

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036364**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.30

(51) Int. Cl. **C22B 3/08 (2006.01)**
C22B 60/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800596

(22) Дата подачи заявки
2018.10.29

(54) СПОСОБ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

(31) **2018/0694.1**

(32) **2018.10.03**

(33) **KZ**

(43) **2020.04.30**

(96) **KZ2018/068 (KZ) 2018.10.29**

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

(56) **RU-C2-2572910**

RU-C1-2172792

KZ-A4-20566

WO-9523240

KZ-A-19849

AU-A1-2017203352

**V.V. Shatalov et al. Development of advanced
technology in the hydrometallurgy of uranium. Atomic
Energy, 1999, vol. 86, no. 5, pp. 311-316, абзац 7 на
с. 313**

RU-C1-2326177

(72) Изобретатель:
**Ниятбаев Марат Абенович,
Дюсамбаев Серик Аблакасович,
Лексин Михаил Юрьевич, Елемесов
Турар Берикович, Лексин Алексей
Михайлович, Мырзакулов Нуридин
Даукенович, Нурманов Калый
Калымбаевич (KZ)**

(74) Представитель:
Асылханов А.С. (KZ)

(57) Изобретение относится к технологии подземного выщелачивания металлов из пористых руд или песков глубоких россыпей на месте их залегания и может быть использовано при отработке месторождений способом подземного выщелачивания. Задачей изобретения является повышение эффективности выщелачивания урана и уменьшение расхода реагента окислителя. Техническим результатом изобретения является более полное окисление Fe^{2+} за счет добавления озона, благодаря которому происходит его доокисление и последующее восстановление нитрита натрия, который затем повторно вовлекается в процесс окисления Fe^{2+} , что, в свою очередь, приводит к уменьшению его расхода и повышению эффективности процесса выщелачивания урана. Технический результат достигается тем, что способ подземного выщелачивания урана включает приготовление выщелачивающего раствора с доукреплением его серной кислотой и вводом нитрита натрия. Согласно изобретению в выщелачивающий раствор подают озон в количестве 2,38-7,14% от количества находящегося в нем нитрита натрия.

036364 B1

036364

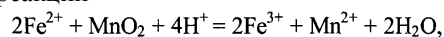
B1

Изобретение относится к технологии подземного выщелачивания металлов из пористых руд или песков глубоких россыпей на месте их залегания и может быть использовано при обработке месторождений способом подземного выщелачивания.

Известно, что растворимость урана при подземном выщелачивании (ПВ) зависит от величины окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) выщелачивающего раствора. Основной потенциал - задающей системой, определяющей скорость растворения урана, является отношение содержания в выщелачивающих растворах $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$. С максимальной скоростью растворение урана происходит при соотношении $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$, равном или большем единицы, когда ОВП выщелачивающих растворов достигает +550-600 мВ.

Известен способ подземного выщелачивания полезных ископаемых (пат. 2295638 Российская Федерация, МПК E21B 43/28 Способ подземного выщелачивания полезных ископаемых, опубл. 20.03.2007 г., бюл. № 8) с подачей через скважины в продуктивный горизонт выщелачивающего раствора и газообразного реагента окислителя с диспергированием его в выщелачивающем растворе в акустическом поле с интенсивностью $1 \div 70 \times 10^4 \text{ Вт/м}^2$. Недостатком известного способа является сравнительно низкая эффективность выщелачивания полезного компонента из-за не достаточно эффективного диспергирования газообразного окислителя и, как следствие, его не полного растворения.

Известен способ повышения ОВП выщелачивающего раствора за счет использования в качестве окислителя пиролюзита (Каневский Е.А., Пчелкин В.А. О взаимодействии между твердыми UO_2 и MnO_2 в сернокислом растворе // Атомная энергия, 1961, т. 10, вып.2, с. 138-141). Данный способ включает введение в раствор окислителя пиролюзита (MnO_2), окисление пиролюзитом ионов железа двухвалентного до трехвалентного состояния по реакции



с изменением ОВП выщелачивающих растворов до +550-600 мВ, когда окисление четырехвалентного урана до легкорастворимой шестивалентной формы идет необратимо.

Недостатком известного способа является зависимость изменения ОВП выщелачивающих растворов от качества применяемого пиролюзита, засорение продуктами реакции и сравнительно низкая его эффективность.

Известен способ повышения окислительно-восстановительного потенциала оборотного раствора подземного выщелачивания (пат. 12223 Республика Казахстан, МПК ⁷ E21B 43/28, C22B 3/04 Способ повышения окислительно-восстановительного потенциала оборотного раствора подземного выщелачивания, опубл. 15.04.2005 г., бюл. № 11), в котором повышение ОВП выщелачивающих растворов до уровня +550-600 мВ осуществляется окислением находящегося в выщелачивающих растворах двухвалентного железа до трехвалентного их ультразвуковой обработкой (УЗ) в закачной скважине с интенсивностью звука $2,5 \text{ Вт/см}^2$ и частотой 25-30 кГц с одновременным аэрированием сжатым воздухом.

Недостатком известного способа является трудность создания условий для УЗ-обработки непосредственно в закачных скважинах и сравнительно низкая эффективность.

Известен способ выщелачивания урана из руд методами ПВ и КВ (Рычков В.Н., Внуков А.С., Смирнов А.Л., Солодов И.Н., Смышляев В.Ю., Дементьев А.А., Филиппов А.П., Горохов Д.С. Опытные промышленные испытания подземного выщелачивания урана с использованием нитрита натрия в качестве искусственного окислителя. Тезисы докладов IV Международной конференции "Актуальные проблемы урановой промышленности". Алматы, 2006 г., с.20 и 21) в котором повышение эффективности выщелачивания урана достигается путем окисления нитритом натрия находящегося в выщелачивающих растворах ионов двухвалентного железа до трехвалентного состояния с последующим окислением катионами трехвалентного железа труднорастворимого четырехвалентного урана до шестивалентного состояния, который в дальнейшем легко растворяется в сернокислых растворах.

Недостатком известного способа является образование комплексного иона железа $\text{Fe}(\text{NO})_2^{2+}$. Связывание двухвалентного железа в достаточно прочный комплекс приводит к уменьшению доли трехвалентного железа в растворе и перерасходу нитрита натрия. Все это значительно уменьшает эффективность процесса выщелачивания и увеличивает расход реагентов.

Наиболее близким техническим решением по достигаемому результату является способ выщелачивания урана из руд (пат. 2572910 Российская Федерация, МПК C22B 60/02 (2006.01), C22B 3/08 (2006.01). Способ выщелачивания урана из руд, опубл. 10.06.2015 г., бюл. № 2), включающий предварительное приготовление выщелачивающего раствора с доукреплением его серной кислотой и вводом искусственного окислителя, выщелачивающий раствор дополнительно обрабатывают кислородосодержащим агентом - воздухом, воздухом, обогащенным кислородом, или техническим кислородом.

Недостатком известного способа является его сравнительно низкая эффективность и значительный расход реагента - окислителя нитрита натрия.

Задачей изобретения является повышение эффективности выщелачивания урана и уменьшение расхода реагента окислителя.

Техническим результатом изобретения является более полное окисление Fe за счет добавления озона, благодаря которому происходит его доокисление и последующее восстановление нитрита натрия,

который затем повторно вовлекается в процесс окисления Fe^{2+} , что, в свою, очередь приводит к уменьшению его расхода и повышению эффективности процесса выщелачивания урана.

Технический результат достигается тем, что способ подземного выщелачивания урана включает приготовление выщелачивающего раствора с доукреплением его серной кислотой и вводом нитрита натрия. Согласно изобретению в выщелачивающий раствор подают озон в количестве 2,38-7,14% от количества находящегося в нем нитрита натрия.

Примеры осуществления способа по прототипу и заявляемому способу.

Пример по прототипу приведен для сопоставления результатов известного и заявляемого способа. Полученные данные результатов приведены в таблице.

Осуществление способа по прототипу:

В специально изготовленную емкость заливается 10 дм^3 выщелачивающего раствора (ВР), содержащего H_2SO_4 - 5 г/ дм^3 , Fe^{2+} - 1240 мг/ дм^3 , Fe^{3+} - 150 мг/ дм^3 , ОВП - 397 мВ. После заполнения емкости раствором в нее добавляется 450 мг нитрит натрия. После добавления нитрита натрия раствор тщательно перемешивается. Содержание в полученном ВР нитрита натрия 45 мг/ дм^3 . После перемешивания в емкость опускается шланг, по которому подают из баллона кислород. Время аэрации ВР с кислородом составляет 5 мин. По завершении 5 мин подачу кислорода прекращают и отбирают пробу готового ВР. Отобранная проба сдается на анализ на определение содержания Fe^{2+} , Fe^{3+} , ОВП.

После отбора пробы готовый выщелачивающий раствор направляют на выщелачивание урана из керна. Выщелачивание урана из керна проводят в бутылочном агитаторе при Ж:Т, равном 1:2. Время выщелачивания 48 ч. После выщелачивания полученный продуктивный раствор (ПР) сдают на анализ на определение содержания в нем урана.

Осуществление заявляемого способа:

В специально изготовленную емкость заливают 10 дм^3 выщелачивающего раствора, содержащего H_2SO_4 - 5 г/ дм^3 , Fe^{2+} - 1240 мг/ дм^3 , Fe^{3+} - 150 мг/ дм^3 , ОВП - 397 мВ. После заполнения емкости раствором в нее добавляют 350 мг нитрит натрия. Содержание в полученном ВР нитрита натрия составляет 35 мг/ дм^3 . Количество подаваемого нитрита натрия может быть различным и зависит от содержания в выщелачивающих растворах Fe^{2+} .

Раствор тщательно перемешивают и подают озон в количестве 2,38-7,14% относительно количества находящегося в нем нитрита натрия. Озон подают из озонатора через шланг, на конце которого установлен диспергатор. Количество подаваемого озона контролируют по показаниям ротаметра. Во время подачи озона раствор тщательно перемешивают. По завершении подачи озона отбирают пробу готового ВР. Отобранную пробу сдают на анализ на определение содержания Fe^{2+} , Fe^{3+} , ОВП.

После отбора пробы готовый выщелачивающий раствор направляют на выщелачивание урана из керна. Выщелачивание урана из керна проводят в бутылочном агитаторе при Ж:Т, равном 1:2. Время выщелачивания 48 ч. После выщелачивания полученный ПР сдают на анализ на определение содержания в нем урана. Все эксперименты по выщелачиванию урана из керна проводят с использованием выщелачивающих растворов, приготовленных при различном соотношении нитрита натрия и озона.

Полученные результаты осуществления способа по прототипу, аналогу и заявляемому способу представлены в таблице.

Изменение содержания железа и ОВП в выщелачивающих растворах и U в ПР при осуществлении способа по прототипу и заявляемому способу

Способ	Раствор	Содержание в ВР NaNO_2 мг/ дм^3	Количество подаваемого озона относительно содержания нитрита натрия, %	Содержание в ВР мг/ дм^3 (мВ)			Содержание в ПР U мг/ дм^3	Увеличение содержания U в ПР в % (эффективность)
				Fe^{2+}	Fe^{3+}	ОВП		
По прототипу	Исходный ВР	—	—	1240	150	375	60	—
	Раствор ВР после подачи нитрита натрия и кислорода	45	—	910	480	390	69	15

Заявляемый способ	Раствор ВР после подачи нитрита натрия и озона	35	2,38	430	960	410	78	30
		35	2,86	270	1120	430	84	40
		35	3,57	220	1170	460	89	48,3
		35	4,74	190	1200	490	93	56,7
		35	7,14	150	1240	500	95	58,3
		35	7,21	138	1250	510	94	56,7

Как видно из полученных данных, применение озона в сочетании с нитритом натрия позволяет повысить эффективность окисления двухвалентного железа до трехвалентного состояния по сравнению с прототипом на 480-770 мг/дм³ и повысить ОВП выщелачивающих растворов на 20-120 мВ. Повышение эффективности окисления двухвалентного железа и, как следствие, повышение ОВП выщелачивающих растворов позволяет повысить эффективность выщелачивания урана по сравнению с прототипом на 13,04-37,68%.

Полученные результаты показывают возможность повышения эффективности выщелачивания урана на 13,04-37,68% за счет применения озона в количествах, равных 2,38-7,14% относительно содержания в ВР нитрита натрия, что позволяет дополнительно сократить на 22,2% расход нитрита натрия.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ подземного выщелачивания урана, включающий приготовление выщелачивающего раствора с доукреплением его серной кислотой и вводом нитрита натрия, отличающийся тем, что в выщелачивающий раствор подают озон в количестве 2,38-7,14% от количества находящегося в нем нитрита натрия.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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