

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 040144

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.25

(21) Номер заявки
201900567

(22) Дата подачи заявки
2019.12.23

(51) Int. Cl. *E21B 43/28* (2006.01)
C22B 3/04 (2006.01)
E21B 7/26 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД

(43) 2021.06.30

(96) 2019000142 (RU) 2019.12.23

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ВОРОБЬЕВ АЛЕКСАНДР
ЕГОРОВИЧ (RU)**

(56) US-B2-8021461
US-B2-8931578
KZ-A4-25886
SU-A1-1637394
CN-A-108086907

(72) Изобретатель:
**Тчаро Хоноре, Воробьев Александр
Егорович, Чекушина Татьяна
Владимировна (RU)**

(74) Представитель:
Тчаро Х. (RU)

(57) Изобретение относится к горно-металлургической промышленности и может быть использовано при кучном выщелачивании различных металлов из руд. Целью настоящего технологического решения является повышение эффективности выщелачивания за счет предотвращения образования или разрушения антифильтрационных слоев внутри штабеля КВ, а также обеспечение воздействия на нетронутые области штабеля при проникновении технологических растворов в целях восстановления или обеспечения оптимальной фильтрационной способности массива выщелачиваемых руд и освобождения для растворов золота, заключенного в рудах зоны коагуляции. Для этого предусмотрено введение в них специальных устройств, преимущественно в виде роботов-червяков (так называемых "электронных червей, электрических червей, умных червей или цифровых червей") или иных видов миниатюрных (отвечающих требованиям) устройств, предназначенных для передвижения в штабеле КВ, преимущественно в местах образования антифильтрационных слоев, с образованием каналов до восстановления их оптимальной проницаемости.

B1

040144

040144

B1

Изобретение относится к горно-металлургической промышленности и может быть использовано при кучном выщелачивании различных металлов из руд.

Широко известны способы кучного выщелачивания (КВ), включающие дробление и окомкование руды, формирование штабеля руды, подачу выщелачивающих растворов через заранее установленные системы орошения, растворение (выщелачивание) металлов и дренирование продуктивного раствора.

Недостаток этих традиционных способов заключается в уменьшении степени извлечения полезного компонента (металла) из-за снижения значений показателей фильтрации выщелачивающих растворов с течением времени за счет уплотнения рудного массива при формировании штабеля бульдозерами или по другим горно-технологическим факторам, из-за образования внутри штабеля антифильтрационных слоев или малопроницаемых зон.

Известен также способ кучного выщелачивания минеральной массы, включающий рудоподготовку, формирование массива штабеля из дробленной руды, выщелачивание металлов технологическими растворами до снижения качества продуктивных растворов ниже установленного технологического предела, довыщелачивание массива штабеля путем бурения скважин, размещения в них низкоплотных взрывчатых веществ с последующим взрыванием зарядов, сбор продуктивных технологических растворов и извлечение из них полезных компонентов [патент СССР № 1168701, Е21В 43/28, опубл. 23.07.1985 г.].

Недостатком этой известной технологии является относительно невысокий коэффициент извлечения полезных компонентов из-за низкой проницаемости некоторой части массива штабеля вследствие дальнейшего быстрого закупоривания (набухания) его порового пространства глинистыми пылевидными частицами и шламами, в которых переосаждается и теряется значимая часть металлов.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому способу кучного выщелачивания металлов из руд, принятому за прототип, является кучное выщелачивание золота, заключающееся в бурении скважин с опробованием минеральной массы, по результатам которого выделяют зоны кольматации, закачивании в них концентрированных щелочно-цианидных рабочих растворов под давлением, с взрыванием зарядов ВВ ранее размещенных в скважинах в ампулах с водой и в довыщелачивании горнорудной массы путем его орошения слабоконцентрированным цианидным раствором [патент РФ "Способ кучного выщелачивания золота из руд", № 2557024, опубл. 10.06.2015 г.].

Недостатком данной технологии является низкое восстановление значений просачиваемости растворов в штабеле руды из-за невозможности точного определения месторасположения и мощности малопроницаемых кольматирующих слоев, дальнейшее быстрое ухудшение значений просачиваемости, а также экономическая нецелесообразность практического применения такой технологии из-за высоких затрат на монтажно-демонтажные работы касательно оросительной системы, а также дороговизны бурения необходимого количества скважин с отбором проб, особенно при сооружении многоэтажных штабелей большой высоты, покрывающих большие площади.

Антифильтрационные слои в штабеле КВ образуются в результате протекания процессов самопроизвольной суффозии (переноса) тонкодисперсных частиц (шлама, пыли и глины) из верхней его части в низ по разрезу. Кроме того, наблюдается увеличение упругого состояния массива руд за счет заполнения имеющегося пустотного, образуемого между кусками руды пространства пылью. До настоящего времени наиболее эффективные способы интенсификации процесса извлечения металлов при кучном выщелачивании в данных условиях обеспечивают лишь 0,05% дополнительного увеличения объемов руды штабеля, вводимых в выщелачивание.

Техническим результатом предлагаемой технологии является повышение эффективности выщелачивания за счет предотвращения образования или разрушения антифильтрационных слоев внутри штабеля КВ, а также обеспечение воздействия на нетронутые области штабеля при проникновении технологических растворов в целях восстановления или обеспечения оптимальной фильтрационной способности массива выщелачиваемых руд и освобождения для растворов золота, заключенного в рудах зоны кольматации.

Технический результат достигается тем, что проводят рудоподготовку, формируют массив штабеля КВ из дробленной руды, осуществляют выщелачивание металлов технологическими растворами, а также разрушают антифильтрационные слои путем введения в них специальных устройств, преимущественно в виде роботов-червяков (так называемых "электронных червей, электрических червей, умных червей или цифровых червей") или иных видов миниатюрных (отвечающих требованиям) устройств, предназначенных для передвижения в штабеле КВ, преимущественно в местах образования антифильтрационных слоев, с образованием каналов до восстановления их оптимальной проницаемости. В конечном итоге, роботы-червяки обеспечивают эффективную проницаемость массива штабеля КВ, обуславливающую орошение всего объема заскладированных в штабеле руд технологическими растворами и извлечение из них полезных компонентов.

Причем определить области с осложненным просачиванием технологических растворов можно любым существующим менее затратным и отвечающим высокому качеству методом. К примеру, выделение таких областей можно осуществлять с помощью анализа сейсмических данных еще в самом начале процесса выщелачивания (при оптимальном уровне выхода продуктивных растворов) и повторным их подбором (при снижении качества продуктивных растворов ниже установленного технологического предела).

Роботы-червяки способны постоянно перемещаться в антифильтрационных слоях штабелей КВ. Так, с целью увеличения проходимости рабочих растворов рекомендуется осуществлять вертикальное, горизонтальное либо наклонное передвижение роботов-червяков или сочетание данных направлений движения. При этом направление формирующихся каналов в антифильтрационном слое зависит от содержания металлов в материале этого слоя и колеблется от вертикального - 90° (при отсутствии металлов), наклонного - 45° (при среднем содержании металлов) и горизонтального направления (при максимальном содержании металлов).

Причем можно с диспетчерской ограничить передвижение роботов-червяков в определенных интервалах (например, только в выделенных областях с антифильтрационными слоями).

Специфика их передвижения и разнообразие форм роботов-червяков делают их основными элементами в поддержании необходимых физико-химических и механических свойств (проницаемости, пористости и т.д.) массивов штабелей КВ (в течение всего цикла выщелачивания), в том числе их способности создать и/или расширить имеющиеся каналы, через которые будет обеспечиваться распределение потока технологических растворов внутри массива штабеля КВ.

Они создают протяженные гидродинамические каналы в штабеле КВ диаметром не более 2-10 мм, по которым будут в дальнейшем течь и распределяться по прилегающим рудам технологические растворы. Эти каналы образуются при постепенном прохождении роботов-червяков в штабеле под давлением выше давления налегающих антифильтрационных образований, за счет расталкивающего воздействия тела робота-червяка на мелкие частицы в окружающее свободное пространство.

Каналы роботов-червяков увеличивают макропористость штабеля КВ и, следовательно, способствуют эффективной инфильтрации технологических растворов и аэрации. К тому же при формировании каналов наблюдается смешивание пород различных горизонтов массива штабеля КВ. Кроме того, роботы-червяки способствуют рассеиванию бактерий и других микроорганизмов внутри штабеля КВ.

Размеры (малые, средние, большие) используемого робота-червяка и направление его движения в штабеле КВ устанавливаются в зависимости от горно-технологических условий решаемой инженерной задачи. При этом направление формирующихся каналов в антифильтрационном слое зависит от содержания металлов в материале этого слоя и колеблется от вертикального - 90° (при отсутствии металлов), наклонного - 45° (при среднем содержании металлов) и горизонтального направления (при максимальном содержании металлов). Их численное количество определяется на основе характеристик (в зависимости от мощности антифильтрационного слоя и его сложившейся проницаемости) штабеля КВ и достигаемого результата.

Непосредственно конструкция различных видов роботов-червяков, а также их движителей является отдельной инженерной задачей.

Выбор автопилотных роботов-червяков должен быть осуществлен с учетом следующих функциональных факторов:

- обеспечения герметичности, износостойкости и крепкости их корпуса в агрессивных средах;
- обеспечения устойчивости к воздействию различных факторов (в первую очередь, выщелачивающих растворов) на них;
- обеспечения максимальной простоты (легкости) передвижения в штабеле КВ;
- обеспечения условий для возможного расталкивания мелких частиц в свободное окружающее пространство;
- обеспечения эффективной работоспособности и исправности интегрированных в устройстве блока управления, передатчика, аккумулятора электроэнергии и датчиков (для получения устройством необходимой информации);
- обеспечения достаточного сигнала для поддержания связи с диспетчерским пунктом;
- наличия возможности повторного и долгосрочного их использования;
- обеспечения экономической эффективности;
- обеспечения их перемещения со средней скоростью 1-2 см/мин как автономно, так и на основе управления с диспетчерской.

Дистанционное отслеживание (с диспетчерской) местоположения роботов-червяков осуществляется на основе уже существующих интегрированных технологий геолокации, позволяющих диспетчеру получать всю необходимую информацию о передвижениях роботов-червяков и их работоспособности в массиве штабеля КВ.

Способ, осуществляемый согласно фиг. 1, описывается следующим образом.

В начале проводится рудоподготовка, формируется антифильтрационное основание 1, на котором отсыпают массив штабеля кучного выщелачивания 2. После этого монтируют любую целесообразную систему оросительных трубопроводов, к примеру, на поверхности штабеля 3, а на его основании 1 формируют систему (преимущественно канавки), предназначенную для сбора выходящих металлосодержащих растворов 5. Далее формируют зумпф 6, куда поступают просачиваемые растворы. Выщелачивающие растворы изливаются из системы орошения 4 и просачиваются через штабель. В этот период возможно неконтролируемое образование одного или нескольких малопроницаемых или антифильтрационных слоев 8.

Затем вводят группу роботов-червяков 7 (количество которых определяется в зависимости от мощности антифильтрационного слоя 8) с поверхностями штабеля (в том числе и боковых) в самом начале обработки заскладированной руды или при возникновении проблем с просачиваемостью растворов, непосредственно в направлении заранее выделенных областей кольматации (антифильтрационных слоев 8), так, чтобы охватить всю площадь и мощность антифильтрационных и малопроницаемых образований (слоев). Роботы-червяки имеют заостренный начальный ("головной") сегмент, которым они раздвигают мелкие частицы при перемещении.

При этом направление формирующихся каналов в антифильтрационном слое зависит от содержания металлов в материале этого слоя и колеблется от вертикального - 90° (при отсутствии металлов), наклонного - 45° (при среднем содержании металлов) и горизонтального направления (при максимальном содержании металлов) (фиг. 2).

Выбор направления движения роботов-червяков в антифильтрационных слоях осуществляется на основе оценки удельного содержания золота в антифильтрационном слое, где перемещаются роботы-червяки (фиг. 3).

Данное мероприятие должно способствовать созданию и/или расширению уже имеющихся каналов, а также ускорению вскрытия металла в минеральной матрице антифильтрационного слоя. И оно реализуется так, чтобы соответствовать эффективному значению коэффициента фильтрации, обеспечивающего оптимальное (равномерное) просачивание технологических растворов внутри штабеля КВ и выщелачивания металла. В результате образуется система разветвленных каналов, способствующих эффективному и глубокому проникновению технологических растворов в данные проблемные области.

Традиционное оборудование, используемое при кучном выщелачивании металлов из руд, на фиг. 1 не показано. Также не показаны традиционная схема извлечения металлов из продуктивных растворов.

Проницаемость штабеля КВ при наличии каналов, образованных роботами-червяками, в 1000 раз больше поровой, поэтому при использовании роботов-червяков зона смачивания увеличивается до 98% и более, а эффективность фильтрации в них увеличивается до 95% и более (от начальных значений этих параметров).

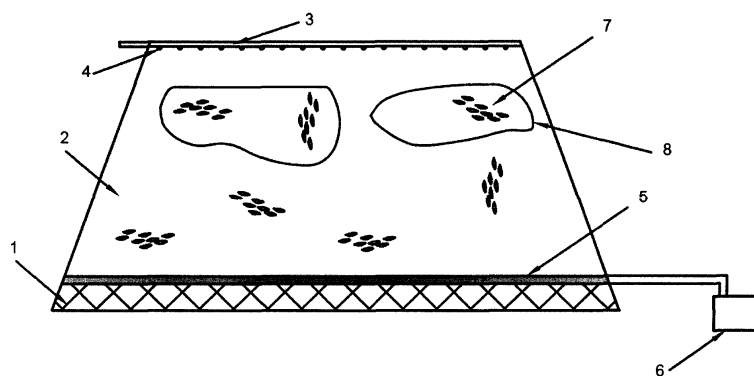
Применение роботов-червяков позволяет за счет увеличения объема вовлекаемых в выщелачивание руд увеличить извлечение металла до 95-98% его извлекаемой части, и сократить общий цикл выщелачивания штабелей КВ.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

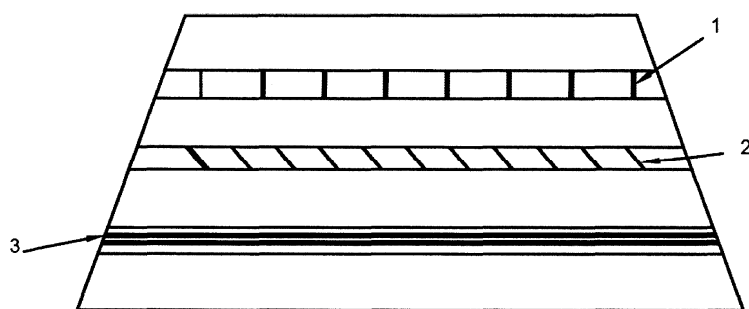
1. Способ интенсификации кучного выщелачивания металлов из руд, включающий рудоподготовку, формирование антифильтрационного основания, отсыпку массива штабеля кучного выщелачивания, монтаж системы оросительных трубопроводов и формирование на антифильтрационном основании системы, предназначенной для сбора и направления в зумпф металлосодержащих растворов, выщелачивание или довыщелачивание массива штабеля путем введения в него в самом начале обработки заскладированной руды или при возникновении проблем с просачиваемостью растворов группы перемещающихся миниатюрных роботов-червяков, количество которых определяется в зависимости от мощности антифильтрационного слоя и движение которых осуществляется вертикально при отсутствии металлов в антифильтрационных слоях, наклонно при среднем содержании металлов, горизонтально при максимальном содержании металлов или в технологически необходимом сочетании данных направлений движения, путем расталкивания мелких частиц пород в свободное окружающее пространство со скоростью 1-2 см/мин, способных создавать каналы диаметром не более 2-10 мм в областях с осложненным просачиванием непосредственно в направлении заранее выделенных областей кольматации.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что управление направлением движения роботов-червяков и ограничение их передвижения в определенных интервалах штабеля осуществляется с диспетчерского пульта.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что робот-червяк эффективно имеет способность работать в агрессивных средах штабелей кучного выщелачивания.

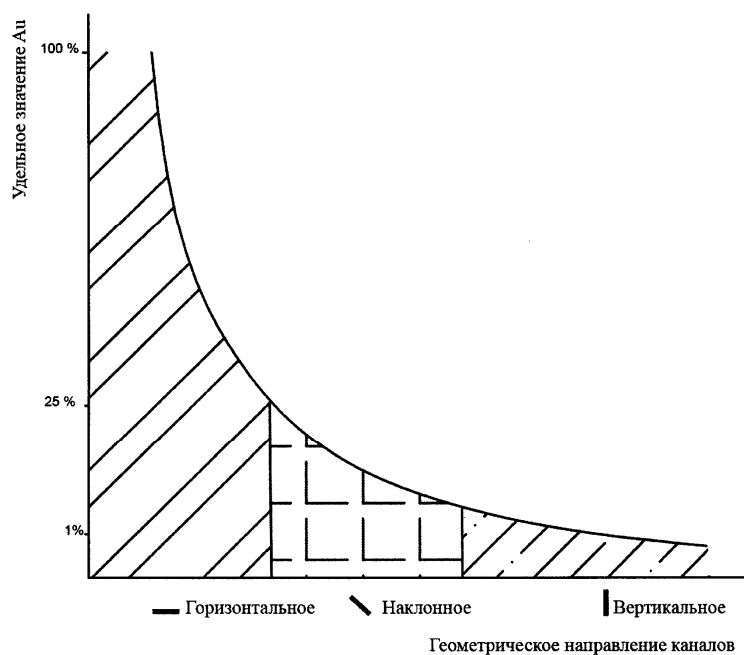


Фиг. 1
Схема штабеля КВ



1 - вертикальный канал, 2 - наклонный канал, 3 - горизонтальный канал
Фиг. 2

Направление формирующихся каналов



Фиг. 3

Выбор геометрического направления каналов в зависимости от удельного значения золота в обработанных роботами-червяками антифильтрационных слоях



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2