

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039979**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.05

(51) Int. Cl. *E21C 41/22* (2006.01)
C22B 3/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900484

(22) Дата подачи заявки
2019.09.20

**(54) СПОСОБ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МАССИВНЫХ МЕТАЛЛОГЕННЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

(43) 2021.03.31

(56) RU-C2-2219339

(96) 2019000107 (RU) 2019.09.20

SU-A1-825965

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

SU-A1-1689620

RU-C2-2429303

**ЖЕЛЯБОВСКИЙ ЮРИЙ
ГРИГОРЬЕВИЧ (RU)**

(57) В качестве изобретения предлагается способ подземной разработки массивных металлогенных месторождений, которые зачастую представляют собой конгломерат различных сортов руды и породы с резко отличающимся содержанием полезного компонента - от стерильной породы до чистого самородного металла. Эффективность отработки такого месторождения может быть повышена при селективной выемке различных сортов руды. Для этого залежь делится на выемочные блоки в форме параллелепипеда. Отработка блока производится крутонаклонными слоями с использованием восходящей очистной выработки треугольного сечения, что позволяет селективно извлечь высококондиционную руду, выдать её на-гора, а бедную руду магазинировать в блоке. В ходе отработки блока проводят подготовительные мероприятия для выщелачивания замагазинированной руды. Химическое или бактериальное выщелачивание начинают после погашения всех очистных выработок блока. Для ускорения процесса выщелачивания возможно принудительное нагнетание воздуха (кислорода) в массив замагазинированной руды.

039979

B1

039979

B1

Изобретение относится к разработке металлогенных месторождений полезных ископаемых подземным способом.

Известно множество способов подземной разработки рудных месторождений [1], которые в большей или меньшей степени позволяют достичь требуемых результатов: по производительности и безопасности труда, механизации горных работ, по полноте и чистоте выемки полезного ископаемого, по воздействию на окружающую среду. Каждый из них обладает набором как положительных, так и отрицательных характеристик. Задачей специалистов является выбор оптимального из них для конкретного месторождения. Однако более продуктивным нужно признать путь, когда создаётся способ разработки под конкретно поставленные условия. Такой подход использован при создании данного изобретения.

Массивные металлогенные месторождения зачастую представляют собой совокупность более мелких составляющих фрагментов, которые значительно, иногда в разы, а то и на порядок, отличаются друг от друга по содержанию в них металла. Поэтому актуальна проблема поиска возможности раздельной добычи и раздельной переработки разных сортов руды. Среди известных нет способов разработки, обеспечивающих опережающее селективное извлечение высококондиционной руды и переработку оставшегося объёма бедной руды непосредственно в отработанном блоке с использованием процессов гидрометаллургии. Наличие такого способа разработки позволит оптимизировать технологический процесс извлечения полезного компонента и расширить диапазон экономического манёвра при отработке месторождения.

Для реализации поставленной задачи необходимо выполнение ряда условий:

1. Возможность послойной выемки руды с заданным шагом уходки;
2. Обеспечение прямого доступа людей и механизмов к обнажённой площади очистного забоя для опробования, районирования и раздельной отбойки руды;
3. Применение механизированной откатки руды из очистного забоя до ствола;
4. Возможность складирования (магазинирования) бедной руды в недрах в гидроизолированном от вмещающего горного массива пространстве.

5. Производство орошения химическими или бактериальными растворами замагазинированной руды, сбор насыщенного раствора и подача его на установку переработки.

К выполнению вышеописанных условий наиболее просто может быть адаптирован способ разработки с сыпучей закладкой [2, 3]. Поэтому он принимается в качестве прототипа.

Суть этого способа состоит в том, что залежь, изображённую в виде схематичного вертикального сечения на фиг. 1, делят на крутонаклонные слои с нормальной мощностью "а" и углом наклона α .

Из очистной выработки 1 производят выемку руды лентами 2 толщиной Δb в наклонном слое, продвигаясь снизу вверх, и осуществляют закладку выработанного пространства путём укладки закладочного материала на подошву выработки слоем 3 толщиной Δh . Таким образом отрабатывают все наклонные слои рудной залежи, т.е. происходит валовое извлечение руды и её замещение закладкой, поставляемой извне.

С технической точки зрения роль закладки может выполнять взорванная руда. Это открывает перспективу разделения руды в очистном забое по показателям качества. Более качественную руду в первую очередь выдают на-гора, а менее качественную оставляют в недрах в виде закладки на период отработки блока. По истечении этого периода бедная руда также может быть вовлечена в переработку методом химического или бактериального выщелачивания непосредственно в подземных условиях.

В предлагаемом в качестве изобретения способе разработки рудную залежь изначально делят на выемочные блоки (фиг. 2).

По аналогии с прототипом, блок делят на крутонаклонные слои с нормальной мощностью "а" и углом наклона α . Мощность слоя определяется типом горно-транспортного оборудования. Угол наклона α обязательно должен превышать угол естественного откоса взорванной руды. Исполнение этого условия исключит образование пустот между формируемым массивом из взорванной руды и целиковым массивом.

Схема подготовительных и нарезных работ аналогична прототипу.

Очистная выработка горизонтальна, за исключением небольших по протяжённости участков зарезки. В поперечном сечении она имеет форму треугольника. В качестве наклонной потолочины выступает лежащий бок вышерасположенного слоя руды. При необходимости потолочина может крепиться простой передвижной крепью. Очистной забой представлен субвертикальной стенкой очистной выработки.

Бесспорно, что данный способ разработки обеспечивает непосредственный безопасный доступ к протяжённому забою по всей его высоте. Если эту возможность использовать для прямого геологического мониторинга, то можно районировать по качественным показателям каждый слой отбиваемой руды. В роли качественных показателей руды могут выступать содержание полезного компонента, степень окисления руды, прочность руды и другие её технологические характеристики.

Теоретически можно обеспечить раздельную добычу руды с высокой степенью дифференциации по различным показателям. Однако практически достаточно ограничиться разделением руды на две части, одна из которых является высококондиционной и может быть без задержки переработана на фабрике с

получением ускоренного экономического эффекта. Бедную руду необходимо оставить в недрах в роли закладки. По завершении горных работ в блоке её подвергают выщелачиванию.

Для этого в ходе проведения горных работ создают гидроизоляционную защиту 2 (фиг. 3) на дне блока, там же монтируют площадной раствороприёмник 3.

Отбойку руды в каждом технологическом цикле производят поэтапно. В первую очередь отбивают и отгружают высококондиционную руду. Вторым этапом отбивают бедную руду, которую укладывают слоем определённой толщины на подошву очистной выработки. По необходимости руду подвергают механическому дроблению и окомкованию непосредственно в очистной выработке. Таким образом, многократно повторяя технологические циклы, отрабатывают наклонный слой, затем следующий вышележащий слой и т.д. до полной отработки блока. В погашенных в верхнем предельном положении очистных выработках 4 монтируют систему орошения 5.

По завершении горных работ в блоке он полностью готов к выщелачиванию. Для этого производят орошение руды на верхних отметках блока. Раствор проходит через массив разрушенной руды, насыщается металлом и попадает в придонный раствороприёмник, откуда перекачивается в аккумулирующую ёмкость в горнокапитальной выработке, далее - согласно технологической схеме гидрометаллургии.

Для ускорения реакции выщелачивания в разрушенный массив подают воздух (кислород) через трубы 7, которые монтируют в очистной выработке, засыпают рудой и, постепенно наращивая, выводят в погашаемые выработки.

Как вариант, процесс замачивания осуществляют по типу инъекций посредством скважин, пробуренных в магазинированную руду из горнокапитальных выработок.

Практическая реализация

Реализация начинается с проходки стандартного набора выработок, обеспечивающих доступ к отрабатываемому блоку. С некоторыми вариациями, в зависимости от конкретных условий, в этот набор могут входить откаточные и вентиляционные квершлагги, спиральный транспортный съезд, вертикальные выработки, предназначенные для вентиляции, перепуска горной массы, равно как и другие вспомогательные выработки.

Подготовительные и нарезные выработки, а также горные работы, проводимые непосредственно в блоке, идентичны прототипу и подробно изложены в работе [3].

Отработку каждого наклонного слоя начинают с проходки нарезной выработки 1 (фиг. 3), роль которой выполняет выработка, по существу являющаяся очистной на нижней отметке блока. Выработка имеет треугольное поперечное сечение. Такая не совсем традиционная форма органично вписывается в геометрическую модель с наклонными слоями. Кроме того, треугольная форма поперечного сечения придаёт выработке дополнительную устойчивость, а наклонную потолочину можно просто и технологично крепить передвижной крепью, обеспечивая безопасность производства работ в очистном забое.

В нарезной выработке перед началом процесса очистных работ сооружают гидроизолирующую перемычку 2 и монтируют раствороприёмник 3 в виде перфорированных труб, которые посредством трубопровода соединяются с аккумулирующей ёмкостью в горнокапитальной выработке. Перфорированным трубам придают небольшой уклон в сторону магистрального трубопровода, что обеспечивает самотёк раствора к трубопроводу. Аналогичные мероприятия осуществляют при отработке каждого отрабатываемого наклонного слоя. Таким образом, к окончанию отработки блока на его нижней отметке будет построен площадной раствороприёмник.

Очистные работы в наклонном слое начинают с геологического опробования забоя и выделения зон с повышенным содержанием металла. Эти зоны забуривают и взрывают в первую очередь. Отбитую богатую руду отгружают и выдают на-гора. Вторым этапом забуривают оставшиеся площади очистного забоя. После взрывания бедную руду укладывают слоем на подошву выработки. По необходимости, продиктованной технологией выщелачивания, взорванную руду непосредственно в очистной выработке подвергают дополнительной подготовке путём дробления и окомкования. Этой операцией заканчивают цикл очистных работ. Многократным повторением циклов отрабатывают весь наклонный слой, затем, аналогично, вышележащий слой и т.д.

Отбитая руда приобретает больший объём за счёт разрыхления. Достичь необходимого объёмного баланса с учётом разрыхления и отгрузки высококондиционной руды можно за счёт дополнительной отгрузки бедной руды, при одном виде дисбаланса либо за счёт доставки горной массы извне, при другом виде дисбаланса. Наиболее практично изначально выдерживать баланс, манипулируя объёмом отгружаемой руды.

В верхней части блока очистные выработки 4 останавливают (погашают) в заданном предельном положении. Расположение погашаемых выработок на одном уровне недопустимо, так как это ослабляет устойчивость потолочины блока. Поэтому очистную выработку каждого последующего слоя останавливают с отставанием от очистной выработки слоя предыдущего. Таким образом, очистные выработки способны сохранять свою целостность в течение длительного времени, а потолочина при этом опирается на сформированный массив из разрушенной руды в промежутках между выработками.

Кроме решения проблемы поддержания потолочины в устойчивом состоянии, при такой схеме погашения очистных выработок появляется возможность компенсации усадки насыпного массива в резуль-

тате его неизбежного уплотнения. Осуществляют это путём подсыпки материала на подошву погашенной выработки. Таким образом, устойчивость потолочины обеспечивают на длительный период времени.

В погашенных выработках монтируют систему орошения 5, посредством которой химический или бактериальный раствор распыляют по верхней площади замагазинированной руды. Раствор, перетекая вниз через массив разрушенной руды, обогащается металлом и собирается раствороприёмниками 3, откуда по трубопроводам подаётся в аккумулирующую ёмкость, а из неё на дальнейшую переработку.

Подача раствора в массив взорванной руды может быть организована и посредством скважин, пробуренных в этот массив из горнокапитальных выработок.

Если на скорость процесса выщелачивания значительно влияет наличие воздуха (кислорода), то его подают в разрушенный массив через трубы 7, которые по ходу горных работ монтируют в очистной выработке, засыпают рудой и, постепенно наращивая, выводят в погашаемые выработки.

При производстве горных работ абсолютно вся поверхность обрабатываемого блока, включая боковую и донную, поочерёдно в разное время отдельными фрагментами попадает в зону активных действий с непосредственным доступом к ним людей и техники. Это предоставляет возможность объективно оценить целостность вмещающего блок горного массива и, при необходимости, осуществить гидроизоляционные мероприятия. Таким образом, замагазинированная руда оказывается в гидроизолированной ёмкости, что позволяет проводить выщелачивание в режиме полного затопления руды с возможностью активного управления концентрацией насыщения. С технологической точки зрения такую конструкцию и осуществляемый в ней процесс можно интерпретировать как многократно увеличенный аналог чанового выщелачивания. Большой объём руды позволяет увеличить время выщелачивания без потери производительности по сравнению с порционной переработкой такого же объёма в чанах малой ёмкости. В свою очередь, увеличение времени воздействия раствора на руду позволяет увеличить размер её дробления.

Использованные источники

1. Именитов В.Р. Системы подземной разработки рудных месторождений - М.: Изд-во МГГУ, 2000.
2. Патент RU 2219339 C2, 20.12.2003. Бюл. № 35.
3. Желябовский Ю.Г. Горнопромышленный портал России (<http://www.miningexpo.ru>), форум - 2013.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

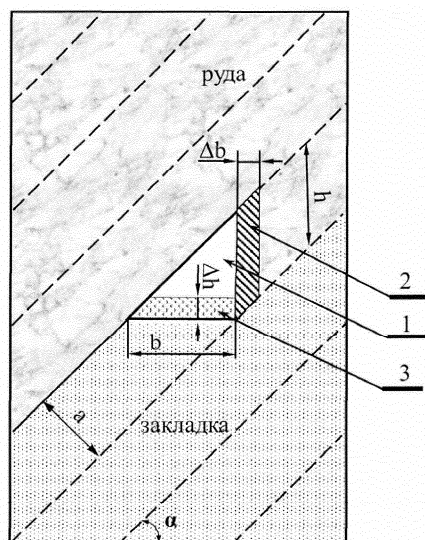
1. Способ подземной разработки массивных металлогенных месторождений, включающий в себя деление рудной залежи на выемочные блоки, деление каждого блока на крутонаклонные слои, отработку слоев в восходящей последовательности, отработку каждого слоя снизу вверх длинными забоями из очистной выработки с поперечным сечением треугольной формы с наклонной потолочиной и субвертикальной плоскостью забоя, отличающийся тем, что на подошве нарезной выработки каждого слоя сооружают гидроизолирующую перемышку и монтируют раствороприёмники, которые в результате производства горных работ перекрывают разрушенной рудой, цикл очистных работ начинают с геологического мониторинга очистного забоя, районирования плоскости забоя по качественным показателям руды, отбойку руды производят в два этапа, сначала отбивают и отгружают высококондиционную руду, затем отбивают оставшуюся в забое руду, руду укладывают слоем на подошву очистной выработки, заканчивая этой операцией цикл очистных работ, циклы повторяют до полной отработки слоя, постепенно поднимая очистную выработку до потолочины блока, где её останавливают в заданном положении, причём выработку каждого последующего слоя останавливают ниже выработки предыдущего слоя, что обеспечивает опору формируемой площадной потолочины блока на массив из взорванной руды, в остановленных выработках монтируют устройства для орошения или наливного замачивания руды химическим или бактериальным раствором, который, проходя через замагазинированную руду, насыщается металлом, после чего собирается в раствороприёмники в донной части блока, откуда его направляют к месту дальнейшей переработки.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что отбитую руду перед укладкой на подошву подвергают механическому дроблению.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что после дробления руду окомковывают.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что выщелачивающий раствор в массив разрушенной руды подаётся посредством скважин, пробуренных из капитальных выработок.

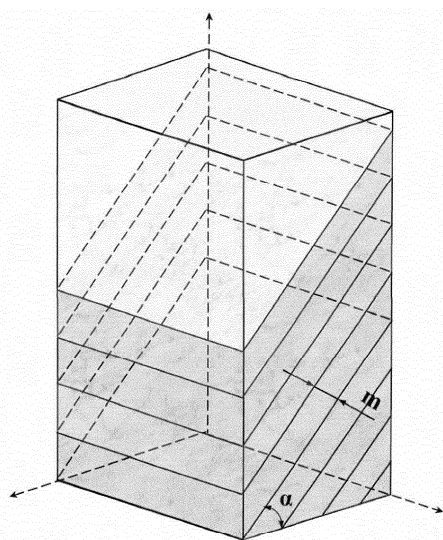
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что для ускорения процесса выщелачивания в разрушенный рудный массив подают воздух (кислород) через трубы, которые монтируют в очистной выработке, засыпают рудой и, постепенно наращивая, выводят в погашаемые выработки.



Вертикальное сечение перпендикулярно очистной выработке

1 - очистная выработка; 2 - слой вынимаемой руды; 3 - слой подсыпaeмой закладки.

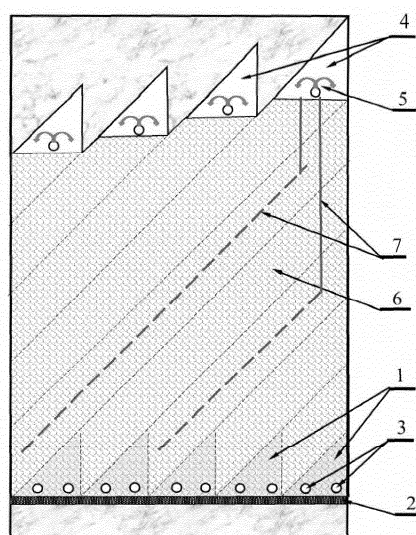
Фиг. 1



Аксонометрия выемочного блока

α - угол наклона обрабатываемого слоя; m - нормальная мощность слоя.

Фиг. 2



Вертикальное сечение выемочного блока

1 – нарезные выработки; 2 – гидроизолирующая перемычка; 3 – раствороприёмники;
 4 – погашенные очистные выработки; 5 – оросители; 6 – замагазинированная руда;
 7- трубы для подачи воздуха (кислорода)

Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2