

УДК 543.42:678.664

СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КАТИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ФЕНОЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ**Бобкова Е.Ю., Василевская Л.Н., Гавриленко О.О., Ксенофонов М.А., Шкредова Н.А.***НИУ «Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко» БГУ
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Разработаны оптические методики определения концентрации карбоновых кислот и солей тяжелых металлов в водных растворах после сорбции их пенополиуретановым сорбентом в статических и динамических условиях эксперимента. Установленные методики позволили сделать выводы о бифункциональной способности сорбента к извлечению неполярных и полярных соединений.

Ключевые слова: измерения, оптические методы, сорбция, карбоновые кислоты, тяжелые металлы.

SPECTRAL METHODS FOR MEASURING THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS CATIONS AND PHENOLCARBOXYLIC ACIDS DURING SORPTION**Bobkova E.Yu., Vasilevskaya L.N., Gavrilenko O.O., Ksenofontov M.A., Shkredova N.A.***A.N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems of BSU
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. Optical methods have been developed for determining the concentration of carboxylic acids and heavy metal salts in aqueous solutions after their sorption by polyurethane foam sorbent under static and dynamic experimental conditions. The established methods allowed to draw conclusions about the bifunctional ability of the sorbent to extract non-polar and polar compounds.

Key words: measurements, optical methods, sorption, carboxylic acids, heavy metals.

Адрес для переписки: Бобкова Е.Ю., ул. Курчатова, 7, г. Минск, 220045, Республика Беларусь
e-mail: lab_dozatof@mail.ru

Современные химические методы структурного анализа полиуретановых композитов являются длительными, трудоемкими, а зачастую требуют проведения сложных и дорогостоящих экспериментальных исследований. Для решения подобного рода задач на первый план выходят методы колебательной спектроскопии в сочетании с компьютерной графикой и привлечением способов математического моделирования, базирующиеся на квантово-химических представлениях и теории колебаний молекул.

Разработаны методики определения концентрации фенолкарбоновых кислот и солей тяжелых металлов в водных растворах после сорбции их пенополиуретановым сорбентом на основании измерения оптической плотности с предварительным построением калибровочных кривых. Оптическую плотность водных растворов измеряли на спектрофотометре СФ-26. Значения рН растворов контролировали на рН-метре рН-121.

Сорбцию фенолкарбоновых кислот проводили из водных растворов в пределах концентрации 0,01–0,05 г/л ($1 \cdot 10^{-3}$ М/л) в статических условиях при комнатной температуре (17–25 °С). Для повышения растворимости в навеску с фенолкарбоновой кислотой добавляли ~1 мл этилового спирта.

Сорбцию солей тяжелых металлов $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ исследовали в статических (рисунок 1) и динамических (рисунок 2) условиях (объем колонки – 180 см³, высота слоя сорбента – 15 см, насыпной вес –

14 кг/м³) в диапазоне начальных концентраций 1,25–10,00 г/л при комнатной температуре.

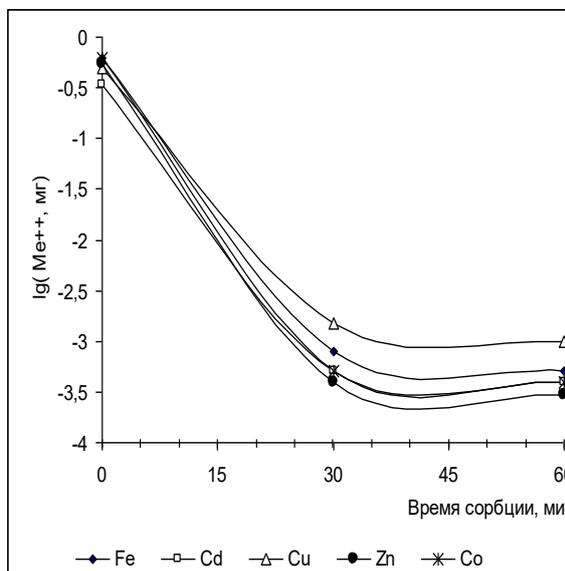


Рисунок 1 – Кинетика сорбции катионов металлов из водного раствора солей

Оптическую плотность измеряли по интенсивным полосам поглощения: Co^{2+} при 300 нм, Ni^{2+} – 395 нм и Cu^{2+} – 800 нм. Отбор проб для спектрального анализа осуществляли через 15, 30, 45, 60 мин. Концентрацию катионов тяжелых металлов определяли по калибровочным графикам $D = f(c)$.

Эффективность сорбента оценивали по значению сорбционной емкости, времени достижения сорбционного равновесия и степени извлечения.

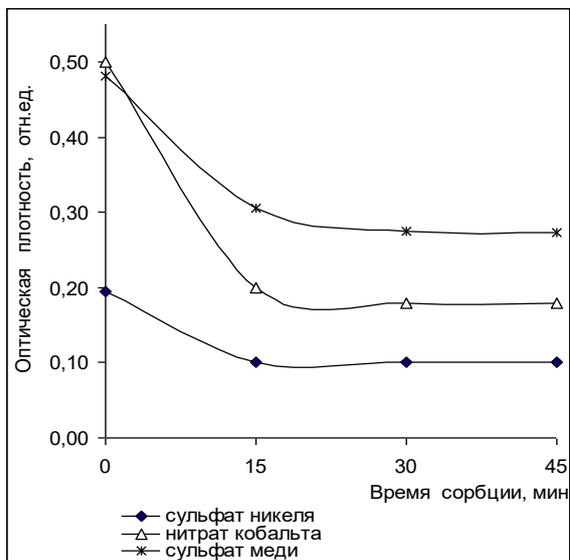


Рисунок 2 – Кинетика сорбции катионов Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} при концентрации их солей 10,0 г/л

Разработанные методики позволили установить следующие закономерности:

- пенополиуретан сорбирует фенолкарбоновые кислоты в молекулярной форме. Основной тип взаимодействий сорбент – сорбат гидрофобный, а механизм сорбции – экстракционный;

- пенополиуретан сорбирует из водных растворов катионы Cd^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , сорбция в динамических условиях завершается через 15 минут. При увеличении исходной концентрации катионов (1,25–10,00 г/л) в 8 раз сорбционная емкость растет ~ в 13–14 раз, а степень поглощения – в 1,8 раз;

- сорбция в статическом режиме и низких концентрациях катионов (0,01 % масс.) завершается через 60 мин, степень поглощения составляет 94–98 %, а сорбционная емкость 18,8–19,6 мг/г;

- изотермы сорбции в диапазоне исследованных концентраций носят линейный характер (рисунок 3).

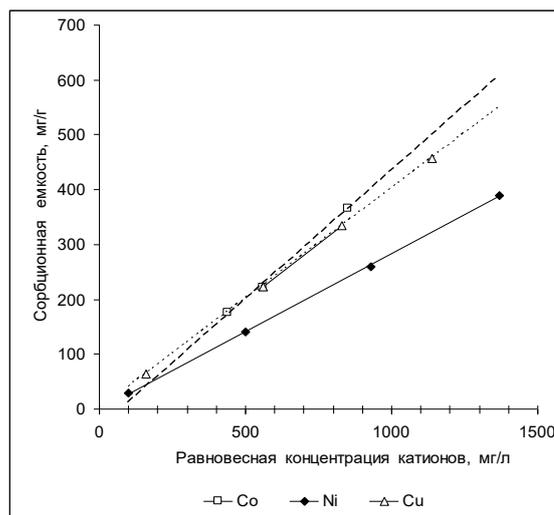


Рисунок 3 – Изотермы сорбции катионов Ni^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} при исходной концентрации 250–2550 мг/л

Полученные результаты свидетельствуют о высоких равновесно-кинетических свойствах пенополиуретанового сорбента. Методики могут быть использованы для определения сорбционной емкости и степени извлечения тяжелых металлов из водных растворов.

Сорбционные свойства полимерных материалов в значительной степени обусловлены их ячеистой, мембраноподобной структурой, обеспечивающей доступ сорбируемых молекул внутрь сорбента, а также сочетанием разнообразных гидрофильных и гидрофобных активных центров и реакционноспособных концевых групп.

Таким образом, разработанные методики позволили установить, что исследуемый пенополиуретан является бифункциональным сорбентом, который способен извлекать из водных сред как неполярные вещества (нефтепродукты и другие гидрофобные углеводороды) за счет гидрофобного взаимодействия, так и полярные соединения (катионы солей тяжелых металлов). При этом возможно взаимодействие катионов с функциональными группами полимера через образование координационных связей. Последнее предположение требует дополнительных исследований экспериментальными и теоретическими спектральными методами.