

УДК 543.054

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОРЕЗИНЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Лебедев А. Н., Карсункина А. С., Новикова Е. А., Платонов И. А.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Анализ загрязнений воздушной среды и определение микропримесей относят к наиболее актуальным задачам аналитической химии. Трудность данного анализа обусловлены возможностью нахождения в пробе большого количества токсичных примесей, концентрации которых находятся на уровне микропримесей. Источниками микропримесей в воздухе рабочей зоны и жилых помещений могут быть полимерные композиционные материалы и изделия на их основе. Для обеспечения экологической безопасности производств полимерных композиционных материалов и изучения возможности использования полученных изделий в быту необходимо проводить определение пластификаторов в воздухе на уровне концентрации 0,1 - 0,5 мг/м³. Такой анализ невозможен без проведения концентрирования органических микропримесей из газовых сред. Для этих целей наиболее часто используются сорбенты различной природы, характеризующиеся высоким газодинамическим сопротивлением слоя сорбента, что вызывает трудности при необходимости пропускания больших объёмов воздуха, а также трудности при проведении десорбции.

Целью нашей работы являлось изучение возможности использования металлорезины в качестве сорбционного материала для концентрирования микропримесей малолетучих органических соединений и сравнение сорбционных свойств полученных образцов металлорезины.

Металлорезина – блочный материал с варьируемой порозностью, изготовленный путем холодного прессования определенным образом уложенной и дозированной по весу металлической проволоочной спирали (материал – сталь марки X18H10). Данный материал разработан в Самарском университете и широко используется в качестве демпфирующего материала [1] и как носитель для микро- и наночастиц катализаторов [2].

Изготовление блочного материала на основе металлорезины проводили в несколько этапов: исходя из задаваемых значений порозности, площади поверхности проволоки и диаметра блока, были рассчитаны необходимая масса проволоки и высота блока. Далее, взятую навеску проволоки определённым образом уложили, спрессовали и промыли изопропанолом под действием ультразвуковой ванны. После чего проводилось формирование адсорбционного слоя путем обработки 20%-ым раствором соляной кислоты и дальнейшим оксидированием при температурах 350-700°C. Для нашего исследования были изготовлены 5 образцов металлорезины с различной обработкой поверхности: 1 – без обработки; 2 – обработанная соляной кислотой; 3 – обработанная соляной кислотой и оксидированная при 350°C; 4 – обработанная соляной кислотой и оксидированная при 500°C; 5 – обработанная соляной кислотой и оксидированная при 700°C.

Для реализации и сравнительной оценки абсорбционного и адсорбционного метода концентрирования, а также для сравнения сорбционной способности полученных образцов металлорезины была собрана установка, позволяющая получать газовые потоки, содержащие микропримеси диоктилфталата (ДОФ) в воздухе. Установка состоит из источника ДОФ, представляющего собой поглотитель с чистым веществом, помещенный в термостат, систему концентрирования (представляющую

собой в случае абсорбционного концентрирования поглотитель с изопропанолом, а в случае адсорбционного концентрирования – силиконовая трубка, в которую помещается сорбционный материал) и компрессора для создания потока воздуха через поглотитель с ДОФ и систему концентрирования. Количественный анализ полученных экстрактов проводили методом газовой хроматографии с использованием метода абсолютной градуировки.

В ходе эксперимента установлено, что наименьшее количество ДОФ десорбировано с необработанной металлорезины, ввиду отсутствия высокоразвитого адсорбционного слоя. Количество ДОФ, десорбированного с оксидированных образцов, отличается незначительно и превышает аналогичное значение у необработанного образца в 7,5-10 раз. При этом масса ДОФ у образца, обработанного соляной кислотой, но не оксидированного, сопоставима с остальными, что объясняется тем, что ключевым фактором, влияющим на сорбционные свойства металлорезины, является площадь поверхности, а не ее химический состав.

Для оптимизации стадии десорбции была проведена трёхкратная последовательная десорбция изопропанолом под действием ультразвука в течение 2 минут каждая. Установлено, что в процессе десорбции наблюдается повышение количества ДОФ, причем для оксидированных образцов наблюдается скачок в среднем на 10% между первой и второй стадией, затем концентрация ДОФ практически не изменяется. У обработанного соляной кислотой, но не оксидированного образца скачок наблюдается между второй и третьей десорбцией. Поэтому с практической точки зрения удобнее использовать для концентрирования оксидированные образцы.

При исследовании и сравнении различных способов пробоподготовки установлено, что стандартизированная методика [3] определения диоктилфталата с абсорбционным концентрированием с использованием изопропанола дает явно заниженные результаты по сравнению с адсорбционным концентрированием: определенная концентрация в первом случае составляла $0,4 \text{ мг/м}^3$, во втором – $1,2\text{-}1,6 \text{ мг/м}^3$. Это может быть связано как с неполным улавливанием диоктилфталата из газового потока, так и внесением дополнительных погрешностей в анализ за счет упаривания экстракта.

Таким образом, в результате работы показано, что сорбционные материалы на основе МР могут быть рекомендованы для определения ДОФ на уровне $0,5 \text{ мг/м}^3$ при следующих параметрах: условия концентрирования – скорость пропускания анализируемого воздуха – 1 л/мин; время пропускания 20 минут; условия десорбции – 2 мл изопропанола, ультразвук, длительность – 2 раза по 2 минуты.

Библиографический список

1. Иголкин, А.А. Применение пористого материала «металлорезина» в гидрогазовых системах энергетических установок для шумоподавления и термостабилизации [Текст] / Иголкин А.А., Изжеуров Е.А., Сафин А.И., Шахматов Е.В. // Судостроение. – 2012. – № 5. – С. 46-48.
2. Тупикова Е.Н. Платиновые металлы на металлических носителях - каталитические системы окислительных и гидрогенизационных процессов [Текст] / Диссертация канд.хим. наук. – Самара, 2003. – 175 с.
3. Измерение концентраций дибутилфталата и диоктилфталата газохроматографическим методом [Текст] / Контроль воздуха на предприятиях по переработке пластмасс. Методические указания. – Москва, 1985. – 152 с.