

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2818198

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОАГУЛЯНТА

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Матвеева Вера Анатольевна (RU), Семенова Александра Игоревна (RU), Чукаева Мария Алексеевна (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU)*

Заявка № 2023116459

Приоритет изобретения **22 июня 2023 г.**

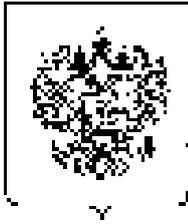
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **25 апреля 2024 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **22 июня 2043 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C02F 1/5245 (2023.08); C01G 49/14 (2023.08); C01F 7/74 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023116459, 22.06.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.06.2023Дата регистрации:
25.04.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.06.2023

(45) Опубликовано: 25.04.2024 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО "СПбГУ", Патентно-
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Матвеева Вера Анатольевна (RU),
Семенова Александра Игоревна (RU),
Чукаева Мария Алексеевна (RU),
Смирнов Юрий Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

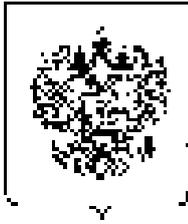
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2784031 C1, 23.11.2022. RU
2702572 C1, 08.10.2019. KZ 19423 A, 15.05.2008.
RU 2039711 C1, 20.07.1995. US 6375919 B1,
23.04.2002.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОАГУЛЯНТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологии неорганических веществ и может быть использовано при получении растворов сульфата железа и алюминия, применяемых в качестве коагулянтов для очистки сточных вод. Способ получения коагулянта включает обработку отходов обогащения железной руды раствором серной кислоты концентрацией 40-50%. Соотношение отходов обогащения железной руды к кислотному реагенту не менее 1:1 г/мл. Полученную смесь отстаивают в течение не менее 60 минут при 90-100°C. Полученную суспензию фильтруют с получением твердой и жидкой фазы.

Твердую фазу промывают до нейтрального значения pH промывочного раствора с получением твердой и жидкой фазы. Пескообразный осадок отправляют на утилизацию. Жидкую фазу, содержащую ионы железа и алюминия смешивают с жидкой фазой, оставшейся после фильтрации суспензии. Затем проводят количественный анализ содержания железа и алюминия и определяют эффективную дозу коагулянта. Обеспечивается повышение эффективности очистки сточных вод и утилизация отхода железорудного производства. 1 ил., 2 табл., 16 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C02F 1/52 (2006.01)
C01G 49/14 (2006.01)
C01F 7/74 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C02F 1/5245 (2023.08); *C01G 49/14* (2023.08); *C01F 7/74* (2023.08)(21)(22) Application: **2023116459, 22.06.2023**(24) Effective date for property rights:
22.06.2023Registration date:
25.04.2024

Priority:

(22) Date of filing: **22.06.2023**(45) Date of publication: **25.04.2024** Bull. № 12

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO "SPbGU", Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Matveeva Vera Anatolevna (RU),
Semenova Aleksandra Igorevna (RU),
Chukaeva Mariya Alekseevna (RU),
Smirnov Yuriy Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**(54) **METHOD FOR OBTAINING COAGULANT**

(57) Abstract:

FIELD: technology of inorganic substances.

SUBSTANCE: invention can be used in the production of solutions of iron and aluminium sulphate used as coagulants for wastewater treatment. The method for producing a coagulant involves treating iron ore enrichment waste with a sulphuric acid solution with a concentration of 40-50%. The ratio of iron ore enrichment waste to acid reagent is at least 1:1 g/ml. The resulting mixture is left to stand for at least 60 minutes at 90-100°C. The resulting suspension is filtered to obtain solid and liquid phases. The solid

phase is washed until the pH of the wash solution is neutral to obtain a solid and liquid phase. The sandy sediment is sent for disposal. The liquid phase containing iron and aluminium ions is mixed with the liquid phase remaining after filtering the suspension. Then a quantitative analysis of the iron and aluminium content is carried out and the effective dose of the coagulant is determined.

EFFECT: increases the efficiency of wastewater treatment and recycling of iron ore production waste.

1 cl, 1 dwg, 2 tbl, 16 ex

Изобретение относится к технологии неорганических веществ и может быть использовано при получении растворов сульфата железа и алюминия, применяемых в качестве коагулянтов для очистки сточных вод.

Известен способ получения железоалюминийсодержащего коагулянта (патент РФ № 2418746, опубл. 20.05.2011 г.), включающий растворение компонентов с последующим окислением Fe^{2+} до Fe^{3+} , причем ведут растворение металлического алюминия в водном растворе хлорида железа с концентрацией ионов железа 45-70 г/л при перемешивании в течение 10-15 мин и с последующим отделением осадка, а окисление Fe^{2+} до Fe^{3+} ведут перекисью водорода при температуре 70-80°C в течение 1-2 ч.

Недостатками данного способа является высокое газообразование при окислении перекисью водорода.

Известен способ получения железосодержащего коагулянта (патент РФ №2424195, опубл. 20.07.2011 г.), включающий окисление Fe^{2+} до Fe^{3+} гипохлоритом натрия в качестве окислителя, а концентрированные растворы коагулянта получают окислением отработанных травильных растворов, содержащих сульфаты и хлориды железа, с последующей обработкой суспензии минеральной кислотой до растворения осадка.

Недостатками является использование гипохлорита натрия, который неустойчив при высоких температурах нагрева.

Известен способ получения алюможелезного коагулянта на основе сульфата алюминия (патент РФ № 2264352, опубл. 20.11.2005 г.), включающий взаимодействие гидроксида алюминия с серной кислотой при повышенной температуре, выдержку и кристаллизацию продукта, в дальнейшем в суспензию гидроксида алюминия вводят соединение железа при атомном отношении железа к алюминию, равном 0,10-0,20, а серную кислоту на взаимодействие подают с избытком 4÷8 масс.% от стехиометрически необходимого.

Недостатками являются низкий выход коагулянта порядка от 50 до 60%, а также низкая эффективность получаемого реагента относительно растворенных органических соединений.

Известен способ получения железоалюминиевого коагулянта из золы ТЭЦ или глины (патент РФ № 2122975, опубл. 10.12.1998 г.), включающий выщелачивание оксидов металлов раствором серной кислоты и хлоридсодержащего компонента, отстаивание или фильтрацию реакционной массы, где в качестве хлоридсодержащих компонентов используют отходы кожевенного производства - раствор поваренной соли после промывки кожсырья или отработанный пикельный раствор с концентрацией поваренной соли в реакционном растворе 8 - 50 г/л, а реакционную массу нагревают путем воздействия постоянного или переменного тока с электродами из углеродистых сплавов железа.

Недостатками являются низкая эффективность получаемого коагулянта по отношению к взвешенным веществам, соединениям хрома и нефтепродуктам, а образующийся в процессе коагуляции осадок обладает низкой скоростью фильтрации.

Известен способ получения комплексного железосодержащего коагулянта для очистки воды (патент РФ № 2784031, опубл. 23.11.2022 г.), принятый за прототип, включающий обработку окалины кислотными титансодержащими реагентами 20-40%-ной концентрации, причем в качестве кислотного реагента используют гидролизную серную кислоту процесса производства диоксида титана или сернокислые растворы травления титановых изделий, или сернокислые растворы переработки красного шлама с массовым содержанием соединений титана 0,5-2,5% при соотношении массы окалины

к объему кислотного реагента 1:(11-15) и температуре 100-130°C.

Недостатками данного способа являются высокий температурный интервал обработки реагентов.

5 Техническим результатом является повышение эффективности очистки сточных вод и утилизация отхода железорудного производства.

Технический результат достигается тем, что в качестве твердого соединения используют отходы обогащения железной руды, соотношение отходов обогащения железной руды к кислотному реагенту на уровне не менее 1:1 г/мл, далее смесь отстаивают в течение не менее 60 минут при температуре от 90 до 100°C при нормальном атмосферном давлении, полученную суспензию фильтруют через фильтр с размером пор, не превышающим минимальный размер зерен отхода обогащения железной руды, с получением твердой и жидкой фазы, твердая фаза смесь пескообразного осадка и продуктов реакции, промывают до получения нейтрального значения рН промывочного раствора с получением твердой фазы, пескообразный осадок, который отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, которая содержит ионы железа и алюминия, которую далее смешивают с жидкой фазой, которая осталась после фильтрации суспензии, обе жидкие фазы содержащие коагулянт перекачивают в емкость, из которой производят отбор пробы для проведения количественного анализа содержания железа и алюминия, затем готовят модельный раствор цветности на основе гумата натрия, который наливают в прозрачные емкости, в каждую вносится одинаковую дозу коагулянта, при этом рН модельных растворов доводят от 1 до 12 с использованием растворов NaOH и HCl, далее полученные растворы перемешивают, а далее отстаивают, проводят фильтрацию с получением твердой фазы, которую отправляют на утилизацию, и жидкую фазу, которую анализируют на оставшуюся цветность на спектрометре, затем подбирают наименьшую минимальной для очистки дозы внесения коагулянта, в реактор наливают 1,0 дм³ модельной суспензии цветности, включают подачу теплоносителя и перемешивают для равномерного нагрева модельного раствора от 190 до 210°C, добавляют рабочий раствор коагулянта и продолжают перемешивание, доводят рН до 7 с использованием раствора NaOH и перемешивают с постепенным снижением скорости перемешивания до полной остановки, отстаивают не менее 30 минут, фильтруют с получением твердой фазы, которую отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, которую анализируют на оставшуюся цветность на спектрометре, при этом доза коагулянта, которая снижает цветности с 50 до 20 градусов является эффективной дозой для модельного раствора цветности.

35 Способ получения коагулянта поясняется следующей фигурой:

Фиг. 1 - График зависимости изменения цветности от дозы коагулянта.

Способ осуществляется следующим образом. Отходы обогащения железной руды обрабатывают в кислотостойкой емкости раствором с содержанием серной кислоты от 40 до 50% с последующим взбалтываем компонентов. Соотношение отходов обогащения железной руды к кислотному реагенту поддерживается на уровне не менее 1:1 г/мл. Далее смесь отстаивают в течение не менее 60 минут при температуре от 90 до 100°C при нормальном атмосферном давлении. Полученную суспензию фильтруют через фильтр с размером пор не превышающим минимальный размер зерен отхода обогащения железной руды с получением твердой фазы и жидкой фазы. Твердая фаза смесь пескообразного осадка и продуктов реакции, далее промывается до получения нейтрального значения рН промывочного раствора с получением твердой фазы пятого класса опасности, пескообразный осадок, который отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, которая содержит ионы железа и алюминия, которую далее смешивают с жидкой

фазой, которая осталась после фильтрации суспензии.

Обе жидкие фазы, содержащие коагулянт, перекачивают в емкость, из которой производят отбор пробы для проведения количественный анализа содержания железа и алюминия с использованием эмиссионного спектрометра ICPE - 9000 Schumadzu.

5 Готовят модельный раствор цветности на основе гумата натрия. Подготовленный модельный раствор цветности наливается в прозрачные емкости для проведения испытаний. В каждую емкость вносится одинаковая доза коагулянта. рН модельных растворов доводят соответственно до 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 для этого используют растворы NaOH и HCl. Полученные растворы перемешивают в мешалке, отстаивают
10 30 минут. После этого проводят фильтрацию с получением твердой фазы, которую отправляют на утилизацию, и жидкую фазу, раствор анализируют на оставшуюся цветность с помощью спектрометра.

Затем осуществляют подбор наименьшей минимальной для очистки дозы внесения коагулянта. В реактор для проведения очистки наливают 1,0 дм³ модельной суспензии
15 цветности, включают подачу теплоносителя и перемешивание для равномерного нагрева модельного раствора от 19° до 21°С. После этого добавляют соответственно рабочий раствор коагулянта и перемешивают. Доводят рН до 7 с использованием раствор NaOH. Далее полученный раствор перемешивают с постепенным снижением скорости
20 перемешивания до полной остановки. Затем отстаивают не менее 30 минут, фильтруют с получением твердой фазы, которую отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, раствор анализируют на оставшуюся цветность с помощью спектрометра (фиг. 1). Доза коагулянта, которая снижает цветности с 50 до 20 градусов является эффективной дозой для модельного раствора цветности.

Способ поясняется следующими примерами.

25 Пример 1. Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 35%-ной концентрации при температуре 20°С в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 0,72% массы, соединений железа в форме сульфата III - 2,19% масс. (таблица 1). Полученный раствор используют в качестве коагулянта. Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования
30 фильтром синяя лента с размером пор 2 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 2. Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 20°С в течение 180 минут.
35 Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 0,85% массы, соединений железа в форме сульфата III - 2,91% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером пор 2 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 3.

40 Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 45%-ной концентрации при температуре 20°С в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 0,84% массы, соединений железа в форме сульфата III - 2,89% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером пор 2 мкм. Далее Исследование
45 эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 4.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 50%-ной концентрации при температуре 20°С в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 0,69% массы, соединений железа в форме

сульфата III - 2,75% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 5.

5 Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 55%-ной концентрации при температуре 20°C в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 0,64% массы, соединений железа в форме сульфата III - 2,70% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу
10 фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 6.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 75°C в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,35% массы, соединений железа в форме
15 сульфата III - 4,76% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером 2 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 7.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной
20 кислоты 40%-ной концентрации при температуре 80°C в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,43% массы, соединений железа в форме сульфата III - 5,78% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером 2 мкм. Исследование эффективности
внесения коагулянта не рационально.

25 Пример 8.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 85°C в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,52% массы, соединений железа в форме
30 сульфата III - 6,98% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером 2 мкм. Далее Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 9.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной
35 кислоты 40%-ной концентрации при температуре 90°C в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,70% массы, соединений железа в форме сульфата III - 8,21% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером 2 мкм. Производится дополнительная промывка оставшейся твердой фазы технической водой. Твердую фазу направляют на
40 утилизацию. Жидкую фазу перекачивают в другую емкость, где проводят оценку эффективности выщелачивания железа и алюминия для расчета дозировки коагулянта. Далее проводят подбор оптимального рН для наиболее эффективной очистки коагулянтном модельного раствора цветности. После чего определяют наименьшую эффективную дозу внесения коагулянта по оксиду железа. По результатам проверки коагулянт показал наивысшую эффективность при рН=7, эффективная доза внесенного
45 оксида железа в модельный раствор цветности составляет 5 мг/л.

Пример 10.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 95°C в течение 180 минут. Содержание

соединений алюминия в форме сульфата - 1,69% массы, соединений железа в форме сульфата III - 8,20% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером 2 мкм. Производится дополнительная промывка оставшейся твердой фазы технической водой. Твердую фазу направляют на утилизацию. Жидкую фазу перекачивают в другую емкость, где проводят оценку эффективности выщелачивания железа и алюминия для расчета дозировки коагулянта. Далее проводят подбор оптимального рН для наиболее эффективной очистки коагулянтном модельного раствора цветности. После чего определяют наименьшую эффективную дозу внесения коагулянта по оксиду железа. По результатам проверки коагулянт показал наивысшую эффективность при рН=7, эффективная доза внесенного оксида железа в модельный раствор цветности составляет 5 мг/л.

Пример 11.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 100°C в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,72% массы, соединений железа в форме сульфата III - 8,21% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром синяя лента с размером пор 2 мкм. Производится дополнительная промывка оставшейся твердой фазы технической водой. Твердую фазу направляют на утилизацию. Жидкую фазу перекачивают в другую емкость, где проводят оценку эффективности выщелачивания железа и алюминия для расчета дозировки коагулянта. Далее проводят подбор оптимального рН для наиболее эффективной очистки коагулянтном модельного раствора цветности. После чего определяют наименьшую эффективную дозу внесения коагулянта по оксиду железа. По результатам проверки коагулянт показал наивысшую эффективность при рН=7, эффективная доза внесенного оксида железа в модельный раствор цветности составляет 5 мг/л.

Пример 12.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 100°C в течение 15 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,21% массы, соединений железа в форме сульфата III - 4,66% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 13.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 100°C в течение 30 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,51% массы, соединений железа в форме сульфата III - 6,92 % масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Исследование эффективности внесения коагулянта не рационально.

Пример 14.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 100°C в течение 60 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,77% массы, соединений железа в форме сульфата III - 8,36% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Производится дополнительная промывка оставшейся твердой фазы технической водой. Твердую фазу направляют на утилизацию. Жидкую фазу перекачивают в другую емкость, где проводят оценку эффективности выщелачивания железа и алюминия для расчета дозировки

коагулянта. Далее проводится подбор оптимального рН для наиболее эффективной очистки коагулянтом модельного раствора цветности. После чего определяется наименьшая эффективная доза внесения коагулянта по оксиду железа, требуемая для очистки цветности с 50 до 20 градусов. Результаты эксперимента представлены на

5 таблице 1.

Таблица 1 - Влияние рН на процесс коагуляции				
Цветность раствора исходная	Abs, до очистки	рН	Abs, после коагулирования	Цветность раствора после очистки
50	0,151	1	0,152	50
50	0,151	2	0,151	50
50	0,151	3	0,149	50
50	0,151	4	0,047	17
50	0,151	5	0,030	11
50	0,151	6	0,025	9
50	0,151	7	0,015	6
50	0,151	8	0,047	17
50	0,151	9	0,044	15
50	0,151	10	0,039	14
50	0,151	11	0,053	19
50	0,151	12	0,088	30

В ходе эксперимента выявлено, что с наибольшей эффективностью коагулянт проявил себя при рН=7, при этом свою работоспособность продемонстрировал в широком диапазоне рН от 4 до 12.

На фиг. 1 представлен график в координатах «доза коагулянта, мг/дм³ - цветность, градус», по которому была определена минимальная доза коагулянта при значении цветности, равном 20°.

По результатам проведенных экспериментов, показанных на фиг. 1, можно сделать вывод о том, что эффективной дозой коагулянта для модельного раствора цветности является 5 мг/л по оксиду железа.

Пример 15.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной при температуре 100°С в течение 120 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,80% массы, соединений железа в форме сульфата III - 8,44% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Производится дополнительная промывка оставшейся твердой фазы технической водой. Жидкую фазу перекачивают в другую емкость, где проводят оценку эффективности выпелачивания железа и алюминия для расчета дозировки коагулянта. Твердую фазу направляют на утилизацию. Далее проводят подбор оптимального рН для наиболее эффективной очистки коагулянтом модельного раствора цветности. После чего определяют наименьшую эффективную дозу внесения коагулянта по оксиду железа. По результатам проверки коагулянт показал наивысшую эффективность при рН=7, эффективная доза внесенного оксида железа в модельный раствор цветности составляет 5 мг/л.

Пример 16.

Отходы обогащения железной руды в количестве 15 г обрабатывают 15 мл серной кислоты 40%-ной концентрации при температуре 100°С в течение 180 минут. Содержание соединений алюминия в форме сульфата - 1,72% массы, соединений железа в форме сульфата III - 8,21% масс. (таблица 1). Полученная суспензия подвергается процессу фильтрования фильтром белая лента с размером пор 8 мкм. Производится дополнительная промывка оставшейся твердой фазы технической водой. Жидкую фазу

перекачивают в другую емкость, где проводят оценку эффективности выщелачивания железа и алюминия для расчета дозировки коагулянта. Твердую фазу направляют на утилизацию. Далее проводят подбор оптимального рН для наиболее эффективной очистки коагулянтом модельного раствора цветности. После чего определяют наименьшую эффективную дозу внесения коагулянта по оксиду железа. По результатам проверки коагулянт показал наивысшую эффективность при рН=7, эффективная доза внесенного оксида железа в модельный раствор цветности составляет 5 мг/л.

В таблице 2 приведены результаты проведения опытов, описанных в примерах 1-16 с установлением разных параметров способа получения коагулянта и утилизации отходов обогащения железной руды.

Таблица 2 - Результаты проведенных экспериментов.									
№	Концентрация серной кислоты, %	Температура, °С	Время, мин	т:ж	Соединения Fe в форме сульфатов III, %	Соединения Al в форме сульфатов, %	Эффективность выщелачивания Fe, %	Эффективность выщелачивания Al, %	
1	35	20	180	1:1	2,19	0,72	6,7	12,5	
2	40	20	180	1:1	2,91	0,85	9,0	14,8	
3	45	20	180	1:1	2,89	0,84	8,9	14,6	
4	50	20	180	1:1	2,75	0,69	8,5	12,1	
5	55	20	180	1:1	2,70	0,64	8,4	11,1	
6	40	75	180	1:1	4,76	1,35	14,7	23,5	
7	40	80	180	1:1	5,78	1,43	17,9	24,9	
8	40	85	180	1:1	6,98	1,52	21,6	26,5	
9	40	90	180	1:1	8,21	1,70	25,3	29,8	
10	40	95	180	1:1	8,20	1,69	25,3	29,6	
11	40	100	180	1:1	8,21	1,72	25,3	30,1	
12	40	100	15	1:1	4,66	1,21	14,4	21,1	
13	40	100	30	1:1	6,92	1,51	21,3	26,3	
14	40	100	60	1:1	8,36	1,77	25,8	30,9	
15	40	100	120	1:1	8,44	1,80	26,03	31,5	
16	40	100	180	1:1	8,21	1,72	25,3	30,0	

Наибольшая эффективность выщелачивания железа и алюминия из отходов обогащения железной руды была достигнута при концентрации серной кислоты от 40 до 50%, температуре проведения реакции 90-100°С и времени протекания реакции не менее 60 мин и составила 25,8% и 30,9% соответственно. Полученный коагулянт содержит соединения алюминия в форме сульфата - 1,77% массы, соединения железа в форме сульфата III - 8,36% масс.

Способ переработки отходов обогащения железной руды с использованием реагента - серной кислоты обеспечивает извлечение железа и алюминия из отходов обогащения железной руды и позволит получить коагулянт для очистки сточных вод.

(57) Формула изобретения

Способ получения коагулянта, включающий обработку твердого соединения с содержанием оксида железа раствором серной кислоты концентрацией от 40 до 50%, отличающийся тем, что в качестве твердого соединения используют отходы обогащения железной руды, соотношение отходов обогащения железной руды к кислотному реагенту на уровне не менее 1:1 г/мл, далее смесь отстаивают в течение не менее 60 минут при температуре от 90 до 100°С при нормальном атмосферном давлении, полученную суспензию фильтруют через фильтр с размером пор, не превышающим минимальный размер зерен отхода обогащения железной руды, с получением твердой и жидкой фазы, твердую фазу - смесь пескообразного осадка и продуктов реакции промывают до

получения нейтрального значения рН промывочного раствора с получением твердой фазы, пескообразного осадка, который отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, которая содержит ионы железа и алюминия, которую далее смешивают с жидкой фазой, которая осталась после фильтрации суспензии, обе жидкие фазы, содержащие коагулянт, перекачивают в емкость, из которой производят отбор пробы для проведения количественного анализа содержания железа и алюминия, затем готовят модельный раствор цветности на основе гумата натрия, который наливают в прозрачные емкости, в каждую вносится одинаковая доза коагулянта, при этом рН модельных растворов доводят от 1 до 12 с использованием растворов NaOH и HCl, далее полученные растворы перемешивают, а далее отстаивают, проводят фильтрацию с получением твердой фазы, которую отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, которую анализируют на оставшуюся цветность на спектрометре, затем подбирают наименьшую минимальную для очистки дозу внесения коагулянта, в реактор наливают 1,0 дм³ модельной суспензии цветности, включают подачу теплоносителя и перемешивают для равномерного нагрева модельного раствора от 19° до 21°С, добавляют рабочий раствор коагулянта и продолжают перемешивание, доводят рН до 7 с использованием раствора NaOH и перемешивают с постепенным снижением скорости перемешивания до полной остановки, отстаивают не менее 30 минут, фильтруют с получением твердой фазы, которую отправляют на утилизацию, и жидкой фазы, которую анализируют на оставшуюся цветность на спектрометре, при этом доза коагулянта, которая снижает цветность с 50 до 20 градусов, является эффективной дозой для модельного раствора цветности.

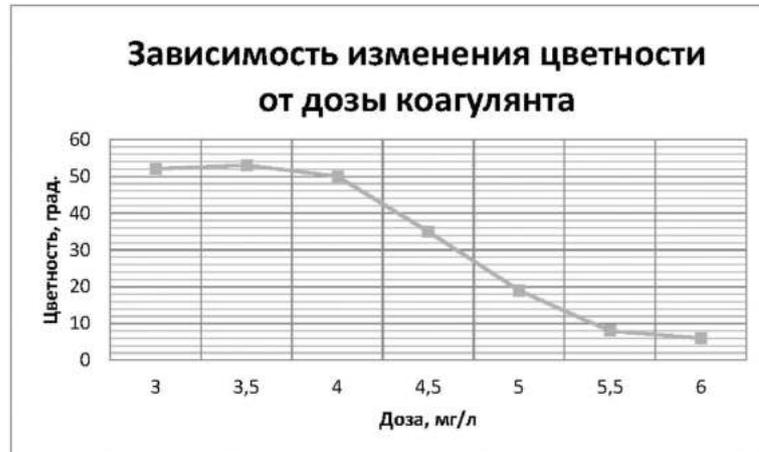
25

30

35

40

45



Фиг. 1