

## ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ В СЛОЕ ГРАНУЛ ЖЕЛЕЗА

К.И. Мачехина, Д.А. Войно, Л.А. Костикова  
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Л.Н. Шиян

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, mauthksu@yandex.ru*

В настоящее время использование подземных вод для питьевого водоснабжения ограничено повышенной концентрацией ионов железа, что характерно для Западно-Сибирского региона. Наряду с повышенным содержанием ионов железа подземные воды обогащены органическими веществами гумусового происхождения [1]. Гуминовые вещества не являются токсичными и не представляют опасности для человека, но в присутствии ионов железа способствуют образованию коллоидной системы, обладающей устойчивостью к физико-химическим воздействиям, используемым в технологиях водоподготовки [2, 3].

Целью работы является исследование влияния импульсного электрического разряда в слое гранул железа на устойчивость гуминовых веществ, содержащихся в подземных водах Западной Сибири.

Объектом исследования являются природные воды и модельные растворы гумата натрия.

Содержание органических веществ определяли по значению перманганатной окисляемости (ПО) – титриметрически согласно ГОСТ 2761-84, по значению химического потребления кислорода (ХПК) – фотометрически согласно ГОСТ 14657.9-96 и с помощью анализатора общего органического углерода (ТОС) «Sievers 820». Содержание железа в растворе определяли с помощью КФК-3 согласно ГОСТ 4011-72. Водородный показатель определяли с использованием многофункционального аппарата WTW Miltiline P4.

Схема экспериментальной установки представлена в работе [3].

Установка состоит из реактора объемом 1,5 литра со встроенными электродами, между которыми засыпаны железные гранулы массой 300 г, и импульсного источника питания. Время обработки составляло от 10 до 30 с. Объем обрабатываемого раствора составлял 0,6 л.

Устойчивость коллоидных растворов опре-

деляется способностью к коагуляции, которая зависит от различных факторов: рН, соотношение компонентов и введение электролита. В качестве электролита использовали  $\text{FeSO}_4$ , выбор которого обусловлен доступностью и широким распространением в технологиях водоподготовки.

Установлено, что при концентрации гумата натрия в растворе 8 мг/л и ионов железа 44 мг/л, что соответствует массовому соотношению 1 : 5 соответственно, происходит снижение цветности с 60 до 20 град. и ХПК с 8 до 2 мгО/л. Снижение цветности и ХПК раствора гумата натрия обусловлено совместной коагуляцией гидроксида железа и гумата натрия при рН=6,5. Полученное массовое соотношение позволяет оценить концентрацию железа необходимую для коагуляции и удаления ГВ из раствора.

Одним из новых способов в технологиях очистки воды является использование импульсных электрических разрядов (ИЭР) в слое гранул железа. Это метод позволяет получать коагулянты и сорбенты на основе соединений железа в момент действия разряда.

Для изучения коагуляции гуминовых веществ при электроэрозионной обработке растворов исследовали влияние времени обработки на скорость осаждения гуминовых веществ.

Показано, что наиболее интенсивное снижение цветности до значений ПДК происходит при времени обработки, не более 10 с. Экспериментально установленное время обработки является достаточным для достижения массового соотношения гуминовые вещества – ионы железа, равного 1 : 5 и дальнейшее увеличение времени обработки можно считать нецелесообразным.

Показана роль вторичных процессов, протекающих после отключения разряда. Установлено время контакта активных продуктов эрозии с гуматом натрия, которое составляет 1 час.

Работа выполнена по ГЗ «Наука» 7.1504.2015.

## Список литературы

1. Мачехина К.И. Дисс. ... канд. тех. Наук.– Томск: Томский политехнический университет, 2013.– 121с.
2. Мачехина К.И., Шиян Л.Н., Тропина Е.А., Клупфель А. // Известия ТПУ, 2011.– №3.– С.27–30.
3. Мачехина К.И., Шиян Л.Н., Тропина Е.А. // Журнал прикладной химии, 2012.– Т.85.– №7.– С.1182–1185.
4. Даниленко Н.Б., Галанов А.И., Корнев Я.И., Балухтин П.В., Юрмазова Т.А. // Нанотехника, 2006.– №4.– С.81–91.

## ФТОРИДНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

И.С. Медянкина

Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. Л.А. Пасечник

Институт химии твердого тела УрО РАН

620049, Россия, г. Екатеринбург, ул. Первомайская 91, lysira90@mail.ru

Решение проблемы утилизации техногенных отходов связано не столько с захоронением или рекультивацией, сколько с необходимостью создания технологии их переработки с целью получения ценных и перспективных материалов. Масштабные объемы получающихся в промышленности красных шламов (КШ) с прогнозами увеличения мощностей глиноземных предприятий позволяют отнести эти отходы к одним из богатых источников железа, глинозема, кремнезема и РЗМ. Цель нашей работы – выявить физико-химические закономерности взаимодействия с гидрофторидом аммония компонентов входящих, как в красный шлам, так и в некоторые другие техногенные отходы и разработать последовательность химических операций, позволяющую произвести разделение сложных силикатных систем с получением ценных продуктов.

В настоящее время проводятся исследования процесса фторирования гидрофторидом аммония КШ и его основных компонентов при температурах до 550 °С с получением фторидов в нелетучем остатке (CaF, KF, NaF и др.) и выделением в виде отдельных продуктов – глинозема и кремнезема.

Согласно данным термогравиметрического и рентгенофазового анализа взаимодействия  $\text{NH}_4\text{HF}_2$  с  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и шламом было выявлено, что дегидратация и образование гексафторферрата аммония  $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$  и комплексных и простых фторидов элементов из состава шлама  $(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6$  и  $\text{CaF}_2$  начинается при комнатной температуре и продолжается до ~200 °С. Далее при температурах выше 400 °С наблюдается разложение фторферрата аммония и других комплексных фторидов.

Согласно данным рентгенофазового анализа при исследовании реакций фторирования в условиях изотермического отжига термическое разложение гексафторферрата аммония  $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$  происходит через образование тетрафторферрата аммония  $\text{NH}_4\text{FeF}_4$ , который далее переходит в оксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Ступенчато происходит и разложение комплексных фторидов железа в составе продуктов фторирования КШ. Кальцийсодержащие соединения ( $\text{CaCO}_3$  и др.) реагируют с образованием при  $t \leq 130$  °С  $\text{CaF}_2$ , который остается в твердой фазе. Комплексные фтороалюминат и титанат аммония подвергаются процессу разложения в той же температурной области 300–350 °С с образованием простых фторидов. Гексафторсиликат аммония в этой области температур возгоняется. На этом свойстве основана сублимационная очистка кремния от примесей [1, 2].

Предварительные опыты по гидрохимическому ведению фторирования показали возможность отделения кремнийсодержащего продукта. В зависимости от состава КШ определяется степень разложения и чистота получаемого кремнезема. В опытах по выщелачиванию КШ 20% раствором  $\text{NH}_4\text{HF}_2$  установлено, что  $\geq 90\%$  Si переходит в раствор. Из полученного фильтрата осаждением раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  (рН 9–10) выделен осадок кремнекислоты. Нерастворимый остаток после кипячения в воде и 1 М HCl состоит из фторидов Al, Ca и примеси Fe, Ti, непрореагировавшие Si и Ti. Часть Fe может быть переведена в растворимое состояние в солянокислый раствор. В результате из высококремнистого КШ (~10% Si, 15% Al, 3,5% Fe, 4% Ti) получен продукт с содержанием  $\text{SiO}_2 \geq 50\%$ .