

6. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М.: Изд-во ин. лит., 1963. 590 с.
7. Цундель Г. Гидратация и межмолекулярное взаимодействие. М.: Мир, 1972. 406 с.
8. Крисилова Е.В., Елисеева Т.В., Селеменов В.Ф. Сорбция аргинина и лизина гомогенной катионообменной мембраной МФ-4СК // Сорбционные и хроматографические процессы. 2009. Т.9, Вып.5. С. 671-676.
9. Ostrowska J., Narebska A. Infrared study of hydration and association of functional groups in a perfluorinated Nafion membrane. Part 2. // Colloid. Polym. Sci. 1984. V. 262. P. 305-310.

**Крисилова Елена Викторовна** – инж. кафедры аналитической химии ВГУ, Воронеж, тел.: (4732) 208-932

**Елисеева Татьяна Викторовна** – к.х.н., доцент кафедры аналитической химии ВГУ, Воронеж

**Орос Галина Юрьевна** – к.х.н., вед. н. сотр. кафедры аналитической химии ВГУ, Воронеж

**Черников Михаил Алексеевич** – студент кафедры аналитической химии ВГУ, Воронеж

**Лукин Анатолий Николаевич** – к.ф.-м.н., доц., кафедра физики твердого тела и наноструктур, ВГУ, Воронеж

**Середин Павел Валерьевич** – к.ф.-м.н., с.н.с., кафедра физики твердого тела и наноструктур, ВГУ, Воронеж

**Krisilova Elena V.** – engineer, Department of Analytical Chemistry, Voronezh State University, Voronezh, e-mail: [elena.vsu@mail.ru](mailto:elena.vsu@mail.ru)

**Eliseeva Tatyana V.** – Ph.D., lecturer, Department of Analytical Chemistry, Voronezh State University, Voronezh, e-mail: [tatyanaeliseeva@yandex.ru](mailto:tatyanaeliseeva@yandex.ru)

**Oros Galina Yu.** – Ph. D., scientist, Department of Analytical Chemistry, Voronezh State University, Voronezh

**Chernikov Michail A.** – student, Department of Analytical Chemistry, Voronezh State University, Voronezh e-mail: [mischa.vsu@gmail.ru](mailto:mischa.vsu@gmail.ru)

**Lukin Anatoliy N.** – Ph. D., lecturer, Department of Solid States and Nanostructure's Physics, Voronezh State University, Voronezh

**Seredin Pavel V.** – Ph. D., scientist, Department of Solid States and Nanostructure's Physics, Voronezh State University, Voronezh

УДК 544.032.72

## **Кинетика набухания гранул из ионогенных и неионогенных полимерных материалов в водно-спиртовых растворах**

Кудухова И.Г., Рудаков О.Б.

*ГОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», Воронеж*

**Рудакова Л.В.**

*ГОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия», Воронеж*

**Ферапонтов Н.Б.**

*ГОУ ВПО «Московский государственный университет», Москва*

Поступила в редакцию 14.05.2010 г.

## Аннотация

Микрофотографическим методом изучены кинетика и объемные эффекты набухания и контракции 20 неионогенных и ионогенных полимерных гранул в водно-спиртовых растворах при комнатной температуре в диапазоне концентраций этилового спирта 0-96 масс. %.

**Ключевые слова:** набухание, контракция, полимеры, микрофотография, этанол, концентрация

By microphotographic method are studied kinetics and volume effects of swelling and the counteraction of 20 nonionic and ionogenic polymeric granules in aqueous-alcoholic solutions at a room temperature in a range of concentration of ethyl spirit of 0-96 mass. %.

**Key words:** swelling, the counteraction, polymers, a microphotography, ethanol, concentration

## Введение

Микрофотографический метод в настоящее время широко применяют для изучения морфологических изменений различных объектов. Это обусловлено высоким уровнем развития техники и программного обеспечения для получения и обработки цифровых изображений. Цифровой видеосигнал несет информацию о яркости и цвете отдельных участков оптического изображения, о морфологических характеристиках и концентрации (числе, размере) компонентов (объектов) в пробе. Форма, размеры или число структурных единиц цифрового изображения пятен, гранул, частиц, кристаллов, биот и пр. может выступать в качестве аналитического сигнала. Известны эффекты набухания или контракции полимерных матриц при их взаимодействии с разными веществами. Актуальной задачей является изучение возможностей применения этих объемных эффектов в качестве интегральных показателей в химическом анализе.

Цель исследования – изучить кинетику и объёмные эффекты набухания серии ионогенных и неионогенных полимерных материалов, применяемых в сорбционной очистке водно-спиртовых растворов. На рис. 1 приведена схема использованного нами в эксперименте прибора.

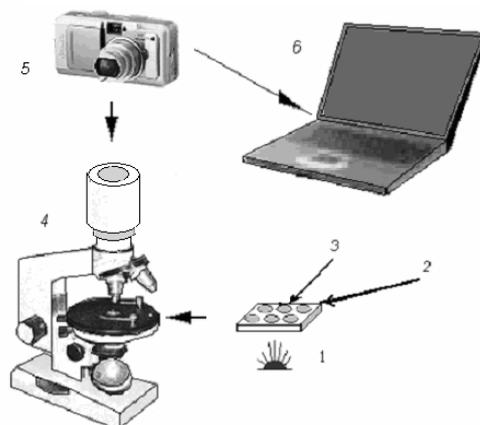


Рис. 1. Схема прибора: 1 – источник света (светодиод); 2 – ячейки иммунологического планшета; 3 – гранулы; 4 – микроскоп; 5 – цифровая фотокамера (ЦФК); 6 – ПК

В таблице приведены изученные гранулированные полимеры, даны времена установления равновесного состояния набухающих гранул и максимальные значения набухания или контракции гранул (относительные объемы  $f = V / V_0$ ). Установлено,

что гранулы рассматриваемых полимеров, выдержанные предварительно в ректификованном спирте (96 масс. %) в водно-спиртовых растворах набухают пропорционально содержанию воды, а гранулы, выдержанные в воде, контрактируют в водно-спиртовых растворах пропорционально массовой доле спирта.

Таблица. Тип полимеров и их способность к набуханию

Марка	Тип полимера	Время установления равновесия, мин		Максимальное значение f	
		набухание	контракция	набухание	контракция
AB 17 Cl <sup>-</sup>	анионит сильноосновный	1	2	1,021	0,776
C 120 E	катионит сильнокислотный	5	7	1,052	0,941
ПАА 3% сшивки	неионогенный	10	3	3,484	0,208
PBC 20	неионогенный	9,5	3	4,051	0,331
ВП 1 An	анионит сильноосновный	5	4	1,395	0,729
ВП 14 K	амфолит	2	9	1,434	0,660
WOFATIT AK 40 tech	анионит слабоосновный	9	8	1,069	1,016
WOFATIT EA 60	анионит сильноосновный	1	3,5	1,401	0,742
WOFATIT ES tech	анионит сильноосновный	1	3	1,661	0,672
TULSION A-2 XMP	анионит слабоосновный	6	6	1,125	0,944
TULSION A-8 XMP	анионит слабоосновный	6	7	1,195	0,854
TULSION A-10 XMP	анионит слабоосновный	-	-	1	1
TULSION A-20 Gel	анионит слабоосновный	8	7	1,02	1,96
TULSION A-23 Cl <sup>-</sup>	анионит сильноосновный	6	7	1,25	0,8
TULSION A-23 P	анионит сильноосновный	7	7	1,28	0,79
TULSION A-23 Gel UPS	анионит слабоосновный	7	6	1,08	1,93
TULSION T-42 MP	катионит слабокислотный	-	-	1	1
TULSION T-42 Na <sup>+</sup>	катионит сильнокислотный	10	15	1,38	0,72
TULSION T-46 H	катионит сильнокислотный	-	-	1	1
TULSION T-52 H	катионит сильнокислотный	-	-	1	1

Наиболее сильный эффект набухания наблюдали для гранул полимеров неионогенного типа (полиакриламид - ПАА с 3% сшивкой, поливиниловый спирт – ПВС с 20% сшивкой) – в 3,5-4 раза в воде, для них же характерны максимальные эффекты контракции – 70-80% в 96%-ном этаноле. Для катионитов наблюдали слабые объемные эффекты, относительно хорошие эффекты кроме неионогенных смол проявлялись также для сильных анионообменных смол (см. табл.) – максимальное набухание примерно в 1,5 раза и контракция - до 25-30%.

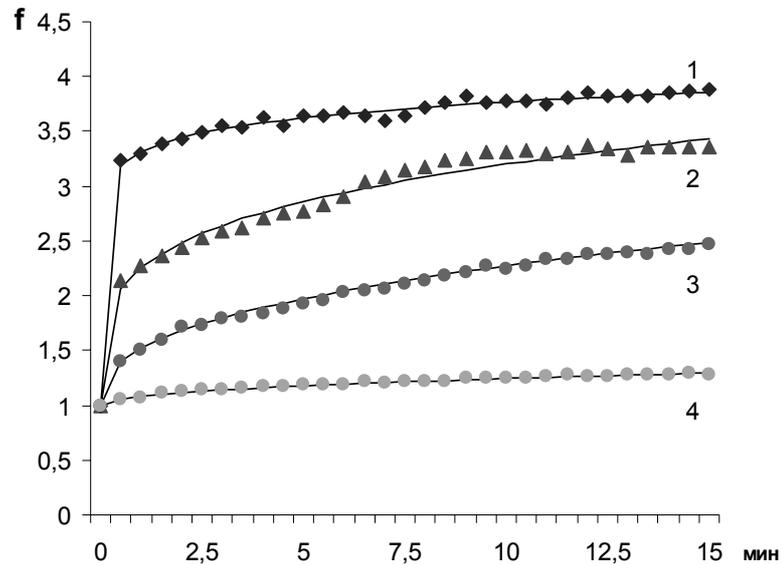


Рис. 1. Установление равновесия для эффектов набухания гранул ПВС 20 в водно-спиртовых растворах различной концентрации: 1 – 100%; 2 – 80%; 3 – 60%; 4 – 30% объемных воды

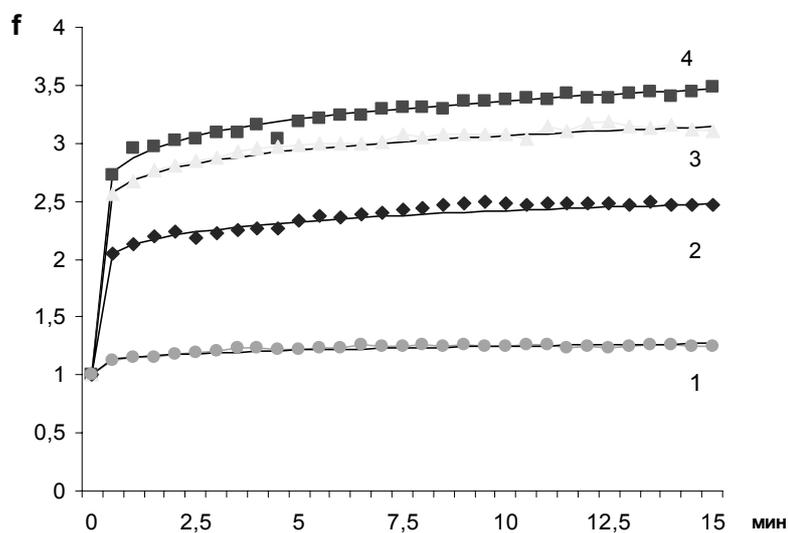


Рис. 2. Установление равновесия для эффектов набухания гранул ПАА 3 в водно-спиртовых растворах различной концентрации: 1 – 30%; 2 – 80%; 3 – 95%; 4 – 100% объемных воды

На рис. 1-3 приведены примеры кинетических кривых набухания и контракции гранул ПАА 3 и ПВС 20, которые представляют собой кривые насыщения, как правило, адекватно описываемые уравнениями типа  $f=1+a\tau^b$ , где  $a$  и

$b$  – эмпирические коэффициенты,  $f$  – изменение объема за отрезок времени  $\tau$ , коэффициенты парной корреляции находились в пределах  $R=0,935-0,999$ .

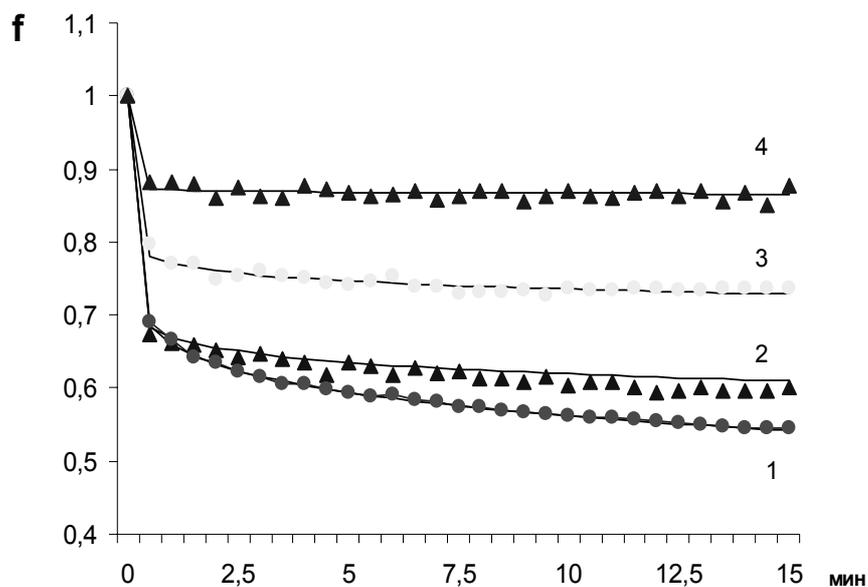


Рис. 3. Установление равновесия для эффектов контракции гранул ПАА 3 в водно-спиртовых растворах различной концентрации: 1-30%, 2-60%, 3-80%, 4-95% объемных воды

Полученные результаты представляют интерес для разработки конструкции фильтров и технологии сорбционной очистки водно-спиртовых растворов в целом. Кроме того, селективные эффекты набухания различных полимерных гранул могут быть использованы при тестировании содержания спирта в водно-спиртовом растворе или наличия в этих растворах посторонних компонентов. Для этих целей представляется возможным апробировать как кинетические зависимости, так и объемные эффекты в состояниях, близких к равновесным.

### Список литературы

1. Пат. 2282850 Российская Федерация, МПК G 01 N 30/00, G 01 N 33/18. Безреагентный способ определения содержания компонентов в растворе и устройство для его осуществления / Ферапонтов Н.Б., Рубин Ф.Ф., Ковалева С.С.; патентообладатели Ферапонтов Н.Б., Рубин Ф.Ф., Ковалева С.С. – № 2005112942; заявл. 29.04.05; опубл. 27.08.06, Бюл. № 24. – 10 с.
2. Ферапонтов Н.Б. Определение природы и концентрации растворенных веществ методом набухающей гранулы / Н.Б. Ферапонтов, С.С. Ковалева, Ф.Ф. Рубин // Журн. аналит. химии.–2007.–Т.62,№10. – С. 1-7.
3. Рудакова Л.В. Гранулы сорбентов как сенсоры искусственного языка / Л.В. Рудакова, О.В. Байдичева, О.Б. Рудаков // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья: тезисы докл. III Междунар. конф., Белгород, 2008 г. – Белгород, 2008. – С. 235-238.
4. Байдичева О.В., Рудаков О.Б., Полянская Н.К., Рудакова Л.В., Селеменев В.Ф. Применение эффекта контракции гранул сульфокатионита для контроля содержания лизоцима в изотоническом растворе // Сорбционные и хроматографические процессы. 2007. Т. 7. № 4. С. 699-702.

**Рудаков Олег Борисович** – д.х.н., профессор, зав. кафедрой химии Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, Воронеж, тел. (4732) 717617

**Кудухова Инга Гайзовна** – аспирант кафедры химии Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, 394006, Воронеж, тел. (4732) 717617

**Рудакова Людмила Васильевна** – к.х.н., доцент кафедры фармацевтической химии Воронежской государственной медицинской академии, Воронеж

**Ферапонтов Николай Борисович** – д.х.н., ведущий научный сотрудник кафедры физической химии Московского государственного университета, Москва; тел. (495) 9394019

**Rudakov Oleg B.** – d.kh.n., professor, head of the chair of chemistry of Voronezh state university of architecture and civil engineering, Voronezh, e-mail: [rudakov@vgasu.vrn.ru](mailto:rudakov@vgasu.vrn.ru)

**Kudukhova Inga G.** – post-graduate student of the chair of chemistry Voronezh state university of architecture and civil engineering, Voronezh, e-mail: [phanvinhthinh@gmail.com](mailto:phanvinhthinh@gmail.com)

**Rudakova Lyudmila V.** – k.kh.n., the senior lecturer of the chair of pharmaceutical chemistry of the Voronezh state medical academy, Voronezh

**Ferapontov Nikolay B.** – d.kh.n., leading researcher of the chair of physical chemistry of the Moscow state university, Moscow, e-mail: [n.ferapontov@phys.chem.msu.ru](mailto:n.ferapontov@phys.chem.msu.ru)

УДК 542.87:621.359.7:631.42

## Исследование влияния сорбированных гумусовых веществ на структуру и электропроводность ионообменной мембраны МА-40

Ненахов Д.В., Котов В.В.

*Воронежский государственный аграрный университет имени К.Д. Глинки, Воронеж*

Черняева М.А.

*Кубанский государственный университет, Краснодар*

Поступила в редакцию 14.05.2010 г.

---

### Аннотация

Исследованы особенности структуры и электропроводность ионообменной мембраны МА40, сорбирующей гумусовые вещества при электродиализе щелочных почвенных экстрактов. Показано некоторое снижение влагосодержания, удельной внутренней поверхности и повышение плотности сорбирующей органические вещества мембраны. Установлено, что основные структурные изменения проходят в её межгелевых. Выявлено снижение электропроводности мембраны, связанное с гидрофобизацией внутренней поверхности гумусовых веществ и удалением раствора из её межгелевых участков.

**Ключевые слова:** мембрана, гумусовые вещества, порометрия, электропроводность

Structural features and conductivity of ion-exchange membrane MA40 sorbed humic substances in alkaline soil extracts electro dialysis was researched. Slight decline of moisture and specific internal surface and increase of the density of membrane sorbed organic matter was shown. Found that basic structure changes goes in inter-gel intervals of that heterogeneous membrane. Reduce of conductivity of membrane associated with the inner surface of the water repellent, and removing the solution from its inter-gel sites.

**Keywords:** membrane, humic substances, pores-dimension, conductivity

---