

В большинстве образцов водорастворимой фракции пластичного наполнителя курительных смесей обнаружены полиолы, моносахариды, дисахариды и оксикислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Drug characterization/impurity profiling background and concepts. manual for use by national law enforcement authorities and drug testing laboratories, 2001. [Электронный ресурс]: United Nations Office on Drugs and Crime // URL: <https://www.unodc.org/pdf/publications/st-nar-32-rev1.pdf> (дата обращения 10.09.2018)
2. Scientific and technical cooperation in the control of drug abuse and illicit trafficking; development of drug profiling/signature analysis in support of a scientific approach to law enforcement, [Resolution 39/1](#), 1999. [Электронный ресурс]: United Nations Office on Drugs and Crime // URL: https://www.unodc.org/unodc/en/commissions/CND/Resolutions_Decision_s/Resolutions-Decisions_1990-1999.html (дата обращения 10.09.2018).
3. A.V. Oberenko, S.V. Kachin, S.A. Sagalakov Profiling of impurities in samples of synthetic cannabinoids seized from illegal circulation in the Siberian region of the Russian Federation // Journal of Siberian Federal University. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 310-322.
4. Ruiz-Matute A. I. et al. Derivatization of carbohydrates for GC and GC-MS analyses // Journal of Chromatography B. – 2011. – Т. 879. – №. 17-18. – С. 1226-1240.
5. Molnár-Perl I., Horváth K. Simultaneous quantitation of mono-, di-and trisaccharides as their TMS ether oxime derivatives by GC-MS: I. In model solutions //Chromatographia. – 1997. – Т. 45. – №. 1. – С. 321-327.

УДК 541.135.541.64

А.А. Осипенко¹, И.В. Полякова¹,
Л.Н. Боровикова¹, О.А. Писарев^{1,2}

¹ Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук

² Кафедра медицинской физики ИФНиТ, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

ГРАНУЛЬНЫЕ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИЕ Se- СОДЕРЖАЩИЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОЙ СОРБЦИИ ХОЛЕСТЕРИНА

Создание и исследование свойств сорбентов для селективной сорбции холестерина (ХС) является актуальной междисциплинарной задачей химии и физической химии полимеров, а также медицинского

материаловедения. Накопление ХС в организме и его уровень в крови человека более 6 ммоль/л способствует развитию атеросклероза, который является одной из основных причин заболеваемости и смертности в развитых странах. Для решения задачи селективной сорбции ХС из крови или плазмы крови очень перспективна разработка методов получения молекулярно импринтированных полимеров (МИП), имитирующих природные рецепторы [1]. Такие полимеры синтезируются в присутствии целевой биологически активной молекулы и обладают «молекулярной памятью» о ней.

В последнее время интерес к эмульсиям Пикеринга для синтеза сорбентов значительно возрос, так как они открывают новые возможности для стабилизации эмульсий и представляются перспективными для широкого практического применения, в том числе для создания нанокомпозитных сорбционных материалов с поверхностно сорбирующим слоем [2].

С целью создания новых гемосорбентов для эфферентной терапии семейной гиперхолестеринемии разработан метод синтеза гранульных гибридных органо-неорганических полимеров типа «оболочка-ядро» в эмульсиях Пикеринга с применением стабилизованных поливинилпирролидоном (ПВП) наночастиц Se в качестве эмульгатора [3].

На первом этапе формировалась простая эмульсия Пикеринга при введении в водный коллоидный раствор Se/ПВП смеси сомономеров. В эмульсионной среде композитные наночастицы Se/ПВП одновременно выполняли роль стабилизатора фаз и «ядра», на котором сополимеризовались 2-гидроксиэтилметакрилат (ГЭМА) и диметакрилат этиленгликоля (ДМЭГ) с формированием поверхностно сорбирующего слоя («оболочки»). Двойная эмульсия Пикеринга формировалась при введении в простую эмульсию бутанола в качестве поробразователя в момент, когда реакция сополимеризации ГЭМА с ДМЭГ в водных каплях уже была инициирована.

При введении темплатов холестерина в количестве 2; 4 и 6 моль % по отношению к массе сомономеров. В результате были синтезированы сорбенты: МИП-2, МИП-4 и МИП-6. Полимер сравнения – КП был синтезирован аналогично МИПам, но без введения темплатов холестерина.

Структура сорбентов была исследована методами ИК-спектроскопии. Основные различия наблюдались в области колебаний, характерных для карбонильных ($>\text{C}=\text{O}$) групп, взаимодействующих с другими группами внутри полимерной сетки с образованием водородных связей. При этом наиболее существенные

различия наблюдались между спектрами контрольных и импринтированных полимеров с наибольшим количеством импринт-сайтов.

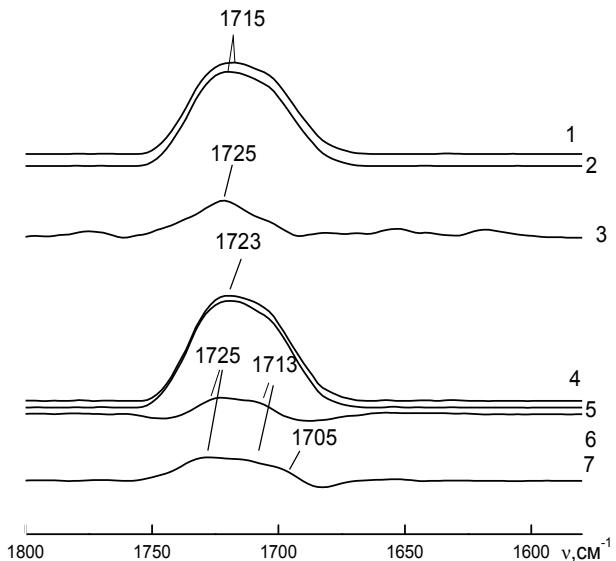


Рис. 1. Фрагменты ИК-спектров в области валентных колебаний $>\text{C}=\text{O}$ групп гибридных сополимеров ГЭМА-ДМЭГ@Se/ПВП

На рисунке 1 представлены фрагменты ИК-спектров в области поглощения $>\text{C}=\text{O}$ групп Спектры 1 и 2, относящиеся соответственно к КП и МИП-6 после синтеза, имели близкие максимумы поглощения. Для детализации различий между ними был получен разностный спектр 3 методом прямого вычитания спектра 1 из спектра 2,

который показал появление другого максимума в полосе поглощения $>\text{C}=\text{O}$ групп и свидетельствовал о присутствии в импринтированных матрицах дополнительных пор, а именно комплементарных полостей с жесткой структурой и зафиксированной $>\text{C}=\text{O}$ группой. После сорбции холестерина были получены спектры 4 и 5 соответствующих сорбентов. Для детализации процесса сорбции были получены разностные спектры 6 и 7 путем вычитания спектров 1 и 2 из спектров 4 и 5, соответственно. Разностный спектр 6 свидетельствовал об ослабевании водородных связей в результате экранирования $>\text{C}=\text{O}$ групп в порах при неспецифичной сорбции холестерина. При этом для гибридной матрицы спектр 6 имел два максимума и свидетельствовал о двух типах неспецифичных водородных связей: первый тип – с $>\text{C}=\text{O}$ группой в структуре сополимера ГЭМА-ДМЭГ, второй – с $>\text{C}=\text{O}$ группой в структуре ПВП. На разностном спектре 7, наряду с максимумами, относящимися к неспецифичной сорбции, появлялся дополнительный максимум, свидетельствующий о более сильном специфичном связывании холестерина в импринт-сайтах в результате комплементарного соответствия $>\text{C}=\text{O}$ группы в полости с гидроксильной группой холестерина.

На гранульных гибридных органо-неорганических сорбентах изотерма с максимумом формировалась при сорбции холестерина на КП при 293 К. Во всех остальных случаях матрица была проницаема для широкого диапазона концентраций сорбтива в растворе (рис. 2). Этому способствовала более высокая набухаемость гибридных матриц.

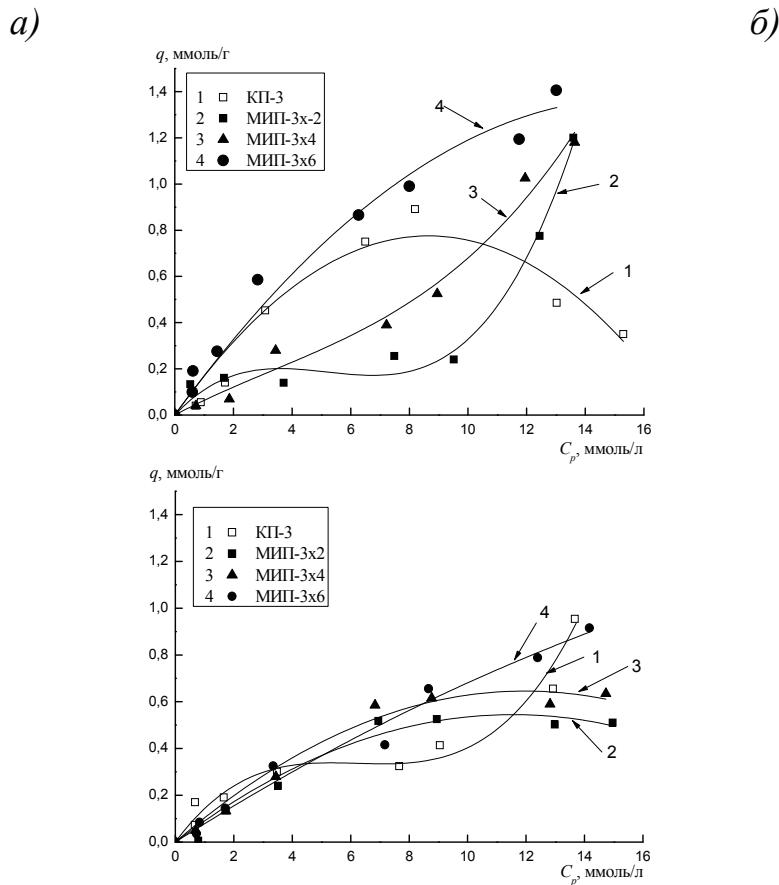


Рис.2. Изотермы сорбции холестерина на гранульных органо-неорганических сорбентах при 293 К (а) и при 310 К (б): 1 – на КП, 2 – на МИП-2, 3 – на МИП-4, 4 – на МИП-6.

Исследуемые экспериментальные изотермы описывались с высоким значением коэффициента корреляции R^2 (0.97–0.99) модельной изотермой Темкина [4]. Согласно модели понижение константы b ($\text{кДж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$) свидетельствует об увеличении площади сорбции, а высокая корреляция экспериментальных данных с модельной изотермой о сорбции при эффективном заполнении микро- и мезопор. Константа b свидетельствовала о большой удельной поверхности неспецифичного связывания холестерина с КП. При сорбции на МИПах понижение b наблюдалось с увеличением количества импринт-сайтов, то есть с ростом удельной поверхности

специфичного связывания холестерина с легко доступными импринт-сайтами в поверхностном импринтированном слое.

Таблица 2. Сорбционные константы Темкина и термодинамические функции сорбции холестерина

Сорбент	ΔH , кДж/ моль	293 К				310 К			
		b , кДж/ моль	K_1 , л/г	ΔG , кДж/ моль	$T\Delta S$, кДж/ моль	b , кДж/ моль	K_1 , л/г	ΔG , кДж/ моль	$T\Delta S$, кДж/ моль
КП	56.05	7.37	1.28	-0.6	56.65	25.51	4.53	-3.89	59.93
МИП-2	-78.42	43.51	8.85	-5.31	-73.11	17.70	1.51	-1.06	-77.36
МИП-4	-16.72	13.62	1.56	-1.08	-15.64	9.86	1.07	-0.17	-16.55
МИП-6	-20.28	6.88	2.18	-1.9	-18.38	10.06	1.38	-0.83	-19.45

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта № 18-03-00835).

ЛИТЕРАТУРА

1. Piletska, E.V. Influence of the polymerization conditions on the performance of molecularly imprinted polymers Piletska E.V., Guerreiro A.R., Whitcombe M.J., Piletsky S.A. // Macromolecules. 2009. V.42. N.12. P. 4921–4928.
2. Subramaniam, A.B. Mechanics of interfacial composite materials / A.B. Subramaniam, M. Abkarian, L. Mahadevan, H.A. Stone // Langmuir, 2006. V. 22. P. 10204–10208.
3. Polyakova, I. Surface molecularly imprinted organic-inorganic polymers having affinity sites for cholesterol / I. Polyakova, L. Borovikova, A. Osipenko, E. Vlasova, B. Volchek, O. Pisarev // Reactive and Functional Polymers, 2016. V. 109. P. 88–98.
4. Temkin, M.I. Recent modification to Langmuir isotherms / M.I. Temkin, V. Pyzhev // Acta Physiochim. 1940. V. 12. P. 217–222.

УДК 661.842.4

К. В. Охрименко, студент
магистратуры
А.Л. Концевой, доц., канд. техн. наук
(КПИ им. Игоря Сикорского, Киев)

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ АППАРАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Стадию нейтрализации азотной кислоты аммиаком в производстве нитрата аммония (аммиачной селитры) проводят в аппарате