

эффекта Ребиндера, вызываемого водой. Полученные данные однозначно свидетельствуют о том, что основная роль в этом процессе принадлежит не объёмному заполнению, а поверхностным явлениям.

Это имеет важное практическое значение, т.к. изделия из ПА-6, эксплуатируемые в атмосфере, периодически подвергаются воздействию осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Влияние наночастиц оксидов металлов на механические свойства полиамида 6». / Т. А. Вишневецкая, Н. Р. Прокопчук. ПМТ, Т-11, (2025), №2, – С. 31–38.

2. Тынный А.Н. Прочность и разрушение полимеров при воздействии жидких сред [Текст] / АН УССР. Физ.-мех. ин-т. – Киев : Наук. думка, 1975. – 206 с.: граф.; 22 см.

3. Зуев Ю.С. Разрушение полимеров под действием агрессивных сред / Ю.С. Зуев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Химия, 1972. – 229 с.: ил.: 1.10.

4. Е.А. Синевич, Р.П. Огородов, Н.Ф. Бакеев. Адсорбционное влияние жидких сред на механические свойства полимеров.-ДАНССР, 1973, т.212; №6, с.1383–1385

УДК 546.47:66.081.3

**Чикунская В.М., Огородников В.А.,
Будкуте И.А., Щербина Л.А.**
(Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОНИТРИЛА И 2-АКРИЛАМИД-2-МЕТИЛПРОПАНСУЛЬФОКИСЛОТЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ S- И D-МЕТАЛЛОВ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ

Полиакрилонитрил является одним из самых перспективных полимеров в плане проведения модификации благодаря своей способности подвергаться различным химическим превращениям, приводящим к получению материалов с заданными свойствами [1].

В результате ранее проведённых исследований по созданию сорбционных материалов на основе сополимеров акрилонитрила (АН) с различными кислотными сомономерами было установлено, что сополимеры

на основе акрилонитрила и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты (АМПС) в качестве ионогенного материала (рисунок 1) могут проявлять высокую сорбционную активность по отношению к катионам металлов [2].

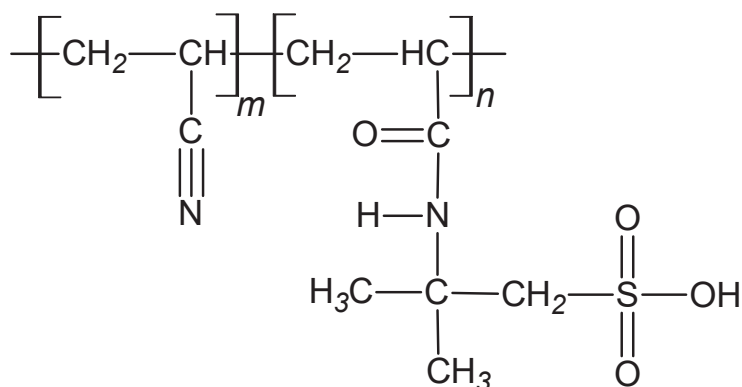


Рисунок 1 – Химическая структура поли[АН-со-АМПС]

Целью данной работы являлось исследование сорбционной активности материалов на основе поли[АН-со-АМПС] по отношению к ионам s- и d- металлов (на примере катионов Ca^{2+} и Zn^{2+}) при их совместном присутствии в растворе.

В эксперименте использовали три типа образцов сополимеров, отличающихся содержанием АМПС (масс. %): поли[АН(80)-со-АМПС(20)], поли[АН(75)-со-АМПС(25)] и поли[АН(70)-со-АМПС(30)].

Сорбцию изучали в статическом режиме методом последовательных погружений ионообменного материала в рабочий раствор. Образцы сорбентов в H^+ -форме заливали раствором хлоридов цинка и кальция (первое погружение) и после наступления равновесия определяли равновесные значения рН и концентрации ионов металлов. Затем ионит извлекали из этого раствора и заливали «свежей» порцией раствора солей (второе погружение); после установления равновесия снова измеряли равновесные параметры системы и снова повторяли эту процедуру (третье погружение).

Суммарная концентрация ионов металлов в рабочем растворе составляла 0,1 моль-экв/дм³ (по 0,05 моль-экв/дм³ ионов Ca^{2+} и Zn^{2+}).

Теоретическое значение СОЕ ионообменных материалов рассчитывали, исходя из композиционного состава сополимеров.

Информация об общем количестве ионов Ca^{2+} и Zn^{2+} , сорбированных за три погружения, представлена в таблице 1, результаты сорбции в каждом погружении – в таблице 2.

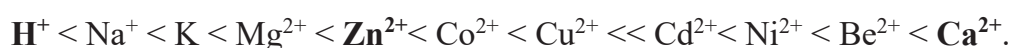
Таблица 1 – Количество сорбированных за три погружения ионов Ca^{2+} и Zn^{2+} при их совместном присутствии в растворе

Полимер	Количество сорбированных ионов, ммоль-экв/г			Расчётная величина СОЕ, ммоль-экв/г
	Ca^{2+}	Zn^{2+}	Суммарное количество Ca^{2+} и Zn^{2+}	
поли[АН(80)–со–АМПС(20)]	1,29	1,86	3,15	0,97
поли[АН(75)–со–АМПС(25)]	1,92	2,29	4,21	1,21
поли[АН(70)–со–АМПС(30)]	7,85	9,32	17,2	1,45

Таблица 2 – Количество сорбированных в каждом погружении ионов Ca^{2+} и Zn^{2+} при их совместном присутствии в растворе

Полимер	Количество сорбированных ионов, ммоль-экв/г					
	Ca^{2+}			Zn^{2+}		
	Номер погружения			Номер погружения		
	1	2	3	1	2	3
поли[АН(80)–со–АМПС(20)]	1,05	0,11	0,13	0,39	1,08	0,39
поли[АН(75)–со–АМПС(25)]	1,26	0,53	0,13	0,08	1,74	0,47
поли[АН(70)–со–АМПС(30)]	4,42	2,94	0,49	1,47	5,89	1,96

Как видно из экспериментальных данных (таблица 1), количество сорбированных ионов значительно превышает расчётное значение СОЕ по сульфогруппам. Причём, бóльшая часть ионов кальция сорбируется при первом погружении, ионов цинка – во втором (таблица 2). По всей видимости, такой результат является следствием слабой избирательности сульфокатионитов по отношению к ионам цинка и согласуется с положением ионов H^+ , Zn^{2+} и Ca^{2+} в ряду селективности для сульфокатионитов [3, с.119]:



Вместе с тем, общее количество сорбированных за три погружения ионов цинка превышает количество сорбированных ионов кальция, что может указывать на протекание в фазе ионита взаимодействий необменного характера, в частности, донорно-акцепторных, которые особенно характерны для d-металлов. Согласно имеющимся литературным данным [4], нитрильные группы в полимере способны к образованию комплексов с ионами некоторых металлов, в том числе и цинка. Вероятно, этим же объясняется и сверхэквивалентная сорбция.

При первом погружении материала в раствор происходит резкое понижение рН вследствие протекания ионообменных процессов на сульфогруппах (рисунок 2). Равновесие в процессе обмена катионов

металлов на ионы H^+ устанавливается в течение приблизительно 30 минут (рисунок 2), но изменение концентрации ионов металлов в растворе продолжается в течение более длительного времени (рисунок 3) и может быть обусловлено процессами, не связанными с ионным обменом на сульфогруппах.

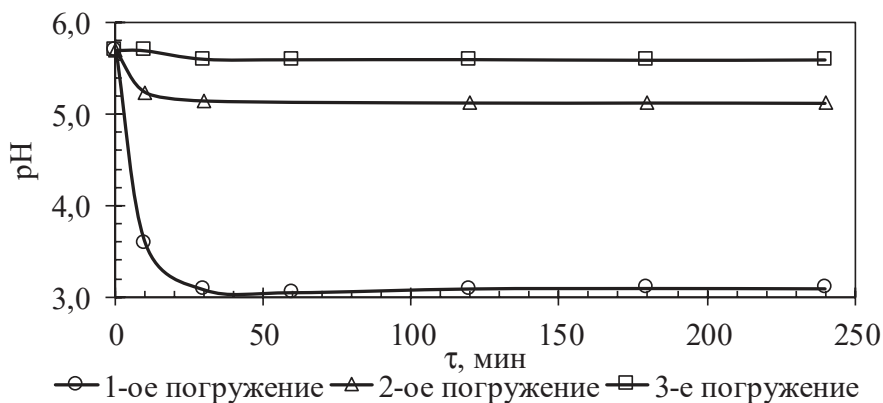


Рисунок 2 – Изменение pH раствора в процессе сорбции ионов Ca^{2+} и Zn^{2+} материалом на основе поли[АН(70)–со–АМПС(30)]

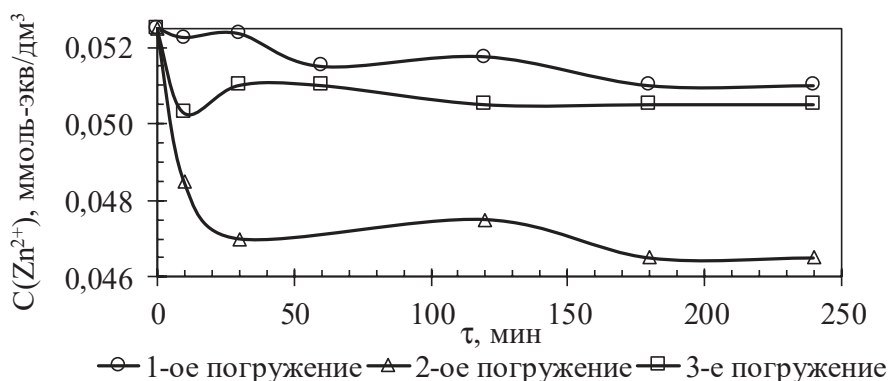


Рисунок 3 – Изменение концентрации ионов Zn^{2+} в процессе сорбции ионов Ca^{2+} и Zn^{2+} материалом поли[АН(70)–со–АМПС(30)]

Выводы. Материалы на основе поли[АН–со–АМПС] способны сорбировать катионы металлов в сверхэквивалентных количествах.

Вероятная причина сверхэквивалентной сорбции – донорно-акцепторные взаимодействия между ионами металлов и азотсодержащими группами полимера.

Ионы Zn^{2+} могут образовывать комплексы с группами $-C\equiv N$ в матрице полимера [4], чем может быть обусловлена более высокая, в сравнении с сульфокатионитами, избирательность сорбентов на основе поли[АН–со–АМПС] к ионам цинка и других d-металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nataraj, S.K. Polyacrylonitrile-based nanofibers – A state-of-the-art review / S.K. Nataraj, K.S. Yang, T.M. Aminabhavi // Progress in Polymer Science. – 2012. – Vol. 37. – № 3. – P. 487–513.
2. Огородников, В. А. Ионообменные свойства материалов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила с различными кислотными сомономерами / В.А. Огородников, Л.А. Щербина, В.М. Чикунская // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т. 4. – № 1. – С. 47–56.
3. Аширов, А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов // А. Аширов. – Л.: Химия, 1983. – 295 с.
4. Сафиуллина, И.И. Синтез и строение комплексов на основе акрилонитрила и его сополимеров: автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.13. Уфа: УГНТУ, 2015. – 19 с.

УДК 678.046.3

**Касперович О.М., Петрушеня А.Ф.,
Чернявский А.В.**

(Белорусский государственный технологический университет)

УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПОЗИЦИЙ С ШУНГИТОМ К ТЕРМООКСИДЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Шунгит – природный минеральный сорбент, промежуточный продукт между аморфным углеродом и графитом, содержащий углерода – 30, кварца – 45, силикатной слюды – около 20 мас.%.
Шунгитовые породы по содержанию в них углерода, которое варьирует от долей до 98 %(масс.).

По структуре шунгит представляет собой аллотропную форму углерода. В его состав кроме углерода входят SiO₂ – 57,0 мас.%; TiO₂ – 0,2 мас.%; Al₂O₃ – 4,0 мас.%; FeO – 6 мас.%; Fe₂O₃ – 1,49 мас.%; MgO – 1,2 мас.%; MnO – 0,15 мас.%; K₂O – 1,5 мас.%; S – 1,2 мас.%. Плотность шунгита составляет 2,1–2,4 г/см³; пористость – до 5%; прочность на сжатие – 100–120 МПа; коэффициенты электро- и теплопроводности – 1500 См/м и 3,8 Вт/мК, соответственно; адсорбционная емкость до 20 м²/г [1].