



УДК 543.054:547.466

## Исследование сорбции amino- и карбоновых кислот на поверхности пленки полиамидокислоты пьезоэлектрическим сенсором

Кривоносова И.А.<sup>1</sup>, Дуванова О.В.<sup>1</sup>, Зяблов А.Н.<sup>1</sup>,  
Фалалеев А.В.<sup>1</sup>, Козлов А.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж

<sup>2</sup>Воронежский военный авиационный инженерный институт, Воронеж

Поступила в редакцию 02.11.2015 г.

В работе была исследована сорбция глицина, валина, лейцина, метилаланина, глутаминовой кислоты, а также масляной, пропионовой, олеиновой и пальмитиновой кислот при помощи модифицированного пьезосенсора. Прирост массы рассчитывали по уравнению Sauerbrey.

**Ключевые слова:** глицин, валин, лейцин, метилаланин, глутаминовая кислота, масляная кислота, пропионовая кислота, олеиновая кислота, пальмитиновая кислота, полиамидокислота, пьезоэлектрический сенсор.

## Study sorption amino- and carboxylic acid on the surface of polyamic film with the piezoelectric sensor

Krivososova I.A.<sup>1</sup>, Duvanova O.V.<sup>1</sup>, Zyablov A.N.<sup>1</sup>,  
Falaleev A.V.<sup>1</sup>, Kozlov A.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University, Voronezh

<sup>2</sup>Voronezh Military Aviation Engineering Institute, Voronezh

Interest in the polyamic acid-based polymers due to their unique characteristics, by which is possible to solve problems in the separation and concentration. The most promising in this respect is the study of the properties of polymers based on polyamide acid. These polymers have a rigid solid structure, optimum hydrophobic-hydrophilic balance, high thermal stability and selectivity to the singly charged cation. The paper was studied sorption properties of polymers based on partially imidized polyamic acid. Objects of the study were selected amino acids (glycine, valine, leucine, methylalanine, glutamic acid), and butyric acid, propionic acid, oleic acid and palmitic acid. To evaluate the sorption capacity was used modified piezoelectric sensor. Using the obtained data was built Chart amount of adsorbed substance. The research in this paper of sorption amino- and carboxylic acids indicated that there is not a clear correlation with sorption of these compounds to the polymer.

**Keywords:** glycine, valine, leucine, methylalanine, glutamic acid, butyric acid, propionic acid, oleic acid, palmitic acid, polyamic acid, a piezoelectric sensor.

### Введение

В настоящее время все больший интерес проявляется к продуктам термической имидизации полиамидокислоты (ПАК), поскольку они обладают

жесткой прочной структурой, высокой устойчивостью к химическим и физическим воздействиям, применяются как при повышенных, так и при криогенных температурах. Полиамидные мембраны характеризуются оптимальным гидрофобно-гидрофильным балансом и селективностью к однозарядным катионам, тем самым, способны эффективно участвовать в процессах разделения и концентрирования при решении актуальных задач аналитической химии [1-4]. Кроме того, полимеры на основе полиамидокислоты используют в качестве прекурсоров при синтезе полимеров с молекулярными отпечатками (ПМО). И в этой связи целесообразно оценить способность сорбировать вещества пленками полиамидокислоты.

Цель работы – изучение особенностей сорбции ряда соединений полимером на основе частично имидизированной полиамидокислоты при помощи пьезоэлектрического сенсора.

## Эксперимент

В работе были получены полимерные пленки на основе полиамидокислоты непосредственно на поверхности электрода пьезоэлектрического сенсора. При синтезе использовали продукт АД-9103 ТУ-6-19-283-85 производства ОАО МИПП НПО «Пластик», г. Москва, который представляет собой смесь исходных мономеров 1,2,4,5-бензолтетракарбоновой кислоты и 4,4'-диаминодифенилоксида. Подробная методика получения полимерных пленок описана ранее [4-5].

Объектами исследования выступили аминокислоты (глицин (Gly), валин (Val), лейцин (Leu), метилаланин (Met), глутаминовая кислота (Glu)), масляная (Butanoic acid), пропионовая (Propanoic acid), олеиновая (Oleic acid) и пальмитиновая (Palmitic acid) кислоты.

Для оценки сорбционной способности использовали пьезоэлектрические кварцевые резонаторы АТ-среза (угол 35'25'') с серебряными электродами диаметром 5 мм и толщиной 0,3 мм (производство ОАО «Пьезокварц», Москва). В основе работы сенсоров лежит принцип Sauerbrey [6].

$$\Delta f = -2.3 \cdot 10^{-6} f_0^2 \Delta m / S \quad (1)$$

где  $\Delta f$  – сдвиг частоты, Гц;  $f_0$  – резонансная частота пьезокристалла, Гц;  $\Delta m$  – прирост массы кристалла за счет адсорбции веществ на поверхности электрода, г;  $S$  – площадь активной зоны кристалла см<sup>2</sup>.

При проведении эксперимента сенсор закрепляли в горизонтальном положении. Включали прибор и регистрировали показания сенсора без нагрузки «на воздухе» ( $f_1$ ). Затем на поверхность сенсора сорбировали исследуемое вещество и регистрировали сигнал ( $f_2$ ). Считывание сигнала проводили через каждую секунду, регистрируя 10 значений. Прирост массы рассчитывали по уравнению 1.

## Обсуждение результатов

Проведенные в данной работе исследования сорбции amino- и карбоновых кислот на поверхности пленки полиамидокислоты (рис. 1) показали, что не наблюдается какой-либо четкой корреляции при сорбции этих соединений на полимере.

Однако для полимеров с молекулярными отпечатками, синтезированных на основе полиамидокислоты [7, 8], характерны более высокие значения сорбционной

емкости, чем для исходной ПАК, что связано с возникновением дополнительных сорбционных центров при введении молекул-шаблонов в процессе синтеза ПМО.

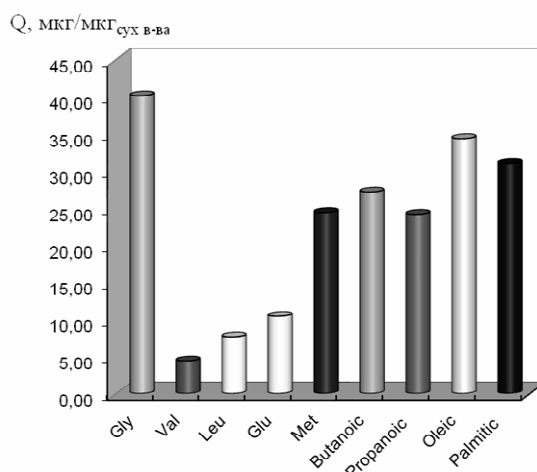


Рис. 1. Количество сорбированного вещества

Как было установлено ранее [9, 10] для ПАК характерно широкое распределение «пор» по размерам от 7 до 50 нм, а пористость ПАК пленки (отношение площади пор, к площади сканируемого участка по данным метода сканирующей силовой микроскопии) составила 7.8%. Размер пор этих пленок близок к данному показателю в микро- и ультрафильтрационных мембранах, что указывает на перспективность использования пленок (мембран) на основе полиамидокислоты в баромембранных процессах [10].

## Заключение

Поскольку одним из путей повышения эффективности процессов мембранного разделения является использование новых мембран, изучение их свойств является актуальной задачей. Материалы на основе ПАК относятся к числу перспективных для использования в различных видах мембранных процессов. Кроме того они могут быть использованы и в качестве прекурсоров при синтезе полимеров с молекулярными отпечатками.

*Результаты получены в рамках выполнения работ по Постановлению Правительства РФ № 218 договор N 02.G25.31.0007 при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации*

## Список литературы

1. Котов В.В., Дьяконова О.В., Соколова С.А., Волков В.И. // *Электрохимия*. 2002. Т.38. № 8. С. 994-997.
2. Котов В.В. и др. // *Журнал физической химии*. 2005. Т. 79. № 10. С. 1896.
3. Дьяконова О.В. и др. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2005. Т. 5. Вып. 6. С. 824-831.
4. Дьяконова О.В., Соколова С.А., Зяблов А.Н., Жиброва Ю.А. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2007. Т. 7. Вып.5. С. 873-877.
5. Соколова С.А., Дьяконова О.В., Зяблов А.Н. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2009. Т. 9. Вып. 6. С. 893-903.
6. Sauerbrey G. // *Zeitschrift für Physik*. 1959. No 155. pp. 206-222.

7. Зяблов А.Н. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2008. Т. 8. Вып. 1. С. 172-175.
8. Дуванова О.В., Зяблов А.Н. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2015. Т. 15, Вып. 4. С. 558-562.
9. Кривоносова И.А., Дуванова О.В., Зяблов А.Н., Фалалеев А.В. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2014. Т. 14. Вып. 6. С. 996-1001.
10. Дьяконова О.В. и др. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2005. Т. 5. Вып. 4. С. 501-506.

### References:

1. Kotov V.V., D'yakonova O.V., Sokolova S.A., Volkov V.I., *Electrochemistry*, 2002, Vol. 38, No 8, pp. 994-997.
2. Kotov V.V. et al., *J. of Physical Chemistry*, 2005, Vol. 79, No 10, pp. 1896.
3. D'yakonova O.V. et al., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2005, Vol. 5, No 6, pp. 824-831.
4. D'yakonova O.V., Sokolova S.A., Zyablov A.N., Zhibrova Yu.A., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2007, Vol.7, No 5, pp. 873-877.
5. Sokolova S.A., D'yakonova O.V., Zyablov A.N., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2009, Vol. 9, No 6, pp. 893-903.
6. Sauerbrey G., *Zeitschrift für Physik*, 1959, No 155, pp. 206-222.
7. Zyablov A.N., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2008, Vol. 8, No 1, pp. 172-175.
8. Duvanova O.V., Zyablov A.N., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2015, Vol. 15, No 4, pp. 558-562
9. Krivonosova I.A., Duvanova O.V., Zyablov A.N., Falaleev A.V., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2014, Vol. 14, No 6, pp. 996-1001.
10. D'yakonova O.V. et al., *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2005, Vol. 5, No 4, pp. 501-506.

**Кривоносова Ирина Анатольевна** – аспирант кафедры аналитической химии ВГУ; Воронеж

**Дуванова Ольга Васильевна** – ведущий инженер кафедры аналитической химии ВГУ; Воронеж

**Зяблов Александр Николаевич** – к.х.н., доцент кафедры аналитической химии ВГУ; Воронеж

**Фалалеев Александр Владимирович** – к.х.н., старший научный сотрудник ВГУ; Воронеж

**Козлов Александр Тимофеевич** – д.б.н., проф., зав. кафедрой экологии, Воронежский военный авиационный инженерный институт, Воронеж

**Krivonosova Irina A.** – postgraduate student department of analytical chemistry, Voronezh State University; Voronezh

**Duvanova Olga V.** - lead engineer, department of analytical chemistry, Voronezh State University; Voronezh

**Zyablov Alexander N.** – assistant professor Chair of Analytical Chemistry Voronezh State University; Voronezh

**Falaleev Alexander V.** – assistant professor, Senior Researcher, Voronezh State University; Voronezh

**Kozlov Alexander T.** - Ph. D., prof., Head. Department of Ecology, Voronezh Military Aviation Engineering Institute, Voronezh