

ДИНАМИЧЕСКОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПИРИДИЛЭТИЛИРОВАННЫМ ПОЛИАЛЛИЛАМИНОМ (ПЭПАА) СО СТЕПЕНЬЮ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ 0.56

Лещева Юлия Кирилловна

магистрант II года обучения, Уральский Федеральный Университет имени Б.Н. Ельцина, РФ, г. Екатеринбург

Тиссен Оксана Ивановна

научный руководитель, аспирант, Уральский Федеральный Университет имени Б.Н. Ельцина, РФ, г. Екатеринбург

Неудачина Людмила Константиновна

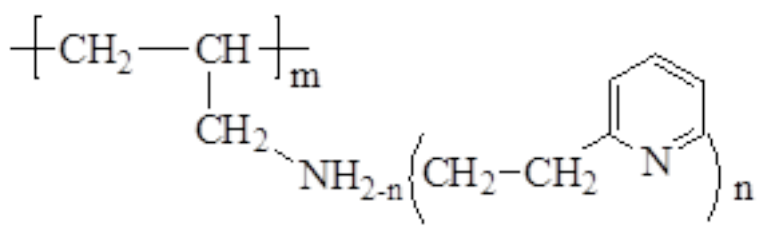
научный руководитель, канд. хим. наук, доц., Уральский Федеральный Университет имени Б.Н. Ельцина, РФ, г. Екатеринбург

В связи с активной деятельностью человека, степень загрязнения окружающей среды неуклонно возрастает. Среди антропогенных загрязняющих веществ тяжелые металлы составляют значительную часть. В отличие от органических загрязнителей, которые могут быть разрушены до безвредных веществ, тяжелые металлы не поддаются разрушению [6].

При анализе объектов окружающей среды, и других образцов многокомпонентного состава непосредственное определение отдельных элементов сопряжено с рядом трудностей. Содержание большинства токсикантов, в том числе ионов тяжелых металлов в природных водах, колеблется на уровне пределов обнаружения аналитических методов, поэтому необходимо прибегать к предварительному концентрированию определяемых компонентов. С этой целью активно применяются хелатообразующие сорбенты, обеспечивающие высокую избирательность при концентрировании микроколичеств элементов из растворов сложного состава. Широкое распространение получили сорбционно-спектроскопические методики анализа, которые наиболее удобно применять в динамическом режиме благодаря их оперативности [4; 3].

Главное преимущество сорбции в динамическом режиме – высокая скорость концентрирования и подготовки пробы к анализу. Кроме того, применение патронов позволяет уменьшить расход реагентов, материальные и временные затраты, а также увеличить степень извлечения по сравнению со статическим методом концентрирования [1].

Объектом исследования является пиридилэтилированный полиаллиламин, структурная формула которого имеет вид:



где: n – степень функционализации.

Данный сорбент был синтезирован в лаборатории органических материалов Института органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения РАН (ИОС УрО РАН) под руководством Пестова А.В. Ранее [5] для сорбента была изучена зависимость сорбции ионов меди (II), кобальта (II), никеля (II), цинка (II), кадмия (II) и свинца (II) от pH и природы буферного раствора при совместном присутствии в растворе в статическом режиме. Установлено, что из аммиачно-ацетатного буферного раствора пиридилэтилированный полиаллиламин (ПЭПАА) со степенью функционализации 0.56 селективно извлекает ионы меди (II).

Динамику сорбции ионов тяжелых металлов при их совместном присутствии в аммиачно-ацетатном буферном растворе с pH=7.0 исследовали путем пропускания раствора через патрон с навеской сорбента 0.1000 г. Пропущенный раствор собирали порциями по 10.0 см³. Концентрацию ионов металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. По результатам экспериментов рассчитали значения динамической обменной емкости сорбентов по ионам металлов.

Для пиридилэтилированного полиаллиламина со степенями функционализации 0.56 были проведены эксперименты по изучению влияния скорости пропускания буферного раствора и предварительного набухания сорбентов на сорбцию ионов тяжелых металлов ПЭПАА в динамических условиях. В таблице 1 представлены значения динамических емкостей исследуемого сорбента по ионам тяжелых металлов при исходной концентрации ионов тяжелых металлов 10⁻⁴ моль/дм³.

Таблица 1.

Динамическая емкость ПЭПАА со степенью функционализации 0.56 по ионам металлов в аммиачно-ацетатном буферном растворе (pH=7.0), исходная концентрация ионов металлов 10⁻⁴ моль/дм³

Скорость пропускания	Количество сорбируемых ионов металлов, мкмоль/г					
	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺	Co ²⁺
1 см ³ /мин	106.9	11.3	0.0	0.0	0.0	2.1
2 см ³ /мин	92.3	7.6	20.8	2.6	5.5	14.8
5 см ³ /мин	140.0	37.2	0.9	0.7	7.2	2.7

Из данных таблицы 1 видно, что преимущественно сорбируются ионы меди(II). В отношении остальных ионов металлов наибольшая сорбируемость наблюдается по ионам никеля (II): 37.2 мкмоль/г при скорости пропускания 5 см³/мин.

В практическом аспекте важный этап – определение рабочей скорости пропускания раствора через слой сорбента. Данный фактор влияет как на полноту извлечения аналита, так и на общие временные затраты на эксперимент. На рисунке 1 представлены динамические выходные кривые по ионам меди (II) в зависимости от скорости пропускания раствора.

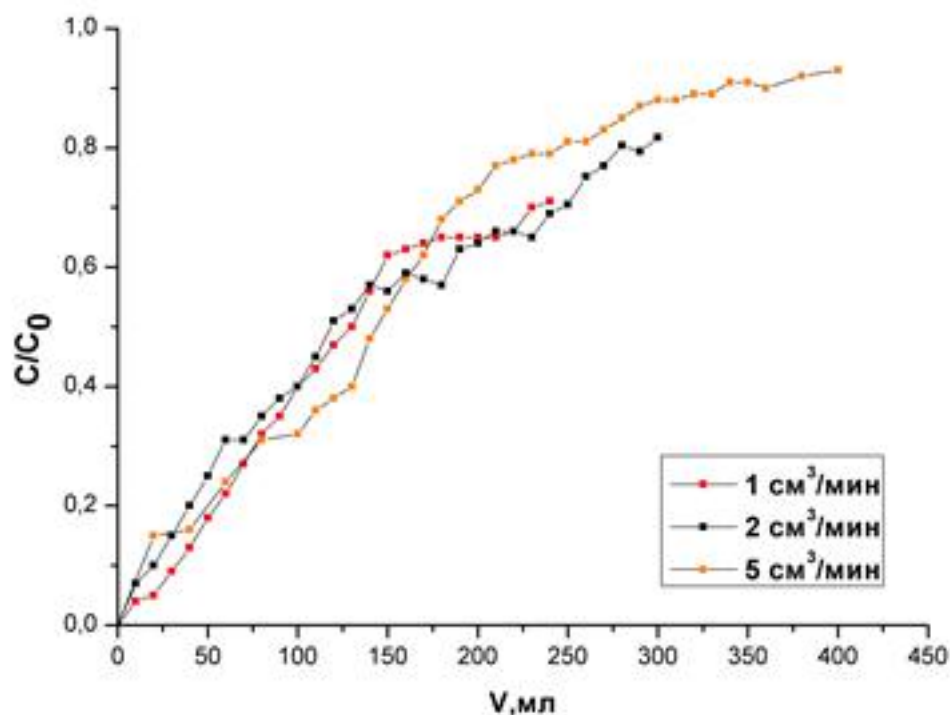


Рисунок 1. Динамические выходные кривые сорбции ионов меди (II) сорбентом ПЭПАА со степенью функционализации 0.56. Исходная концентрация ионов металлов 10^{-4} моль/дм³; аммиачно-ацетатный буферный раствор, pH=7.0; масса навески сорбента 0.1000 г

Как видно из рисунка 1 извлечение ионов меди (II) сорбентом практически не зависит от скорости пропускания буферного раствора. При скорости пропускания 5 см³/мин можно пропустить большее количество раствора за фиксированный промежуток времени, и тем самым увеличить степень извлечения ионов меди (II), однако в литературе [2] рекомендуют использовать более низкую скорость для обеспечения полного извлечения элементов, поэтому для дальнейших исследований можно выбрать скорость 2 см³/мин.

Так как исследуемый полиаллиламин – непористый сорбент [5], сорбция ионов металлов происходит за счет набухания ПЭПАА – цепи полимера расправляются и для взаимодействия с ионами металлов становятся доступными функционально-аналитические группы, находящиеся не на поверхности зерна сорбента. В связи с этим был проведен эксперимент по сорбции ионов металлов в динамических условиях с предварительным набуханием. Для этого за сутки до эксперимента патрон с сорбентом был погружен в аммиачно-ацетатный буферный раствор (pH=7.0), не содержащий ионы металлов. В таблице 2 представлены значения динамических емкостей исследуемых сорбентов по ионам тяжелых металлов при исходной концентрации ионов тяжелых металлов 10^{-2} моль/дм³.

Таблица 2.

Динамическая емкость ПЭПАА со степенью функционализации 0.56 по ионам металлов в аммиачно-ацетатном буферном растворе (pH=7.0), исходная концентрация ионов металлов 10^{-4} моль/дм³ (после предварительного набухания сорбента)

Скорость пропускания	Количество сорбируемых ионов металлов, мкмоль/г					
	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺	Co ²⁺
2 см ³ /мин	142.7	7.1	0.0	1.2	3.3	4.9

С предв. набуханием						
------------------------	--	--	--	--	--	--

При сопоставлении значений динамической емкости из таблиц 1 и 2 видно, что извлечение ионов меди (II) увеличивается по сравнению с динамическим вариантом сорбции без предварительного набухания, в то время как емкость по ионам других металлов изменяется незначительно.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что сорбенты ПЭПАА со степенью функционализации 0.56 перспективен для селективного извлечения ионов меди в присутствии других ионов тяжелых металлов из раствора в динамическом режиме.

Список литературы:

1. Лисичкин Г.В., Фадеев А.Ю., Сердан А.А. и др. Химия привитых поверхностных соединений. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.
2. Лосев В. Н., Мазняк Н. В., Буйко Е. В. и др. Сорбционно-атомно-абсорбционное и сорбционно-атомно-эмиссионное (с индуктивно связанной плазмой) определение металлов в природных водах с использованием силикагеля, химически модифицированного меркаптопропильными группами // Аналитика и контроль. – 2005. – Т. 9, № 1. – С. 81-85.
3. Саввин С.Б., Дедкова В.П., Швоева О.П. Сорбционно-спектроскопические и тест-методы определения ионов металлов на твердой фазе ионообменных материалов // Успехи химии. – 2000. – Т. 69, № 3. – С. 203-217.
4. Починок Т.Б., Анисимович П.В., Темердашев З.А. и др. Сорбционно-спектроскопическое определение Pb (II) с бромпирирогалловым красным, иммобилизованным в отвержденный желатиновый гель // Аналитика и контроль. – 2013. – Т. 17, № 4. – С. 477-484.
5. Тиссен О.И. Физико-химические свойства пиридилэтилированных полиаллиламинов: дипл. работа / УРФУ. – Екатеринбург, 2012. – 91 с.
6. Gyliene O., Binkiene R., Butkiene R. Sorption of Cu (II) complex with ligands tartrate, glycine and quadrol by chitosan // J. Hazard. Mat. – 2009. – V. 171, №1. – P.131-139.