

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЛУЧЕННОГО ФОСФОРНОКИСЛОГО КАТИОНИТА
НА ОСНОВЕ ФУРФУРОЛА**

Рахимова Латофат Сабиржановна

старший преподаватель,

Ташкентский химико-технологический институт

100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, улица Навои, 32

E-mail: latofat.2011@mail.ru

**INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES
OF THE PHOSPHATE CATION EXCHANGER BASED ON FURFURAL**

Latofat Rakhimova

Senior lecturer, Tashkent chemical-technological Institute,

100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi str. 32

АННОТАЦИЯ

Совместной поликонденсацией дифенилоксида с фурфуролом получен новый полимер, который был использован в качестве полимерной матрицы для введения ионогенных групп. Методами химического анализа в сочетании с ИК-спектроскопией, потенциометрическим титрованием изучены механизм образования полимера и его структура. Фосфорилированием дифенилоксидно-фурфурольного полимера получен новый фосфорнокислый катионит, отличающийся химической, термической, радиационной устойчивостью и механической прочностью. Изучены оптимальные условия получения фосфорнокислого катионита. Установлено, что полученный фосфорнокислый катионит полифункциональный содержит фосфиновокислые и фосфоновокислые группы, которые диссоциируют в слабокислой, нейтральной

и щелочной средах. Структура и свойства полученного фосфорнокислого катионита исследованы с применением химических методов анализа в сочетании с ИК-спектроскопией, потенциметрией, фотокалориметрией, термогравиметрией и др. Установлена возможность получения катионита, содержащего фосфорнокислые группы. Исследовано и установлено, что полученный фосфорнокислый катионит характеризуется повышенной устойчивостью к термическим, химическим воздействиям в воде, водных растворах щелочей и кислот. Исследовано изменение основных свойств и структуры полученного фосфорнокислого катионита под действием γ -излучения Co^{60} в воде и на воздухе. Установлено, что при облучении дозой 500 рен/сек при 25°C фосфорнокислый катионит устойчив к действию радиации. Показано, что ионы меди, никеля, уранила фосфорнокислым катионитом сорбируются за счет ионного обмена, комплексобразования и частично за счет образования координационной связи с ионогенной группой катионита. Статья включает введения, цели и задачи, методы, результаты, заключение.

ABSTRACT

Due to the joint polycondensation of diphenyloxide with furfural, a new polymer is obtained which has been used as a polymer matrix for the introduction of ionic groups. By methods of chemical analysis together with infrared spectroscopy, potentiometric titration mechanisms of polymer formation and its structure are studied. Based on phosphorylation of diphenyloxide-furfural polymer, new phosphate cation exchanger is obtained which differs by chemical, thermal, radiation resistance and mechanical strength. Optimal conditions for producing phosphate cation are under study. It is found that the resultant polyfunctional phosphate cation exchanger contains phosphinic-acid and phosphonic-acid groups which dissociate under mildly acidic, neutral and alkaline environment. The structure and properties of the obtained phosphate cation are investigated using chemical analysis methods in combination with IR spectroscopy, potentiometers, photocalorimetry, thermogravimetry, and others. The possibility of producing cation exchanger containing phosphoric acid groups is set. It is investigated and found that the resulting phosphate cation

exchanger is characterized by high resistance to thermal, chemical resistance to water, aqueous solutions of alkalis and acids. The change of basic properties and the structure of obtaining phosphate cation exchanger is studied under the influence of γ -radiation Co^{60} in water and in the air. It was found that on irradiation dose of 500 ren / sec at 25°C, phosphate cation exchanger is resistant to radiation. It is shown that ions of copper, nickel, and phosphate uranyl cation are sorbed by ion exchange, complex formation and partly through the formation of a coordination bond with the cation of the ionic group. The article includes introductions, goals and objectives, methods, results, the conclusion.

Ключевые слова: дифенилоксидно-фурфуролный полимер, фосфорилирование, фосфорнокислый катионит, доза облучения, термостойкость, радиационная устойчивость, ИК-спектроскопия.

Keywords: dypheniloxide-furfuralpolymer, phosphorylation, phosphate cation exchanger, irradiation dose, thermic stability, radiation stability, IR-spectroscopy.

Введение. Получение ионитов является важной задачей современной химии и химической технологии. Иониты применяются для умягчения и обессоливания воды в теплоэнергетике, для разделения и выделения цветных, редких металлов в гидрометаллургии, при очистке сточных вод, для разделения и очистки различных веществ в химической промышленности.

Среди известных ионитов фосфорнокислые катиониты занимают особое значение. Для них характерен ряд ценных свойств: высокая емкость, селективность к ионам ряда металлов [4, с. 744–748]. Следует отметить также химическую, термическую устойчивость катионитов со связью углерод-фосфор, которая значительно выше, чем для ионитов со связями углерод-сера, углерод-азот и углерод-углерод, термическое разрушение которых начинается именно с деструкцией связей, закрепляющих ионогенные группы в матрице полимера [3, с. 86–90]. Высокая радиационная устойчивость фосфорнокислых катионитов по сравнению с другими типами ионитов позволяет использовать

их в средах с высокой радиационной устойчивостью [2, с. 2457–2465]. Для введения ионогенных групп путем фосфорилирования нами получен дифенилоксидно-фурфурольный полимер [5, с. 111–114].

Целью и задачей данной работы является получение фосфорнокислого катионита с избирательными свойствами к ионам меди, никеля и уранила. А также получение катионита, обладающего термической, химической, радиационной устойчивостью и механической прочностью.

Методы. Для исследования основных физико-химических свойств применяли химические, физико-химические методы анализа, такие как: потенциметрическое титрование, элементный анализ, ИК-спектроскопия, алкалиметрия, йодометрия, трилометрия, фотокалориметрия, термогравиметрия и др.

Результаты. В щелочных и слабощелочных средах при отсутствии ионов комплексообразующих металлов для фосфорнокислых катионитов характерна обычная диссоциация с обменом катионов. Статическую обменную емкость катионита определяли по 0,1 н раствору едкого натрия и 0,1 н хлористого натрия. Обменная емкость катионита по едкому натрию составила 5,8–6,2 мг-экв/г и 0,8–1,2 мг-экв/г по натрий хлору соответственно (табл. 1).

Таблица 1.

Свойства полученного фосфорнокислого катионита в оптимальных условиях

Показатели	Ед. изм.	Фосфорнокислый катионит в Н-форме
Влажность	%	15–18
Насыпной вес	г/мл	0,16
Удельный объем набухшего в воде катионита	мл/г	5,6–5,8
Статическая обменная емкость по 0,1 н раствору	мг-экв/г	
NaCl	мг-экв/г	0,8–1,2
NaOH	мг-экв/г	5,8–6,2
MgSO ₄	мг-экв/г	1,8–2,2
CaCl ₂	мг-экв/г	1,6–1,8
CuSO ₄	мг-экв/г	1,9–2,1
NiSO ₄	мг-экв/г	1,2–1,6
UO ₂ ²⁺	мг/г	180–200

Механическая прочность	%	99,8
Термохимостойкость СОЕ по 0,1н NaOH после кипячения в воде в течение 20 час в 5н растворе HNO ₃ -30 минут в 5н растворе NaOH - 30 минут	мг-экв/г	5,6–5,8 4,9–5,2 5,4–5,6

Из данных таблицы 1 видно, что полученный фосфорнокислый катионит обладает термической устойчивостью, при повышенных температурах среды теряет обменную емкость 0,2–0,4 %. В щелочной и кислой среде потеря ионообменной емкости составляет 0,6–0,8 %.

Исследование кислотной силы ионогенных групп, а также установление природы и степени диссоциации ионогенных групп проводили снятием кривой потенциометрического титрования катионита. Характер кривой титрования полученного фосфорнокислого катионита показывает, что он является полифункциональным, содержит фосфиновокислые и фосфоновокислые группы которые диссоциируют в слабокислой, нейтральной и щелочной средах (рис.1).

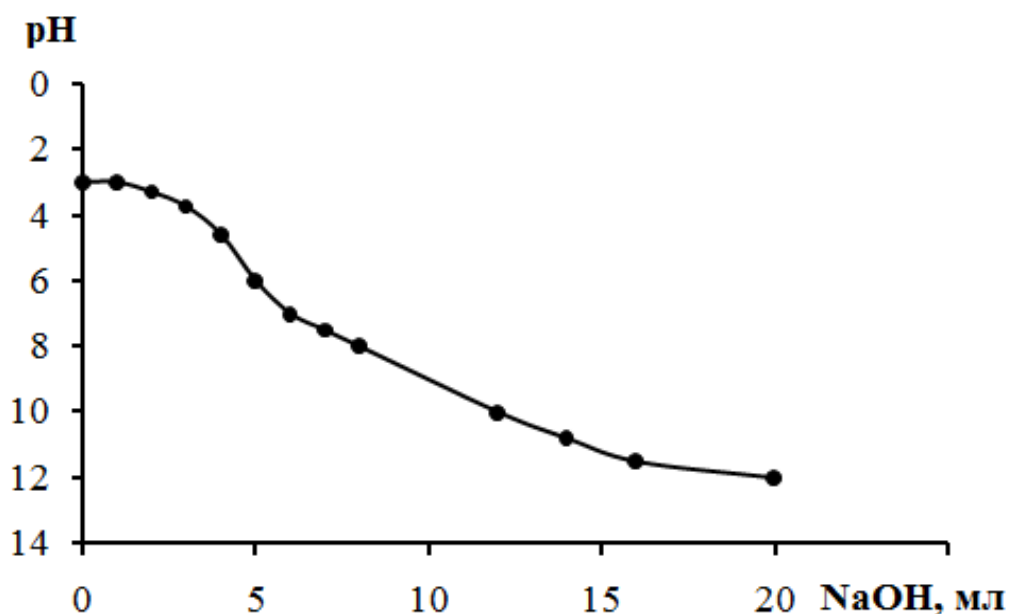


Рисунок 1. Кривая потенциометрического титрования фосфорилированного дифенилоксидно-фурфуролного полимера

Кажущиеся константы диссоциации активных групп катионита, найденные из кривой титрования по Гриссбаху [1], представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Свойства полученного фосфорнокислого катионита

Катионит	Ионогенная группа	Содержание Р, %	Обменная емкость по 0,1 н раствору, мг-экв/г		pK ₁	pK ₂
			NaCl	NaOH		
Фосфорнокислый катионит на основе дифенилоксидно-фурфуролного полимера	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \diagup \\ \text{R-C-P=O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$	15,8	0,8–1,2	5,8–6,2	3,5–4,0	7,6–7,8

Таким образом, полученный фосфорнокислый катионит является полифункциональным. Присутствие ионогенных групп также подтверждается снятием ИК-спектры полученного катионита (рис. 2).

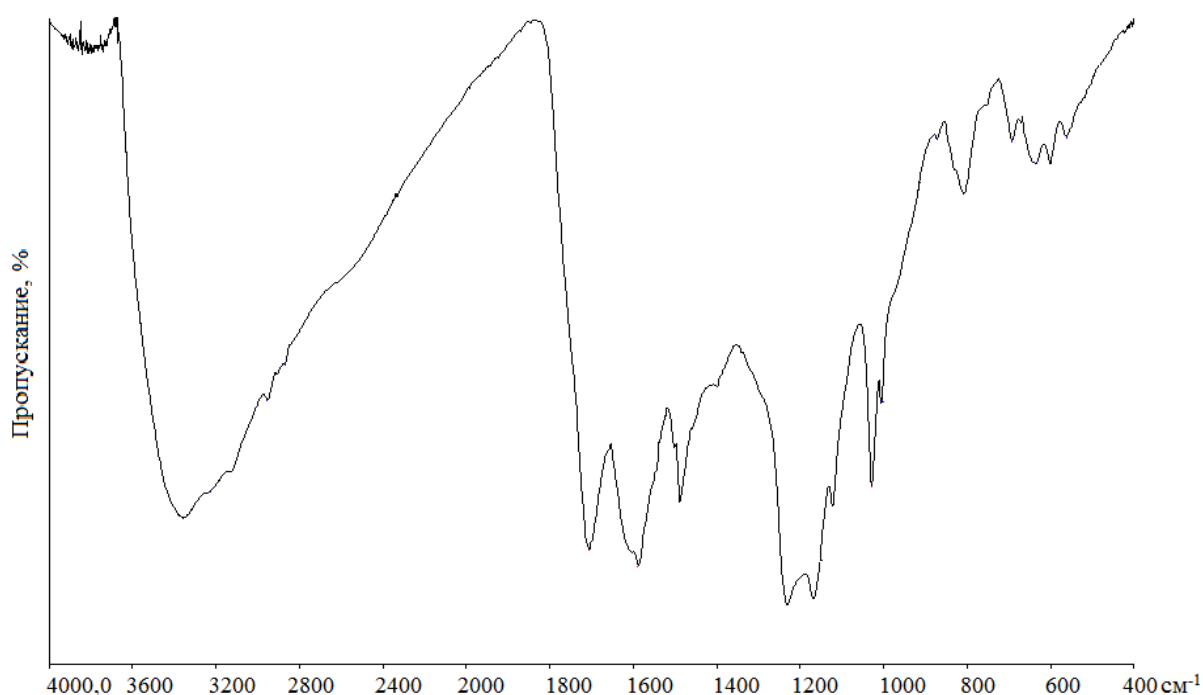


Рисунок 2. ИК-спектры фосфорилированного дифенилоксидно-фурфуролного полимера

В спектре катионита наблюдаются полосы поглощения, соответствующие PO(OH)₂ в области 1190–1200 см⁻¹, 1250–2500 см⁻¹. Интенсивные поглощения в области 800, 810, 1030 см⁻¹ соответствуют 1,2,3,4 замещенному бензольному кольцу. Полосы поглощения в области 1530, 1480 см⁻¹ соответствуют п-замещенному бензольному кольцу. Валентные колебания в области 1160,

1020, 860 см⁻¹ соответствуют С-О-С группам ДФО. Отсутствие полосы поглощения, соответствующей карбонильной группы фурфурола, свидетельствует, что взаимодействие ДФО и фурфурола протекает по альдегидной группе фурфурола. Свойства фосфорнокислого катионита полученного в оптимальных условиях приведены в таблице 1, из данных которой видно, что синтезированный фосфорнокислый катионит обладает хорошими показателями основных свойств.

Исследовано изменение обменной емкости и удельного объема полученного фосфорнокислого катионита под действием γ -излучения Со⁶⁰ в воде и на воздухе. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3.

**Влияние γ - излучения Со⁶⁰ на свойства ионитов
(Мощность дозы 500 р/сек)**

Катионит	СОЕ по 0.1 N раствору едкого натра, мг-экв/г		Потери обменной ёмкости, %	Удельный объем набухшего ионита мл/г		Потери веса, %
	До Облучения	После Облучения		До Облучения	После Облучения	
Полученный катионит:						
в воде	5,8	5,75	0,86	6,3	6,3	0,01
в воздушно-сухом состоянии	5,8	5,8	0,0	6,3	6,28	0,0

Из данных таблиц 3 видно, что при облучении дозой 500 рен/сек при 25 °С полученный нами фосфорнокислый катионит устойчив к действию радиации.

Выводы. Таким образом, полученные в настоящей работе результаты исследования физико-химических свойств синтезированного фосфорнокислого катионита показывают перспективность использования данного катионита в процессе дезактивации сточных вод из-за высокой термической, химической и радиационной устойчивости.

Список литературы:

1. Гриссбах Ф. Теория и практика ионного обмена. – М.: ИЛ, 1963. – 499 с.
2. Кисилева Е.Д., Чмутов К.Е., Крупнова В.Н. Исследование радиационной устойчивости ионообменных смол // Журн. физической химии. – 1962. – Т. 36, № 11. – С. 2457–2464.
3. Лейкин Ю.А., Ротайчак В. Синтез и свойства фосфорсодержащих сорбентов. В кн.: Химия и технология высокомолекулярных соединений. – М., 1971. – Т. 3. – С. 86–90.
4. Лейкин Ю.А., Даваньков А.Б., Сергеева Л.М., Черкасова Т.А., Коршак В.В. Синтез монофункциональных фосфорсодержащих катионитов с группами моноалкилзамещенной полистиролфосфиновой кислоты // Ж. Выс. молек.соед. – 1967. – Т. 97. – С. 744–748.
5. Turobjonov S.M, Rakhimova L.S. Synthesis of phosphoric acid cation-exchange polymer of polycondensation type// Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – Vienna, 2016. – № 1–2. – P. 111–114.