

УДК 622 272

## **ОТРАБОТКА РУДНЫХ ТЕЛ В ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЕ КАРЬЕРА С ЗАКЛАДКОЙ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Кожогулов К.Ч., Такеева А.Р., Усенов К.Ж., Алибаев А.П.**

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Жалал-Абадский государственный университет им. Б.Осмонова

В статье приводится рекомендуемый способ отработки прибортовых запасов с последующей закладкой выработанного пространства. Показано, что конструктивная особенность системы слоевого обрушения с закладкой позволяет применять комбинированную систему разработки прибортовых запасов. Способ позволяет сократить уровень потерь ценной руды, уменьшить смешивание руды с породой, повысить безопасность работ, а также сократить ареал нарушения окружающей природной среды.

**Ключевые слова:** прибортовая зона, закладка выработанного пространства, комбинированная разработка, слоевая выемка, очистные заходки.

## **КЕНДЕРДИ АЙКАЛЫШТЫРЫП ИШТЕТУУДО КАРЬЕРДИН КАПТАЛ ЖАКТАРЫНДАГЫ БОШОГОН МЕЙКИНДИКТИ КАЙРА ТОЛТУРУУ МЕНЕН ИШТЕТУУ**

**Кожогулов К.Ч., Такеева А.Р., Усенов К.Ж., Алибаев А.П.**

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын

Геомеханика жана жер казынасын иштетүү институту

атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети. Б.Осмонова

Макалада кен казылып алынган мейкиндикти кийинчерээк толтуруу менен карьердин капталындагы запастарды казып алуунун

сунушталган ыкмасы каралган. Толтуруучу катмарлуу үңкүр системасынын конструкциялык өзгөчөлүгү карьердин капталындагы запастарды өздөштүрүү үчүн комплекстүү системаны колдонууга мүмкүндүк бере тургандыгы көрсөтүлгөн. Бул ыкма баалуу руданын коромжу деңгээлин төмөндөтүүгө, руданын тоо тек менен аралашуусун азайтууга, жумуштун коопсуздугун жогорулатууга, ошондой эле жаратылыш чөйрөсүнө зыян келтирүүчү аймакты кыскартууга мүмкүндүк берет.

**Баштапкы сөздөр:** капитал жактар, иштетилген мейкиндикти толтуруу, айкалыштырып иштетүү, катмар менен казып алуу, казып алуучу кирме.

## **MINING OF ORE BODIES IN THE SEASHORE ZONE QUARRY WITH STACKING IN COMBINED MINING DEVELOPMENT**

**Kozhogulov K.Ch., Takeeva A.R., Usenov K.Zh., Alibaev A.P.**

Institute of Geomechanics and Subsoil Development of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic  
Jalal-Abad State University named after. B. Osmonova

The article provides a recommended method for mining quarry stocks with subsequent backfilling of the mined-out space. It is shown that the design feature of the layer caving system with backfill allows the use of a combined system for the development of quarry stocks. The method allows to reduce the level of losses of valuable ore, reduce the mixing of ore with rock, increase the safety of work, and also reduce the area of disturbance to the natural environment.

**Keywords:** cut-off zone, filling of mined out space, combined work, slice mining, stope treatment

После завершения открытых горных работ, часть запасов, как правило, остается за пределами проектного контура горных работ: в бортах и под дном карьера. При этом для месторождений, верхняя часть которых отрабатывается открытым способом, характерна неполная выемка запасов. По мере отработки запасов за пределами проектных контуров горных работ накапливается весомая доля (иногда до 20% и более от общего количества балансовых запасов) балансовых запасов

полезных ископаемых. Доработка оставленных за проектными контурами карьера запасов осуществляется с использованием известных систем подземной разработки.

На месторождениях сложного строения, законтурные рудные тела отличаются большой изменчивостью формы и размеров рудных тел, крайне невыдержанными элементами залегания, а также их разобщенностью и склонностью к самовозгоранию применение традиционных способов отработки в этих условиях затруднено.

В то же время вопросы выемки запасов за контуром карьера сложных рудных месторождений мало изучены, в литературных источниках отражены недостаточно.

В последнее время для отработки прибортовых запасов и запасов, расположенных непосредственно под дном карьера начали разрабатывать такие технологии выемки руды, которые должны учитывать ряд условий:

1. безопасность отработки рудных запасов;
2. сохранность бортов карьера в устойчивом состоянии,
3. минимальные показатели потерь и разубоживания руды.

Из практики известно, что эффективность открытого и подземного способов разработки рудного месторождения зависит от уровня полноты выемки (потери) полезного ископаемого при низком разубоживании, при этом должна быть обеспечена безопасность работ и снижение вредного воздействия на окружающую среду [1]. При этом наиболее безопасными для отработки прибортовых и подкарьерных запасов являются системы с закладкой. При доработке законтурных запасов должно обязательно выполняться условия обеспечения безопасного ведения работ. Иногда это ограничивает или делает совсем невозможным применение производительных систем разработки с обрушением руды и налегающей толщи пород. Сохранение бортов и дна

карьера достигается за счет применения закладки отработанных подземных камер, особенно твердеющими материалами.

Сложноструктурные месторождения характеризуются большой изменчивостью формы и размеров рудных тел, а также их разобщенностью, обуславливающих оставление за предельными контурами запасов кондиционных руд не только под дном карьера, но и выше его дна. Высокая ценность руд (например, золоторудных месторождений) необходимость полного использования недр предъявляет особые требования к способам извлечения законтурных запасов полезного ископаемого, в том числе и в охранных целиках карьеров [2,3].

В случаях когда, применяемый способ или система разработки не достигает необходимого эффекта, применяют комбинированные способы и системы, сочетая в пределах одного блока или участка месторождения несколько различных технологических схем. При этом должно быть не простое сочетание и совместное применение двух самостоятельных способов и систем разработки, но и обеспечена их неразрывная конструктивная связь, т.е. способ или система разработки запасов обрабатываемого блока должна рассматриваться как единая система [4].

Необходимо отметить, что иногда в пределах одного способа применяют различные системы подземной разработки.

В настоящее время на многих рудных месторождениях по горногеологическим условиям месторождения для выемки запасов руд, расположенных в прибортовой зоне предусматриваются системы подземной разработки с магазинированием руды (для рудных тел мощностью до 4.0м) и системы разработки подэтажных штреков (для рудных тел мощностью более 4.0м). В работе [7] с учетом горно-геологических условий залегания рудного тела авторами предложена новая комбинированная система подземной разработки, включающая

элементы системы подэтажных штреков и системы с магазинированием отбитой руды [7] .

Комбинированная система подземной разработки успешно применяется Иртышским полиметаллическим рудником при отработке части одноименного месторождения медно-цинковых руд. Рудные тела месторождения отличаются резко изменяющейся мощностью (от нескольких сантиметров до 10м– 15м) с углами падения от 15– 40 до 60°- 80° и глубиной залегания от 30м до 500м. При отработке запасов месторождения применялись следующие системы подземной разработки: подэтажные штреки, горизонтальные слои с твердеющей закладкой, этажное обрушение [5].

При отработке одного из блоков этого месторождения применялась комбинированная система подземной разработки. В условиях этого месторождения из-за пожароопасности рудных тел применение только одной системы – системы слоевого обрушения могло привести к эндогенным пожарам. Выемка камер осуществлялась системой с закладкой выработанного пространства, а целики отрабатывались слоевым обрушением. В результате такого чередования участков, вырабатываемых слоевым обрушением, и широких зон, заложенных закладкой, значительно понизилась пожароопасность [6].

Обзор литературных источников показывает, что главными причинами перехода к комбинированным системам разработки (технологиям) являются: повышение эффективности добычи за счет улучшения показателей извлечения; интенсивность отработки запасов; управление геомеханическим состоянием горного массива; снижение себестоимости добычи; вопросы экологии и безопасности; склонность руд к самовозгоранию; возможность утилизации отходов горнодобывающего производства в пустотах недр в качестве закладочного материала [8].

Одним из главных недостатков систем с закладкой является высокая стоимость закладочных работ. Использование забалансовой руды и хвостов обогащения в качестве закладочного материала позволяет снизить стоимость закладочных работ, а также достигается повышение качества окружающей среды. В работе [9] авторами рекомендуется способ комбинированной разработки рудных тел при применении которого бурение скважин со дна карьера снижает затрат времени на выемку запасов, при этом отмечается, что заполнение выработанного пространства бедными отвальными породами и забалансовой рудой позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду за счет снижения площадей внешних отвалов [9] .

Из практики известно, что выемку запасов горизонтальными слоями с закладкой выработанного пространства применяют при отработке тонких и средней мощности крутопадающих рудных тел с неустойчивыми боковыми породами, непостоянными элементами залегания, ценной рудой и породными прослоями. По направлению отработки слоев различают восходящую слоевую выемку снизу вверх и нисходящую слоевую выемку сверху вниз.

Восходящая слоевая выемка включает вариант отработки запасов слоя, начиная с уровня кровли откаточного штрека. Очистная выемка при отработке горизонтальными слоями включает процессы бурения, зарядания и взрывания горизонтальных шпуров с последующим проветриванием забоя. Отбитая руда с помощью погрузочно-доставочного оборудования доставляется до рудоспуска. Затем приступают к закладке выработанного пространства.

При применении систему нисходящих горизонтальных слоев с закладкой боковыми породами в качестве закладочного материала используют полученную в процессе отбойки вмещающих пород. Очистная выемка в данном случае осуществляется в нисходящем порядке, т.е. снизу вверх. Подготовительно-нарезные работы блока

закljučаются в проведении откаточного штрека, на флангах — оконтуривающих восстающих. Очистные работы начинаются с выемкой запасов на уровне почвы вентиляционного штрека, затем обрушенные запасы с помощью скреперной лебедки доставляются до рудоспуска. Отличительной особенностью нисходящей выемки является обеспечение безопасности работ при неустойчивой руде. Нисходящей выемке характерно увеличение производительности труда, уменьшение потери богатой рудной мелочи в закладочном массиве и снижение себестоимости добычи ценной руды.

Иногда применяют систему разработки наклонными слоями. Данная система эффективнее системы горизонтальных слоев за счет доставки руды и закладочного материала под действием сил гравитации. В настоящее время эта система получила ограниченное применение из-за опасности работ на наклонной поверхности закладки.

На основе анализа применения систем разработки с закладкой при комбинированной отработке нами обоснован способ разработки полезных ископаемых с помощью слоевой выемки рудных тел с последующей закладкой выработанного пространства. Способ применяют при отработке рудных залежей с богатым содержанием полезного компонента в руде (Рис.1).

После приведения карьера 11 в проектное положение и завершения открытых горных работ осуществляется отсыпка ярусов внутрикарьерным отвалом 9 и производится вскрытие запасов рудного тела, расположенного в прибортовой зоне карьера проведением в борту карьера на уровне транспортной бермы горизонтальную откаточную 1 горную выработку по простиранию полезного ископаемого.

Подготовительно-нарезные работы включают проведение откаточного, слоевого и закладочно-вентиляционного штреков. Затем проводят вентиляционно-закладочный восстающий, рудоспуск и приступают к нарезке очистного слоя.

Горизонтальную выработку проходят до границ полезного ископаемого, параллельно горизонтальной горной выработке по проходят слоевой 2 штрек. Из слоевого штрека по рудному телу в направлении карьера будут проведены очистные 8 заходки.

Очистная выемка включает отработку запасов слоя осуществляют заходками, располагаемыми под углом к простиранию. Оработку заходок при этом осуществляют через одну. Выемка запасов слоя будут осуществляться шпуровой отбойкой с применением бурового 5 оборудования. Отбитая руда 12 будет выпущена через рудоспуск 7 и откаточные 1 выработки на поверхность.

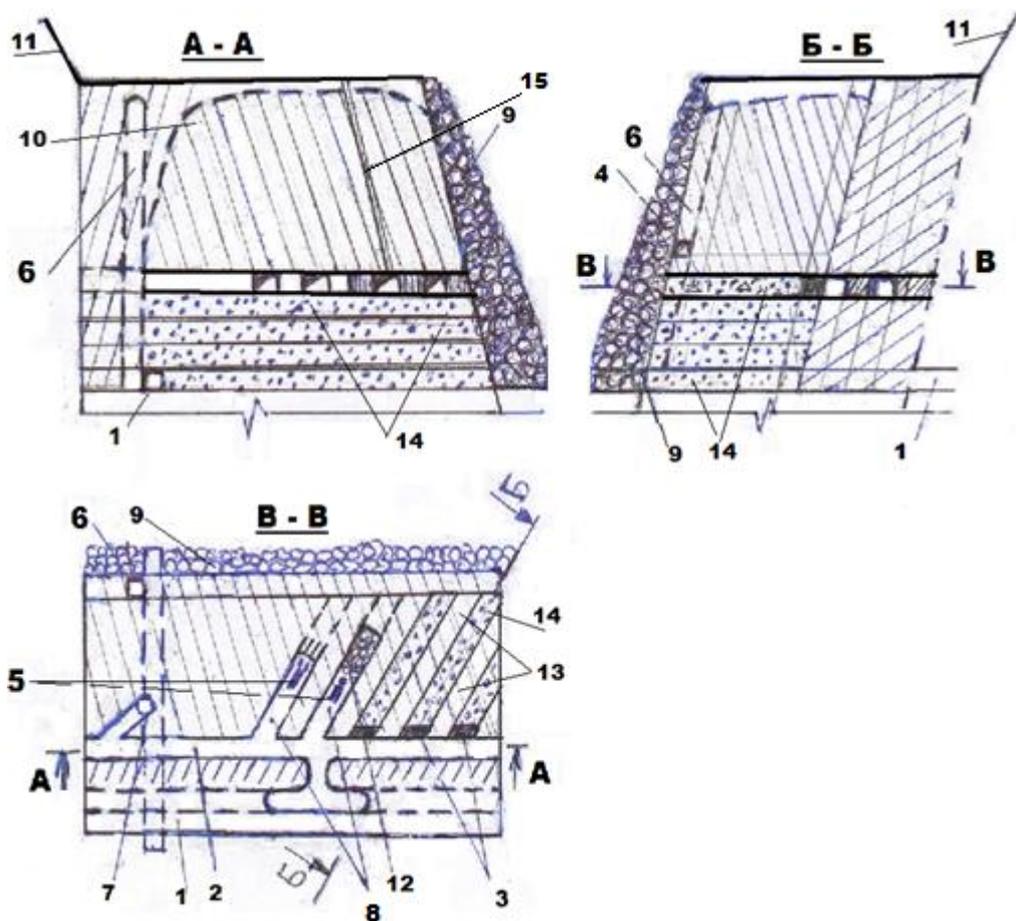


Рис.1. Способ отработки прибортовых запасов с закладкой при комбинированной разработке месторождений: 1-откаточный штрек, 2-слоевой штрек, 3- бетонные перемычки, 4- закладочно-вентиляционный

штрек, 5– буровые и погрузочно-доставочные оборудования, 6- вентиляционно-закладочный восстающий, 7- рудоспуск, 8- очистные заходки, 9- внутрикатьерный отвал забалансовой руды, 11- уступ карьера, 12- обрушенная руда, 13- рудный целик между заходками, 14- закладочный массив, 15- скважины для подачи закладочного материала.

К закладочным работам приступают после отбойки и выпуска запасов слоя. Выработанное пространство заполняют закладочными 14 материалами в направлении от карьера в сторону массива. По мере завершения закладки выработанного пространства устье очистных заходок возводят бетонные 3 перемычки. После затвердевания закладки в заходках приступают к отработке оставленных целиков 13 между ними. В случаях, когда мощность руды позволяет разместить несколько слоев по высоте, очистные заходки будут отработаны в шахматном порядке, при этом запасы руды будут отработаны снизу вверх, отбитая руда верхних слоев будет выпущена в горизонтальные горные выработки через рудоспуски.

Следует отметить, что при использовании данного способа конструктивная особенность системы слоевого обрушения с закладкой позволяет применять комбинированную систему разработки прибортовых запасов. Слойная система с закладкой выработанного пространства дает возможность чередовать выемку запасов слоя системой слоевого обрушения с сухой закладкой и последующей выемкой основных запасов с широкими камерами (слоями) с твердеющей закладкой. При этом ширина слоев с твердеющей закладкой должна быть значительно шире ширины слоев с сухой закладкой. Закладочные массивы из сухой закладки в будущем могут быть использованы как техногенные минеральные объекты, пригодные для возможной повторной разработки.

Особенностью данного способа является и то, что в случае необходимости закладочные и другие материалы спускаются через скважины. Для этого с дневной поверхности в соответствующий слой пробуриваются скважины 15 большого диаметра.

Таким образом, предложенный способ позволяет значительно сократить уровень потерь ценной руды, уменьшить смешивание руды с породой, при наличии породных включений появится возможность отдельной выемки, повысить безопасность работ, а также сократить ареал нарушения окружающей природной среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев В.Л., Корнилков С.В., Соколов И.В., 2018. Инновационный базис стратегии комплексного освоения ресурсов минерального сырья. Екатеринбург: УрО РАН, 360 с.
2. Щеховцев В.С. Создание технологии разработки сложноструктурных залежей под мощными рыхлыми отложениями с защитным слоем руды. Дисс... док.техн. наук-Новокузнецк, 1997, -308с.
3. Некерова Т.В. Геомеханическое обоснование параметров бортов карьеров при комбинированной разработке рудных месторождений. Дисс... канд.техн. наук-Магнитогорск, 2007, -131с.
4. Агошков М.И., Борисов С.С., Боярский В.А., 1983. Разработка рудных и нерудных месторождений. Учебник для техникумов. Москва: Недра, С. 67, 249-257.
5. KAZMinerals. URL: <http://kazminerals.info/ru/roots/enterprise/posts/irtyshskayashahta> (дата обращения 01.03.2020).
6. Ананин А.И., 2003. Состояние и перспективы подземной добычи руды в Восточном Казахстане. Горный журнал Казахстана, №1, С. 15-17.

7. Кожогулов, К.Ч. Отработка запасов при бортовой зоны при комбинированной разработке месторождений / К.Ч. Кожогулов, Г.Т. Маматова, А.П. Алибаев // Наука и новые технологии. – 2012. – № 8. – С. 24-25.
8. Антипин Ю.Г., Барановский К.В., Рожков А.А., Ключев М.В., 2020. Обзор комбинированных систем подземной разработки рудных месторождений. Проблемы недропользования, №3, 2020. С.5-15.
9. Алибаев, А.П. Отработка подкарьерных запасов полезных ископаемых в условиях комбинированной разработки /А.П.Алибаев, Н.Т.Осмонова, К.Ж.Усенов // Известия ВУЗов (Кыргызстан). – 2012. – № 6. – С. 15-17.