



Республика Таджикистан

(19) **TJ** ⁽¹¹⁾ **1681**

(51) МПК **C01F 7/74 (2022.01);**
C01G 49/14 (2006.01); C02F 1/52 (2023.01);
C02F 11/00 (2006.01)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2502050

(22) 04.02.2025

(46) Бюл. 228, 2026

(71) Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ (TJ).

(72) Амирзода Ориф Хамид (TJ), Ахмадов Пайрав Мирзоназарович (TJ), Шарифзода Шухрат Курбон (TJ), Рузиев Джура Рахимназарович (TJ).

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СМЕШЕННОГО СУЛЬФАТСОДЕРЖАЩЕГО КОАГУЛЯНТА**

(56) 1. Патент RU 2019 520 C1, 15.09.1994

2. Авт.св-во №1742214 A1, 23.06.1992.

3. Патент RU 2122975, 1998.

4. Патент RU 2264352, 2005.

5. GB 2293819, 10.04.1996

(57) Изобретение относится к области обработки водопроводных осадков, в частности к способам получения смешанного коагулянта. В процессе очистки высокомутных природных вод, а также в практике водоподготовки широкое применение получили алюминийсодержащие коагулянты, в особенности сульфат алюминия.

Целью изобретения является разработка рациональной и экологически безопасной

2

технологии получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта со сниженным содержанием вредных примесей для очистки воды при минимальном расходе реагентов и энергоносителей.

Поставленная достигается способом получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта, включающий реакцию алюможелезосодержащего сырья с концентрированной серной кислотой (98 %), причем в качестве алюможелезосодержащего сырья используют осадок бассейна суточного регулирования (ил), который предварительно сушат в естественных условиях и измельчают до размера частиц не более 2 мм, после чего к измельченному осадку добавляют воду и концентрированную серную кислоту (98 %), полученную смесь подвергают разложению в течение 3–5 минут при температуре 70–80°C, образующую пульпу фильтруют, при этом осветлённую жидкую фазу, содержащую сульфаты алюминия и железа, используют для очистки воды, а твёрдую фазу, содержащую кремнезём, используют в строительной отрасли.

Изобретение относится к области обработки водопроводных осадков, в частности к способам получения смешанного коагулянта. В процессе очистки высокомутных природных вод, а также в практике водоподготовки широкое применение получили алюминийсодержащие коагулянты, в особенности сульфат алюминия.

Примерно 70 % водоочистных сооружений для снижения мутности исходной воды используют традиционные коагулянты, такие как сульфат алюминия (квасцы) и сульфат железа. Коагулянт, вводимый в неочищенную воду, реагирует с естественной или добавленной щёлочностью воды с образованием нерастворимой основной формы коагулянта в виде осадка. Образующийся осадок содержит взвешенные вещества, такие как ил, растворённые или коллоидные органические вещества, микроскопические организмы, коллоидные гидроксиды металлов и другие примеси.

Основным способом производства сульфата алюминия является его получение из гидроксида алюминия [1]. Способ включает две основные технологические стадии: разложение гидроксида алюминия серной кислотой и кристаллизацию образовавшегося продукта. Разложение гидроксида алюминия осуществляют серной кислотой концентрацией 92–93 %, а обезвоживание и гранулирование сульфата алюминия проводят при температуре 160–190 °C.

Основным недостатком данного способа получения коагулянта является сложность технологического процесса, а также использование дорогостоящего сырья.

Известен способ получения коагулянта на основе сульфата алюминия из геленитового шлака [2], который подвергают выщелачиванию 35–45 %-ной серной кислотой при температуре 75–80 °C в течение 45–60 мин. Однако данный способ не обеспечивает высокой степени растворения оксидов. Известен также способ получения железоалюминийсодержащего коагулянта [3] путём растворения оксидов железа и алюминия серной кислотой из глины или золы. Выщелачивание оксидов осуществляют при температуре 100–120 °C в растворе, содержащем 20–45 % серной кислоты и 8–50 г/л хлорида натрия, в течение 2–4 ч. Для удешевления процесса и снижения загрязнения окружающей среды в качестве источника хлоридов используют очищенный раствор после промывки кожевенного сырья или отработанный пиксельный раствор, являющиеся отходами кожевенного производства. Подогрев и обогащение реакционной массы ионами железа осуществляют путём пропускания через неё постоянного или переменного электрического тока с использованием стальных электродов.

Известен способ получения алюможелезного коагулянта [4], включающий взаимодействие гидроксида алюминия с серной кислотой при повышенной температуре, выдержку и кристаллизацию продукта, при этом 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 мас. % от стехиометрически необходимого количества.

Недостатками указанных способов являются низкий выход коагулянта (50–60 %), повышенные энергозатраты, обусловленные необходимостью нагрева реакционной массы до температуры 120 °C, а также применение концентрированной серной кислоты при высоких температурах, что требует использования коррозионностойкого и, как следствие, дорогостоящего оборудования. Кроме того, данные способы представляют экологическую опасность как для обслуживающего персонала, так и для окружающей среды.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта, путем реакции концентрированной серной кислоты (98 %) с оксидами или гидратированными оксидами алюминия, железа или природными бокситами (алюмосодержащее сырьё, которые измельчают до размера не менее 1–2 мм, добавляют воду, быстро добавляют кислоту, температура реакции поднимается до 130 °C, при этом реакция завершается в течение 10 минут, для предотвращения кристаллизации продукта дополнительно добавляют воду [5]. Недостаток прототипа - проведение реакции при температуре, достигающей 130 °C, с использованием концентрированной серной кислоты (98 %), что обуславливает повышенные энергозатраты, усложнение технологического процесса и необходимость применения дорогостоящего коррозионностойкого оборудования. Предусмотренное в способе введение воды для предотвращения кристаллизации продукта, увеличивает расход реагентов и снижает технологическую эффективность процесса.

Целью изобретения является разработка рациональной и экологически безопасной технологии получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта со сниженным содержанием вредных примесей для очистки воды при минимальном расходе реагентов и энергоносителей.

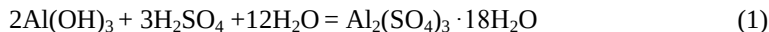
Поставленная достигается способом получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта, включающий реакцию алюможелезосодержащего сырья с концентрированной серной кислотой (98 %), причем в качестве алюможелезосодержащего сырья используют осадок бассейна суточного регулирования (ил), который предварительно сушат в естественных условиях и измельчают до размера частиц не более 2 мм, после чего к измельчённому осадку добавляют воду и концентрированную серную кислоту (98 %), полученную смесь подвергают разложению в течение 3–5 минут при температуре 70–80 °C, образующуюся пульпу фильтруют, при этом осветлённую жидкую фазу, содержащую сульфаты алюминия и железа, используют для очистки воды, а твёрдую фазу, содержащую кремнезём, используют в строительной отрасли.

При разложении ила концентрированной серной кислотой образуется смесь сульфатов алюминия и железа, которая может использоваться в качестве коагулянта для очистки воды.

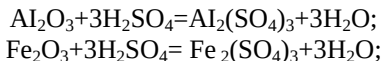
Ил, содержащий коагулянт, разбавлен примесями шлама квасцов, которые составляют от 1 до 15 % массы. Для захоронения шлама квасцов на свалках требуется, чтобы содержание твердых веществ в нем составляло не менее 10–20 %.

Сущность данного способа заключается в разработке технологии получения смеси сульфатсодержащего коагулянта методом кислотного разложения при минимальном расходе материалов и энергоносителей. Способ позволяет утилизировать осадок, образующийся в бассейнах суточного регулирования (БСР), что способствует сохранению качества окружающей среды.

Взаимодействие гидроксида алюминия с серной кислотой при комнатной температуре протекает по следующей реакции:



Оксиды алюминия и железа, содержащиеся в составе ила водоочистных сооружений (ВО), при разложении серной кислотой при температуре 70–80°C взаимодействуют с образованием соответствующих сульфатов, при этом протекают следующие реакции:



Химический состав водопроводного осадка, образующегося в бассейнах суточного регулирования (БСР), был определён на лабораторных установках Ташкентского химико-технологического института с использованием высокопроизводительного энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра. Результаты анализа химического состава водопроводного осадка приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав водопроводного осадка БСР

Содержание компонентов % мас.																												
0.0080	Cl																											
0.0009	Br																											
1.50	Na2O																											
2.56	MgO																											
19.9	Al2O3																											
57.6	SiO2																											
0.175	SO3																											
3.33	K2O																											
5.81	CaO																											
0.785	TiO2																											
0.0288	V2O5																											
0.0146	Cr2O3																											
0.124	MnO																											
6.49	Fe2O3																											
0.0210	Co2O3																											
0.0080	NiO																											
0.0071	CuO																											
0.0282	ZnO																											
0.0032	Ga2O3																											
0.0045	As2O3																											
0.0189	Rb2O																											
0.0050	Y2O3																											
0.0180	SrO																											
0.179	ZrO2																											
0.0022	Nb2O5																											
0.0315	BaO																											
0.0024	HfO2																											
0.0023	Ta2O5																											
0.0009	Ir2O3																											
0.0014	Au2O																											
0.0074	PbO																											

Расход серной кислоты для сернокислотного разложения определяли на основе стехиометрических расчётов с учётом протекающих реакций между кислотой и компонентами химического состава водопроводного осадка. Процесс разложения проводили при комнатной температуре в течение 30 мин.

Полученную пульпу фильтровали с целью отделения жидкой фазы от твёрдой фазы. Жидкую фазу, содержащую сульфаты алюминия и железа, исследовали на коагулирующие свойства. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты испытания полученных коагулянтов сернокислотным разложением из водопроводного осадка БСР

T=25-30 °C			T=70-80 °C		
Исх. мутность воды: -330 мг/л			Исх. мутность воды: -360 мг/л		
№	Остаточный мутность воды=мг/л	α- степень коагуляция, %	№	Остаточный мутность воды=мг/л	α- степень коагуляция, %
1	78,0	76,36	1	47,0	87,0
2	52,0	84,25	2	27,9	92,27
3	41,30	87,45	3	19,1	94,70
4	33	90,0	4	18,0	94,98

Как видно из данных, приведённых в таблице 2, при добавлении коагулянта, полученного при комнатной температуре, в концентрации от 1 до 4 мг/л степень коагуляции изменяется в диапазоне от 76,36 до 90,0 %. В таблице также представлены результаты сернокислотного разложения при температуре 70–80°C с использованием полученного смешанного коагулянта в концентрации от 1 до 4 мг/л, при этом степень коагуляции составляет от 87,0 до 94,98 %.

Проведённые исследования показывают, что полученная смесь сульфатсодержащего коагулянта на основе водопроводного осадка может быть использована для очистки питьевой воды.

Пример осуществления способа:

В лабораторный реактор, оснащённый мешалкой, последовательно загружали 1 кг предварительно высушенного осадка и 3,0442 кг воды, после чего при перемешивании постепенно добавляли 0,352 кг 98%-ной серной кислоты. При взаимодействии серной кислоты с содержащимися в составе осадка гидроксидами алюминия и железа протекали экзотермические реакции в течение 3–5 мин, при этом температура реакционной массы повышалась до 70°C.

Дальнейшее перемешивание без дополнительного нагрева продолжали в течение 30 мин. Образующуюся пульпу фильтровали, а жидкую фазу подвергали испытаниям на коагулирующие свойства, при этом степень коагуляции достигала 90,0 %.

Дополнительно в тех же условиях изучали разложение осадка серной кислотой при поддержании температуры в пределах 70–80 °С, при котором степень коагуляции составляла 94,98 %.

Твёрдая нерастворимая фаза, содержащая преимущественно кремнезём, была использована в строительной отрасли.

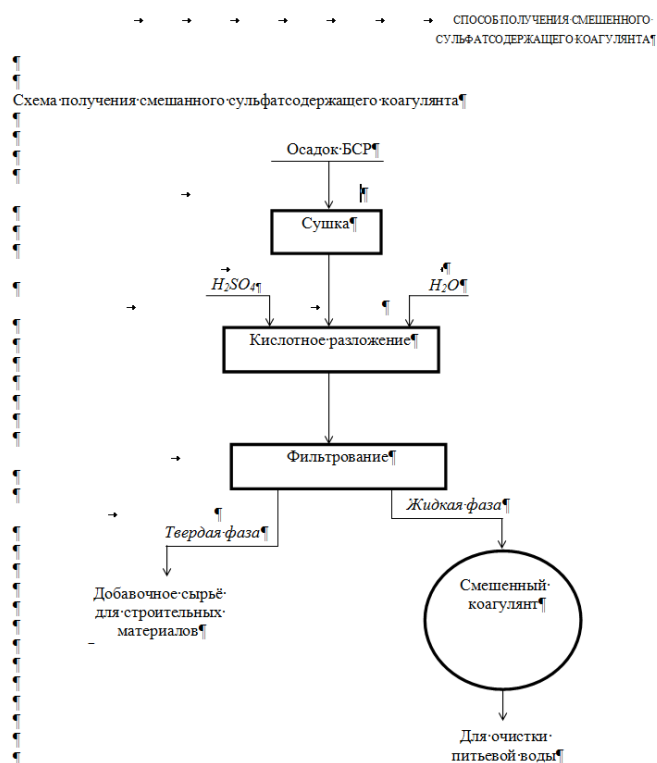
Схема заявленного способа получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта приведена на рисунке.

Таким образом, предложенный способ прост в эксплуатации, позволяет решить проблему очистки питьевой воды коагулянтами, которые заменяет импортную продукцию, а также решаются вопросы очистки осадков бассейна суточного регулирования (БСР), тем самым предотвращает загрязнению водных объектов.

Формула изобретения

Способ получения смешанного сульфатсодержащего коагулянта, включающий реакцию алюможелезосодержащего сырья с концентрированной серной кислотой (98 %), отличающийся тем, что в качестве алюможелезосодержащего сырья используют осадок бассейна суточного регулирования (ил), который предварительно сушат в естественных условиях и измельчают до размера частиц не более 2 мм, после чего к измельчённому осадку добавляют воду и

концентрированную серную кислоту (98 %), полученную смесь подвергают разложению в течение 3–5 минут при температуре 70–80 °С, образующуюся пульпу фильтруют, при этом осветлённую жидкую фазу, содержащую сульфаты алюминия и железа, используют для очистки воды, а твёрдую фазу, содержащую кремнезём, используют в строительной отрасли.



Компьютерный набор: Газиев М.