

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043747**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.19

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

(21) Номер заявки
202190158

(22) Дата подачи заявки
2020.12.28

(54) **СПОСОБ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН**

(31) **2020/0872.1**

(32) **2020.12.21**

(33) **KZ**

(43) **2022.06.30**

(96) **KZ2020/091 (KZ) 2020.12.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НАЦИОНАЛЬНАЯ
АТОМНАЯ КОМПАНИЯ
"КАЗАТОМПРОМ" (KZ)**

(56) Инструкция (методические рекомендации) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Алматы, "Казатомпром", 2006, страницы 112-115

ЦОЙ С. и др. Основы разработки гидрогенных месторождений урана. Алматы, Ассоциация вузов РК, 2016, страницы 8, 13, 84-86
SU-A1-1390344
RU-C1-2049228
KZ-B-16702

(72) Изобретатель:
**Акжолова Алия Хайдаровна,
Абдрахман Жазира Абдрахманкызы,
Тлеулина Карлыгаш Аманжоловна,
Нурсагат Нургул Нурсагаткызы (KZ)**

(74) Представитель:
Толыбаев Ж.М. (KZ)

(57) Изобретение относится к геотехнологии, в частности к способам подземного выщелачивания металлов, и может быть применено при добыче металлов и элементов подземным выщелачиванием на месторождениях инфильтрационного типа. Техническим результатом является оптимальное ведение процесса подземного выщелачивания металлов и элементов, связанного со временем подготовки запасов к отработке, снижение степени разубоживания продуктивных растворов, снижение расхода выщелачивающих реагентов, а также повышение полноты извлечения металлов. Это достигается тем, что предложен способ подземного выщелачивания металлов и элементов через систему технологических скважин, включающий вскрытие и отработку рудной залежи системой откачных и закачных скважин, согласно изобретению i) растворы реагента подают в откачные скважины и частично в торцевые скважины с расчетом заполнения до 50-70% порового объема горнорудной массы при $J/T=0,08-0,2$ и закисления горнорудной массы на 60-80% от общего горнорудного массового блока, при этом на данном этапе растворы в закачные скважины не подают, ii) растворы реагента подают в закачные скважины с расчетом необходимого радиуса закисления, составляющего половину расстояния между закачными скважинами, или с достижением 20-40% закисляемой горнорудной массы, при этом на данном этапе подачу растворов в откачные скважины останавливают, а закисление проводят до времени заполнения оставшегося 50-30% порового объема горнорудной массы, iii) запускают откачные скважины с одновременной подачей раствора реагента в закачные скважины, по блоку разрабатывают регламент для соблюдения баланса откачки и закачки.

B1**043747****043747****B1**

Изобретение относится к геотехнологии, в частности к способам подземного выщелачивания металлов, и может быть применено при добыче металлов и элементов подземным выщелачиванием на месторождениях инфильтрационного типа.

Известны способы подземного скважинного выщелачивания металлов и элементов, в которых осуществляют последовательно операции закисления блоков, участков и их эксплуатацию, а общее время T_0 отработки участка или блока

$$T_0 = T_3 + T_2, \text{ сут,}$$

где T_3 - время закисления, сут,

T_2 - время эксплуатации, сут.

С целью интенсификации процесса подземного выщелачивания существует много известных способов.

Наиболее близким по технической сущности аналогом является способ выщелачивания металлов и элементов на месте залегания руд, включающий вскрытие и отработку рудной залежи системой откачных и закачных скважин, в котором подземное выщелачивание проводят растворами серной кислоты (10-30 г/л), при этом смену режима откачки на режим закачки проводят в тот момент, когда раствор прошел более половины расстояния между рядами технологических скважин, а в дальнейшем проводят отработку рудной залежи блока при постоянной подаче выщелачивающих растворов в пласт через закачные скважины и постоянной откачке продуктивных растворов через откачные скважины в режиме закачки-откачки /Мамилов В.А., Петров Р.П. и др. Добыча урана методом подземного выщелачивания М.: Атомиздат, 1980, с. 115, с. 39/.

К недостаткам данного способа относятся относительно длительное время отработки блока, образование зон недостаточной проработки продуктивного горизонта, что обуславливает снижение степени извлечения металла в зонах пониженной интенсивности проработки, повышение расхода кислоты на выщелачивание за счет неэффективного расхода кислоты при фильтрации рабочих растворов через зоны интенсивной проработки, которые уже обеднены по металлу и разубоживание продуктивных растворов как за счет обедненных по металлу растворов из зон активной проработки, так и за счет подтягиваемых пластовых вод.

Задачей заявленного изобретения является разработка нового усовершенствованного способа подземного выщелачивания металлов и элементов через систему технологических скважин с улучшенными техническими характеристиками.

Техническим результатом является оптимальное ведение процесса подземного выщелачивания металлов и элементов, связанного со временем подготовки запасов к отработке, снижение степени разубоживания продуктивных растворов, снижение расхода выщелачивающих реагентов, а также повышение полноты извлечения металлов и элементов.

Другими преимуществами и техническим результатам заявляемого изобретения являются:

исключается необходимость подъема пластовых вод из контура блока в довольно существенном объеме (до $J/T=0,18-0,20$), за счет использования растворов с блоков которые находятся на стадии доработки;

на первом этапе закисления поданная во внутрь блока кислота через откачные скважины работает максимально продуктивно внутри контура блока, без растекания в законтурное пространство;

на втором этапе закисления через оставшиеся закачные скважины на внешних контурах блока создается защитный барьер закисленных пород и пластовых вод, существенно снижается разубоживание продуктивных растворов пластовыми водами при переходе на нормальный гидродинамический регламент выщелачивания;

повышение полноты извлечения металлов и сокращения срока отработки блоков;

возможность совмещать работы по закислению откачного ряда с другими видами горно - подготовительных работ, таких как бурение закачных скважин и их внутриблочную обвязку;

при использовании опережающего пассивного закисления (ОПЗ) на вновь вводимых в отработку технологических блоках обеспечивается существенный экономический эффект:

за счет снижения расхода кислоты на закисление до 40%;

за счет снижения расхода кислоты на выщелачивание (1,5-2 раза);

за счет снижения времени отработки блока и оперативных эксплуатационных расходов;

за счет снижения количества ремонтно-восстановительных работ (РВР) откачных скважин;

за счет экономии электроэнергии, скважинных насосов и других материальных ресурсов;

за счет общего снижения непогашенных затрат на ГПП и их более быстрого погашения по производственному способу.

Это достигается тем, что способ подземного выщелачивания металлов и элементов через систему технологических скважин, включающий вскрытие и отработку рудной залежи системой откачных и закачных скважин, согласно изобретению

і) растворы реагента подают в откачные скважины и частично через торцовые скважины с расчетом заполнения до 50-70% порового объема горнорудной массы при $J/T=0,08-0,20$ и закисления горноруд-

ной массы на 60-80% от общего горнорудного массового блока (далее - ГРМ), при этом на данном этапе подачу растворов в закачные скважины не производят;

ii) раствор реагента подают в закачные скважины с расчетом необходимого радиуса закисления, составляющего половину расстояния между закачными скважинами или с достижением 20-40% закисляемой горнорудной массы, при этом на данном этапе подачу растворов в откачные скважины останавливают, а закисление проводят до времени заполнения оставшегося 50-30% порового объема горнорудной массы;

iii) запускают откачные скважины с одновременной подачей раствора реагента в закачные скважины, по блоку разрабатывают регламент для соблюдения баланса откачки и закачки.

На этапе i) в ходе завершения закисления проводят отдавливание кислых растворов в пласт растворами маточника, при этом горнорудная масса закисляемого блока берется из расчета увеличения площади блока до 5-15%.

На этапе ii) проводят одноразовое замещение порового пространства горнорудной массы при $J/T=0,08-0,2$ с достижением растекания закисляющих растворов в естественном направлении.

Суть заявленного изобретения состоит в том, что подготовка запасов к отработке разделяют на стадии.

1. Этап i). Растворы реагента подают в откачные скважины и частично в торцовые скважины, при этом в закачные скважины растворы не подаются.

2. Этап ii). По прошествии времени T_1 откачные скважины после заполнения (50-70%) порового объема горнорудной массы ($J/T=0,08-0,20$) выщелачивающий раствор подают в закачные скважины. В откачные скважины раствор не подается. Закисление ведется до заполнения оставшегося (50-30%) порового объема горнорудной массы.

3. Этап iii). Запуск откачных скважин в работу, в закачные скважины раствор так же подается, по блоку разрабатывается регламент для соблюдения баланса откачки и закачки.

Изобретение осуществляется следующим образом.

Пример

На первом этапе закисления растворы реагента подают в откачные скважины и частично в торцовые скважины с расчетом закисления горнорудной массы (ГРМ) на 60-80% от общего ГРМ блока. Закачные скважины на данном этапе отключены, что обеспечивает растекание закисляющих растворов в естественном направлении, повторяющим пути рудообразующих растворов.

В ходе завершения первого этапа закисления необходимо произвести отдавливание кислых растворов в пласт растворами маточника, для того чтобы избежать откачки подданного кислотного раствора. ГРМ закисляемого блока берется из расчета увеличения площади блока до 5-15% в связи с естественным растеканием растворов вокруг закачных скважин до момента их смыкания, что обеспечивает образование геохимического барьера для предотвращения внедрения пластовых вод в периметр блока при дальнейшей эксплуатации.

На втором этапе растворы реагента подают в закачные скважины, где расчет необходимого радиуса закисления должен составлять половину расстояния между закачными скважинами, или в сумме привести к 20-40% закисляемой ГРМ. В случае смежных блоков, ГРМ закисления уменьшается в обратном направлении. При подаче растворов в закачные скважины, подачу растворов в откачные скважины останавливают.

При опережающем пассивном закислении основной целью является одноразовое замещение порового пространства ГРМ при $J/T=0,08-0,2$. В случае правильного завершения закисления, в момент запуска содержание урана в продуктивном растворе (ПР) достигает максимальных значений.

Для опережающего пассивного закисления характерно два пика повышения концентрации полезного компонента в продуктивных растворах: Первый пик наблюдается непосредственно после начала откачивания растворов при $J/T=0,1-0,28$ по выщелачивающему реагенту (ВР), это фронт растворов, поданных в эти же откачные скважины развернутый на 180°. Второй более значительный пик наблюдается при $J/T=0,3-0,7$ по ВР, когда к откачной скважине подходит фронт растворов, поданных уже в закачные скважины. Если пассивно было закислено менее половины объема выщелачивания, то "провал" между пиками будет значительным, а если больше половины объема, то может наблюдаться один пологий пик, но при этом остаточная кислотность может быть довольно высокой.

Растекание закисляющих растворов в естественном направлении позволяет достичь максимально однородной проработки ГРМ на стадии закисления, в отличие от классического метода, когда при закислении откачные скважины задают вектор движения закисляющим растворам между скважинами.

Технология опережающего пассивного закисления позволяет совмещать во времени процессы подготовки запасов в недрах, т.к. для начала закисления достаточно пробурить и обвязать трубопроводами откачные скважины.

При опережающем пассивном закислении большая часть пластовой воды в продуктивном горизонте вытесняется за контур блока, а не откачивается на поверхность, и раствор из откачных скважин начинает поступать сразу с содержанием металла.

Технологию опережающего пассивного закисления хорошо применять при наличии блоков на стадии доработки, с которых ведется только откачка растворов. Откаченные растворы после переработки

доукрепляются и поступают в новый блок для опережающего закисления. На блоках которые находятся на стадии доработки, работающем только на откачку, происходит подтягивание технологических растворов, таким образом в пласте происходит замена растворов пластовыми водами, которые подтягиваются из-за контура блоков, что значительно облегчит и сократит время на рекультивацию блока. А поскольку откачиваемые растворы уже имеют остаточную кислотность и имеют схожий химический состав, то при использовании их для приготовления выщелачивающих растворов на закисление сокращается расход кислоты.

Если статический уровень воды в скважинах высокий (близок к поверхности) или скважины самоизливные, то применение опережающего закисления оказывается затруднительным или невозможным, поскольку при нагнетании растворов возрастает пьезометрический уровень на всем блоке, и может происходить самоизлив в неработающих скважинах.

При любом методе закисления концентрация кислоты в выщелачивающих растворах в начальный период не должна быть ниже 5-30 г/дм³, это позволит сократить зоны вторичного обогащения и потерю полезного компонента, уменьшит кольматационные явления, ускорит закисление блока.

$$Tl \text{ (сут)} = V_{grm} \times K_p \times K / N_{otk} \times Q_{otk} \times 24,$$

где

V_{grm} - объем ГРМ тыс.тн;

K_p - коэффициент пористости, безразмерная величина;

K - доля ГРМ при закислении, безразмерная величина;

N_{otk} - количество откачных скважин, шт.

Q_{otk} - средняя приемистость откачных скважин, м³/ч.

K преимуществам заявленного изобретения можно отнести обеспечение проведения геотехнологического процесса в оптимальном временном режиме; равномерность фильтрационного потока растворов реагента, формируемая в зонах откачных и закачных скважин после включения в работу всех скважин в отработку, позволяет более равномерно обрабатывать объем продуктивного пласта, обеспечивая более полное извлечение металла;

выщелачивающие растворы могут представлять собой водный раствор химических соединений, дискретно в широком диапазоне от 5 до 40 г/дм³ серной кислоты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ подземного выщелачивания металлов и элементов через систему технологических скважин, включающий вскрытие и отработку рудной залежи системой откачных и закачных скважин, отличающийся тем, что

i) растворы реагента подают в откачные скважины и частично через торцовые скважины с расчетом заполнения до 50-70% порового объема горнорудной массы при $Ж/Т=0,08-0,20$ закисления горнорудной массы на 60-80% от общего горнорудного массового блока, при этом на данном этапе подачу растворов в закачные скважины не производят,

ii) раствор реагента подают в закачные скважины с расчетом необходимого радиуса закисления, составляющего половину расстояния между закачными скважинами или с достижением 20-40% закисляемой горнорудной массы, при этом на данном этапе подачу растворов в откачные скважины останавливают, а закисление проводят до времени заполнения оставшегося 50-30% порового объема горнорудной массы,

iii) запускают откачные скважины с одновременной подачей раствора реагента в закачные скважины, по блоку разрабатывают регламент для соблюдения баланса откачки и закачки.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе i) в ходе завершения закисления проводят отдавливание кислых растворов в пласт растворами маточника, при этом горнорудная масса закисляемого блока берется из расчета увеличения площади блока до 5-15%.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе ii) проводят одноразовое замещение порового пространства горнорудной массы при $Ж/Т=0,08-0,2$ с достижением растекания закисляющих растворов в естественном направлении.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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