиг.1

В-В



фиг.2



фиг.3

Рис.2. Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера: 1- проектный контур карьера; 2-ярусы внутреннего отвала; 3-запасы полезного ископаемого; 4- буродоставочные выработки; 5- границы полезного ископаемого; 6-скважины, пробуренные из буродоставочной выработки; 7-породы кровли; 8-скважины, пробуренные из карьера; 9-транспортная берма; 10-панель; 11-запасы полезного ископаемого, залегающие в нижней части прибортовой зоны; 12- горизонтальные буродоставочные выработки нижних подэтажей, H_k -высота карьера [6].

Новизна способа подтверждена патентом на изобретение [7].

Параметры предохранительной подушки (внутреннего отвала) определяются исходя из крупности отбиваемой руды, что необходимо для качественного извлечения и компенсации аэродинамического влияния в прибортовой зоне. При этом использование забалансовой

руды в подушке требует соблюдения той же степени дробления, что и для основной рудной массы.

При формировании внутреннего отвала из вскрышных пород необходимо соблюдать условие кратности: средний размер фракции породы должен в два-три раза превышать размер кусков отбитой руды. Это минимизирует инфильтрацию пустых пород в рудную массу.

Комбинированная предохранительная подушка создается в два этапа: сначала за счет планового недовыпуска части руды на пограничных подэтажах, а затем путем обрушения бортов и засыпки крупнообломочной породы. Такой метод исключает разубоживание руды на приграничных участках и экономически наиболее выгоден, чем создание предохранительной подушки из пустых пород. [1]

Стоит подчеркнуть, что формирование внутреннего отвала из неконденсионных руд (рудной предохранительной подушки) приводит к временной консервации части отбитой массы в выработанном пространстве, что формально относится к потерям. Тем не менее, по мере наращивания слоя породной подушки - за счет обрушения бортов и размещения вскрышных пород - ранее заскладированная руда вовлекается в повторный выпуск и полностью извлекается. [1]

Предлагаемый способ комбинированной отработки подкарьерных запасов заключается в том, что запасы, подлежащие к выемке, делятся на выемочные блоки, отработка блоков при этом производится с применением системы подэтажного обрушения руды и вмещающих пород, в целях создания обнаженной поверхности и компенсационного пространства из буровыпускных выработок проходится отрезной восстающий, который расширяется до отрезной щели [2], на каждом уровне отбиваются и выпускаются запасы каждой второй панели, выработанное пространство панелей в данном случае заполняют породами внутреннего отвала или забалансовой рудой, по мере отбойки и выпуска руды [3]

Предлагаемый способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, заключается в том, что отработку полезного ископаемого, находящегося в прибортовой зоне карьера осуществляют системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руд. В прибортовой зоне после обрушения и частичного выпуска руды производят принудительное обрушение пород кровли с помощью скважин, которые пробурены с транспортной бермы. А само выработанное пространство заполняют породами внутреннего отвала, по мере отбойки и выпуска руды. [6]

Практическая ценность подтверждается следующими аспектами:

Экономический эффект: Сокращение объема подготовительно-нарезных выработок и оптимизация буровзрывных работ ведут к снижению себестоимости добычи.

Технологическая гибкость: Использование самоходного оборудования при торцевом выпуске руды повышает производительность.

Экологический эффект: Использование внутреннего отвалообразования (размещение пустых пород в выработанном пространстве) позволяет минимизировать площади внешних отвалов и снизить нагрузку на экосистему.

Качество сырья: Предложенная методика формирования рудной подушки эффективно решает проблему преждевременного разубоживания (смешивания руды с пустой породой). [7].

При этом, рудная предохранительная подушка не будет потеряна. Но эти запасы можно считать временно потерянными. При применении предлагаемого способа формирование предохранительной рудной подушки из забалансовой руды является положительным

фактором, потому что в данном случае, процесс разубоживания отбитой руды начнется значительно позже.

Технические возможности комбинированной разработки позволяют сократить площади горного предприятия за счет использования некоторых специфических особенностей открытых и подземных работ. Размещение внутрикарьерных отвалов в зоне обрушения, использование пород вскрыши для заполнения выработанного пространства или закладки подземных пустот, размещения производственных зданий и помещений карьера и подземного рудника на одной промплощадке обеспечивает существенное сокращение площади горного предприятия.

Таким образом предложенные способы разработки подкарьерных и прибортовых запасов руды позволяют осуществлять комплексное освоение месторождений с использованием системы подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, что обеспечивает более полное и рациональное извлечение запасов.

Использование забалансовой руды и пород внутреннего отвала сокращает площади внешних отвалов и уменьшает отрицательное воздействие на окружающую среду.

Проведение горизонтальных буродоставочных выработок значительно сокращает количество подготовительных работ, а создание рудной предохранительной подушки позволяет отсрочить разубоживание рудной массы сохраняя её качество. Внедрение вышеуказанных способов обеспечивает не только экономическую выгоду, но и позволяет достичь значительного экологического эффекта.

Литература:

1. Алибаев А.П., Маматова Г.Т., Усенов К.Ж., Такеева А.Р. Особенности комбинированной отработки запасов полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера. Современные проблемы механики. 2020-№ 41(3) С.401-407
2. Кожогулов К.Ч., Осмонова Н.Т., Алибаев А.П. Технологические особенности выемки подкарьерных запасов при комбинированной разработке рудных месторождений, Наука и новые технологии, № 9, 2011, с.16-18
3. Алибаев А.П., Осмонова Н.Т., Усенов К.Ж. Способ комбинированной разработки крутопадающих залежей полезных ископаемых. Вестник Курган-Тюбинского государственного университета имени Носира Хусрава. 2014-4(30). С.15-17
4. Алибаев А.П., Осмонова Н.Т., Усенов К. Отработка подкарьерных запасов полезных ископаемых в условиях комбинированной разработки. Известия ВУЗов - Бишкек, 2012.- №6.- С.15-17.
5. Осмонова Н.Т., Кожогулов К.Ч, Никольская О.В. и др. Способ комбинированной разработки крутопадающих залежей полезных ископаемых. Патент -Бишкек: Кыргызпатент, 2013, патент №1572 от 31.07.13
6. Алибаев А.П., Маматова Г.Т., Усенов К.Ж. Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера. Изденис - Поиск - Алматы, 2012.- №4- С.97-100
7. Маматова Г.Т., Кожогулов К.Ч, Никольская О.В. и др. Способ комбинированной разработки прибортовых запасов полезных ископаемых Патент -Бишкек: Кыргызпатент, 2013, патент №1571 от 31.07.13
8. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка рудных месторождений -М: Горная книга. 2008 – 360 с.

9. Яковлев М.А. Ярков А.А. Авторское свидетельство СССР №840366 «Способ разработки крутопадающих рудных тел», МПК E21C 41/08, публ.1981, бюлл.№23.
10. Алибаев А.П., Маматова Г.Т., Усенов К.Ж. Отработка запасов законтурных рудных тел в условиях открыто-подземного способа разработки, Известия ВУЗов - Бишкек, 2012.- №6.- С.57-59.