

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ИОНИТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ

Романовский В.И., Марцуль В.Н.

Белорусский государственный технологический университет

В Республике Беларусь ведется целенаправленная работа по совершенствованию системы обращения с отходами. Большое внимание уделяется переработке отходов, содержащих синтетические полимеры, что позволяет вовлечь в оборот значительное количество вторичных материальных ресурсов. Однако, несмотря на успехи в области рециклинга полимерных отходов, некоторые из них не находят применения. К таким относятся отходы, характеризующиеся сложным многокомпонентным составом (полимерные композиты), а также материалы, содержащие синтетические сетчатые полимеры (иониты, фено- и аминопласты, эластомеры и др.).

Ионообменные материалы в значительном количестве находят применение в процессе водоподготовки на различных предприятиях и ТЭЦ. Наибольшее распространение получили синтетические полимерные иониты. Время использования ионитов ограничивается снижением обменной емкости и потерей формы (износ, растрескивание и др.).

По составу и свойствам отработанные синтетические иониты подобны синтетическим водорастворимым полиэлектролитам, которые используются при очистке сточных вод, обезвоживании осадков сточных вод и могут рассматриваться в качестве перспективного сырья для получения продуктов, обладающих свойствами флокулянтов. В основе способов получения таких материалов может быть и механохимическая переработка.

Известно, что при измельчении часто наблюдается механохимическая активация материалов [1]. Сопровождающиеся при этом эффекты проявляются при определенных условиях измельчения и дисперсности материала.

Синтетические полимерные иониты представляют собой густо сшитые сетчатые полимеры. Механическое разрушение таких материалов неизбежно сопровождается разрывом химических связей. Поэтому, характеризуя процессы, происходящие при измельчении ионитов, можно говорить об их механохимической деструкции. При этом могут существенно меняться не только дисперсность ма-

териала, но и содержание активных функциональных групп, характер их распределения в объеме и на поверхности частиц, что должно сказаться на их сорбционных свойствах.

Целью работы было исследование возможности применения продуктов механохимической обработки отработанных синтетических ионитов взамен существующим коагулянтам и флокулянтам.

Объектом исследований в работе были синтетические иониты не бывшие в употреблении (соответствующие требованиям ГОСТ 10898–84 – далее исходные иониты) и отработанные синтетические иониты (срок службы 2 года в процессе водоподготовки): сильноосновной анионит АВ–17–8 и сильнокислотный катионит КУ–2–8.

Исследование физико–химических свойств отработанных ионитов и продуктов их механохимической обработки проводили по отработанным методикам с привлечением современных методов исследований и новейшего оборудования. Для изучения закономерностей изменения структуры, свойств и химического анализа поверхности использована электронная микроскопия; инфракрасная спектроскопия; общий элементный анализ; колориметрия; анализ дисперсного состава по результатам электронной и оптической микроскопии. Удельную поверхность определяли методом БЭТ с использованием газообразного азота. Сорбционную ёмкость определяли по сорбции Cu^{2+} для катионита и Cl^- для анионита [2], а также по сорбции красителей из водных растворов [3].

Механохимической обработке предшествовал анализ исходных и отработанных ионитов. Исследование элементного состава исходных и отработанных ионитов показало, что в отработанных ионитах отношение гетероатом – углерод меньше по сравнению с исходными. Отработанный анионит характеризуется меньшим (на 13,83 %) содержанием азота. В пробах отработанного катионита содержание серы меньше на 3,48 % по сравнению с исходным.

Сравнение обменной емкости для исходных и отработанных ионитов показало, что для последних она в 2–2,5 раза ниже. Это свидетельствует о том, что снижение сорбционной емкости ионитов, используемых для умягчения и обессоливания воды из поверхностных водных объектов, может быть связано как с отщеплением активных функциональных групп, так и блокировкой их гуминовыми и фульвокислотами в процессе эксплуатации.

У отработанного ионита изменяется форма гранул, увеличивается количество частиц со сколами, трещинами на поверхности, в сравнении с исходным. Это может быть причиной уплотнения слоя

ионита, снижения его проницаемости для жидкости.

При выборе метода обработки отработанных ионитов для получения материала обладающего свойствами коагулянта исходили из того, что получаемый продукт должен обладать значительным поверхностным зарядом и высокой дисперсностью. Для измельчения отработанных ионитов в работе использовали планетарную шаровую мельницу и ультразвуковые диспергаторы с пьезоэлектрическим и гидродинамическим излучателями. Известно, что ультразвук используется для диспергирования в системах твердое – жидкость и жидкость – жидкость. При ультразвуковом диспергировании суспензии ионита можно ожидать как увеличения дисперсности, так и частичного растворения обрабатываемого материала.

Измельчение в планетарной мельнице проводили в диапазоне 1–16 мин; ультразвуковую обработку с пьезоэлектрическим излучателем в течение 120 с; с гидродинамическим излучателем – в течение 10–30 мин.

Полученные результаты измельчения отработанных ионитов показали, что высокая дисперсность получаемого материала может быть достигнута при сочетании измельчения в планетарной мельнице и последующим ультразвуковым диспергированием водной суспензии с применением пьезоэлектрического либо гидродинамического излучателя.

Результаты элементного анализа показали, что при измельчении несколько уменьшается содержание активных функциональных групп (на 1,2 % для анионита при времени обработки в планетарной мельнице 2 мин и 2,3 % для катионита при времени обработки 4 мин), что связано с повышением температуры при обработке. При ультразвуковой обработке количество функциональных групп практически не изменяется.

О количестве функциональных групп на поверхности частиц ионита может дать представление величина заряда частицы в водной среде. Величина заряда характеризуется дзета-потенциалом. Определение дзета-потенциала частиц измельченных ионитов проводили для частиц с размерами 3–25 мкм. Дзета – потенциал отработанного анионита находится в диапазоне 8,0–47,0 мВ, катионита 11,8–70,0 мВ. Время обработки оказывает влияние на абсолютное значение дзета – потенциала дисперсных частиц фракции.

Определение сорбционной емкости измельченных отработанных ионитов показало, что для катионита по ионам Cu^{2+} сорбционная емкость остается постоянной при увеличении степени дисперсности, для анионита по ионам Cl^- с увеличением времени измельчения уменьшается на 18 %.

Данные по сорбционной емкости, для неорганических ионов, существенно отличаются от данных по сорбции органических ионов характеризующихся значительно большим объемом (метиленовый голубой для катионита, кислотный телон синий для анионита). Сорбционная емкость измельченных ионитов по красителям увеличивается до 40 раз в сравнении с необработанным при времени измельчения в планетарной мельнице 16 мин. Дальнейшая ультразвуковая обработка приводит к незначительному увеличению сорбционной емкости. Вторая фракция имеет сорбционную емкость в среднем в 2 раза выше, чем у первой фракции. Это свидетельствует о том, что при измельчении ионитов увеличивается доступность функциональных групп и лимитирующей стадией в процессе сорбции является не диффузионная, а кинетическая. Это подтверждается результатами определения удельной поверхности измельченных ионитов, которая составляет 17–67 м²/г.

Оценку коагулирующей способности измельченных ионитов проводили на сточных водах Брестского чулочного комбината, Бобруйской трикотажной фабрики и др.

При очистке сточных вод от красителей уже через 5 мин достигается степень очистки 60 %, через 1 час – 95 %.

Показано, что отработанные иониты могут найти применение для разделения смазочно – охлаждающих жидкостей.

Таким образом, установлено, что увеличение дисперсности при измельчении отработанных ионитов в планетарной мельнице и ультразвуковой обработке в водной суспензии незначительно отражается на сорбционной емкости по неорганическим ионам для катионитов и несколько уменьшается для анионитов. Сорбционная емкость по органическим ионам, характеризующимся большим объемом при увеличении степени дисперсности значительно возрастает.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что измельченные отработанные иониты представляют перспективный материал для использования в процессах очистки сточных вод.

Литература

1. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов / Под ред. А.С. Колосова. – Новосибирск: Наука, 1986.
2. Полянский Н.Г., Горбунов Г.В., Полянская Н.Л. Методы исследования ионитов. – М.: Химия, 1976.
3. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982.