

слота. Моделирование спектров показало, что вместо нее, по-видимому, присутствует изолимонная кислота. Анализ минорных компонентов требует дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хроматография: Практическое приложение метода Х94: в 2-х ч. Ч. 2. /пер. с англ; под ред. Э. Хефтмана. – М. : Мир, 1986. – 422 с.

2 Скаковский, Е.Д. Принципы контроля экологической и санитарно-гигиенической безопасности плодовых и ягодных соков / Е.Д. Скаковский, И.С. Корягина, С.В. Рыков // Экологические нормы. Права. Информация. – 2009. – № 3. – С. 40 – 43.

УДК 628.544

В.И. Романовский, ассист., канд. техн. наук;

В.Н. Марцуль, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ И МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ИОНИТОВ

В Республике Беларусь ведется целенаправленная работа по совершенствованию системы обращения с отходами [1]. 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 (ионообменные материалы, фенопласты 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).

Цель исследований состояла в разработке технологий термохимической и механохимической переработки отработанных синтетических ионитов с получением на их основе материалов, пригодных для использования при очистке сточных вод.

В основе способов получения таких материалов может быть термохимическая и механохимическая переработка.

Объектом исследования были синтетические иониты, не бывшие в употреблении (соответствующие требованиям ГОСТ 10898-84) и отработанные (срок службы 2 года в процессе водоподготовки): сильноосновный анионит АВ-17-8 и сильнокислотный катионит

КУ-2-8. Для исследования процесса термохимической переработки была разработана и изготовлена экспериментальная установка, которая позволяет проводить обработку отработанных ионитов при температурах до 1300 °С в газовой среде различного состава и количественно отбирать фракции. Для измельчения отработанных ионитов использовали планетарную шаровую мельницу, ультразвуковые установки с гидродинамическим и пьезоэлектрическим излучателями.

Работа выполнялась с использованием хромато-масс-спектрометрии, дифференциальной сканирующей калориметрии, термогравиметрического анализа, элементного анализа, метода микроэлектрофореза и др.

В процессе выполнения работы установлено, что измельчение отработанных ионитов, являющихся сетчатыми полимерами, наряду с изменением размеров частиц сопровождается механохимической активацией, обусловленной разрывом химических связей, изменением распределения функциональных групп между поверхностью и объемом частиц ионита. Изменение степени дисперсности отработанных ионитов оказывает существенное влияние на сорбционную емкость по ионам больших размеров (например, красителей), увеличивая ее до 40 раз по сравнению с исходным материалом. Водные суспензии измельченных ионитов характеризуются высокими значениями дзета-потенциала ($-18,9 \div -46,1$ мВ катионита и $+14,5 \div +48,2$ мВ анионита для частиц размером 3,5 мкм), что определяет возможность их использования в качестве коагулянтов. Получение материала с заданными свойствами обеспечивается сочетанием механического и ультразвукового диспергирования отработанного ионита [2].

Установлен состав продуктов пиролиза отработанных сильноосновного анионита АВ-17-8 и сильнокислотного катионита КУ-2-8 в интервале температур 50–550 °С. В составе продуктов пиролиза анионита преобладает жидкая фракция (до 59,3 мас.%), состоящая из ди- и триметиламина (плотность 1,0 г/см³) и смеси ароматических углеводородов (плотность 0,8 г/см³). Ди- и триметиламин с высоким выходом выделяются в интервале 210–320 °С и практически не содержат примесей углеводородов. Содержание азота в твердом остатке составляет 4,7 мас.% от исходного содержания. В продуктах пиролиза отработанного катионита примерно в равных количествах представлены твердая, жидкая и газообразная фракции (39,8; 25,6; 34,6 мас.% соответственно). В составе жидкой фракции присутствуют ароматические кислородсодержащие соединения и уксусная кислота. В газообразной фракции содержится диоксид серы. Содержание серы в твердом остатке составляет 31 мас.% от исходного содержания. Распределение

гетероатомов, входящих в состав функциональных групп между фракциями пиролиза, существенно отличается для анионита и катионита. Полученные продукты могут найти применение в качестве химического сырья (ди- и триметиламин), а жидкие фракции, не содержащие гетероатомов, – в качестве топлива или добавки к топливу [3].

Проведены исследования по применению продуктов механохимической переработки отработанных ионитов в технологии очистки сточных вод и обработки осадков. Показано, что отработанные иониты определенной дисперсности могут использоваться взамен флокулянтов для очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ, красителей, при обезвоживании осадков городских очистных сооружений, разделения смазочно-охлаждающих жидкостей. Высокой сорбционной способностью обладает полученный в водной среде комплекс, состоящий из частиц анионита и катионита определенной дисперсности. На основании результатов исследований разработаны технологии механохимической и термохимической переработки отработанных ионитов. В зависимости от направления использования предложены следующие схемы переработки отработанных ионитов: технология получения сорбционного материала; технология получения коагулянта; технология получения аминов, жидких углеводородных фракций обладающих высокой теплотворной способностью, а также твердого углеродного остатка.

Предлагаемая технологическая схема состоит из следующих основных стадий: измельчение в планетарной мельнице и ультразвуковой установке с использованием гидродинамического излучателя. Для получения коагулянта процесс переработки проводится в две стадии. На первой стадии отработанный ионит подается на измельчение в шаровую мельницу, а на второй стадии осуществляется ультразвуковая обработка измельченного ионита на установке с пьезоэлектрическим излучателем. Для этого в смесителе готовится 10%-ная водная суспензия измельченного отработанного ионита. Для получения сорбента для очистки сточных вод (фракция с размерами более 20 мкм) суспензия разделяется отстаиванием в течение 30 мин на две фракции. Первую стадию можно проводить на месте переработки отходов отработанных ионитов, а вторую на месте использования получаемого продукта. Получение сорбента для очистки сточных вод можно осуществлять в одну стадию измельчая отработанный ионит до содержания частиц с медианным диаметром 20 мкм не менее 60%. Также возможна технологическая схема получения коагулянта в одну стадию с использованием ультразвуковой установки с гидродинамическим излучателем.

Технология термохимической переработки состоит из следующих основных стадий: термообработка в течение 3 ч при определенном режиме (отдельно для анионита и катионита), конденсация летучих продуктов и отдельный сбор фракций. Составление теплового баланса для установки мощностью 200 т/год показало, что термическая обработка отработанных ионитов является энергоэффективной.

Экономические расчеты показали, что внедрение разработанных технологий механохимической (получение коагулянта) и термохимической (получение ди- и триметиламинов) переработки экологически и экономически эффективно. По результатам исследований и промышленных испытаний разработано 2 опытно-промышленных технологических регламента, 1 проект технических условий на продукты механохимической переработки, получено положительное решение о выдаче двух патентов РБ, получено 2 акта промышленных испытаний, технология механохимической переработки зарегистрирована в государственном реестре технологий по использованию отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь на 2001–2005 годы. Одобрено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 июня 2001 г. № 912. С. 47–119.

2 Романовский, В.И. Влияние механохимической активации отходов ионитов на дисперсный состав и свойства получаемых продуктов / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук.* 2008. – № 2. – С 111–117.

3 Романовский, В.И. Термическая деструкция отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2008. – № 1. – С. 115–119.

674:697.982+614.84(083.75)

С.П. Трофимов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Системы аспирации и пневмотранспорта измельченной древесины, особенно мелкодисперсных древесных отходов и смесей с ними горючих лакокрасочных и клеевых материалов, воздухопроводы, вентиляторы, оборудование газоочистки и бункеровки материала характеризуются повышенной взрывопожарной и пожарной опасностью.

Вопросы обеспечения взрывной и пожарной безопасности систем аспирации решаются на стадиях: проектирования предприятий и