



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2101576
(22) 14.07.2021
(46) Бюл. 181, 2022
(71)(73) Агенство по ядерной и радиационной безопасности Национальная академия наук Таджикистана (TJ)
(72) Назаров Х.М. (TJ); Мирсаидзода И. (TJ); Тиллобоев Х.И. (TJ); Бободжонова З.Х. (TJ); Рахимбердиев Ш.А. (TJ)
(54) **КОМПЛЕКС СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ВОД**
(56) 1. Патент РФ RU 2108301, МПК C02F1/62. Оpubл. 10.04.1998.
2. Патент РФ RU 2265072, МПК C22B 60/02. Оpubл. 11.01.2006.
3. Патент РФ RU 2485193, МПК C1. Оpubл. 20.03.2012.
4. Патент РФ RU 2520902, МПК C22B11/00. Оpubл. 27.06.2014.
5. Малый патент Республики Таджикистан TJ 835. МПК C02F1/28. Оpubл. 03.05.2017. Бюл. №127.

(57) Изобретение относится к технологии очистки загрязненных вод, а именно сорбционная очистка воды от ионов урана и тяжелых металлов.

Цель изобретения является разработка технологической схемы комплексной сорбционной очистки загрязненных вод ионами урана и тяжелых металлов.

Данная цель достигается путём многостадийной очистки загрязненных урансодержащих и тяжелых металлов вод с применением промышленного анионита марки АМ (п), катионита СГ-1 и активированного угля типа АУ⁸⁰⁰, АУ⁴⁰⁰.

2

Сущность изобретения заключается в том, что на первой стадии обработки проводятся очистка загрязненных вод от механических примесей. Сбор воды осуществляется в отстойнике для предотвращения загрязнений смолы механическими примесями. На второй стадии очистки сорбция урана, проводится с применением промышленных сорбентов анионита или катионита, в зависимости от форм нахождения ионов урана. При катионных форм нахождения урана используется катионит марки СГ-1, а в случае нахождения урана в анионной форме используется анионит марки АМ(п). Содержание урана контролируется, как у входа сорбционной колонны, так и при выходе. Содержание урана в растворе после сорбции должна соответствовать нормам ПДК. На третьей стадии после удаления ионов урана проводится очистка вод от ионов тяжелых металлов с применением активированного угля. Если уран очищался с использованием анионита, удаления ионов тяжелых металлов осуществляется с применением активированного угля типа АУ⁸⁰⁰, а при использовании катионита очистка проводится с применением активированного угля типа АУ⁴⁰⁰.

Таким образом, использование данной технологии предотвращает загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, а также применение сорбента класса АУ, обеспечивает комплексную очистку урансодержащих вод от ионов урана и тяжелых металлов до соответствия к нормам ПДК.

Изобретение относится к использованию комплексной сорбционной очистки загрязненных вод с помощью промышленного сорбента анионита или катионита в зависимости от форм нахождения урана и тяжелых металлов также, из растительного сырья активированных углей типа АУ⁴⁰⁰ и АУ⁸⁰⁰. Данный способ может быть использован в производстве химической технологии, водоподготовки и по направлению охраны окружающей среды.

Известен способ очистки сточных вод от урана и ионов тяжелых металлов [1], включающий двухстадийную обработку воды реагентами, с выделением продуктов осаждения на первой стадии и флотирование на второй стадии. При этом на первой стадии сточные воды обрабатывают известковым молоком до pH 4,8-5,4, а на второй стадии pH осветленных стоков с остаточным содержанием примесей доводят путем добавления карбоната натрия до уровня pH 7,5-8,0.

Недостатками способа является проведение данного процесса в периодическом режиме, большая длительность осветления воды и уплотнения осадки после первой стадии обработки, значительные затруднения при обезвоживании осадка и переработки флотопены.

Известен способ извлечения урана из рудных пульп [2], включающий сорбцию урана ионитом, вывод из пульпы насыщенного ионита, промывку его водой, десорбцию урана, отмывку от десорбированного ионита от избыточной кислотности, обескремнивание и ввод ионита на сорбцию урана,

Недостатком данного способа является невысокая сорбционная емкость и механическая прочность десорбированного ионита, а также извлеченный уран по этому способу требует дополнительного процесса расходы воды для промывки избыточной кислоты и технология является достаточно трудоемким процессом.

Известен также способ выщелачивания урана и железа раствором серной кислоты с использованием в качестве окислителя трехвалентного железа, содержащегося в руде [3]. После выщелачивания ведут извлечение урана из раствора с получением маточного раствора, содержащего двухвалентное железо. Затем проводят подкисление маточного раствора серной кислотой и регенерацию трехвалентного железа окислением двухвалентного железа с получением оборотного раствора и рециркуляцию этого раствора на выщелачивание урана. Регенерацию трехвалентного железа ведут воздействием на маточный раствор высоковольтными импульсными электроразрядами при амплитуде импульсов высокого напряжения не менее 10 кВ и при частоте импульсов в интервале 400÷1400 имп./с. Причем перед воздействием на маточный раствор высоковольтными импульсными электроразрядами его подвергают диспергированию.

Однако недостатком данного способа является высокая стоимость реагентов, обеспечивающего необходимую защиту от излучения, что требует дополнительных затрат. Кроме того, способ предназначен

для вскрытия упорного (трудновскрываемого) рудного сырья, при котором твердые частицы полезного ископаемого находятся в жидкой среде (пульпы).

Известен также способ извлечения ионов тяжелых металлов железа, золота и серебра [4]. Способ извлечения ионов тяжелых металлов, железа, золота и серебра из сульфатного спека, включающий его выщелачивание, отличающийся тем, что выщелачивание осуществляют 3 н. раствором HCl в течение 1-6 часов при температуре 70°C и соотношении жидкой (Ж) и твердой (Т) фаз Ж : Т = 2 в присутствии поваренной соли при ее концентрации не менее 120-140 г/дм³.

Недостатком данного способа извлечения является низкое извлечение и низкое качество полученных металлов также, недостаточно эффективность сорбции по золоту и серебра.

Прототипом предлагаемого изобретения является способ очистки шахтных и дренажных вод от урана [5], включающий сбор урансодержащих вод по стадийной обработке воды и сорбция урана с использованием шишек сосны.

Недостатками выбранного прототипа является длительность периода насыщения (90 дней) ураном и избирательность сорбента (только ураном).

Задачей изобретения является создание эффективного способа более полного извлечения в растворе тяжелых металлов из загрязненной отработанной воды.

Цель изобретения является разработка технологической схемы комплексной сорбционной очистки загрязненных вод ионами урана и тяжелых металлов.

Цель достигается путём многостадийной очистки загрязненных урансодержащих и тяжелых металлов вод с применением промышленного анионита марки АМ (п), катионита СГ-1 и активированного угля типа АУ⁸⁰⁰, АУ⁴⁰⁰.

Технологический процесс очистки загрязненных вод проводятся в нескольких стадиях.

На первой стадии проводятся очистка загрязненных вод от механических примесей. Сбор воды осуществляется в отстойнике для предотвращения загрязнения смолы механическими примесями. В зависимости $\lg(1/(1-\alpha))$ от времени при первичной и вторичной сорбционной очистке шахтных вод, наклон прямых линий на графике составляет: при первичной сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu): - для свинца - 23-34°; - для цинка - 4-35°; - для меди - 15-32°. Определена эффективная энергия активации указанного процесса, величина которой равна: при первичной сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu): - для свинца - 5,61 кДж/моль; - для цинка - 8,31 кДж/моль; и - для меди - 10,64 кДж/моль.

На второй стадии сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu): - для свинца - 28-35°; - для цинка - 9-32°; и - для меди - 3-27°. а энергия активации сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu): - для свинца - 4,80 кДж/моль; - для цинка - 17,05 кДж/моль; и для меди - 22,84 кДж/моль. Стадия очистки сорбции урана, проводятся с применением промышленного сорбента анионита или катионита, в

зависимости от форм нахождения ионов урана. При катионной форме нахождения урана используется

5

формы урана используется анионит АМ(п). Ёмкости ионитов составили около 120-150 кг/т. Содержание урана контролируется, как у входа сорбционной колонны, так и при выходе. Содержание урана в растворе после сорбции должна соответствовать нормам ПДК.

На третьей стадии после удаления ионов урана проводится очистка вод от ионов тяжелых металлов с применением активированного угля. Если уран очищался с использованием анионита, удаления ионов тяжелых металлов осуществляется с применением активированного угля АУ⁸⁰⁰, а при использовании катионита очистка проводится с применением активированного угля АУ⁴⁰⁰. Перед проведением исследований сорбент АУ предварительно высушивали до постоянного веса при температуре 100°C в течение 1,5 часов. Далее отобрали 20 грамм навески из высушенного продукта и поместили в круглодонную колбу, залитую 200 мл очищенной от урана воды. Процесс сорбции тяжелых металлов с сорбентом АУ проводили в течение 1 часа с постоянным перемешиванием раствора механической мешалкой. После отстаивали раствор в течение 15 часов при комнатной температуре. Отобрали из него 1 см³ декантата для определения в нем тяжелых металлов.

Эффективность многостадийной очистки воды от некоторых тяжелых металлов по данному способу достигается следующим образом. Положительные результаты экспериментов легли в основу предложения технологической схемы очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод от ионов урана и ТМ.

При многостадийной очистке ураносодержащих шахтных вод от ионов урана и ТМ время контакта со смолой марки АМ(п) составляло 5 мин. После завершения процесса сорбции урана, подачу воды в колонку перекрыли с помощью вентиля. Затем производили разгрузку сорбента марки АМ(п). Далее насыщенную ураном смолу подвергали десорбции. Полученный десорбат направили для дальнейшей переработки урана, а очищенную смолу заново загружали в колонку.

Проходящую через первую сорбционную колонку, очищенную от ионов урана воду, пропустили через вторую сорбционную колонку, загруженную сорбентом АУ⁸⁰⁰. Следили за концентрацией ТМ как у входа колонки, так и у её выхода. При насыщении АУ⁸⁰⁰ ионами ТМ снимали сорбент и отправляли на десорбцию. А колонку заправили свежим сорбентом АУ⁸⁰⁰.

В отличие от предыдущей технологии для очистки ураносодержащих дренажных вод от ионов урана и ТМ использовали промышленный сорбент катионит типа СГ-1 и сорбент АУ⁴⁰⁰, так как ионы металлов дренажных вод имеют катионную форму. Здесь, также следили за насыщением сорбентов и в

катионит СГ-1, а в случае нахождения анионной

1246

6

случае насыщения их ионами металлов снимали из сорбционной колонки и подвергали десорбции, затем заново загружали свежими сорбентами сорбционные колонки. Постоянный аналитический контроль (хим. анализ) необходим как после стадии очистки от урана, так и после стадии доочистки от ТМ.

Предложенный метод многостадийной очистки вод представляет практический народно-хозяйственный интерес

Комплексная сорбционная очистка загрязненных ураносодержащих вод от ионов урана и тяжелых металлов рассматривается ниже в следующих примерах:

Пример 1.

При двух стадийной очистки ураносодержащих вод с применением анионита АМ(п) время контакта с смолой составляет не менее 5 мин (Фиг.1). Когда завершаются процессы сорбции урана в колонне, подачу воды необходимо прикрыт и разгрузит сорбент марки АМ(п) из колонны. Далее насыщенная смола подвергается к десорбции. Полученный десорбат направляется на дальнейшую переработку, а очищенная смола заново загружается в колонну.

Параллельно, очищенная вода от ионов урана проходит через вторую сорбционную колонку, которая загружена сорбентом типа АУ⁸⁰⁰ для очищения воды от ионов тяжелых металлов. При насыщении АУ⁸⁰⁰ с ионами тяжелых металлов сорбент разгружается из колонны и отправляется для десорбции. А пустая колонка заправляется свежим сорбентом АУ⁸⁰⁰.

Пример 2.

В отличие от примера 1 очистка ураносодержащих вод от ионов урана и тяжёлых металлов проводится с использованием сорбентов катионита СГ-1 и АУ⁴⁰⁰ (Фиг.2). Здесь также следили за насыщением сорбентов и в случае насыщения их ионами металлов снимали из сорбционной колонны и подвергали десорбции, заново загружали свежими сорбентами в сорбционную колонку.

Постоянный аналитический контроль (хим. анализ) необходим для слежения за насыщенностью сорбентов ионами урана и тяжёлых металлов до и после стадии очистки воды.

Таким образом, преимуществом данного способа является то что, после трех стадии очистки загрязненной воды от урана и тяжелых металлов извлечение происходит в какой бы форме оно не находилось и данный способ остается эффективным. Тем самым, независимо от природы загрязнения (естественная или техногенная) комплексная сорбционная очистка способен полностью извлекать загрязнителей в катионной и в анионной форме урана и тяжелых металлов в воде.

Формула изобретения

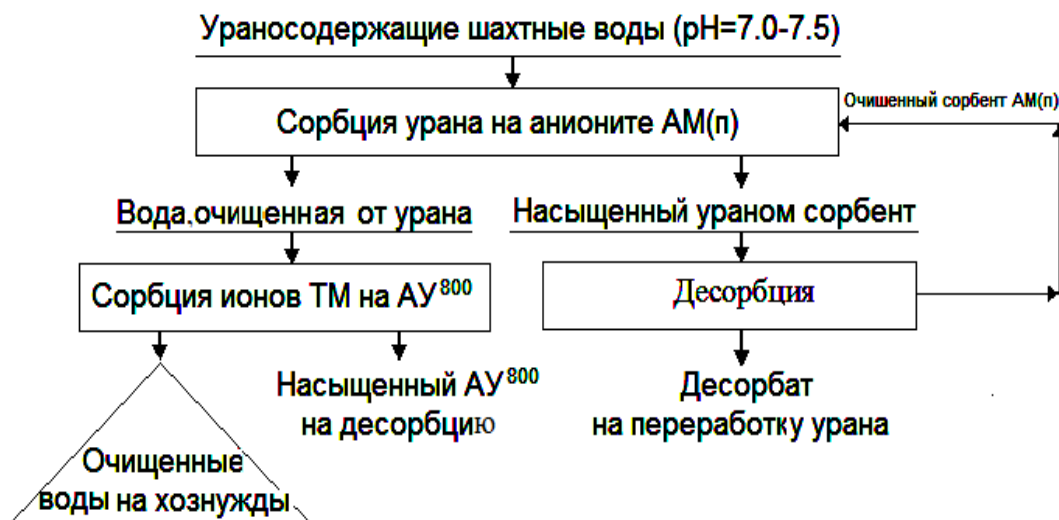
1. Комплекс сорбционной очистки загрязненных урансодержащих вод, включающий сбор и очистку воды от ионов урана и тяжелых металлов, **отличающийся тем, что** процесс очистки загрязненных вод проводят в нескольких стадиях, причем, на первой стадии очистки загрязненные воды удаляют от механических примесей и остаются в отстойнике, на второй стадии проводят сорбция урана с применением промышленного сорбента анионита или катионита, в зависимости от форм нахождения ионов урана, при этом содержание урана контролируют как на входе сорбционной колонны, так и при выходе, а на третьей стадии после удаления ионов урана проводят очистка воды от ионов тяжелых металлов с применением активированного угля разной марки в зависимости от форм нахождения.

2. Комплекс сорбционной очистки по пункту 1, **отличающийся тем, что** для очистки урансодержащих вод от анионных форм ионов урана и тяжелых металлов используют анионные сорбенты марки АМ(п) и активированный уголь АУ⁸⁰⁰.

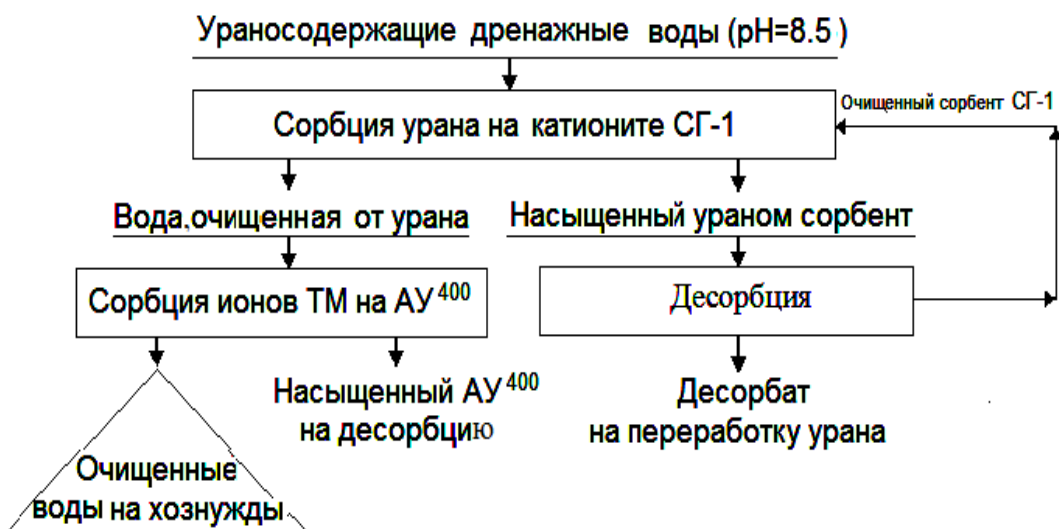
3. Комплекс сорбционной очистки по пункту 2, **отличающийся тем, что** для очистки урансодержащих вод от катионных форм ионов урана и тяжелых металлов используют катионные сорбенты марки СГ-1 и АУ⁴⁰⁰.

4. Комплекс сорбционной очистки по пункту 1, **отличающийся тем, что** процесс сорбции проводят при естественных условиях без дополнительной водоподготовки, причем время контакта со смолой анионита марки АМ(п) составляет не менее 5 мин, а с применением активированного угля 20 мин.

КОМПЛЕКС СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ВОД



Фиг.1



Фиг.2

Компьютерный набор: Нигораи А.