

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCES

МРНТИ 52.13.21

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА «АЛИМАК»
НА ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «АКБАКАЙ»**

Д.Т. АНДАГУЛОВ [0009-0006-2852-9530]

Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актөбе, Казахстан

e-mail: daurentg@gmail.com

Аннотация. Описано применение комплекса "Алимак" для доставки силой взрыва рудных тел через глубокие скважины с последующим послойным дроблением руды "Подэтажно камерной системой". Выемка осуществляется в отступающей последовательности от транспортного штрека лежачего бока. Для обработки горизонта используется спаренная прирезка из буровых восстающих. Выводы о механизме действия комплекса «Алимак» можно сделать из опыта эксплуатации. В процессе работы комплекс производит отбой руды в прирезках и осуществляет операцию перемещения монорельса за движением очистного забоя, расположенного по простиранию жилы.

Применение комплекса «Алимак» обосновывается тем, что увеличивается производительность очистного блока или выемочной единицы. А также снижается объём нарезных работ за счёт применения глубоких скважин для отбойки и доставки руды на днище блока силой взрыва. Высоту очистного блока можно развивать до 120 м по восстанию жилы, что даёт возможность принять расстояние между горизонтами до 120 м. В комплексе "Алимак" имеется система, которая включает в себя полк для очистной выемки и комплекс для проходки восстающих. На полке размещены буровые станки или оборудование для взрывных работ. При использовании комплекса "Алимак" очистной цикл это буро-взрывные работы по отбойке руды и выполнения действия по передвижению рельсов для подвигания очистных работ по направлению жилы.

Ключевые слова: золоторудные месторождения, инновационные технологии, система разработки, Алимак, руда, вскрытие, добыча, отбойка руды.

Введение. В структуре рудных полей и расположенных в их пределах месторождениях золоторудного сырья (Акбакай, Бескемпир, Караьерное) большую роль играют разрывные нарушения. Они представляют собой системы круто падающих разломов, оперирующих разломами субширотаемого простирания, а также обрамляющих их продольных трещин типа "сколовых". В зоне интрузива обычно встречаются дельта-диоритовые порфириты и диабазовые порфириты. Также, внутри интрузива, часто можно наблюдать разветвленные диоритовые дайки. Диоритовые дайки являются частью

золотоносного дайкового комплекса, который связан с основными проявлениями промышленного оруденения.

Основные рудные тела месторождения «Акбакай» приурочены к главной рудной зоне, представленной полосой измельчения и гидротермальной отработки горных пород длиной примерно 3 км. Эта зона является структурной связью с Акбакайским разломом субширотного простирания.

В южном направлении от Акбакайского разлома, на расстоянии 250-300 метров, можно обнаружить Бескемпировский разлом, который простирается параллельно к нему. В этом районе находятся несколько незначительных рудных тел, которые объединяются в Южную рудную зону.

Месторождение имеет разрывные нарушения, в которых находятся промышленные рудные тела. Они состоят из крутопадающих (65-850) и пологопадающих (30-600) жил из березита и кварца. Контролирующие эти жилы дайки лампрофиров. Жилы расположены на севере, а простирание происходит в субширотном направлении. Мощность жил варьируется от 0,2 до 4,0 метра, а их протяженность по простиранию составляет от 270 до 700 метров.

Ослабленные участки наблюдаются только в местах сопряжений наклонных и крутопадающих жил в месторождении, где рудные тело представлены кварцитовыми жилами малой мощности, расположены на основательных околорудных зонах. Только на этих ослабленных участках можно наблюдать среднюю устойчивость пород и руды.

Определение поперечного сечения эксплуатационных и капитальных выработок зависит от физических и механических свойств пород, объемов используемого оборудования, типа применяемого крепления и нужных промежутков [1,4].

Месторождение характеризуется крепкими, устойчивыми вмещающими породами, которые не требуют дополнительного крепления, а руда является крепкой и средней устойчивости согласно горно-геологическим и горнотехническим условиям.

Основная часть

Учитывая тенденцию к увеличению высоты этажа и разделение его на подэтажи, при проектировании рассматривались различные варианты горно-капитальных, горноподготовительных и добычных операции, зависимости от наклонного расположения золотоносных жил и порядок их залегания. Для предотвращения возможных вывалов и отслоений пород, железобетонные и полимерные штанги с металлической сеткой применяются в местах подготовительных и нарезных горизонтальных выработок без

необходимости крепления. Производительность труда стала объектом сравнения в связи со сложностями транспортировки людей, оборудования материалов в добычные выработки. Кроме того, проводились сравнительные исследования. [1,4].

Мощность жил небольшие и варьируется от 0,4 м до 3,5 м. Среднее значение примерно 1,9 м. Жилы условно делятся на две категории:

- крутого падения с углом 45° - 75° ;
- наклонного типа, с углом падения 35° - 65° .

С углом крутого падения представлены жилы «Фроловская», «Главная» и «Южная», операционные запасы данных участках с углом крутого падения, больше 65° содержит 40 %. Наклонного типа являются жилы «Пологая-1», «Глубинная», «Юбилейная» и «Пологая-6», операционные запасы составляют 60%.

Таблица 1. Параметры основных жил на месторождении Акбакай

№	Название жил	Угол наклона, градус	Средняя жила, м	Параметры системы разработки
1	«Главная»	70-85	1,33	I. Этажно-камерная система разработки с применением комплекса «Алимак». Параметры блока: по простиранию – 33 м, высота блока по наклону жилы – 90-140 м.
2	«Фроловская»	70-85	1,43	
3	«Южная»	60-65	1,33	
4	«Пологая-1»	45-50	1,92	I. Подэтажно-камерная система с торцевым выпуском руды силой взрыва. Параметры блока: по простиранию – 100 м, по высота – 120-160 м. Высота подгоризонтов по длине – до 20 м.
5	«Юбилейная»	40-55	1,51	
6	«Пологая-6»	30-35	1,74	
7	«Глубинная»	35-55	1,61	

При использовании следующих систем достигаются лучшие технико-экономические показатели: системы с открытым очистным пространством, сплошные выемки и подземные штреки с торцевым выпуском. Эти системы наиболее подходят для данного контекста:

- система подземной разработки с торцевой выпуск руды с использованием взрывной силы;
- система отработки на одном уровне доставкой руд с использованием взрывной силы с применением комплекса "Алимак".

Во время открытия горизонтов, разведочные штреки используются для более детального определения горно-геологических параметров жил. Затем, с помощью локальных

проектов, жилы разбиваются на выемочные блоки, и предусматривается пройти выработки, предназначенных для добычи объемов добычного горизонта (автотранспортный уклон, комплекс "Алимак", вентиляционный и буровые штреки) [1,4].

Руда подготавливается в полевых блоках в зависимости от условий выпуска. Для крутопадающих жил используются виброленты, а для наклонных жил блоки готовят к очистной выемке. Возможность доставки руды с помощью взрыва и гидросмыва также учитывается.

Руда транспортируется по автотранспортными уклонами, которые проходят по лежащим бокам жил. Штрек для "Алимак" используются для этой цели. Для разбуривания используются восстающие скважины диаметром 55 мм.

Система разработки руды осуществляется с использованием этажно-камерной системы с послонной отбойкой. Глубокие скважины и комплекс "Алимак" применяются для этого.

Рудные тела месторождения "Акбакай" представляют собой крутопадающие недостаточно мощные тела. Практика показывает, что в таких условиях рудные тела разделяются на этажи в процессе их отработки. Для этого применяется последовательная отработка рудных тел по простиранию, разбивая их на блоки [1,4].

Отработка блока производится в отступающем порядке от фланга рудного тела. Для этого используются спаренные прирезки из буровых восстающих.

Процесс очистной выемки при использовании комплекса "Алимак" включает в себя отбойку руды в прирезках и перемещение монорельса для подвигания очистного забоя по простиранию жилы. Демонтаж руды в прирезках осуществляется поэтапно, начиная снизу и двигаясь вверх, в то время как монтаж монорельса на следующем горизонте производится в то же время на полную высоту камеры, начиная с верхнего и по направлению вниз [1,4].

Закладывается выемочный блок по разведочной линии X-X (центр) с отклонением вправо и влево на 16,5 м, чтобы его ширина составляла 33 м. В системе "Алимак" имеется комплекс для проведения очистных выемок и установки буровых станков или оборудования для взрывных работ используется специальный полк с размерами 2,1x2,7 м, большая часть габарита является горизонтальным. Высота добычной камеры между подэтажами составляет около 60-61 м. Камера для "Алимак" имеет размеры: высота - 3,5 м, ширина - 4 м, длина - 15 м.

В процессе отработки жилы первоначальная подготовка блоков включает проходку разведочного подсечного штрека, который необходимо пройти до достижения центра жилы.

Проходка разведочного подсечного штрека осуществляется на уровне горизонта или транспортного штрека. Затем происходит проходка камеры под комплекс «Алимак», которая разрезается и прокладывается буровым восстающим штреком на нужную высоту блока отрабатываемой жилы [1,2].

Со стороны всякого бока жилы проходит транспортный штрек, параллельный разведочному подсечному штреку. Расстояние между ними составляет 15 метров, что равно длине камеры под «Алимак». (см. Рисунок 2).

Первым этапом работы является монтаж комплекса "Алимак" и монорельсов в камере. Затем происходит прокладка разведочного подсечного штрека до вентиляционного квершлага на противоположной стороне добываемой жилы. Важно отметить, что подготовительные работы и добыча жилы осуществляются от сторон к середине. После демонтажа проходческого оборудования и установки полога для бурового оборудования, производится завершение прокладки штрека и соединение его с верхним вентиляционным горизонтом.

Перед началом буровзрывных работ по проходке горных выработок составляются паспорта, которые утверждает главный инженер рудника. При проходке восстающего производится опробование жилы, чтобы уточнить контур жилы для лучшего разбуривания. После демонтажа монорельса производится разбуривание массива. Для производства массовых взрывов секциями скважин и очистительной выемки используется полок, на котором проводятся буровзрывные работы по отработке золотоносной жилы.

Осуществляются работы по подготовке 2-х смежных блоков для очистной добычи в центральном блоке, где проводятся очистные работы по добыче руды, с целью увеличения производительности. Как только эти блоки будут готовы, можно будет приступить к добыче руды. Станки ударно-вращательного бурения используются для буровых работ. Для осуществления зарядания скважин применяется механизированный подход, при помощи пневмозарядчиков типа Зарядчик порционный или «Ульба». С целью обеспечения безопасности, после полного выпуска руды из камеры, осуществляется принудительная посадка кровли в соответствии с локальным проектом, для создания предохранительной подушки в днище камеры. [1,2].

Погрузочно-доставочные машины и шахтные самосвалы используются для транспортировки горной массы. Буровзрывной способ применяется для проходки выработок. Вентиляторы местного проветривания используются для проветривания выработок во время

подготовительно-нарезных работ, чтобы обеспечить очистку работ за счет общешахтной депрессии.

Таблица 2. Применение комплекса "Алимак" этажно-камерную систему отбойки руды глубокими скважинами с послойной структурой.

Название	Ед. изм.	Кол-во	Формулы
Коэффициенты работоспособности ВВ, e		1	
Взрывчатые вещества на добычу, q ₀	кг/т	0,355	
Плотность руды, γ _р	т/м ³	2,73	
Коэффициент приближения скважин, m		1,25	
Диаметр скважины, d	м	0,054	
Плотность ВВ, γ _з	т/м ³	1100	
Длина шпура, L _{скв}	м	15	
Количество ВВ, расположенное в 1 м. скважины, Q	кг	2,52	$Q = \frac{\pi d^2 y}{4} \times l$
ЛНС, W	м	1,44	
Исходя из практических данных расход ВВ на повторное измельчение при добыче руды скважинными зарядами d-54 мм, составляет q _{вт} =0,1 кг/т	кг/т	0,1	
Общий удельный расход ВВ, Q _{общ}	кг/т	0,46	Q _{общ} = q _{отб} + q _{вт}
	кг/м ³	1,24	
ВВ/ Объем на отработку, Q _{отб}	кг/м ³	0,97	
ВВ/ Объем на повторное измельчение, Q _{втр}	кг/м ³	0,27	

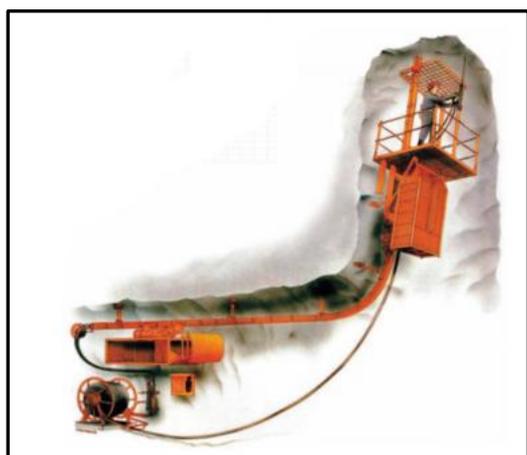


Рисунок 1.
Комплекс для проходки отрезного
восстающего «Алимак»

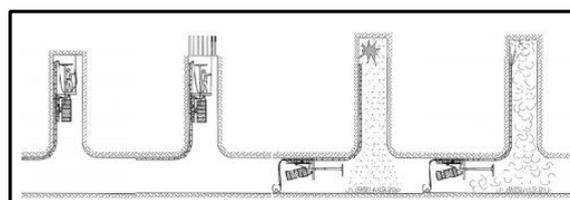


Рисунок 2. Типовой цикл комплекса «Алимак»

Методы

Запасы блока планируется отработать буровзрывным способом с применением комплекса «Алимак», отбойкой руды глубокими скважинами на длину 15 м – по простиранию рудного тела [1,4].

Применяемая система разработки сопровождается определенными объемами потерей руды и примещиваемых пустых (некондиционных) пород, которые могут оказывать отрицательное влияние на качество и полноту выемки руды из очистного блока.

В связи с этим при ведении очистных работ по выемке запасов полезного ископаемого в блоке необходимо:

- проводить специальные геолого-маркшейдерские наблюдения для решения задач;
- производить сбор и анализ геолого-маркшейдерской информации, для выявления геологических и технологических факторов, влияющих на уровень потерь и разубоживания;
- сгруппировать виды потерь и разубоживания по местам их образования, для правильного учета показателей извлечения руд;
- изыскания эффективных методов и средств борьбы с потерями и разубоживанием при данной системе разработки;

Исходя из геологического строения жил и вмещающих пород по жилам при ведении буровзрывных работ, основными источниками потерь и разубоживания руды являются:

- потери в надштрековых целиках;
- разубоживание от прихвата вмещающих пород.

Результаты

При данной системе разработки, когда не представляется возможным применения прямого метода, то есть непосредственное измерение отдельных параметров или элементов системы разработки невозможно использовать маркшейдерские приборы из-за недоступности и в целях соблюдения требования по технике безопасности, для определения потерь и разубоживания рекомендуется следующие методы:

- статистический;
- косвенный;
- весовой.

Путем непосредственного геометрического (маркшейдерского) замера определим потери руды в целиках, предусмотренных проектом [1].

Потери в предохранительных целиках (подштрековых), предусмотренных проектом определим по формуле:

$$P_{ц} = S_{ц} \times l \times \gamma, \text{ т} \quad (1)$$

Где, $S_{ц}$ – площадь сечения целика (вкрест простирания) м^2 ;
 l – длина целика (по ширине блока), $l_{ц} = 33 \text{ м}$;
 $\gamma = 2,73 \text{ т/м}^3$, плотность руды в целике.

$$\text{«Главная»} – P_{ц} = 5,32 \times 30,3 \times 2,73 = 440 \text{ т}$$

$$\text{«Фроловская»} – P_{ц} = 5,7 \times 30,3 \times 2,73 = 471,5 \text{ т}$$

$$\text{«Южная»} – P_{ц} = 6,0 \times 30,3 \times 2,73 = 496,3 \text{ т}$$

При отбойке рудных жил с малой мощностью 1,3-1,6 м и использовании прирезок вмещающих пород со стороны висячего и лежачего блоков (по 0,2 м на сторону), возникают незначительные потери руды. Опыт разработки схожих месторождений показал, что данного вида потери составляют 2 %. Таким образом, количество руды, которое теряется в массиве при отбойке камерных запасов, можно приравнять к этому процентному значению.

$$P_{м} = B_{к} \times 0,02 \text{ т} \quad (2)$$

Где, $B_{к}$ – балансовые погашаемые запасы руды в камере, т

$$\text{«Главная»} – P_{ц} = 7254 \times 0,02 = 145,1 \text{ т}$$

$$\text{«Фроловская»} – P_{ц} = 6745 \times 0,02 = 134,9 \text{ т}$$

$$\text{«Южная»} – P_{ц} = 6273 \times 0,02 = 125,5 \text{ т}$$

Дискуссия

При добыче золотосодержащей руды в условиях очистного пространства на неровностях лежачего бока, потери руды определяются согласно «Разубоживание и учет потерь: методические указания по нормированию и определению. Удельные нормативные потери руды на наклонных участках блока будут составлять $1,146 \text{ т/м}^2$ или по мощности $m = (1,146/2,73) \times 1 = 0,42 \text{ м}$.

На лежачих и висячих боках рудного тела, отбиваемая порода составляет 0,2 м в этой мощности. [1].

Заключение

Для обеспечения рудника подготовленными к выемке запасами необходимо систематически производить опережаемую подготовку - нарезку следующего количества очистных блоков помимо отрабатываемых.

Применение комплекса «Алимак» обосновывается тем, что увеличится производительность очистного блока или выемочной единицы. А также снизится объем горно-нарезных работ за счет применения глубоких скважин для отбойки и доставки руды на днище блока силой взрыва. Высоту очистного блока можно развивать до 120 м по восстанию жилы, что дает возможность принять расстояние между горизонтами до 120 м [1,4].

Не оспоримым фактором в пользу применения комплекса «Алимак» в условиях жильных (мощностью не более 2,0 м) месторождении, является снижение трудоемкости, численности подземных рабочих и травматизма, а также полной механизацией горных работ и повышением культуры горного производства [1,4].

Список литературы:

1. Неверов А.А. Геомеханическое обоснование нового варианта камерной выемки пологих мощных залежей с выпуском руды из подконсольного пространства // ФТПРПИ. – 2012.–№6.
2. А. М. Фрейдин, А. А. Неверов, С. А. Неверов. Геомеханическая оценка комбинированной системы разработки мощных пологих рудных залежей с закладкой и обрушением //ФТПРПИ. – 2016. – № 5.
3. Wael R. Abdellah. Evaluation of the Effect of Rock Joints on the Stability of Underground Tunnels / Wael R. Abdellah, Mahrous A. M. Ali, Gamal Y. Boghdady and Mohamed E. Ibrahim // Journal of Civil Engineering and Architecture Research – November 25, 2016.
4. Жирнов А.А., Абдрахманов С.У., Шапошник Ю.Н., Конурин А.И. Оценка устойчивости массива горных пород и выбор типа и параметров крепления выработок на Орловском полиметаллическом месторождении // Горный журнал. – 2018. – № 3. – С. 51-57.

References:

1. Neverov A.A. Geomechanical justification for a new version of chamber excavation logical thick deposits with the release of ore from the under-console space // FTPRPI. –2012. – No. 6. [in Russian].

2. A. M. Freidin, A. A. Neverov, S. A. Neverov. Geomechanical assessment of combined bathroom system for the development of thick flat ore deposits with backfilling and caving //FTPRPI. – 2016. – No. 5. [in Russian].
3. Wael R. Abdellah. Evaluation of the Effect of Rock Joints on the Stability of UndergroundTunnels / Wael R. Abdellah, Mahrous A. M. Ali, Gamal Y. Boghdady and Mohamed E. Ibrahim // Journal of Civil Engineering and Architecture Research – November 25, 2016. [in English].
4. Zhirnov A.A., Abdrakhmanov S.U., Shaposhnik Yu.N., Konurin A.I. Assessment of sustainability properties of the rock mass and the choice of the type and parameters of fastening of workings at the Orlovsky polymetallic deposit // Mining Journal. – 2018. – No. 3. – P. 51-57. [in Russian].

«АҚБАҚАЙ» АЛТЫН КЕН ОРНЫНДАҒЫ «АЛИМАК» КЕШЕНІН ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Д.Т. АНДАГУЛОВ

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

e-mail: daurentg@gmail.com

Аңдатпа. Мақала «Алимак» кешенін тау-кен кеніштері үшін пайдалану «Терең ұңғымалар арқылы кенді қабат-қабатпен жарып, жарылыс күшімен жеткізумен ішкі деңгейлі қабатаралық кенүңгірлі жүйе» қарастырылады. Кенді алу кен денесінің қапталынан шегіну тәртібімен жүргізіледі. Блокты қазу өрлемелерді бұрғылау арқылы қосарланған кесінділермен орындалады. Алимак кешенін пайдалану кезіндегі өндіру циклі кенді уатуда бөлшектеуден және монорельсті желінің созылымы бойымен жұмыс бетінің ілгерілеуінің артына жылжыту жұмысының жиынтығынан тұрады.

«Алимак» кешенін қолдану өндіру блогының немесе қазу бірлігінің өнімділігін артуымен негізделеді. Сондай-ақ кенді жару күшімен блок түбіне жеткізу үшін терең ұңғымаларды пайдалануда тілмелеу жұмыстарының көлемі азаяды. Өңдеу блогының биіктігін 120 м дейін арттыруға болады. Деңгейжиектер арасындағы қашықтықты желілердің көтерілуіне сәйкес 120 м дейін қабылдауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: алтын кен орындары, инновациялық технологиялар, қазу жүйесі, Алимак, кен, ашу аршу жұмыстары, өндіру, кенді уату.

FEATURES OF APPLICATION OF THE «ALIMAK» COMPLEX AT THE AKBAKAY GOLD DEPOSIT

D.T. ANDAGULOV

Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

e-mail: daurentg@gmail.com

Abstract. The article discusses the use of the "Alimak" complex for mining ore bodies "Sub-level chamber system with layer by layer breaking of ore by deep wells and delivery by explosive force". Cleaning excavation is carried out in a retreating order from the flank of the ore body. The block is mined by paired cuttings from drilling risers. The cleaning cycle when using the Alimak complex consists of breaking ore in cuts and the sum of operations to move the monorail behind the advance of the working face along the strike of the vein.

The use of the "Alimak" complex is justified by the fact that the productivity of the treatment unit or excavation unit increases. It also reduces the volume of cutting operations due to the use of deep wells for breaking and delivering ore to the bottom of the block by the force of the explosion. The height of the treatment block can be developed up to 120 m according to the uprising of the vein, which makes it possible to accept the distance between the horizons up to 120 m.

Key words: gold deposits, innovative technologies, development system, Alimak, ore, stripping, mining, ore breaking.