

Т. К. Джумадилов, проф., д-р хим. наук;
А. М. Имангазы, научн. сотр., PhD;
Р. Г. Кондауров, ст. научн. сотр., PhD;
Х. Химерсен, мл. научн. сотр., магистр

(АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», г. Алматы, Казахстан)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОЙ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ ПОЛИМЕРАМИ С «МОЛЕКУЛЯРНЫМИ ОТПЕЧАТКАМИ»

С целью разработки селективной технологии извлечения ионов металлов из водных систем, нами были синтезированы и исследованы полимеры с «молекулярными отпечатками» (ПМО), способные к распознаванию молекул, использовавшихся в качестве молекулярных шаблонов при их синтезе, благодаря присутствию в структуре ПМО участков («отпечатков»), способных к взаимодействию с функциональными группами шаблона [1-3].

В ходе проведения исследования были получены: 1) ПМО с шаблоном (путем введения целевой молекулы-шаблона Cu^{2+} в структуру полимера; вторичная полимерная сетка); 2) ПМО без шаблона (без введения целевой молекулы-шаблона Cu^{2+} в структуру полимера; первичная полимерная сетка).

ПМО с «отпечатком» иона меди(II) были получены из двух функциональных мономеров: метакриловой кислоты (МАК), обладающей способностью образовывать комплексы со многими молекулами-шаблонами, и 4-винилпиридина (4-ВП), который связывает СООН-группы. Оба функциональных мономера образуют посредством ионных взаимодействий комплекс с матричным ионом меди. В качестве источника ионов меди использовалась соль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Полученный комплекс медь/мономер полимеризовался в присутствии сшивающего агента этиленгликольдиметакрилата (EGDMA, Sigma-Aldrich) путем суспензионной полимеризации. В качестве инициатора реакции использовались азобисизобутиронитрил (AIBN, Sigma-Aldrich), а в качестве стабилизатора реакции полимеризации гидроксиэтилцеллюлозу (НЕС, Sigma-Aldrich).

ПМО без шаблона синтезировался при тех же условиях и с теми же реагентами, описанными выше, за исключением добавления соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Для изучения селективной сорбции ПМО, проводилось предварительное удаление ионов меди из пор полученного полимера, путем вымывания ионов меди 1М раствором азотной кислоты. Полученный

ПМО с «отпечатком» Cu^{2+} далее промывался деионизованной водой и высушивался.

Для исследования сорбционных свойств полученных ПМО, образец ПМО весом 0,11 г помещался в 100-мл раствор, содержащий Cu^{2+} концентрацией $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Содержание ионных пар в растворе определялось методом рН-метрии и кондуктометрии. Анализируя данные измерения рН раствора, было установлено, что в процессе сорбции кислотность растворов увеличивалась (параметр рН уменьшался) за счет выделения в раствор ионов H^+ , замещающих сорбированные ионы Cu^{2+} в структуру ПМО. С другой стороны, электропроводность данного раствора как сумма электропроводности положительных и отрицательных ионов, прямо отражает их содержание в растворе. Электропроводность исследуемого раствора со временем возрастала, что также косвенно указывало на процесс сорбции Cu^{2+} полученным ПМО с «отпечатком».

ПМО без шаблона (первичная полимерная сетка), в тех же условиях эксперимента, показали незначительные сорбционные свойства (незначительное снижение рН раствора), что указывает на селективность ранее полученных ПМО с «отпечатком».

Полученные данные показывают возможность создания технологии селективной сорбции ионов металлов (в том числе, и редкоземельных) полимерами с «молекулярными отпечатками» не только в Республике Казахстан, но и в других странах, где данное направление еще не получило свое широкое развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1 Lisichkin, G. V., Krutyakov, Y. A. Molecularly imprinted materials: synthesis, properties, applications. Russian Chemical Reviews, 75(10), 901–918. 2006. DOI:10.1070/rc2006v075n10abeh003618

2 Попов, С.А., Ирха, В.В., Дмитриенко, С.Г., Золотов, Ю.А., Гетманова, Е.В., Музафаров, А.М. Синтез и исследование свойств сорбента на основе силикагеля, модифицированного сверхразветвленным поли(метилдихлорсилилпропил) карбосиланом с молекулярными отпечатками 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты / С.А. Попов. Вестн. Моск. Ун-та Сер.2. Химия. 2008. Т.49. №1. стр. 45-52

3 Джумадилов, Т.К., Кондауров, Р.Г. Полимеры с молекулярными отпечатками – основа будущих технологий. / Т.К. Джумадилов. Монография. Алматы. 2017.124с.