

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ В ПРОЦЕССАХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Федченко Н.А.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, Shibekal@mail.ru
Научный руководитель – Шибека Л.А., к.х.н., доцент.

The article analyses chemical composition of natural waters in the Republic of Belarus. It demonstrates a possibility to apply iron complexes with humic substances of worked out ion-exchange pitches (kationit, anionit and their mixes) to purify natural waters.

Изменение климата и увеличение среднегодовой температуры на планете, наблюдаемые участвовавшие случаи засушливых летних периодов на территории Республики Беларусь вызывают серьезную озабоченность у специалистов и заставляют обратить внимание на необходимость бережного отношения к природным водам. Проводимая в стране постоянная оценка качества подземных вод [1] свидетельствует о том, что подземные воды в целом соответствуют требованиям СанПиН 10–124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Вместе с тем, известно, что в подземных водах Республики Беларусь наблюдается повышенное содержание железа и марганца, что обусловлено природными гидрогеологическими условиями территории [1].

Концентрация соединений железа в природных водах может изменяться в широком диапазоне: от десятых долей миллиграмма в 1 дм³ (в поверхностных водах) до нескольких десятков миллиграмм (в подземных водах). Железо в природных водах может присутствовать в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Железо может взаимодействовать с минеральными и органическими веществами, присутствующими в воде, и образовывать сложные комплексы соединений. Часто данные комплексы представлены соединениями гуминовых веществ с железом.

Присутствие гуминовокислого железа в воде существенно осложняет процесс очистки природных вод, проводимый на станциях водоподготовки. Очистка воды от железосодержащих соединений чаще всего основана на переводе двухвалентного железа в трехвалентное с последующим отделением образовавшейся взвеси путем отстаивания или фильтрования. Однако данный метод очистки характеризуется невысокой эффективностью в отношении гуминовокислого железа.

Цель работы – исследование процессов очистки природных вод от соединений железа с использованием отработанных ионообменных смол.

В качестве материалов, используемых для очистки воды, выступали отработанные иониты: анионит марки АВ-17-8 и катионит марки КУ-2-8.

Отработанные ионообменные смолы являются отходами, образующимися при водоподготовке на промышленных и теплоэнергетических предприятиях. Согласно классификатора отходов Республики Беларусь [2], отработанные иониты относятся к группе VI «Отходы пластмасс, резиносодержащие отходы», подгруппе А «Затвердевшие отходы пластмасс»: ионообменная смола отработанная марки АВ-17 (код 5712402) имеет 3 класс опасности; ионообменная смола отработанная марок КУ-28, КУ-2 (код 5712403) – 4 класс опасности.

Исследование проводили на модельных растворах в диапазоне концентраций железа 20-100 мг/дм³. Концентрацию ионов железа (III) определяли фотоколориметрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Фотоколориметрическое определение содержания железа основано на образовании окрашенных комплексов железа с сульфосалициловой кислотой [3]. Концентрация измельченных ионообменных смол в растворе составляла 0,4 г/дм³.

Ранее проведенными исследованиями [4] было установлено, что отработанный анионит, обработанный гуминовыми веществами, и необработанный гуминовыми соединениями отработанный анионит практически в равной степени извлекают ионы железа из раствора. Это, вероятно, обусловлено большими размерами макромолекул гуминовых веществ и невозможностью их, в значительном количестве, закрепиться на матрице отработанного анионита. Для увеличения поверхности соприкосновения фаз и большего связывания ионитов с гуминовыми веществами, провели измельчение отработанных ионообменных смол до частиц размером менее 1 мм.

В работе проведены исследования по оценке способности измельченных отработанных ионитов (катионита и анионита) извлекать гуминосодержащие соединения железа из раствора. Эффективность очистки воды оценивали путем расчета коэффициента извлечения ($K_{и}$), показывающего количество ионов железа (мг), извлекаемых из раствора, содержащего гуминовые вещества, 1 г навески измельченной ионообменной смолы. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициент извлечения ионов железа из раствора в присутствии гуминовых веществ отработанными ионообменными смолами

Начальная концентрация железа (III) в растворе, мг/дм ³	$K_{и}$ (мг/г) при использовании катионита (К) и анионита (А) и их смесей (при массовом соотношении ионитов)					
	катионит	анионит	К:А=1:1	К:А=2:1	К:А=3:1	К:А=4:1
20	51	3	3	3	3	3
40	108	5	27	7	42	5
60	144	23	45	22	67	53
80	171	30	45	43	69	69
100	177	30	57	62	69	69

Из представленных результатов видно, что наибольший коэффициент извлечения ионов железа (III) в присутствии гуминовых веществ ($K_i = 177$ мг/г) в рассматриваемом диапазоне концентраций ионов железа наблюдается для отработанного измельченного катионита. Вероятно, в составе отработанного катионита присутствуют функциональные группы, способные вступать во взаимодействие с функциональными группами гуминовых веществ. Удерживаемые на матрице измельченного отработанного катионита гуминовые вещества, в свою очередь, извлекают ионы железа из раствора.

Наихудшие результаты по извлечению ионов железа из раствора в присутствии гуминовых веществ наблюдаются при использовании отработанного измельченного анионита, что является закономерным.

Использование смесей катионита и анионита в качестве материалов для извлечения железа свидетельствует об увеличении K_i при увеличении концентрации железа в пробе для всех смесей ионитов. Ожидалось, что с увеличением доли катионита в составе смесей будет иметь место увеличение коэффициента извлечения ионов железа. Однако, как показывают результаты, данная тенденция не столь очевидна. Вероятно, в данном случае, важным фактором является как соотношение свободных функциональных групп в ионитах, так и возможность образования сложных полиэлектролитных комплексов различного состава (например, таких как катионит-гуминовые вещества-железо-анионит, катионит-железо-анионит, железо-анионит-катионит, анионит-катионит-железо и др.).

Таким образом, использование для извлечения ионов железа в присутствии гуминовых веществ из воды наиболее целесообразно в виде измельченного катионита.

Список использованных источников

1. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. – Минск, 2016. – 323 с.
2. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь №85 от 08.11.2007 г. (в ред. от 07.03.2012 г. №8) – 94 с.
3. Лихачева, А.В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.- метод. пособие для студ. / А.В. Лихачева, Л.А. Шибека. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.
4. Шибека, Л.А. Использование ионообменных смол в процессах очистки природных вод от железа / Л.А. Шибека, С.А. Антухевич // Материалы докл. Междунар. науч.-технич. конф. «Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления» – Минск: БГТУ, 2016. – С. 39-42.