

---

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

---

**Серия. КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

# МЕМБРАНЫ



**информационно - аналитический журнал**

**№1 (37)**

**Москва 2008**

РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
(ВИНИТИ)

---

*Серия.* Критические технологии

# МЕМБРАНЫ

информационно-аналитический журнал

Издается с 1998 г.

№ 1 (37)

Выходит 4 раза в год



Москва, 2008

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор Г.Ф. Терещенко  
Главный редактор информационных изданий ВИНТИ Ю.М. Арский  
Зам. главного редактора Ю.П. Ямпольский  
Ответственный секретарь Л.А. Паренаго

## **ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ**

А.Б. Базили, И.Б. Бесфамильный, О.В. Бобре-  
шова, В.В. Волков, С.И. Гдалин, В.П. Дубяга,  
В.М. Зацепин, Г.Г. Каграманов, Л.М. Королева,  
Н.Н. Кочанова (выпускающий редактор),  
А.Е. Кравчик, Б.В. Мчедлишвили,  
А.М. Олферьев, А.Г. Первов,  
А.В. Путилов, В.В. Тепляков

## **Программно-технологическое обеспечение**

В.А. Иванченко, Е.В. Колтунова,  
Н.В. Анисимова, Р.В. Остапчук

## **Справочные данные:**

125190, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ,  
ОНИ по проблемам химии и наук о материалах  
Тел.: (8 499) 155-42-42, 152-57-01  
Факс: (8 499) 943-00-60  
E-mail: ioshi@viniti.ru, market@viniti.ru

Межотраслевой информационно-аналитический журнал предоставляет новейшую информацию по основным направлениям современного состояния и развития отечественных и зарубежных мембранных технологий.

Содержание журнала: статьи, рефераты публикаций ведущих российских и зарубежных периодических изданий, обзоры, патенты, аннотации на книги.

Издание снабжено предметным, авторским указателями, указателем источников. Серия рекомендуется для специалистов, занимающихся проблемой высоких технологий, руководителей министерств и ведомств, научных работников.

Журнал предоставляется в полиграфической и электронной формах.

Периодичность – 4 номера в год.

The interbranch information and analytical journal represents the newest information on the main directions of the current state and development of home and foreign membrane technologies.

Contents of the journal: articles, abstracts of the leading Russian and foreign periodical publications, reviews, patents, book annotations.

The publication is supplied with author, subject and formula indexes.

The publication is recommended for specialists in the field of high technologies, heads of departments and offices, scientists.

The journal is given in printed and electronic forms.

Periodicity is 4 numbers a year.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПЫТНОЙ ПАРТИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИОНООБМЕННЫХ МЕМБРАН

*О.А. Козадрова<sup>1</sup>, В.А. Шапошник<sup>1</sup>, А.А. Резников<sup>1</sup>, Т.И. Гаршина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет  
394006 г. Воронеж, Университетская пл., 1; *e-mail: sh@sh.vrn.ru*

<sup>2</sup>ОАО “Щекиноазот”  
301212, Тульская обл., Щекинский р-н, п. Первомайский, ул. Симферопольская, 17  
*e-mail: gti@azot.net*

Измерены кинетические зависимости набухания гетерогенных катионообменных мембран МК-40 и анионообменных мембран МА-41, имеющих толщину в интервале от 0,23 до 0,34 мм и изготовленных как опытные партии ОАО “Щекиноазот”. Больше набухание сульфокатионообменной мембраны МК-40 в сравнении с анионообменной мембраной МА-41, содержащей фрагменты бензилтриметиламмоний, согласуется с выполненными неэмпирическими квантовохимическими расчетами. Контактно-разностным методом измерены удельные электропроводности образцов мембран разной толщины в равновесных растворах хлорида натрия разной концентрации.

*Ключевые слова:* ионообменная мембрана, набухание, электропроводность, прочность на разрыв, квантовохимический расчет, гидратация мембран

The kinetic dependences of swelling for the heterogeneous cation-exchange membranes МК-40 and anion-exchange membranes МА-41 with the thickness from 0,23 to 0,34 mm made as a pilot lot by the ОАО “Schekinoazot” were measured. The sulphocation-exchange membrane МК-40 is more swelling in comparison with the anion-exchange membrane МА-41 with the fragments of benzilthreemethylammonium, and this fact is in accordance with the non-empirical quantum mechanical computations. The specific electrical conductivities of the membranes with different thickness which were in equilibrium with the solutions of various concentration of sodium chloride were measured by the contact-difference method.

*Key words:* ion-exchange membrane, swelling, conductivity, tensile strength, quantum-mechanical computation, hydration of membranes

### Введение

Миллионы лет эволюции создали nano-размерные биологические мембраны для регулирования основных физиологических функций в живых организмах. Было установлено, что физиологическая активность простейших усиливается при увеличении отношения поверхности к их объему, что в ряде случаев достигается уменьшением толщины мембран [1]. Заимствование человеком у природы этого совершенного механизма происходит не путем прямого копирования, а постепенным раскрытием его сущности. В частности, успехи баромембранных методов разделения (ультрафильтрация, обратный осмос) связаны со снижением толщины активного селективного слоя до 0,25 мкм, наносимого на крупнопористую подложку [2]. Толщина гетерогенных ионообменных мембран для электрообменных

процессов, согласно техническим условиям должна быть выше 0,3 мм. В настоящей работе был сделан первый шаг по приготовлению более тонких ионообменных мембран с целью изучения их свойств и анализа возможности дальнейших шагов в этом направлении как в рамках принятой в ОАО “Щекиноазот” технологии, так и возможной ее коррекции. С этой целью были изготовлены гетерогенные ионообменные мембраны МК-40 и МА-41 разной толщины и измерены их физико-химические свойства.

### Методика эксперимента

Катионообменные мембраны МК-40 были приготовлены из композиции, содержащей 65% мелкоизмельченного до 50 мкм с помощью струйно-эжекторной мельницы сильнокислотного катионообменника КУ-2 в натриевой форме, и

полиэтиленового порошка с размером частиц менее 0,5 мкм. Анионообменные мембраны МА-41 были приготовлены из композиции высокоосновного анионообменника АВ-17 (65%) в хлоридной форме и порошка полиэтилена. Композиции готовились в смесителях Янке-Кункеля в течение 45–60 мин., затем засыпали их тонким слоем и вальцевали в листы. Далее листы помещали между двумя капроновыми тканями толщиной 0,092 мм и прессовали при температуре 150 °С сначала в течение 50 мин при давлении 5 атм, а затем в течение минуты при давлении 290 атм. Толщину мембран регулировали на стадии приготовления смесей и вальцовки. Листы мембран имели размеры 135 см в длину и 45 см в ширину.

Для исследования набухания мембран образцы размером 5 × 5 см<sup>2</sup> (МК-40 в форме ионов натрия и МА-41 в форме хлоридных ионов) помещали в дистиллированную воду и проводили измерения их толщины микрометром, а длины линейкой. Полученные результаты рассчитывали по формулам

$$S_d = 100 \frac{d_i - d_o}{d_o}; \quad S_l = 100 \frac{l_i - l_o}{l_o} \quad (1)$$

где  $S_d$  – степень набухания по толщине,  $d_i$  – толщина в измеряемый момент времени,  $d_o$  – толщина образца сухой мембраны,  $S_l$  – степень набухания по длине мембраны,  $l_i$  – длина мембраны в измеряемый момент времени,  $l_o$  – длина или ширина образца воздушно-сухой мембраны.

Прочность на разрыв измеряли после набухания с помощью разрывной машины для испытания пластмасс 2166 Р-5 при скорости подвижного зажима 50 мм/мин.

Удельную электропроводность мембран измеряли контактно-разностным методом [3]. Метод заключается в измерении электрического сопротивления двух и одной мембран между платиновыми электродами, при котором истинное электросопротивление находили по их разности. Преимущество этого метода перед контактным методом состоит в том, что при измерении электросопротивления одной мембраны в него входят значительные величины электросопротивлений контактов мембрана-раствор-электрод. При нахождении разности сопротивлений двух и одной мембран эти электросопротивления вычитаются. Преимущества перед разностным методом проявляются в большей степени при измерении

электропроводности мембран в разбавленных равновесных растворах, так как разбавленные растворы имеют высокие сопротивления и необходимо находить разность между двумя большими величинами (сопротивление раствора с мембраной и раствора без мембраны), что увеличивает ошибку измерения. По найденной величине электросопротивления  $R$  находили величину удельной электропроводности  $\kappa$  или обратную ей величину удельного электросопротивления  $\rho$  по формуле

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{d}{RA} \quad (2)$$

где  $A$  – поверхность электродов или образца мембраны. Были измерены величины удельной электропроводности ионообменных мембран разной толщины, приведенные в равновесие с растворами разных концентраций.

### Результаты эксперимента

Рис. 1 и 2 показывают экспериментальные кинетические кривые набухания мембран МК-40 и МА-41 по толщине. Вид зависимостей степеней набухания от времени соответствует функции

$$S_d = 1 - e^{-k_i t} \quad (3)$$

где  $t$  – время,  $k_i$  – эмпирическая константа. Из

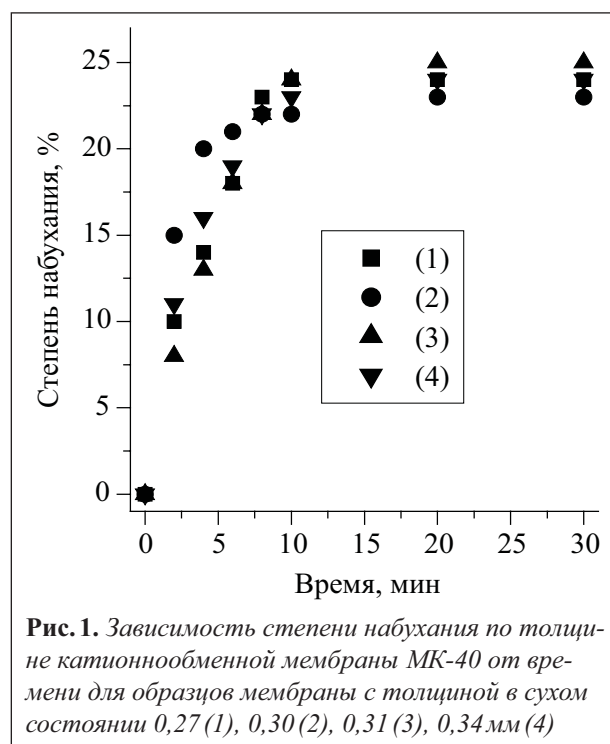
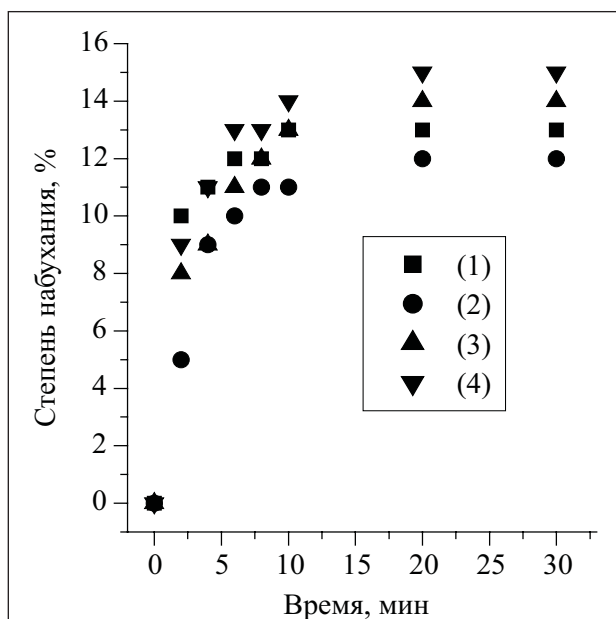


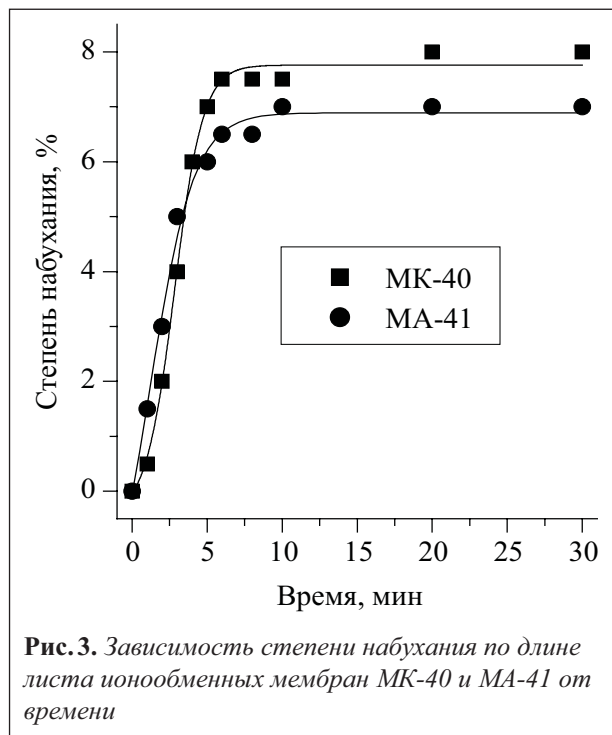
Рис. 1. Зависимость степени набухания по толщине катионнообменной мембраны МК-40 от времени для образцов мембраны с толщиной в сухом состоянии 0,27 (1), 0,30 (2), 0,31 (3), 0,34 мм (4)

рисунков 1 и 2 можно сделать вывод о том, что набухание завершается полностью через 20 мин, и нет необходимости выдерживать их перед измерением в контакте с дистиллированной водой 24 часа, как это предусмотрено техническими условиями для испытания серийных мембран [4]. Ранее нами также проводились измерения набухания мембран в течение суток. Результаты этих измерений не имели значимых различий с полученными в настоящей работе величинами после набухания за 20 минут. Обратим внимание на то, что набухание катионообменных мембран МК-40 больше, чем анионообменных мембран МА-41.

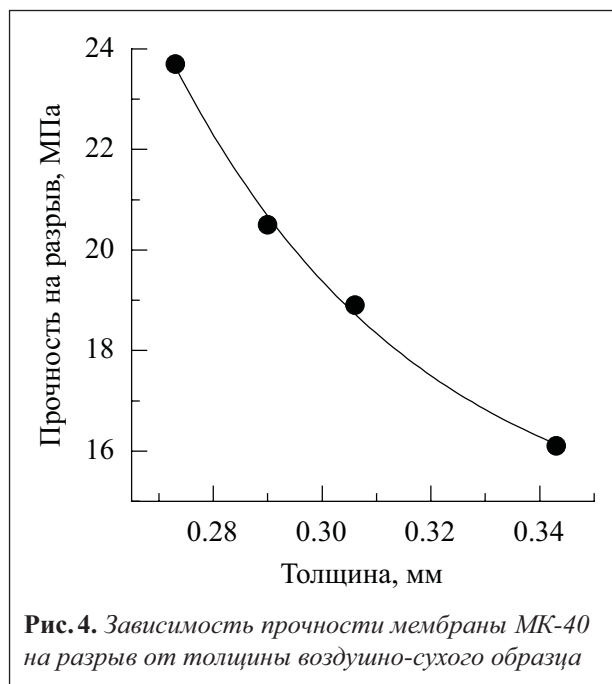
Рис. 3 представляет зависимость степеней набухания мембран МК-40 и МА-41 по длине от времени. Статистический анализ степеней набухания исследуемых мембран по длине и ширине листа для разных толщин мембран в воздушно-сухом состоянии показал отсутствие между ними значимых различий при сравнении двух средних с t-распределением [5]. Рис. 3 показывает, что набухание по длине заканчивается также за 20 мин, как и при набухании мембран по толщине. При этом относительное набухание катионообменной мембраны МК-40 по толщине больше, чем относительное набухание анионообменной мембраны МА-41. Принципиально отличаются



**Рис. 2.** Зависимость степени набухания по толщине анионообменной мембраны МА-41 от времени для образцов мембраны с толщиной в сухом состоянии 0,23 (1), 0,24 (2), 0,27 (3), 0,28 мм (4)



**Рис. 3.** Зависимость степени набухания по длине листа ионообменных мембран МК-40 и МА-41 от времени



**Рис. 4.** Зависимость прочности мембраны МК-40 на разрыв от толщины воздушно-сухого образца

величины степеней набухания по толщине и длине. У катионообменной мембраны это отличие более чем в три раза. Анионообменная мембрана имеет степень набухания по толщине в два раза большую, чем по длине. Причиной различия набухания по толщине и длине (ширине) является малая величина набухания армирующей ткани, которая удерживает мембрану. Это свойство особенно полезно при электродиализе, так как смена ионных форм в процессе работы приводит к изменению набухания и, как следствие, к рас-

тяжению или сокращению размеров мембраны в аппарате и может стать причиной её разрыва.

Прочность на разрыв гетерогенных мембран определяется в основном армирующей тканью. Рис. 4 показывает зависимость этой величины от толщины воздушно-сухой мембраны. Приводимый результат показывает, что прочность на разрыв является экспоненциально убывающей функцией толщины мембраны, описываемой эмпирическим уравнением

$$T_s = 14 + 3628 \exp(-22 \cdot d_o) \quad (4)$$

в котором  $T_s$  – прочность на разрыв,  $d_o$  – толщина сухой мембраны. Снижение прочности на разрыв при увеличении толщины исходной мембраны объясняется увеличением доли ионообменника, который обладает малой прочностью на разрыв. Во всех приводимых образцах содержалось два листа ткани. Кроме того, была изготовлена партия с одним листом ткани, который находился с одной стороны мембраны, поэтому она сильно скручивалась и не могла быть использована для электродиализа.

На рис. 5 и 6 представлены зависимости удельной электропроводности от концентрации равновесных растворов. Анализ полученных зависимостей удельной электропроводности показывает, что ее величина снижается при разбавлении вследствие десорбции необменно сорбированного электролита. Однако, именно удельная электропроводность ионообменных мембран в сильно разбавленных растворах характеризует истинную электропроводность, так как вклад в нее вносят только подвижные противоионы, концентрация которых равна концентрации фиксированных ионов. Во всем изучаемом диапазоне концентраций удельная электропроводность МК-40 выше, чем электропроводность МА-41 для образцов равной толщины. Это объясняется большей обменной емкостью катионообменника КУ-2, чем анионообменника АВ-17, из которого готовят мембраны [6]. На рис. 7 и 8 показаны зависимости удельной электропроводности исследуемых мембран от толщины образцов для 0,6 М равновесного раствора NaCl (паспортная характеристика [6]) и при предельном разбавлении. В концентрированном растворе удельная электропроводность как катионообменной, так и анионообменной мембран не зависит от толщины образцов, пос-

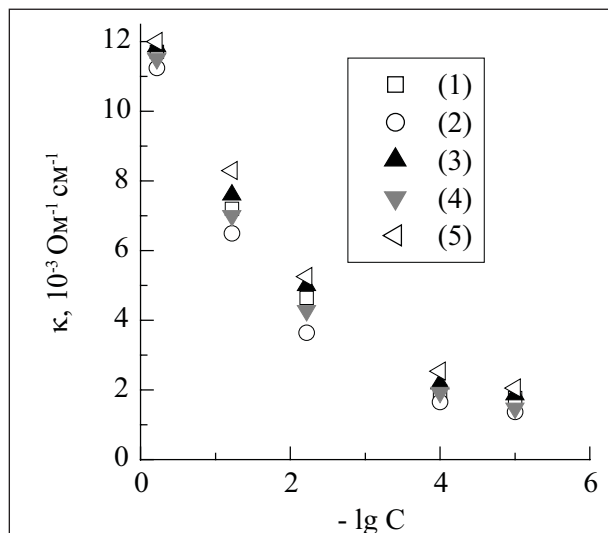


Рис. 5. Зависимость величин удельной электропроводности катионообменной мембраны МК-40 с толщиной 0,24 (1), 0,29 (2), 0,31 (3), 0,27 (4), 0,30 мм (5) от концентрации равновесного раствора хлорида натрия

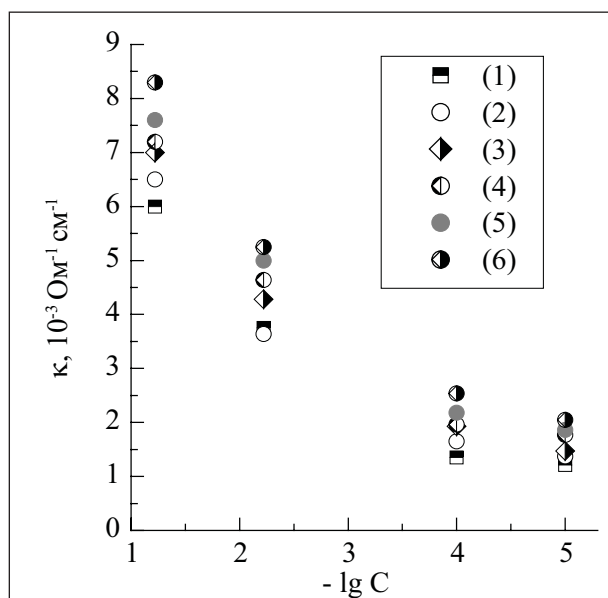
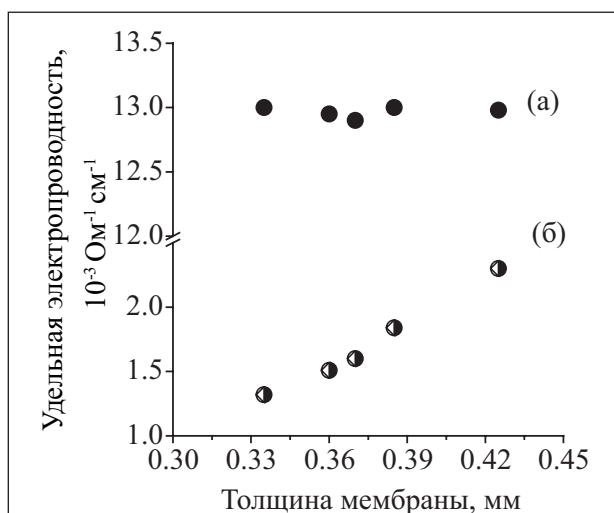
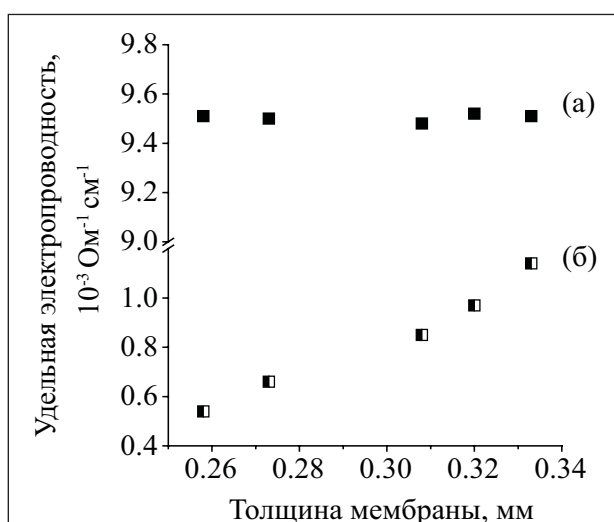


Рис. 6. Зависимость величин удельной электропроводности анионообменной мембраны МА-41 с толщиной 0,29 (1), 0,30 (2), 0,27 (3), 0,23 (4), 0,24 (5), 0,28 мм (6) от концентрации равновесного раствора хлорида натрия

кольку опять же велик вклад в общую электропроводность необменно сорбированного электролита. Удельная электропроводность мембран в предельно разбавленном растворе (которую можно назвать истинной электропроводностью мембраны) растет с увеличением толщины образцов, так как напрямую зависит от количества ионообменного компонента мембраны, доля



**Рис. 7.** Зависимость величин удельной электропроводности катионнообменной мембраны МК-40 от толщины образцов: (а) – в 0,6 М растворе хлорида натрия, (б) – при предельном разбавлении



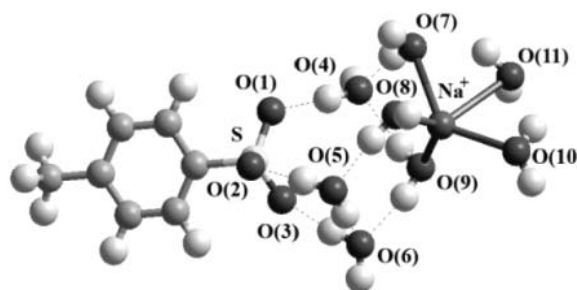
**Рис. 8.** Зависимость величин удельной электропроводности анионообменной мембраны МА-41 от толщины образцов: (а) – в 0,6 М растворе хлорида натрия, (б) – при предельном разбавлении

которого в более толстых мембранах выше, в то время как в тонких мембранах высока доля непроводящей армирующей ткани.

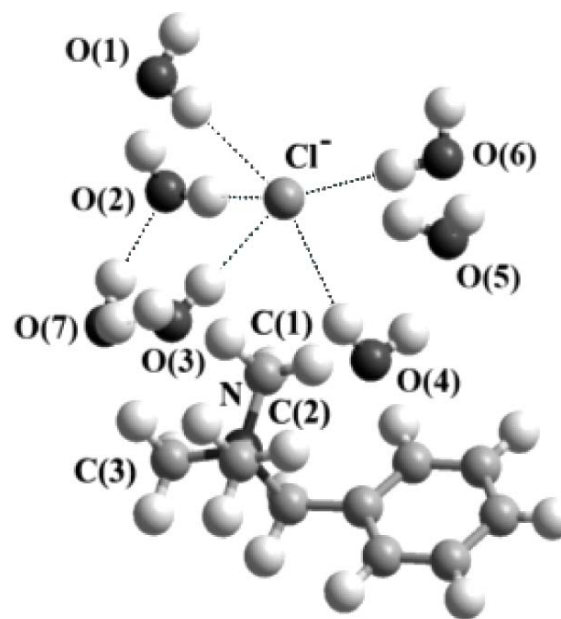
Как показали результаты математического моделирования [7], величина электропроводности ионообменных мембран мало влияет как на эффективность обессоливания, так и на энергозатраты при электродиализе. Это объясняется тем, что в разбавленных растворах электропроводность мембран значительно выше электропроводности растворов. Кроме того, существует возможность уменьшения доли армирующей ткани при изготовлении ионообменных мембран.

### Неэмпирический расчет гидратации мембран

Для интерпретации явления набухания ионообменных мембран мы использовали квантово-химические расчеты фрагментов их структур. Были рассчитаны структура элементарного звена сульфокатионообменника, из которого была приготовлена мембрана МК-40 (рис. 9), и анионообменника с ионогенной группой триметиламмония, из которого была приготовлена мембрана МА-41 (рис. 10). Так как структуры содержат связи, для которых отсутствуют экспериментальные данные в условиях гидратации, то исключалась возможность использования для расчета методов молекулярной механики и по-



**Рис. 9.** Структура катионообменника МК-40 в форме противоионов натрия, квантовохимически оптимизированная в GAMESS



**Рис. 10.** Структура анионообменника МА-41 с ионогенной группой триметиламмония, квантовохимически оптимизированная в GAMESS



луэмпирических квантово-химических методов. Расчеты были проведены с помощью пакетов программ GAMESS. Был использован неэмпирический расчет методом Хартри-Фока-Рутаана, основанный на представлении молекулярных орбиталей в форме схемы линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО МО). В расчетах был применен валентно-расщепленный базис  $6-31^{**}$ , включающий поляризационные функции.

Для расчета энергий гидратации был проведен предварительный расчет негидратированных фрагментов, молекул воды, а затем по разности общей энергии и энергий этих фрагментов были вычислены энергии гидратации. Для структуры катионообменника (рис. 9) в форме противоионов натрия энергия гидратации имела величину 238 кДж/моль, а для структуры анионообменника в форме хлоридных ионов (рис. 10) была получена величина 83 кДж/моль. Причинами более высокой гидратации сильнокислотного сульфокатионообменника с противоионами натрия по сравнению с гидратацией анионообменника в форме хлоридных ионов являются, во-первых, более высокая энергия гидратации самих противоионов [8], во-вторых, малая гидратация фиксированного иона анионообменника, экранированного метильными группами, по сравнению с сульфогруппой, имеющей три атома кислорода со средним зарядовым числом  $0,79e$  [9]. Проведенный неэмпирический расчет структур функциональных звеньев катионообменной мембраны МК-40 и анионообменной мембраны МА-41

качественно объясняет более высокое набухание катионообменной мембраны.

В работе был установлен вид функциональных зависимостей величин относительного набухания мембран по толщине и длине от времени, прочности на разрыв, дана интерпретация большего набухания катионообменной мембраны.

### Список литературы

1. Бергельсон Л.Д. Мембраны, молекулы, клетки. М.: Наука, 1982. 181 с.
2. Дыгнерский Ю.И. Баромембранные процессы. М.: Химия, 1986. 271 с.
3. Шапошник В.А., Емельянов Д.Е., Дробышева И.В. // Коллоидный журнал. 1984. Т. 46. №4. С. 820–822.
4. Глазкова И.Н., Глухова Л.П. Методы исследования физико-химических свойств ионитовых мембран: Учебно-методическое пособие. М.: ЦНИИатоминформ, 1981. 96 с.
5. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994. 267 с.
6. Ионитовые мембраны. Грануляты. Порошки. Каталог. М.: НИИТЭХИМ, 1977. 32 с.
7. Shaposhnik V.A., Kuzminykh V.A., Grigorovich O.V., Vasil`eva V. I. // J. Membr. Sci. 1997. V. 133. P. 27–37.
8. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия, 2001. 623 с.
9. Резников А.А. Дисс. соиск. уч. степ. канд. хим. наук. Воронеж: ВГУ, 2006. 147 с.

---

# РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН МАРКИ CSM (SAEHAN) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ

*А.Г. Первов, А.П. Андрианов, В.В. Кондратьев, Д.В. Спицов*

Кафедра Водоснабжения МГСУ  
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: [waterlab@yandex.ru](mailto:waterlab@yandex.ru)

Современные производители мембранного оборудования с целью добиться оптимального качества воды снабжают своих покупателей программами, позволяющими провести расчет и проектирование мембранных водоочистных систем и правильно использовать характеристики предлагаемых мембран.

В основе разработанных программ лежат исследования зависимостей характеристик мембран от состава исходной воды, заданных параметров установок, условий их эксплуатации и т.д. Для современных наночисточных мембран, по-разному задерживающих различные компоненты природной воды, эти программы не всегда дают точный результат. Авторами на основе экспериментальных и опытных данных разработана программа, которая позволяет подобрать оптимальный тип мембран и условия их эксплуатации, сделать технологический расчет установок, определить типы применяемых реагентов и т.д. Эта программа разработана специально для применения мембран производства корейской фирмы «SAEHAN» в питьевом и техническом водоснабжении. Выбор типа мембран определяется общими требованиями к качеству очищенной воды и соответствием показателей очищенной воды (ионный состав) заданным требованиям. При этом выбираются «оптимальные» параметры работы мембранных установок, соответствующие таким величинам выхода по фильтрату и рабочего давления, при которых достигается наибольший эффект очистки по ряду компонентов. В программе также учитывается скорость накопления осадков на различных типах мембран и аппаратов.

*Ключевые слова:* наночисточка, селективность, питьевая вода, спектрофотометрия, компьютерная программа, мембранная установка

Membrane manufacturers supply their customers with computer programs that help to develop and design membrane units as well as to use membrane units properly. The developed programs are based on theoretical models describing membrane performance for different feed water compositions, operational conditions, design parameters etc. For state-of-the-art nanofiltration membranes that demonstrate different rejections of various ionic species these programs do not always provide adequate calculation results. This article offers a new program based on experimentally obtained data that provide calculation of optimum membrane operational conditions (pressure, recovery, cleaning schedules, chemical consumption etc.) and membrane performance parameters. The program is developed for the use of CSM membranes produced by SAEHAN Co (South Korea) for drinking and process water production. The selection of membrane type depends on product water quality requirements that should correspond to WHO drinking standards. Along with calculation of product water composition, optimum operational conditions are determined that correspond to the best product quality. Scaling propensities of various membrane types and modules are also accounted when flux and rejection decline is predicted.

*Key-words:* nanofiltration, salt rejection, drinking water, spectrophotometry, computer program, membrane unit

## **1. Введение. Анализ современного состояния рынка мембран**

Традиционно роль обратного осмоса в питьевом водоснабжении сводилась к опреснению

морской и подземной воды, в основном для снижения солености. Однако «универсальность» мембран, а также их новое качество (энергосбережение) благодаря работе при низких

давлениях, сделала обратноосмотические мембраны незаменимым методом доочистки воды, способным убирать из нее многие загрязнения в ионной форме, которые не по силам другим методам – фториды, мышьяк, стронций, аммоний, нитраты и нитриты. Использование мембран для доочистки воды «у крана» привело к огромному росту производства мембран, темпы которого все время увеличиваются. По данным за 2006г. только в США годовое производство мембранных аппаратов малого размера для мини-систем уже превышает 250 млн. долларов! А по данным Южно-Корейской фирмы Сайхан (SAEHAN), занимающей третье место в мире по производству мембран обратного осмоса, практически половина всех производимых этой фирмой мембран идет на производство аппаратов для мини-систем, используемых для доочистки водопроводной воды.

Большое количество современных мембранных установок «работает» на питьевое водоснабжение. Разработка и совершенствование метода нанофильтрации позволяет применять этот процесс для очистки поверхностных и подземных вод вместо традиционных технологий водоподготовки. Это вызвано чрезвычайно высокой эффективностью нанофильтрационных мембран по снижению органических загрязнений, как высокомолекулярных (гуминовых и фульвокислот, образующих цветность), так и низкомолекулярных, в том числе хлорорганических соединений, особенно опасных для здоровья людей. Именно технология нанофильтрации может оказать решающее воздействие на формирование нового направления в питьевом водоснабжении – создание крупных станций для централизованного снабжения населения питьевой водой. Такие станции нанофильтрации производительностью 10 000 м<sup>3</sup> воды в час и выше уже работают в ряде городов Европы (Париж, Амстердам), США и Австралии [1].

### Технологии применения мембран

Рост продаж нанофильтрационных мембран и огромные перспективы развития этого метода объясняются огромными возможностями и универсальностью этого метода, обеспечивающего решение различных задач питьевого и технического водоснабжения.

Авторами уже приводились данные об использовании мембран для подготовки воды в систе-

мах централизованного водоснабжения [2], для доочистки водопроводной воды в городских зданиях [3], для водоподготовки на энергетических объектах [4]. Весьма перспективное направление – применение метода обратного осмоса при доочистке биологически очищенных сточных вод для использования их в оборотных системах промышленных предприятий, а также для обработки и утилизации сточных вод городских водопроводных станций.

Высокие темпы производства мембран и постоянное появление мембран новых типов, при неуклонном снижении их стоимости требуют от разработчиков водоочистного оборудования знаний возможностей мембран и навыков использования мембранных процессов в технологиях водоподготовки. Здесь важно умение правильного выбора типов мембранной аппаратуры, технологической схемы, реагентов для эксплуатации.

Современные производители мембранного оборудования снабжают своих покупателей программами, позволяющими провести расчет и проектирование мембранных водоочистных систем и правильно использовать характеристики предлагаемых мембран. В частности, южно-корейская фирма SAEHAN предлагает свою программу расчета показателей работы мембран и расчета мембранных установок «CSMPRO» [5]. Алгоритм этой программы построен по тем же принципам, что и алгоритмы программ фирм-конкурентов, например, «ROSA» фирмы FILMTEC (Dow). В основе разработанных программ лежат определенные экспериментально характеристики мембран (показатели их селективностей по различным ионам, производительности и др.), изменение которых прогнозируется в зависимости от заданных параметров установок.

Для современных нанофильтрационных мембран, по-разному задерживающих одновалентные ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) и двухвалентные ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) ионы, эти программы не всегда дают точный результат. В этих программах часто в недостаточной степени учитывается уменьшение селективности при снижении величины рабочего давления и увеличении общего солесодержания исходной воды. Между тем, при использовании мембран в питьевом водоснабжении особую важность приобретает умение точно спрогнозировать состав очищенной воды и концентрацию в фильтрате таких показателей, как ионы жест-

кости, железо, фтор, хлориды, аммоний и т.д. В табл. 1 представлены результаты определения качества фильтрата и концентрата при обработке подземной воды с помощью мембран NE4040-90 (производства SAEHAN), полученные с помощью расчетов по программе CSMPRO и непосредственным измерением показателей качества воды.

Учитывая стремительный рост использования нанофильтрационных мембран в питьевом водоснабжении и огромные перспективы продвижения мембран южно-корейского производства на отечественном рынке благодаря высокому качеству и их низкой стоимости, авторами предпринята попытка разработать новую программу использования мембран SAEHAN для получения питьевой и технической воды. Проведенные исследования дают возможность адаптировать данные программы CSMPRO для более точного прогноза показателей качества очищенной воды и определять при расчете оптимальные параметры установки (величины выхода фильтрата и рабочего давления), соответствующие требуемым показателям качества очищенной воды, определяемым нормами СанПиН 2.1.4.1074-01 или техническими условиями.

## 2. Моделирование состава воды, обработанной с помощью нанофильтрационных мембран

Растущее разнообразие свойств и селективностей новых мембран заставляет задуматься о разработке универсальных моделей, позволяющих быстро и эффективно подобрать оптимальный тип мембран для различных случаев очистки исходной воды.

Теоретически описать зависимости селективностей нанофильтрационных мембран по различным ионам при разделении многокомпонентных (более 6) растворов достаточно сложно. В работе [6] описывается теоретический подход к прогнозу качества фильтрата при разделении смесей NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, на основании уравнения Нернста-Планка с учетом влияния заряда и концентрационной поляризации. Производительность по фильтрату рассчитывалась на основании значений концентраций различных ионов у поверхности мембраны.

Концентрационная поляризация у поверхности мембраны имеет место в примембранном слое толщиной  $\delta$ , которая зависит от условий массо-

переноса. Для системы, содержащей заряженные ионы, условия массового баланса описываются уравнением [6]:

$$j_i = -D_{i,\infty} \frac{dC_i}{dx} - \frac{z_i F}{RT} C_i D_{i,\infty} \frac{d\psi}{dx} + C_i J_v$$

где:

$D_{i,\infty}$  – коэффициент диффузии иона  $i$  в растворе;

$C_i$  – концентрация в растворе, моль/м<sup>3</sup>;

$z_i$  – валентность;

$F$  – число Фарадея;

$\Delta\psi$  – разность потенциалов, В.

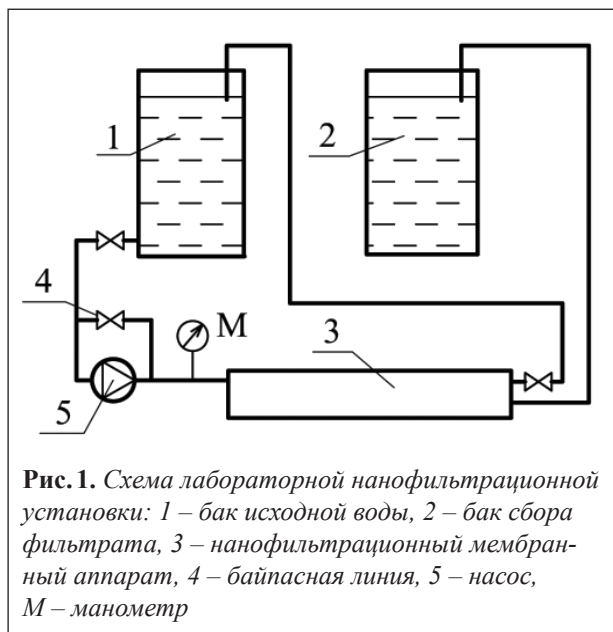
Уравнение решается для граничных условий при  $x = -\delta$ ,  $C = C_{bi}$  и при  $x = 0$ ,  $C = C_{wi}$  ( $C_{bi}$ ,  $C_{wi}$  – концентрации ионов соответственно в растворе и у поверхности мембраны).

В [7] экспериментально изучались возможности моделирования процесса задержания фторидов нанофильтрационными мембранами.

Как отмечается в обзоре [8], работа по моделированию многокомпонентного состава фильтрата не должна ограничиваться учетом уровня концентрационной поляризации у поверхности мембраны. Модель должна учитывать и образование осадка на поверхности мембраны, и качество адсорбированного органического материала и другие следствия присутствия в исходной воде различных неорганических, органических и биологических загрязнений. Такое моделирование должно быть дополнено эмпирическими зависимостями, учитывающими сложность состава природных вод. Кроме того, такие прогнозы обязательно должны учитывать специфику конструкций мембранных аппаратов [8]. Попытка построить прогноз состава фильтрата и его изменение в процессе эксплуатации нанофильтрационных установок с рулонными элементами на основании экспериментально полученных зависимостей предпринята авторами [9, 10].

## 3. Экспериментальное определение и прогнозирование показателей качества очищенной воды

Экспериментальный подход к прогнозу качества воды, обработанной с помощью нанофильтрационных мембран, описан в [11] и [12]. В настоящей работе испытания проводились на серийно выпускаемых аппаратах CSM NE4040-90, NE4040-70 и RE4040-BLN. Схема экспериментальной установки показана на рис. 1. Исходная вода в количестве 40 л помещалась в бак исход-



ной воды, откуда насосом высокого давления EBARA AM/15 подавалась в аппарат. Фильтрат после аппарата собирался в бак фильтрата, а концентрат направлялся обратно в бак исходной воды. Отбор проб фильтрата и концентрата производился в моменты, когда объемы полученного фильтрата соответствовали значениям величины выхода фильтрата  $\alpha = 50$  и  $75\%$ , т.е. при объемах фильтрата соответственно 20 и 30 л.

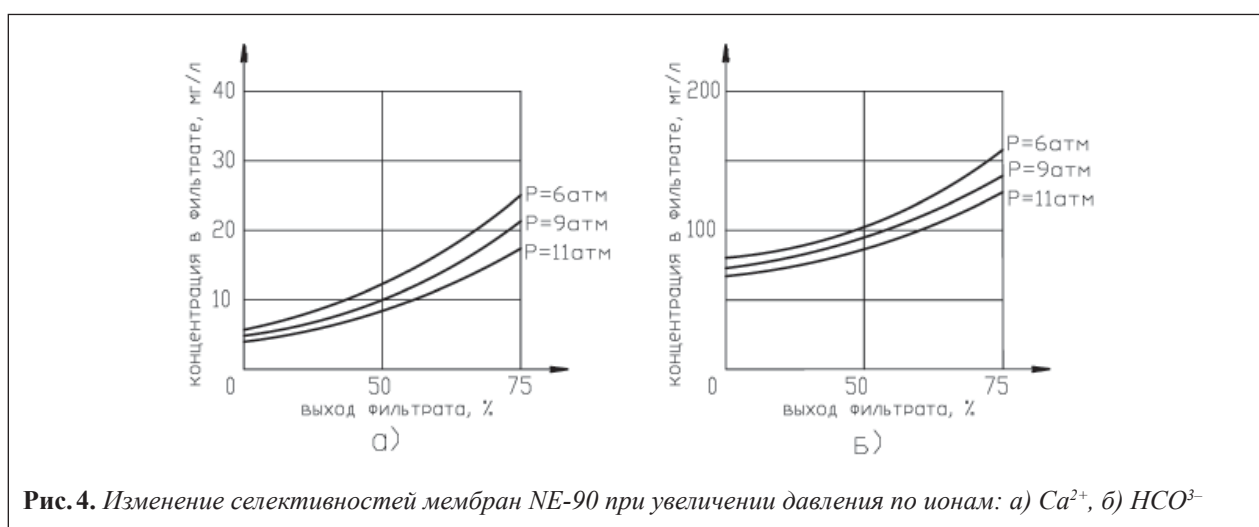
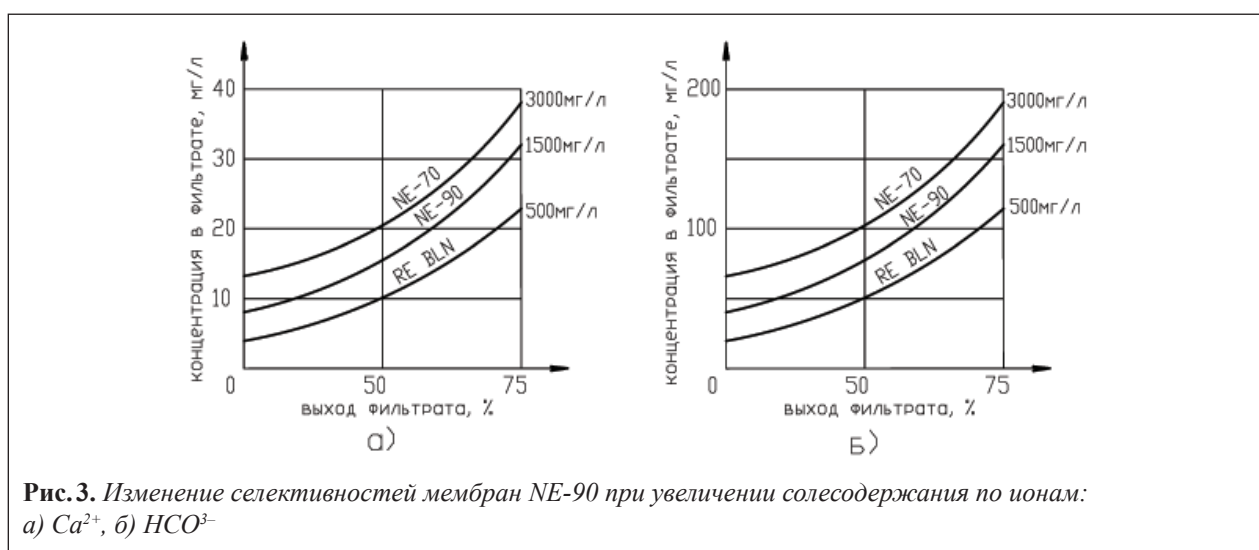
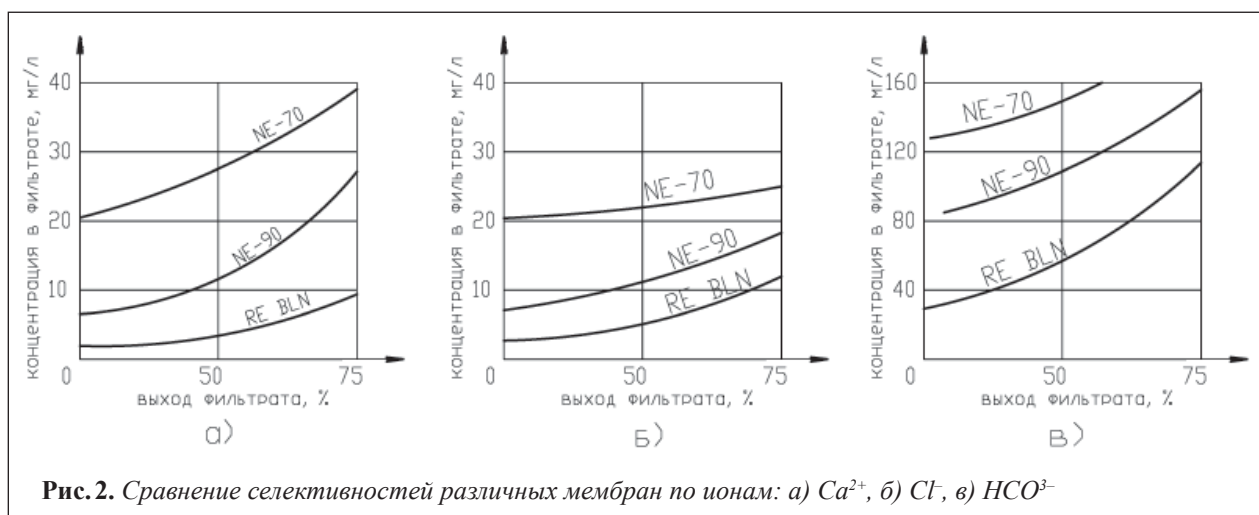
В первой серии экспериментов проводилось сравнение ионного состава фильтрата и концентрата при обработке подземной воды, состав которой показан в таблице 1. Результаты

экспериментов представлены на рис. 2 в виде зависимостей концентраций различных ионов от величины выхода фильтрата  $\alpha$ . Полученные результаты определения концентраций ионов сравнивались с расчетными значениями, полученными по программе CSMPRO. Во второй и третьей сериях экспериментов солесодержание исходной воды изменялось путем добавления в нее NaCl в количествах 20 мг-экв/л и 40 мг-экв/л соответственно. Увеличение солесодержания заметно ухудшает показатели селективности мембран (рис. 3).

Низконапорные обратноосмотические и нанофильтрационные мембраны меняют свои селективные свойства при изменении величины рабочего давления. Изменение значений селективностей мембран по различным ионам в зависимости от величины рабочего давления показано на рис. 4. При увеличении концентраций различных ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) в исходной воде соответственно меняются их концентрации в фильтрате. Причем, в соответствии с программой CSMPRO, концентрации ионов в фильтрате меняются пропорционально увеличению их концентрации в исходной воде (рис. 5). Значения концентраций этих ионов (на примере  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{HCO}_3^-$ ), полученные экспериментально, существенно отличаются от расчетных, что связано с изменением общего солесодержания, величин осмотического и рабочего давления (рис. 5).

| Ионы               | Содержание ионов в фильтрате (Ф) и концентрате (К), мг/л |                            |        |                     |        |                          |          |                     |          |
|--------------------|--|----------------------------|--------|---------------------|--------|--------------------------|----------|---------------------|----------|
|                    | Исходная вода  | Расчет по программе CSMPRO |        |                     |        | Экспериментальные данные |          |                     |          |
|                    |  | Выход фильтрата 50%        |        | Выход фильтрата 75% |        | Выход фильтрата 50%      |          | Выход фильтрата 75% |          |
|                    |  | $\Phi_1$                   | $K_1$  | $\Phi_2$            | $K_2$  | $\Phi_{э1}$              | $K_{э1}$ | $\Phi_{э2}$         | $K_{э2}$ |
| $\text{Ca}^{2+}$   | 60,0   | 0,59                       | 11,99  | 0,73                | 242,40 | 8,00                     | 110,00   | 24,00               | 168,00   |
| $\text{Mg}^{2+}$   | 12,0   | 0,12                       | 23,90  | 0,15                | 47,80  | 3,20                     | 20,80    | 4,60                | 30,00    |
| $\text{Na}^+$      | 23,0   | 3,56                       | 42,63  | 4,53                | 79,84  | 11,50                    | 25,30    | 18,40               | 36,80    |
| $\text{Cl}^-$      | 17,0   | 2,74                       | 32,80  | 3,49                | 61,40  | 8,75                     | 25,00    | 12,60               | 43,70    |
| $\text{SO}_4^{2-}$ | 48,0   | 0,47                       | 95,90  | 0,59                | 193,90 | 12,00                    | 91,84    | 16,80               | 139,20   |
| $\text{HCO}_3^-$   | 244,0  | 61,88                      | 427,80 | 80,12               | 748,40 | 79,30                    | 378,20   | 158,60              | 512,40   |
| $\text{NH}_4^-$    | 9,0  | 2,64                       | 15,42  | 3,44                | 26,11  | 4,20                     | 13,80    | 4,30                | 23,00    |
| $\text{Fe}^{2+}$   | 0,3  | 0                          | 0,60   | 0                   | 1,22   | 0,19                     | 0,49     | 0,12                | 0,90     |
| $\text{F}^-$       | 0,4  | 0                          | 0,80   | 0                   | 1,62   | 0,05                     | 0,75     | 0,16                | 1,29     |

Таблица 1. Сравнение показателей очистки воды, полученных по программе CSMPRO и в результате испытаний нанофильтрационных мембранных аппаратов NE4040-90



Таким образом, на основе экспериментально полученных данных определены поправочные коэффициенты, позволяющие описать расчетные зависимости концентраций различных ионов в фильтрате и концентрате как функцию от вели-

чины выхода фильтрата. Для заданного состава исходной воды зависимости концентраций каждого иона от величины выхода фильтрата получены методом интерполяции выявленных экспериментально зависимостей.

Разработанная программа позволяет после ввода исходных данных получить значения концентраций различных ионов в фильтрате и концентрате при различных величинах выхода фильтрата (50% и 75%) и сравнить показатели фильтрата с нормативными значениями по СанПиН. Одновременно можно рассчитать и сравнить состав фильтрата, полученный с помощью различных мембран и при различных величинах давления. Такие данные позволяют легко выбрать оптимальные условия (тип мембран, давление, выход фильтрата) для подготовки питьевой воды, при которых полученные значения концентраций различных ионов не превышают требований СанПиН. На *рис. 6* показан пример определения оптимальных величин давления и выхода фильтрата для ионов  $F^-$  и  $NH_4^+$ .

#### 4. Прогноз изменения показателей работы мембран с течением времени

В процессе работы нанофильтрационных установок на мембранах образуются различные осадки, снижающие как производительность, так и селективность мембран. Как отмечалось в ранее опубликованных результатах исследований [12–14], в аппаратах с нанофильтрационными мембранами интенсивность образования осадка карбоната кальция оказывается существенно меньшей, чем в аппаратах с обратноосмотическими мембранами. На *рис. 7* показаны результаты определения скоростей образования осадка карбоната кальция в мембранных аппаратах типа RE4040-BLN, NE4040-90 и NE4040-70. Состав исходной воды представлен в *таблице 1*, методика определения описана в предыдущих работах [11, 12]. На основании данных о скоростях осадко-

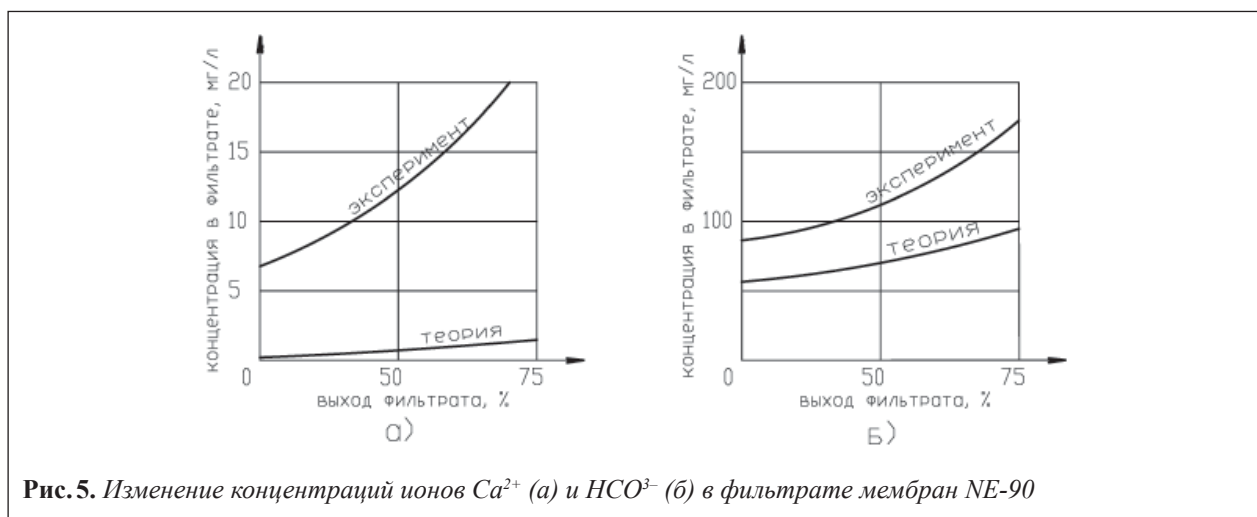


Рис. 5. Изменение концентраций ионов  $Ca^{2+}$  (а) и  $HCO_3^-$  (б) в фильтрате мембран NE-90

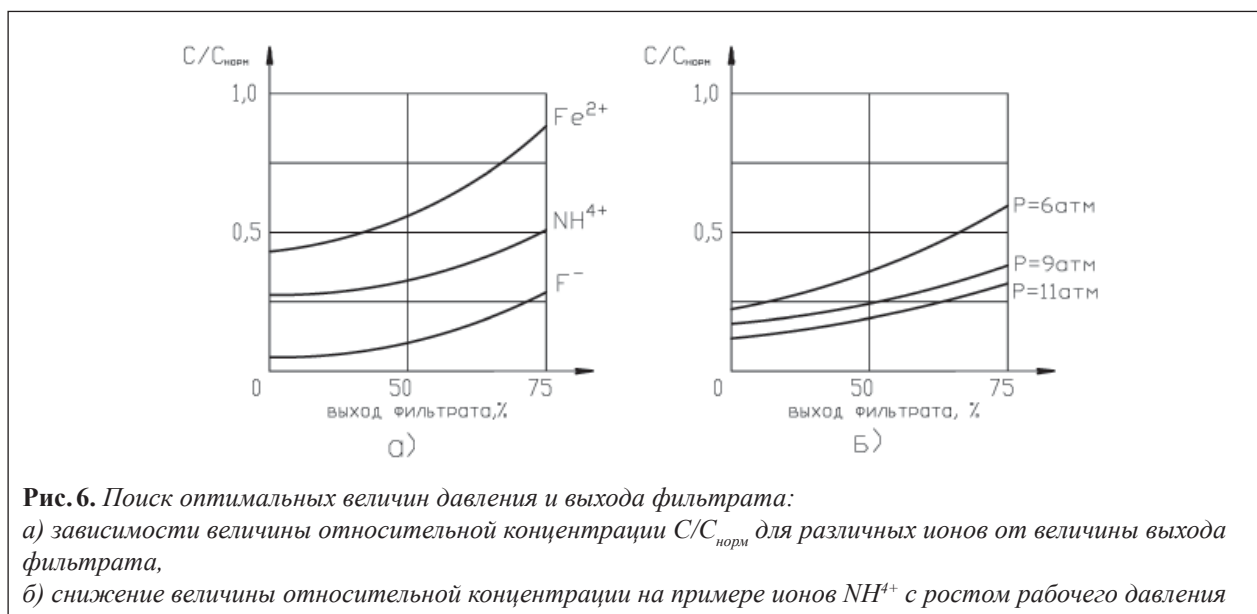


Рис. 6. Поиск оптимальных величин давления и выхода фильтрата:

а) зависимости величины относительной концентрации  $C/C_{норм}$  для различных ионов от величины выхода фильтрата,

б) снижение величины относительной концентрации на примере ионов  $NH_4^+$  с ростом рабочего давления

образования ведется прогноз снижения значений производительности мембран и их селективностей по различным ионам [12]. По причине роста осадка с течением времени изменяются концентрации различных ионов в фильтрате, что в ряде случаев приводит к их «проскоку», т.е. увеличению их концентраций выше допустимой нормами СанПиН величины. Прогноз увеличения концентраций ионов  $Fe^{2+}$  и  $NH_4^+$  в фильтрате установок с низконапорными осмотическими и нанофильтрационными мембранами показан на рис. 8.

### 5. Прогнозирование содержания органических соединений

При использовании мембран в питьевом водоснабжении важной проблемой является возможность снижения органических загрязнений (гуминовых веществ, хлорорганических соединений).

В зависимости от своего молекулярного веса, органические загрязнения по-разному задерживаются мембранами. При оценке эффективности нанофильтрационных мембран по задержанию органических веществ нужны аналитические методы. Наиболее удачным при исследованиях органических растворов представляется получение и сравнение результатов молекулярно-массового распределения (ММР) исходной воды и воды, прошедшей через мембраны [15–17].

В настоящее время хроматографические анализы ММР достаточно трудоемки. Кроме того, в зависимости от типа исходной воды (природной речной или водопроводной, прошедшей обработку коагулянтами), типа применяемых мембран (величины селективности) спектры ММР могут не иметь характерных пиков, что затрудняет определение органического состава фильтрата. Вместо ММР для выявления природы задерживаемых мембранами веществ упрощенно может быть использован метод спектрального анализа. Например, авторами [18] сделан вывод о том, что селективность мембран пропорциональна не распределению растворенных органических соединений по молекулярным весам, а показателю, названному удельной величиной поглощения ультрафиолетового излучения – SUVA (specific ultraviolet absorbance). Эта величина определяется как отношение величины поглощения ультрафиолетового излучения длиной волны 254 нм к общему содержанию органического углерода.

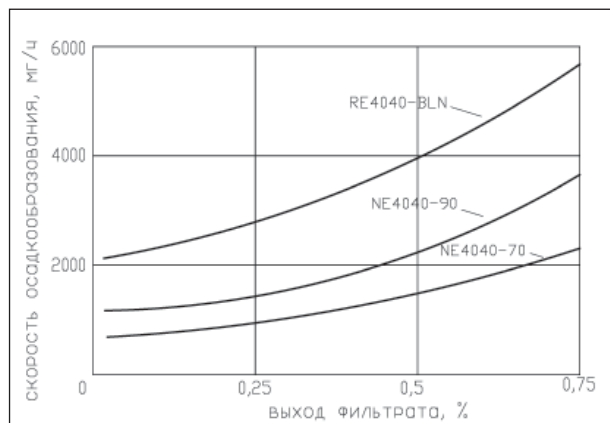


Рис. 7. Зависимости скоростей осадкообразования карбоната кальция в аппаратах типоразмера 4040 от типа мембран и величины выхода фильтрата (для исходной воды по табл. 1)

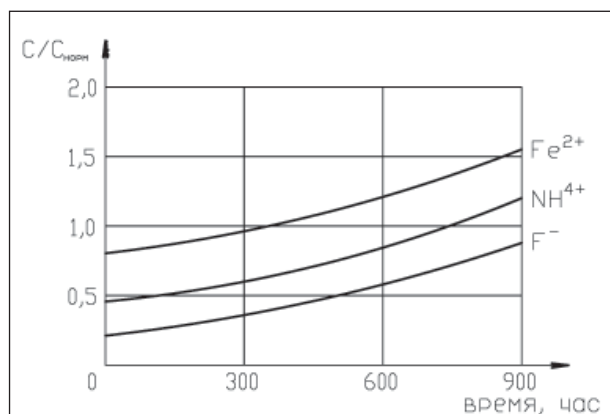


Рис. 8. Прогнозирование «проскока» ионов  $Fe^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $F^-$  с течением времени (на примере обработки подземной воды (табл. 1) с применением мембран NE4040-70 при величине выхода фильтрата  $\alpha = 0,75$ )

Этот показатель использовался авторами [18] для оценки эффективности степени очистки воды от органических соединений, которая в значительной мере определяется долей гуминовых кислот.

Авторами настоящей работы также используется метод спектрофотометрии, описанный в предыдущих публикациях [13, 19, 20]. При «сканировании» проб природных вод и их фильтратов спектрограммы дают в диапазоне желтого света (420–500 нм) характерные максимумы, напоминающие спектр ММР, соответствующие «прыжкам» в концентрациях органических веществ различной природы, придающих воде окраску. Исследуя концентрации различных фракций в исходной воде и фильтрате, можно определить типы и природу задерживаемых

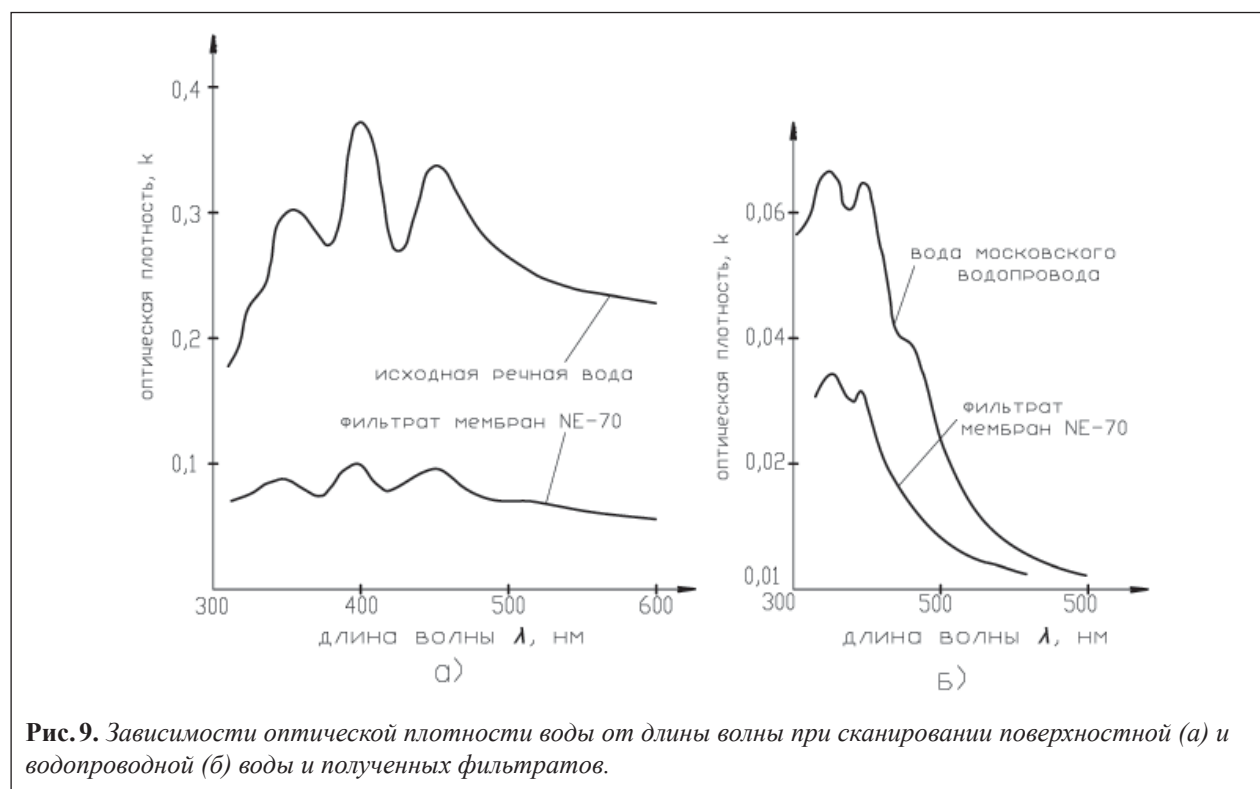


мембранами веществ, образующих цветность. На *рис. 9* даны примеры спектрограмм речной (*а*) и водопроводной воды (*б*) и их фильтратов. Как видно из рисунков, различным длинам волн соответствуют разные степени светопоглощения, что говорит о том, что различные вещества, определяющие цветность природной воды, по-разному задерживаются мембранами.

При увеличении длины волны лучше снижается оптическая плотность. Это было показано при изучении задержания нанофильтрационными мембранами модельных растворов, содержащих эриохром черный и нитроанилин с цветностью выше 100 градусов ПКШ и перманганатной окисляемостью 100–200 мгО/л. Каждому диапазону длины волны (т.е. окрашивающей способности веществ) соответствует определенное снижение величины светопоглощения. Поэтому, зная спектр светопоглощения исходной воды, для выбранного типа мембран легко прогнозировать вид спектра светопоглощения фильтрата. Предположив, что общая цветность воды пропорциональна сумме оптических плотностей разных диапазонов длин волн (т.е. площади фигуры под графиком зависимости оптической плотности от длины волны) и зная степень снижения светопоглощения мембранами, можно прогнозировать значение цветности фильтрата (*рис. 10*).

В очищаемой воде органические соединения с различной молекулярной массой находятся в разных соотношениях. Цветность воды определяется только «окрашенными» соединениями. При этом вещества с достаточно большой молекулярной массой (фенолы, нефтепродукты) в цветность не входят.

Показатель перманганатной окисляемости обобщенно отражает содержание органических веществ с различными молекулярными весами (хлороформ и другие галогенсодержащие вещества, фенолы, фульвокислоты и т.д.). При этом прогнозировать их попадание в фильтрат достаточно трудно. Эксперименты с нанофильтрационными мембранами типа NE-70 (селективность по NaCl – 60–70 %) показали, что при использовании одних и тех же мембран при очистке речной воды с окисляемостью 20 мгО/л и цветностью 50 град. селективность по перманганатной окисляемости составила 75% (снижение в 4 раза), а при обработке водопроводной воды со значением перманганатной окисляемости 6 мгО/л – 50% (снижение всего в 2 раза). Поэтому на величину общей селективности по окисляемости влияет соотношение в исходной воде низкомолекулярной органики, плохо задерживаемой нанофильтрационными мембранами, и высокомолекулярной. Как показали предыдущие сертификацион-



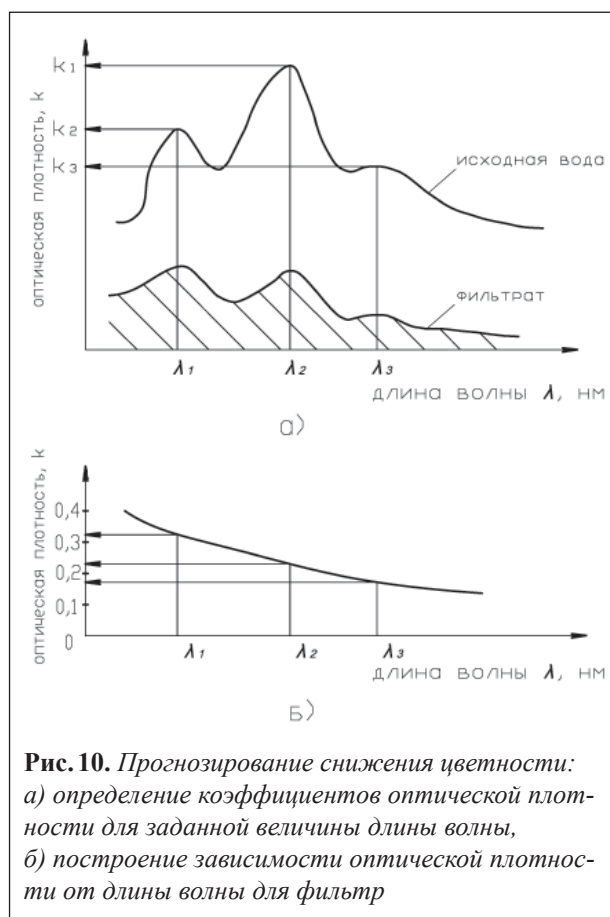
**Рис. 9.** Зависимости оптической плотности воды от длины волны при сканировании поверхностной (*а*) и водопроводной (*б*) воды и полученных фильтратов.

ные исследования, проведенные НИИ ОКГ, селективность по хлороформу составляет для мембран NE-90 – 70%, а для мембран NE-70 – 55%, общая селективность по ГСС, соответственно, 80% и 75%, по фенолам 75% и 70%, по нефтепродуктам – 80% и 75%, по СПАВ – 90% и 85%. Поэтому при очистке поверхностной воды с цветностью выше 35–60 град., где большая часть органических соединений представлена хорошо задерживаемыми мембранами гуминовыми соединениями, общее снижение окисляемости составляет 85% для мембран NE-90 и 75% для мембран NE-70. При доочистке водопроводной воды, из которой удалены гуминовые соединения и большая часть представлена ГСС, величина снижения окисляемости понижается соответственно до значений 70 и 50% соответственно для мембран NE-90 и NE-70. По цветности для речной воды значения селективностей составят около 80% и 70% для мембран NE-90 и NE-70, для водопроводной воды – 75% и 50 – 60% соответственно.

## 6. Расчет эксплуатационных показателей мембранных установок

Описываемая программа позволяет не только определить показатели качества воды, но и определить оптимальные эксплуатационные показатели работы установок: время работы до проведения профилактических мероприятий (химических промывок), расходы моющих реагентов [21].

Применение нанофильтрационных мембран позволяет повысить надежность работы установок и снизить эксплуатационные затраты. Благодаря тому, что нанофильтрационные мембранные аппараты меньше подвержены зарастанию осадком карбоната кальция, в ряде случаев для получения воды высокого качества (например, для технических целей, котлов и т.д.) целесообразно использовать двухступенчатые системы с мембранами нанофильтрации. Это позволяет избежать осадкообразования, снизить затраты на реагенты и электроэнергию. Фирма «SAEHAN» одна из первых начала применять нанофильтрационные мембраны в двухступенчатых схемах, в том числе даже для опреснения морской воды [5]. Разработанная программа позволяет определять параметры работы мембран и эксплуатационные показатели установок на каждой степени.



**Рис. 10.** Прогнозирование снижения цветности: а) определение коэффициентов оптической плотности для заданной величины длины волны, б) построение зависимости оптической плотности от длины волны для фильтрат

## Выводы

Современные компьютерные программы расчета мембранных установок дают неточные результаты вследствие недостаточного учета изменений селективностей мембран по отдельным ионам, включая микроэлементы, в зависимости от солевого состава воды и величины рабочего давления.

Селективность нанофильтрационных мембран по органическим веществам, в частности по цветности и перманганатной окисляемости, зависит от концентраций органических соединений различного молекулярного веса и различной природы, поэтому для разных составов исходной воды эффективность очистки по этим показателям будет значительно отличаться. Для прогноза качества фильтрата по органическим загрязнениям были использованы результаты спектрофотометрических исследований.

Прогноз ухудшения качества фильтрата с течением времени на основе расчета скоростей осадкообразования и изменения селективности мембран, то есть прогноз продолжительности работы установки до момента превышения одного или нескольких требуемых показателей

качества очищенной воды, является основой для определения эксплуатационных затрат (химические промывки и расход реагентов).

### Литература

1. Ventresque C. et al. An outstanding feat of modern technology: the Meru-Sur-Oise Nanofiltration Treatment Plant (340 000 m<sup>3</sup>/d) // Proc. of the Conf. on Membranes in Drinking and Industrial Water Production (Paris, 3-6 October). 2000. V. 1, p. 1-16.
2. Первов А.Г., Андрианов А.П. Метод ультрафильтрации в современном водоснабжении: проблемы и перспективы. // Сантехника, 2006, №5, стр. 12-20.
3. Первов А.Г., Андрианов А.П. Современные мембранные системы нанофильтрации для подготовки питьевой воды высокого качества. // Сантехника, 2007, №2, стр. 24-31.
4. Первов А. Г., Андрианов А. П., Спицов Д. В., Кондратьев В. В. Разработка новых технологий и аппаратов на основе метода нанофильтрации для систем водо- и теплоснабжения городских зданий. // Сантехника, 2007. №3, стр. 12-18.
5. SAEHAN CSM Официальный сайт компании «SAEHAN Industries Inc.» <http://www.saeahncsm.com>
6. Abdul Wahab Mohammad, Mohd Sobri Takriff. Predicting flux and rejection of multicomponent salts mixture in nanofiltration membranes. // Presented at the European Conference on Desalination and the Environment: Fresh Water for All, Malta, 4 – 8 May 2003. p. 105-111.
7. M. Pontie et al. Studies of halide ions mass transfer in nanofiltration – application to selective defluorination of brackish drinking water. // Desalination Vol. 157, 2003. p. 127-134.
8. N. Hilal et al. Using atomic force microscopy towards improvement in nanofiltration membrane properties for desalination pre-treatment: a review. // Desalination Vol. 157, 2003. p. 137-144.
9. Pervov A.G. et. all. A simplified RO process design based on understanding of fouling mechanisms. Desalination Vol. 126, 1999. p. 227-247.
10. Pervov A.G. et. all. RO and NF membrane systems for drinking water production and there maintenance techniques. Desalination Vol. 132, 2000. p. 315-321.
11. Макаров Р. И., Первов А. Г., Андрианов А. П. Прогноз качества воды, обработанной с помощью нанофильтрационных мембран ОПМН // Критические технологии. Мембраны. 2002. №15, стр. 3-9.
12. Первов А.Г., Ефремов Р.В., Андрианов А.П., Макаров Р.И. Оптимизация использования процесса нанофильтрации при подготовке воды питьевого качества. // Критические технологии. Мембраны. 2004. №3 (23), стр. 3-13.
13. Первов А.Г., Андрианов А.П., Козлова Ю.В., Мотовилова Н.Б. Основы создания новых технологий обработки поверхностных вод с применением нанофильтрации. // Водоснабжение и сан. техника. 2007. №5, стр. 9-13.
14. Первов А.Г., Андрианов А.П., Ефремов Р.В., Козлова Ю.В. Новые тенденции в разработке современных нанофильтрационных систем для подготовки питьевой воды высокого качества: обзор. // Критические технологии. Мембраны. 2005. №1 (25), стр. 18-34.
15. Thanuttamavong M., Oh J.I., Yamamoto K., Uruse T. Comparison between rejection characteristics of natural organic matters and inorganic salts in ultra low pressure nanofiltration for drinking water production. //Proc. of the Conf. on Membranes in Drinking and Industrial Water Production. Paris, France, 3-6 October 2000. V 1, p. 269-282.
16. Bian R., Yamamoto K., Watanabe Y. The effect of shear rate on controlling the concentration polarization and membrane fouling. // Proc. of the Conf. on Membranes in Drinking and Industrial Water Production, Paris, France, 3-6 October 2000. V. 1, p. 421-432.
17. Her Namguk, Amy Gary, Jarusutthirak Chalor. Seasonal variations of nanofiltration (NF) foulants; identification and control. // Proc. of the Conf. on Membranes in Drinking and Industrial Water Production, Paris, France, 3-6 October 2000. V. 2, p. 257-274.
18. Cho J., Any G., Yoon Y., Sohn J. Predictive models and factors affecting natural organic matter (NOM) rejection and flux decline in ultrafiltration (UF) membranes. Desalination, 2002, V. 142, p. 245-255.
19. Юрчевский Е.Б., Первов А.Г., Андрианов А.П. Перспективы использования мембранных технологий водоподготовки для предотвращения загрязнения пароводяных трактов ТЭС органическими примесями природной воды. // Теплоэнергетика, 2006, №8, том. 53, стр. 2-9.
20. Первов А.Г., Козлова Ю.В., Андрианов А.П., Мотовилова Н.Б. Разработка технологии очистки поверхностных вод с помощью нанофильтрационных мембран. // Критические технологии. Мембраны. 2006. №1 (29), стр. 20-33.
21. Компания УОТЕРЛЭБ – новейшие мембранные технологии подготовки питьевой и технической воды. <http://www.waterlab.ru>

---

# ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА 1,2-ДИХЛОР-3,4-ДИФТОРМЕТАНА ОТ ТРУДНОПРОНИКАЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ ПЕРФТОРПРОПАНА С ПОМОЩЬЮ МЕМБРАННОГО МОДУЛЯ С ПИТАЮЩИМ РЕЗЕРВУАРОМ

*В.М. Воротынцева, П.Н. Дроздов, И.В. Воротынцева*

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24. e-mail: vlad@vorotytn.nnov.ru

Рассмотрен новый подход к глубокой очистке газов от труднопроникающих примесей, заключающийся в использовании периодического мембранного газоразделения, при котором очищаемая газовая смесь находится в питающем резервуаре и непрерывно подается в мембранную установку. Увеличение степени разделения обеспечивается применением многократного разделения и замкнутой схемы газового потока основного компонента очищаемой газовой смеси. Получено выражение для степени разделения труднопроникающей примеси в отдельном мембранном модуле, а также в мембранном модуле с питающим резервуаром. Экспериментальные результаты по очистке 1,2-дихло-3,4-дифторметана (фреона-12) от примеси перфторпропана (фреона-218) находятся в хорошем согласии с расчетными данными.

*Ключевые слова:* мембранное газоразделение, глубокая очистка, труднопроникающая примесь, питающий резервуар

A new approach for gases high purification from low penetrating impurities was considered. It's main principle is periodical use of membrane gas separation in case when purified mixture is placed in feeding reservoir and constantly moved into membrane module. The increasing of separation degree is provided by usage of repeated separation and closed moving of base component of purifying gas mixture. The equation for separation degree from low penetrating impurities calculation in membrane module and membrane module with feeding reservoir is found. Experimental results for purification 1,2-dichloro-3,4-difluoromethane (Freon-12) from impurity of perfluoropropane (Freon-218) are in good agreement with calculation.

*Key words:* membrane gas separation, high purification, low penetrating impurity, feeding reservoir

## **Введение**

Метод мембранного газоразделения широко используется как для разделения газовых смесей [1, 2], так и для глубокой очистки газов от примесей легкопроникающих компонентов [3]. Однако в отдельных мембранных модулях, состоящих из полостей высокого и низкого давления, разделенных мембраной, до сих пор не созданы методы, позволяющие с достаточной эффективностью проводить разделение и глубокую очистку газов от труднопроникающих примесей, которые концентрируются в области высокого давления. Максимальное разделение труднопроникающей примеси между областями высокого и низкого давления модуля при этом не превышает величины, равной коэффициенту разделения. Вследствие этого, например, при разделении воздуха, достаточно эффективна

глубокая очистка азота от более легкопроникающего кислорода, однако удаление азота и обогащение воздуха кислородом затруднено для реализации и происходит с существенно меньшей эффективностью.

Целью настоящей работы являлось создание нового подхода к глубокой очистке газов от труднопроникающих примесей с помощью мембранного модуля с питающим резервуаром и его экспериментальной проверки при очистке смеси 1,2-дихло-3,4-дифторметана (фреона-12) – примесь перфторпропана (фреона-218).

## **Разделение в мембранном модуле**

Вначале определим эффективный коэффициент разделения, а также степень разделения газовых компонентов в мембранном модуле

для случая, когда содержание примеси много меньше, чем у основного компонента. Будем считать, что процесс разделения в мембранном модуле проводится в режиме идеального вытеснения и поперечного тока, а давление в полостях модуля остается постоянным. Также считаем, что величина коэффициента разделения (селективности)  $\alpha$ , равная отношению проницаемости компонентов в смеси, не зависит от концентрации примеси и больше единицы, т.е.  $\alpha = Q_B / Q_A$  [ $Q_B$  – проницаемость основного компонента,  $Q_A$  – проницаемость примесного компонента в смеси, моль/(м<sup>2</sup>·с·Па)].

Из баланса потоков основного и примесного компонента, прошедших через элементарный участок мембраны (рис. 1) [1], найдем выражение для эффективного коэффициента разделения  $\alpha^*$ , определяемого как отношение концентрации примеси у поверхности мембраны в какой-либо ее точке в полостях высокого ( $C_1$ , моль. д.) и низкого ( $C_2$ , мол. д.) давления для  $C_1 \ll 1$ ,  $C_2 \ll 1$  в виде:

$$\alpha^* = C_1 / C_2 = \alpha - \frac{P_2}{P_1} (\alpha - 1) \quad (1)$$

Здесь  $P_1$  и  $P_2$  – давление в полостях высокого и низкого давления (Па), соответственно.

Величина эффективного коэффициента разделения характеризует разделение на мембране для режима поперечного тока [4], а также для случая полного перемешивания. Видно, что в случае низкого содержания примеси величина  $\alpha^*$  не зависит от концентрации и является постоянной. Кроме того, из (1) следует, что эффективный коэффициент разделения для труднопроникающих примесей существенно слабее зависит от отношения давлений, чем для легкопроникающих примесей [4]. Это связано с тем, что легкопро-

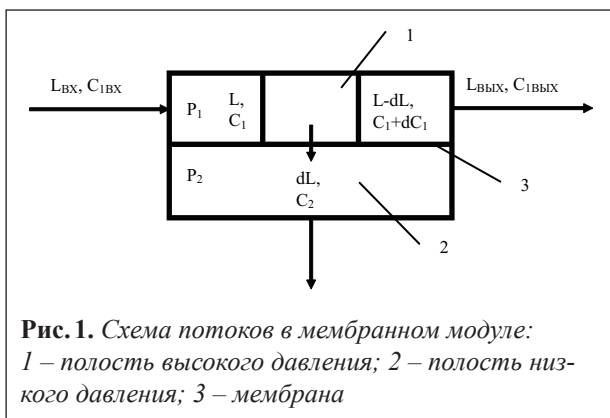
никающие примеси концентрируются в полости низкого давления и изменение в ней  $P_2$  существенно изменяет парциальное давление примеси в этой полости и движущую силу процесса. В случае труднопроникающих примесей, которые концентрируются в полости высокого давления, изменение  $P_2$  оказывает существенно меньшее влияние на парциальное давление примеси в полости низкого давления и движущую силу процесса разделения. Поэтому в этом случае можно использовать компрессоры с меньшей степенью сжатия, чем при очистке от легкопроникающих примесей.

Рассмотрим материальный баланс потоков примесного компонента на элементарном участке модуля (рис. 1). В полости высокого давления изменение потока компонента равняется  $d(C_1 L)$ , где  $L$  – поток в какой-либо точке полости высокого давления, моль/с. Через мембрану на этом участке проходит поток труднопроникающего компонента, равный  $C_2 dL$ . Приравнявая эти величины и проводя интегрирование в пределах, определяемых на входе мембранного модуля и на его выходе, получим выражение для фактора разделения  $F$ , равного отношению концентрации примеси на входе  $C_{1ВХ}$  и на выходе  $C_{1ВЫХ}$  полости высокого давления модуля. Так как примесью является труднопроникающий компонент, то более удобно использовать величину  $F^{-1}$ , большую единицы.

$$F^{-1} = \frac{C_{1ВЫХ}}{C_{1ВХ}} = \left( \frac{L_{ВХ}}{L_{ВЫХ}} \right)^{\frac{\alpha^* - 1}{\alpha^*}} \quad (2)$$

Здесь  $L_{ВХ}$ ,  $L_{ВЫХ}$  – потоки на входе и на выходе полости высокого давления, моль/с.

Это уравнение аналогично уравнению Релея при очистке жидкостей с помощью перегонки от труднолетучей примеси [5], где вместо коэффициента разделения используется эффективный коэффициент разделения. Из него видно, что в мембранном модуле возможно достижение достаточно высокой величины фактора разделения. Следует отметить, что аналогично уравнениям релейской перегонки, (1) и (2) можно получить путем замены величины  $\alpha$  на  $\alpha^{-1}$  в соответствующих уравнениях для режима идеального вытеснения и поперечного тока при очистке от легкопроникающей примеси [4].



**Разделение в мембранном модуле с питающим резервуаром**

Рассмотрим процесс глубокой очистки газов от труднопроникающей примеси с помощью мембранного модуля с питающим резервуаром (рис. 2) [6]. В этом случае очищаемая газовая смесь находится в питающем резервуаре 1 и при постоянном давлении поступает на вход в полость высокого давления мембранного модуля 3. Через мембрану в модуле 3 проходит преимущественно более проникающий компонент смеси, который с помощью вакуум-компрессора 4 возвращается снова в резервуар 1. Отбираемая смесь, выходящая из установки, обогащается труднопроникающей примесью. Применение мембранного модуля с питающим резервуаром позволяет многократно провести очистку исходной смеси от примеси труднопроникающего компонента в режиме рецикла.

К недостаткам рассматриваемого способа можно отнести усложнение конструкции аппарата и достаточно большие энергозатраты на проведение процесса. Плотность газа весьма низка, поэтому для проведения очистки заметного количества вещества необходимо применять достаточно большой объем питающего резервуара или большие давления в нем. Вследствие этого рассматриваемый метод более перспективно использовать в случае малотоннажных производств, например, для получения высокочистых газов.

Рассмотрим случай произвольной концентрации примеси. Тогда фактор разделения будет равен отношению относительных концентраций примеси на входе  $C_{1вх}$  и на выходе  $C_{1вых}$  полости высокого давления модуля:

$$F^{-1} = \frac{C_{1вых}}{1 - C_{1вых}} \bigg/ \frac{C_{1вх}}{1 - C_{1вх}} \quad (3)$$

Из (3) можно получить, что

$$C_{1вых} = \frac{C_{1вх} F^{-1}}{1 + C_{1вх} (F^{-1} - 1)} \quad (4)$$

Пусть в начальный момент времени количество молей смеси в резервуаре и ее концентрация

равняется соответственно  $N_0$  и  $C_0$ , а после очистки, в некоторый момент времени –  $N$  и  $C$ . Также будем считать, что смесь в резервуаре перемешивается достаточно интенсивно, и примесь в нем распределена по объему равномерно, а количество смеси, находящейся в мембранном модуле, пренебрежимо мало по сравнению с количеством смеси в питающем резервуаре. Тогда изменение концентрации смеси в питающем резервуаре при проведении процесса очистки будет протекать аналогично релейской перегонке, где вместо однократного коэффициента разделения используется величина фактора разделения  $F^{-1}$ . В этом случае если  $dN$  молей смеси выходит из мембранного модуля с потоком  $L_{вых}$ , то содержание примеси в этом отбираемом потоке будет равно  $C_{1вых} dN$ . Изменение содержания примеси в питающем резервуаре  $d(N \cdot C)$  и в отбираемом потоке совпадает. Поэтому уравнение материального баланса можно записать в виде:

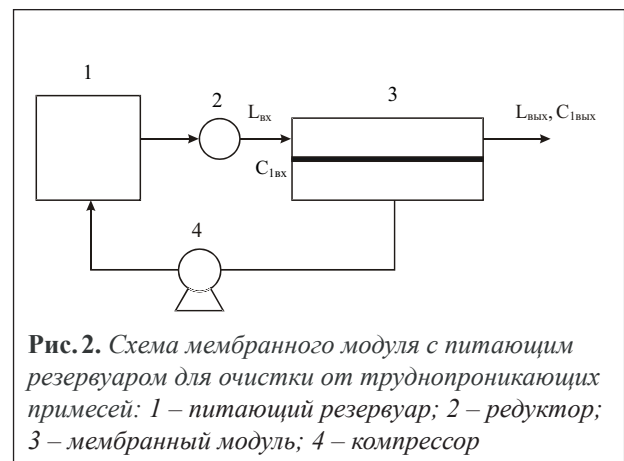
$$d(N C) = C_{1вых} dN \quad (5)$$

или в виде

$$\frac{dN}{N} = \frac{dC}{C_{1вых} - C} \quad (6)$$

Учитывая, что содержание примеси на входе в мембранный модуль  $C_{1вх}$  совпадает с содержанием примеси в питающем резервуаре  $C_{1вх} = C$ , получим из (6) с учетом (4)

$$\frac{dN}{N} = \frac{[1 + C(F^{-1} - 1)]dC}{C(1 - C)(F^{-1} - 1)} \quad (7)$$



**Рис. 2.** Схема мембранного модуля с питающим резервуаром для очистки от труднопроникающих примесей: 1 – питающий резервуар; 2 – редуктор; 3 – мембранный модуль; 4 – компрессор

Проведем интегрирование (7) от  $N_0$  до  $N$  и от  $C_0$  до  $C$

$$\ln(N/N_0) = \int_{C_0}^C \frac{[1 + C(F^{-1} - 1)]dC}{C(1-C)(F^{-1} - 1)} \quad (8)$$

Зная зависимость  $F^{-1}$  от  $C$  из уравнения (8) можно определить отношение  $C_0/C$  при различных  $N_0/N$  и  $F^{-1}$ . В случае, когда  $F^{-1}$  слабо зависит от концентрации, и ее можно считать постоянной величиной, из (8) получим уравнение:

$$\left(\frac{C_0}{C}\right)^{\frac{1}{F^{-1}}} \frac{(1-C)}{(1-C_0)} = \left(\frac{N_0}{N}\right)^{\frac{F^{-1}-1}{F^{-1}}} \quad (9)$$

Оно аналогично уравнению для релеевской перегонки [7], где разделение проводится для легколетучего компонента, удаляемого из питающего резервуара (куба), а вместо коэффициента разделения используется величина  $F^{-1}$ . Если концентрация примеси мала ( $C \ll 1$ ), то  $F^{-1}$  не зависит от  $C$ , что следует, например, из уравнения (2). Тогда из (8) можно получить [6]

$$\frac{C_0}{C} = \left(\frac{N_0}{N}\right)^{F^{-1}-1} \quad (10)$$

Из уравнения (10) следует, что в установке, состоящей из мембранного модуля с питающим резервуаром, возможно достижение высокой степени разделения при очистке от труднопроникающих компонентов с низкой концентрацией.

### Экспериментальные результаты и обсуждение

Экспериментальное изучение глубокой очистки проведено нами на модельной смеси фреона-12 ( $CF_2Cl_2$ ) с исходным содержанием труднопроникающей примеси фреона-218 ( $C_3F_8$ ) 0,1% об. Содержание примеси определяли газохроматографическим методом на колонке с сорбентом «Полисорб-1» при температуре 100°С с помощью пламенно-ионизационного детектора. Максимальная относительная ошибка при определении концентрации примеси не превышала 5%.

Величину коэффициента разделения исследуемой смеси определили аналогично [4]. Исследования проводили на мембране типа «Лестосил» с площадью 9 см<sup>2</sup>, находящейся в мембранной ячейке, работающей в режиме полного пере-

мешивания. В этом случае начальный поток на входе в ячейку существенно превышал (более чем на два порядка) поток через мембрану. В ячейке величина зазора в полости высокого давления между мембраной и поверхностью фланца равняется 0,1 см. Величину давления в полостях высокого и низкого давления ячейки поддерживали такой же, как и в мембранном модуле при глубокой очистке фреона-12, т.е. 0,11 и 0,01 МПа, соответственно. В этом случае получили значение коэффициента разделения  $\alpha^* = 2,7$  и  $\alpha = 2,9$ . Данное значение величины коэффициента разделения наблюдали во всем исследуемом интервале изменения концентрации примеси от  $1 \cdot 10^{-3}$  до 1,5% об.

Следует отметить, что величина  $\alpha$  смеси газов существенно отличается от идеального коэффициента разделения для индивидуальных компонентов (равного 18,5), что объясняется эффектом пластификации мембраны легкопроникающим основным компонентом в случае разделения смеси.

Схема установки для проведения процесса глубокой очистки приведена на рис. 3. Исходная газовая смесь находится в резервуаре 1, представляющим собой баллон объемом 12 л с сифоном и двумя вентилями, связанными с входящей и выходящей линиями. Смесь, выходящая из баллона, проходит через редуктор 2 и с постоянным давлением попадает на вход в полость высокого давления мембранного модуля 3. Мембранный модуль представляет собой радиальный противоточный элемент, описанный в [8]. В качестве мембраны используется мембрана на основе полидиметилсилоксана типа «Лестосил». Площадь рабочей части мембраны равняется 500 см<sup>2</sup>. Через мембрану в модуле 3 проходит преимущественно более проникающий компонент смеси, который с помощью вакуум-компрессора 4 возвращается снова в резервуар 1. С его помощью давление в питающем резервуаре поддерживали в начале процесса равным 0,165 МПа, которое по мере отбора и уменьшения количества вещества в баллоне 1 постепенно снижалось и в конце процесса составляло 0,115 МПа. Величину давления в полости высокого давления мембранного модуля поддерживали равной 0,11 МПа, а в полости низкого давления – 0,01 МПа. Значения давления определяли с помощью манометров 5, 6 и вакуумметра 7. Величину потока газа на выходе из

полости высокого давления модуля  $L_{\text{ВЫХ}}$  определяли с помощью пенного расходомера 8 и регулировали вентилем тонкой регулировки 9. Для нахождения содержания примеси в этом потоке его направляли в гребенку хроматографа. Вентили 9–14 служат для создания заданного направления потока газа, отключения аппарата и его вакуумирования. Вентиль 15 предназначен для регулирования и поддержания постоянной величины  $P_2$  за счет изменения сопротивления в линии на входе в вакуум-компрессор 4 в случае изменения давления в питающем резервуаре. Также вентиль 15 служит для прекращения откачивания газа из полости низкого давления. В этом случае величины давления в полостях модуля сравниваются, и разделения на нем не происходит. Данный режим использовали для отбора на анализ газа из баллона 1.

Поток газа через мембрану модуля зависит от проницаемости мембраны по основному компоненту и перепада давления в полостях модуля, и не зависит от содержания примесного компонента при его низкой концентрации. Данный поток определяли перед экспериментом. В эксперименте соотношение потоков на мембранном модуле 3 поддерживали равным  $L_{\text{ВХ}}/L_{\text{ВЫХ}}=90$ . При этом экспериментальная величина фактора разделения модуля равнялась  $F^{-1}=14$ . Можно отметить, что для этого случая расчет по уравнению (2) дает завышенные результаты, т.к. это уравнение не учитывает влияние продольного перемешивания на процесс разделения.

Результаты эксперимента и расчета приведены на рис. 4. Кривая 1, рассчитанная по уравнению 10, показывает отношение исходного и конечного содержания примеси в питающем резервуаре от степени отобранного вещества  $(1-N/N_0) \cdot 100\%$ . Видно, что данные расчета и эксперимента находятся в достаточно хорошем согласии. После отбора из питающего резервуара 30% исходной смеси с величиной  $F^{-1}=14$ , концентрация примеси в питающем резервуаре уменьшилась более чем в 100 раз. При тех же условиях отбора исходной смеси концентрация примеси в газе, прошедшем очистку в мембранном модуле без питающего резервуара снижается менее, чем в  $\alpha^*=2,7$  раза (рис. 4 кр. 2). Расчет изменения концентрации в этом случае проводили с помощью уравнения 2, дополненного уравнением материального баланса [1]. Увеличение

степени разделения объясняется применением многократного разделения и замкнутой схемы

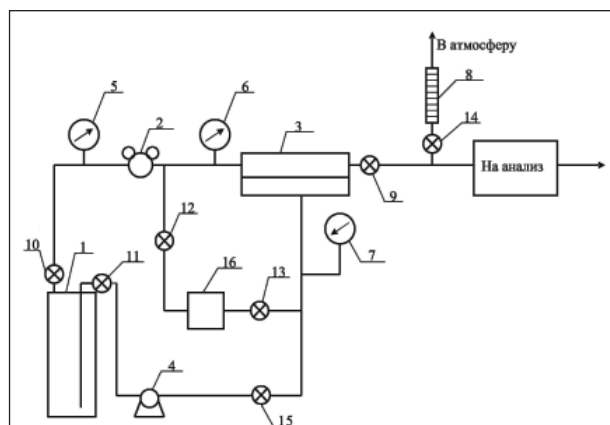


Рис. 3 Схема мембранной установки с питающим резервуаром: 1 – питающий резервуар; 2 – редуктор; 3 – мембранный модуль; 4 – вакуум компрессор; 5, 6 – манометры; 7 – вакуумметр; 8 – пенный расходомер; 9 – вентиль тонкой регулировки; 10–15 – вентили; 16 – вакуумный насос

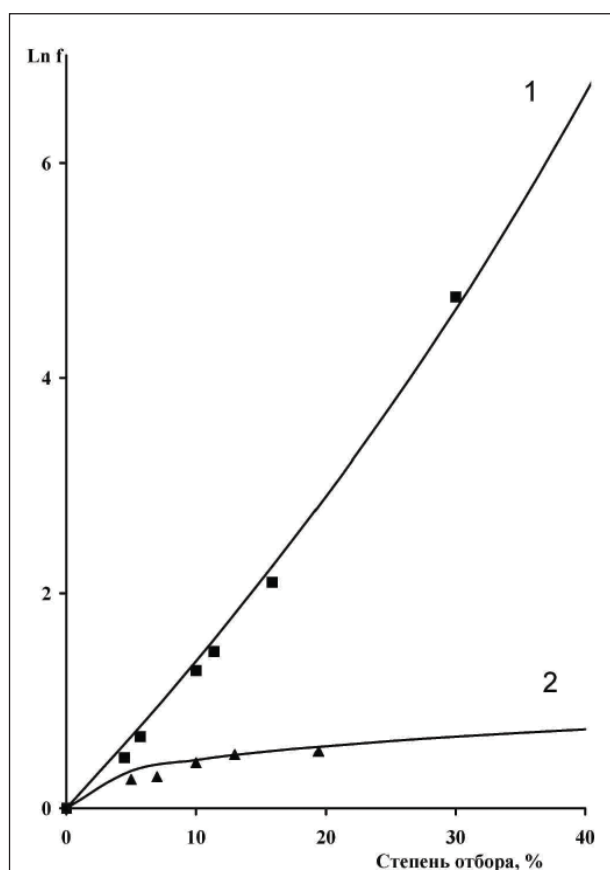


Рис. 4. Зависимость кратности очистки от доли отобранного вещества: 1 – мембранный модуль с питающим резервуаром, расчет по (10) с  $F^{-1}=14$ ; 2 – отдельный мембранный модуль; ■ – экспериментальные данные для 1, ▲ – для 2.



движения основного компонента газовой смеси для мембранного модуля с питающим резервуаром. При этом селективность мембраны остается постоянной в области низких концентраций примеси [8]. Поэтому повторное использование мембранного метода газоразделения обеспечивает такой же разделительный эффект, как и предыдущее его использование.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в мембранных модулях с питающим резервуаром возможно проведение глубокой очистки газов от труднопроникающих примесей с низкой концентрацией.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского Фонда Фундаментальных Исследований № 07-08-00503-а.

### Литература

1. Хванг С.-Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения. М.: Химия. 1981. 464 с.
2. Дытнерский Ю. И., Брыков В. П., Каграманов Г.Г. Мембранное разделение газов. М.: Химия. 1991. 344 с.
3. Воротынцев В.М., Дроздов П.Н. Глубокая очистка веществ методом мембранного газоразделения // Высококипящие вещества. 1994. №3, с.7–20.
4. Дроздов П.Н. Глубокая очистка газов методом мембранного газоразделения. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук. Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет. 2005, 39 с.
5. Воротынцев В.М., Перевошиков В.А., Скупов В.Д. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники. Н.Новгород: Нижегородский государственный технический университет. 2006, 356 с.
6. Воротынцев В.М., Дроздов П.Н., Воротынцев И.В., Муравьев Д.В. Глубокая очистка газов от труднопроникающих примесей с помощью мембранного модуля с питающим резервуаром // Доклады Академии Наук. 2006. Т. 411. № 4, с. 496–498.
7. Зельвенский Я.Д., Титов А.А., Шалыгин В.А. Ректификация разбавленных растворов. Л.: Химия. 1974, 216 с.
8. Drozdov P.N., Kirillov Y.P., Kolotilov E.Y., Vorotyntsev I.V. High purification of gas in radial membrane element // Desalination. V. 146. 2002, p. 249–254.

---

# ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕМБРАНЫ ДЛЯ НАНОФИЛЬТРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕД

*В.В. Паращук, А.В. Волков*

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук  
119991, г. Москва, Ленинский проспект, 29; e-mail: avolkov@ips.ac.ru

Наночелчтрация органических (неводных) сред является перспективной малоэнергосмокой технологией, способной решать многие разделительные задачи, прежде всего, в нефтехимической, химической и пищевой промышленности. Для успешной и эффективной реализации процесса наночелчтрации органических сред используемая мембрана должна обладать механической и химической стабильностью в органических средах, демонстрировать высокие значения удерживания целевых компонентов и транспорта органического растворителя. В данной работе рассмотрены основные полимерные материалы и мембраны на их основе, на базе которых созданы наночелчтрационные мембраны для неводных сред – высокопроницаемые (прежде всего, полиацетилены) и низкопроницаемые полимерные стекла (например, полиамиды, полиимиды, полисульфоны), а также высокопроницаемые эластомеры (прежде всего, сшитые силиконовые каучуки).

*Ключевые слова:* наночелчтрация, неводные среды, органические растворители, полимерные мембраны, мембранные материалы

Nanofiltration of organic (non-aqueous) media is a perspective separation technology with low energy consumption that could be applied in chemical, petrochemical and food industry. Membranes used for organic solvent nanofiltration should possess good mechanical and chemical stability in organic media, and show high retention value of target compounds as well as high solvent transport through the membrane. In this work, we review the polymeric materials and membranes which could be used for organic solvent nanofiltration – high permeable glassy polymers (e.g. polyacetylenes), regular glassy polymers (e.g. polyamides, polyimides and polysulfones) and high permeable rubber polymers (e.g. silicon rubbers).

*Keywords:* nanofiltration, organic media, organic solvents, polymeric membranes, membrane materials

## 1. Введение

На сегодняшний день традиционным способом выделения низкомолекулярных целевых компонентов (до 1000–1200 г/моль) из органических сред является дистилляция. Ограниченность применения данного способа к выделению термически нестабильных соединений (например, гомогенных катализаторов или лекарственных препаратам), а также высокие энергозатраты, связанные с фазовым переходом, делают актуальным поиск новых подходов к разделению жидких сред.

Активно развивающимся альтернативным решением данной задачи является наночелчтрация органических сред (НФОС) [1]. Как всякий баромембранный процесс разделения жидкостей НФОС характеризуется отсутствием фазовых переходов и может проводиться при понижен-

ных температурах. Это делает ее перспективной при регенерации и рециркуляции органических растворителей-экстрагентов в нефтехимической, химической, фармацевтической и пищевой промышленности [2–6].

Так, например, в органическом синтезе в качестве катализаторов широко используются дорогостоящие комплексы переходных металлов (Pt, Pd, Ru, Rh и т. п.). Отделение катализатора от конечных продуктов часто сопровождается его частичной или полной дезактивацией. Возможным способом увеличения срока жизни гомогенного катализатора является его эффективное отделение от продуктов реакции и возвращения в активной форме в реакционный цикл. Устойчивые в органических средах наночелчтрационные мембраны могут обеспечить транспорт через мембрану низкомолекулярных органических

компонентов реакционной смеси и удерживание объемистого гомогенного катализатора (>400–600 г/моль) с последующей его рециркуляцией.

Регенерация и рециркуляция органических растворителей-экстрагентов является многотонажной задачей, например, при производстве и использовании красителей и лакокрасочных грунтов, при отмывке и обезжиривании различных узлов и агрегатов, при экстракции продуктов пищевого происхождения (растительных масел, белков, биологически активных и лекарственных препаратов и т.п.). Традиционные технологии регенерации органических растворителей основаны на дистилляционных процессах. Отсутствие фазовых переходов при наночистоте органических сред обеспечивает низкую энергоёмкость этой технологии.

Настоящий обзор посвящен анализу существующих полимерных материалов и мембран для наночистоте органических сред и методов направленного изменения их наночистотных характеристик.

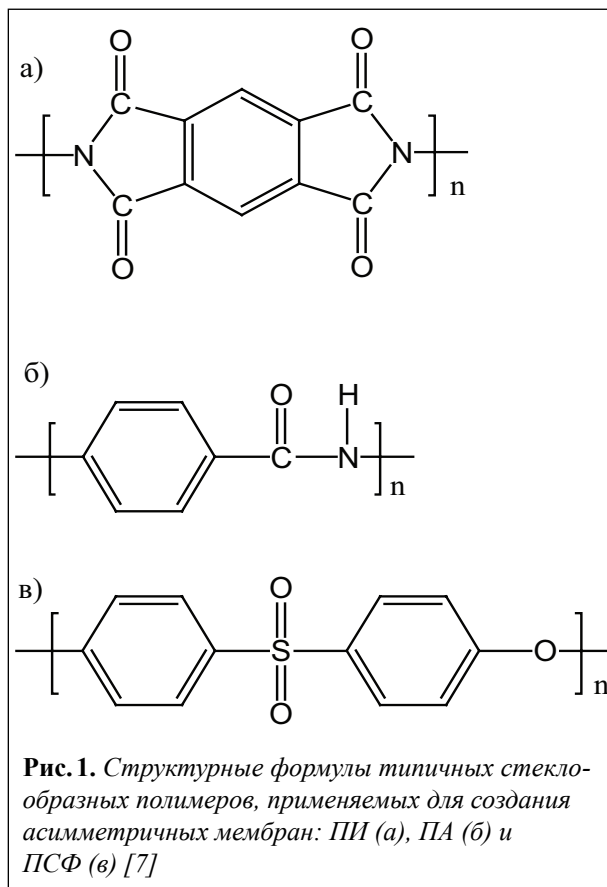
## 2. Полимерные материалы и мембраны

Мембраны для наночистоте неводных сред должны обладать химической и механической стабильностью в среде органических растворителей и демонстрировать, при этом, высокие транспортные и разделительные характеристики. Существующие на сегодняшний день промышленные и лабораторные образцы полимерных наночистотных мембран для органических сред можно разделить, в основном, на две группы:

1. Асимметричные мембраны на основе низкопроницаемых стеклообразных полимеров с наночистотным селективным слоем (например, полиамиды, полиимиды, полисульфоны);
2. Композиционные мембраны на основе эластомеров с непористым селективным слоем (прежде всего, сшитые силиконовые каучуки).

### 2.1 Стеклообразные полимеры

Высокая химическая и термическая стабильность, а также хорошие механические характеристики ряда стеклообразных полимеров (например, полиамиды (ПА), полиимиды (ПИ), полиамидоимиды (ПАИ), полисульфоны (ПСФ), (рис. 1), делает перспективным создание наночистотных мембран с асимметричной



**Рис. 1.** Структурные формулы типичных стеклообразных полимеров, применяемых для создания асимметричных мембран: ПИ (а), ПА (б) и ПСФ (в) [7]

пористой структурой на их основе для использования в органических средах. Асимметричная структура мембран, в том числе и наночистотная структура верхнего селективного слоя, формируется методом инверсии фаз. Разделение молекул органических веществ в таких мембранах осуществляется, прежде всего, по ситовому механизму – мембраной отсекаются молекулы, размер которых превышает сечение транспортных пор.

Как правило, каждая конкретная мембрана демонстрирует свои заявленные характеристики (например, отсечение) лишь в ограниченном круге растворителей. Это связано с тем, что контакт с различными типами органических растворителей может сопровождаться необратимыми изменениями в наночистотной структуре селективного слоя мембраны, а также гидрофобизацией/гидрофилизацией поверхности мембраны в результате набухания полимерного материала в разделяемых органических средах, что может отрицательно сказываться на транспортных и разделительных характеристиках наночистотных мембран [8–11].

Далее мы рассмотрим наиболее распространенные стеклообразные полимеры и возможные

способы их модификации для создания нанофильтрационных мембран для разделения органических сред.

### 2.1.1 Целлюлоза и ее производные

Целлюлоза (рис. 2) – это полисахарид, получаемый из растительного сырья (молекулярная масса составляет  $5 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^6$  г/моль). Целлюлоза не растворяется в воде, но является гидрофильным материалом. В силу своего химического строения целлюлоза подвержена термической, химической и биологической деградации.

В 1960 году компания «American Oil» предложила использовать производные целлюлозы, такие как простые и сложные эфиры целлюлозы, в процессах разделения растворимых в нефти органических соединений [12,13]. Высокие значения селективности разделения продемонстрировали мембраны на основе сложных эфиров целлюлозы; при этом наилучшие результаты были получены для ацетат-бутиратных эфиров целлюлозы (содержание ацетатной составляющей варьировалось от 5 до 10 вес. %, бутиратной – от 40 до 50 вес. %, соответственно). Было показано, что оптимальными условиями разделения являлись давление 7 атм. и температура до  $115^\circ\text{C}$ , что связано с механическими характеристиками исследованных мембран в условиях нанофильтрационного разделения.

В конце 1971 года компания «British Petroleum» предложила использовать мембраны на основе ацетата целлюлозы (АЦ) для мембранного отделения дорогостоящих катализаторов от продуктов реакции димеризации олефинов и гидроформилирования пропилена [14]. АЦ-мембраны изготавливались компанией «Sartorius» и содержали транспортные поры с диаметрами 50–100 Å; молекулярная масса АЦ варьировалась от  $1 \cdot 10^4$  до  $5 \cdot 10^4$  г/моль. Асимметричные нанофильтрационные мембраны формировались методом инверсии фаз. В раствор АЦ в ацетоне добавлялся порообразователь (например, перхлорат формамида и/или вода). Затем полученный формовочный раствор наносился на стеклянную подложку и после короткого выдерживания раствора на воздухе для формирования тонкого селективного слоя его помещали в осадительную ванну (вода при пониженной температуре), где происходило образование макропористого подложечного слоя. На заключительном этапе

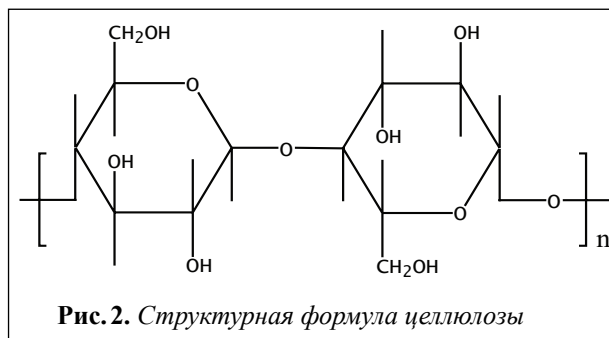


Рис. 2. Структурная формула целлюлозы

мембрану помещали в горячую воду (не менее  $80^\circ\text{C}$ ) для увеличения значений селективности нанофильтрационных характеристик мембран.

В середине 80-х годов прошлого века компания «Exxon Research and Engineering Co.» приступила к разработке устойчивых в органических средах мембран и мембранных технологий, позволяющих отделять моторное масло от органических растворителей. Были получены патенты на мембраны из АЦ [15,16], устойчивые в растворителях класса кетонов. Готовые АЦ мембраны хранились в метилэтилкетоне (МЭК), метилизобутилкетоне (МИБК) или смеси моторного масла с кетонами, так как при высушивании они теряли свои разделительные характеристики. Поток смеси моторного масла (20 вес. %) в МЭК через АЦ-мембраны составлял  $6 \cdot 10^{-5}$  мл/см<sup>2</sup>·с при значении удерживания моторного масла с молекулярной массой 600 г/моль – 99,7% [15].

В 1983 году сотрудники той же компании предложили использовать мембраны на основе регенерированной целлюлозы (РЦ) для отделения промышленного масла от органических растворителей [17]. Значения отсечения (MWCО – molecular weight cut-off) для полученных мембран находилось в диапазоне  $6 - 8 \cdot 10^3$  г/моль, при этом диаметр транспортных пор составлял 24 Å. Мембраны могли храниться только в импрегнированном виде (глицерин). Для удаления глицерина из пористой структуры авторы предложили последовательную промывку мембран в следующем ряде растворителей: вода – метанол – МЭК. Нужно отметить, что такого рода обработка растворителями приводила к уменьшению размера транспортных пор до 12 Å [17].

В 1989 году был предложен способ модификации мембран на основе РЦ [18]. Метод заключается в сшивке макромолекул по гидроксильным группам бифункциональными реагентами. Мембраны на основе сшитой РЦ демонстрировали более высокие значения селективности по срав-

нению с исходными мембранами. Поток смеси растворителей (60 вес.% МИБК и 40 вес.% МЭК), содержащей моторное масло (150 г/моль), через мембрану на основе сшитой РЦ составлял 190 л/м<sup>2</sup>·сутки при удерживании моторного масла 81 %.

В 1999 году компанией «Geesthacht GKSS Forschung» была разработана композитная мембрана на основе РЦ методом кислотного гидролиза три(С<sub>1</sub>-С<sub>6</sub>)-алкилсилл целлюлозы [19]. В качестве подложки использовали микрофильтрационную мембрану. Мембрана могла использоваться при рабочей температуре до 60°С.

В нашей стране разработкой нанофильтрационных мембран на основе РЦ применительно к неводным средам занимается ЗАО НТЦ «Владипор» (г. Владимир). Опытные образцы полученных нанопористых мембран демонстрируют проницаемость по этанолу в диапазоне 5,5–9,0 кг/м<sup>2</sup>·ч·атм и удерживание красителя хромовый темно-синий с молекулярной массой 520 г/моль на уровне 90–94 % при трансмембранном давлении 2 атм и температуре 20°С [20].

### 2.1.2 Полиамиды и их производные

Полиамиды (ПА) представляют собой важный класс мембранных материалов. Мембраны на основе ПА характеризуются хорошей химической стабильностью, при этом наилучшие результаты демонстрируют ароматические ПА (полиарамиды). Свойства полиарамидов определяются ароматическими группами в основной цепи, значительно уменьшающими гибкость полимера, что проявляется, в частности, в высоких температурах стеклования ароматических ПА (выше 270°С). Характерные структурные формулы ПА представлены на рис. 3.

В конце 1974 года компанией «DuPont» был получен патент на использование асимметричных мембран, в частности, на основе ароматических ПА в процессах выделения металлоорганических катализаторов из органических сред, содержащих соединения с нитрильной группой [21]. Асимметричные мембраны были получены методом инверсии фаз с использованием пиромеллитового диангидрида и 4,4'-диаминодифенилового эфира. Слой раствора толщиной около 400 мкм наносили на стеклянную подложку и затем помещали в осадительную ванну, содержащую 1 М раствор ангидрида уксусной кислоты и

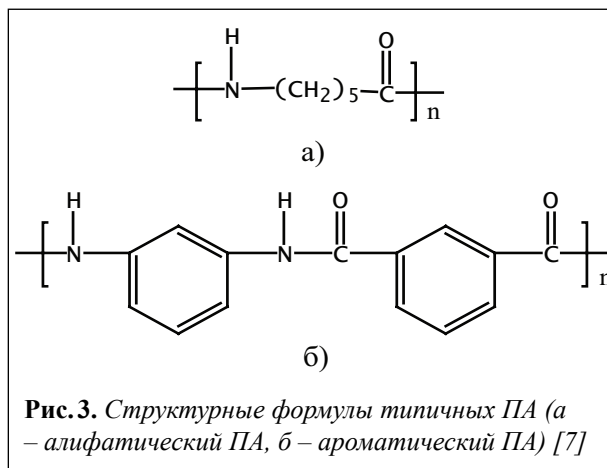


Рис. 3. Структурные формулы типичных ПА (а – алифатический ПА, б – ароматический ПА) [7]

триэтиламина, растворенных в бензоле. Осадительная ванна нагревалась до 60–75°С в течение 15 минут, а затем полученная мембрана поочередно промывалась бензолом, 2%-ым раствором бензола в этаноле и водой при комнатной температуре и высушивалась на воздухе. Полученные мембраны демонстрировали поток раствора катализатора [(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>P]<sub>3</sub>RhCl в адипонитриле (0,5 г катализатора в 230 мл растворителя) равный 3,9·10<sup>-5</sup> л/ч при трансмембранном давлении 31 атм. Удерживание комплексного родиевого катализатора составило 85 %.

В 1992 году компанией «Hoechst AG» был запатентован процесс концентрирования широкого круга металлоорганических соединений и карбонил металлов, которые могут быть использованы в качестве катализаторов, из органических сред с помощью ароматических ПА [22]. Соответствующие полиарамиды получали методом поликонденсации ароматических дикарбоновых кислот или их производных с ароматическими диаминами. Молекулярные массы полученных полиарамидов составляли 1–5·10<sup>4</sup> г/моль. Мембраны формовались методом инверсии фаз. Раствор полимера в N-метил-2-пирролидоне (N-МП) наносился на подложку, а затем помещался в водную осадительную ванну. При необходимости мембраны подвергали температурной обработке и импрегнировали глицерином. Общая толщина асимметричных полиарамидных мембран достигала 200 мкм при толщине селективного слоя до 5 мкм. Полученные мембраны использовали при давлениях 1–100 атм и температуре от 0 до +200°С. Например, поток смеси толуола с комплексным родиевым катализатором был 12 л/м<sup>2</sup>·ч при температуре 40°С и давлении 50 атм. при удерживании катализатора 95 %.

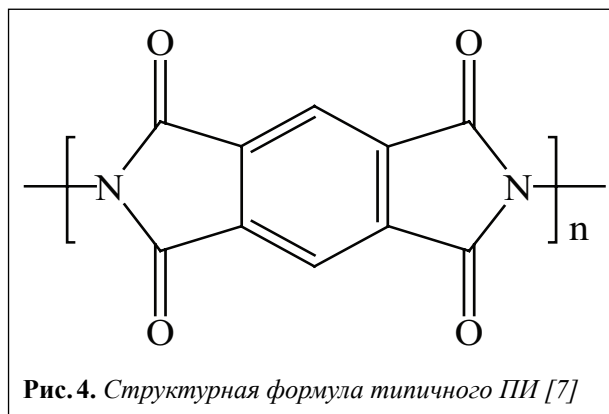
В 2002 году была разработана устойчивая в органических растворителях композитная мембрана на основе ПА с силиконовым покрытием [23]. Селективный слой был образован смесью продукта конденсации диаминового мономера с дикарбоновой кислотой и силоксана. В качестве подложки использовался ультрафильтр из полиакрилонитрила (ПАН). Полученная мембрана демонстрировала высокую производительность и разделяющую способность при высокой стабильности характеристик в большинстве органических растворителей. Проницаемость метанола, этанола и изопропанола составляла 1,75, 1,25 и 1,88 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·сутки, соответственно. При этом удержание растворенных в органических растворителях парафинов составляло 95% в метаноле, 90% в этаноле и 87% в изопропанол.

Имеются публикации о высокой химической стабильности в условиях НФОС мембранного материала под названием «Ревах», который представляет собой поли(амид-б-эфир)ные сополимеры [24].

### 2.1.3 Полиимиды и их производные

Важным классом полимеров для изготовления мембран являются полиимиды (ПИ), обладающие высокой термической (температура стеклования выше 300°С) и химической стабильностью. На рис. 4 представлена структурная формула типичного ПИ.

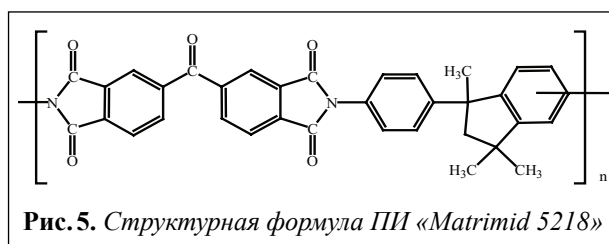
В 1985 году были разработаны асимметричные мембраны на основе ПИ для выделения широкого круга растворителей, применяемых в процессах депарафинизации машинных масел [25]. Мембраны готовились растворением 14–30 вес.% ПИ в смеси диметилформамида (ДМФА) и диоксана в соотношении от 7:1 до 3:1. Раствор наносился на ровную поверхность, выдерживался 2–20 секунд на воздухе и помещался в осадительную ванну при температуре от 0 до 30°С. В качестве осадителя использовалась вода. Было предложено использовать мембраны не только в виде плоских элементов, но также и в виде трубчатых элементов и полых волокон. Например, мембрана полученная с использованием 2-х секундной выдержки на воздухе демонстрировала поток раствора масла (150 г/моль) в смеси 60:40 МИБК/МЭК равный 1406 л/м<sup>2</sup>·сутки. При этом удержание масла составляло 94%. Характеристики мембран существенно снижались



при использовании 100-секундной выдержки на воздухе: поток падал до 80 л/м<sup>2</sup>·сутки с одновременным снижением удерживания масла до 88%. Эксперименты по нанофильтрации проводились при температуре 23°С и трансмембранном давлении 27,5 атм.

В 1993 году компанией «Grace W. R. & Co.» была разработана асимметричная мембрана на основе ПИ для отделения органических растворителей от смазочных материалов [26]. Асимметричные мембраны формовались методом инверсии фаз из коммерчески доступного ПИ марки «Matrimid 5218» (рис. 5), выпускаемого компанией «Ciba Geigy». В качестве осадителя использовали воду. Поток органической смеси, состоящей из 20 вес.% смазочного масла с молекулярной массой 100 г/моль, 40 вес.% МЭК и 40 вес.% толуола, через полученные мембраны составлял 273 л/м<sup>2</sup>·сутки при температуре 8°С и трансмембранном давлении 41 бар. При этом удержание смазочного масла составляло 35%. Если мембрану после водяной осадительной ванны помещали в изопропанол на 3 часа, то поток смеси масла с растворителем снижался до 208 л/м<sup>2</sup>·сутки, а удержание возрастало до 81%.

За этим сразу последовала серия разработок ПИ мембран и разделительных процессов [6, 27–36], прежде всего для низкотемпературной регенерации органических растворителей в процессе депарафинизации смазочных материалов.



Например, процесс «MAX-DEWAX», разработанный компанией «ExxonMobil» [6]. Данный процесс основан на том, что раствор моторного масла в органическом растворителе (или смеси растворителей) охлаждается до выпадения кристаллов парафина в осадок (температура до  $-20^{\circ}\text{C}$ ) с их последующей фильтрацией на барабанном фильтре. Присутствие органического растворителя обеспечивает снижение вязкости системы при низкой температуре. После процесса фильтрации, растворитель традиционно отделялся от масла и парафина путем дистилляции. С экономической точки зрения нанофильтрационное извлечение растворителей при низкой температуре имеет бесспорное преимущество. ПИ мембраны демонстрируют удерживание смазочного масла из 20 вес. % смеси с органическим растворителем (МЭК/толуол) выше 95 % при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$  [6].

Сегодня компания «Grace W. R. & Co.» выпускает ассортимент нанофильтрационных мембран для органических сред серии STARMEM. Они представляют собой асимметричные мембраны с со средним диаметром нанопор в селективном слое не выше  $50\text{ \AA}$  [37]. Мембраны STARMEM различаются величинами отсечения и потока растворителя. В частности, согласно данным производителя, отсечение мембран STARMEM120, STARMEM122 и STARMEM240 составляет 200, 220 и 400 г/моль, соответственно [38]. При этом проницаемость по толуолу составляет, соответственно, 30 и 20 л/м<sup>2</sup>·ч для мембран STARMEM122 и STARMEM240 при трансмембранном давлении 55 атм. Мембраны STARMEM поставляются вместе с дополнительным подложечным материалом, который может быть помещен между мембраной и подложкой ячейки для достижения дополнительного увеличения механической стабильности мембран. Поставляемые мембраны пропитаны специальным импрегнирующим составом, который может быть удален с использованием органических растворителей. Производитель рекомендует проводить первичную промывку мембран чистым толуолом при давлении 20–30 атм. в течение 15 минут. При этом дальнейшее высушивание промытой мембраны не допускается.

У нас в стране лабораторные образцы асимметричных мембран для НФОС были получены на основе полиамидоимида поли(дифенилоксидамидо-N-фенилфтальмида) (ПДФАФИ) (рис. 6).

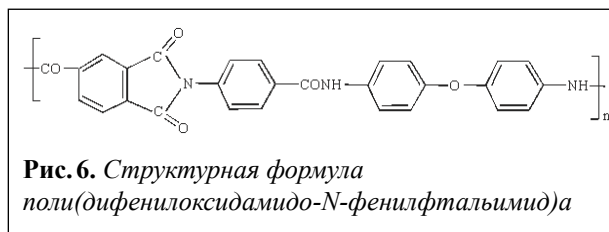


Рис. 6. Структурная формула поли(дифенилоксидамидо-N-фенилфтальмида)

В 1980 году сотрудниками ИВС РАН был запатентованы термо- и химически стойкие образцы полиамидоимидов [39]. Наиболее интересным мембранным материалом оказался ПДФАФИ – продукт низкотемпературной поликонденсации имидсодержащего дихлорангидрида тримеллитовой кислоты с диаминодифениловым эфиром [40, 41]. Данный полимер обладает высокой термической (до  $350^{\circ}\text{C}$ ) и химической стабильностью, имеет хорошие физико-механические, диэлектрические и пленкообразующие свойства. Полимер нерастворим в подавляющем большинстве органических растворителей (известно, что он растворим в N-МП и моноэтанолamine). Мембраны из ПДФАФИ получают методом инверсии фаз с использованием в качестве осадителя воды и водно-этанольных смесей [41]. Мембраны демонстрируют высокие проницаемости метанола, этанола и ацетона (3,4, 1,4 и 5,5 кг/м<sup>2</sup>·ч·атм, соответственно) при удерживании красителя Ремазола Бриллиантового Синего Р (626 г/моль) выше 90%. Эти характеристики более, чем в 1,5 раза превышают аналогичные параметры промышленных нанофильтрационных мембран.

#### 2.1.4 Полиимины и их производные

С начала 90-х годов прошлого века компания «Техасо» активно занималась разработкой мембран на основе полииминов (рис. 7). В основном, полииминовые мембраны применялись для водоподготовки и водоочистки, но можно отметить некоторые области применения на стыке водных

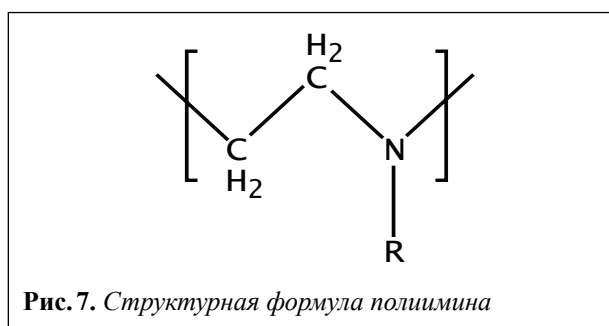


Рис. 7. Структурная формула полиимины

и неводных сред [42]. Так, в 1991 году был предложен способ отделения смеси МЭК с толуолом от депарафинизированного масла с помощью мембран на основе непористых сшитых полииминов [43]. Мембрана включала в себя пористый подложечный слой на основе полиакрилонитрила (ПАН) толщиной около 50 мкм (средний диаметр пор 200 Å; отсечение порядка 40000 г/моль) и селективный слой в виде непористой пленки из полииминов с молекулярной массой порядка 60000 г/моль и толщиной 0,5–1,5 мкм.

Мембраны на основе сшитых полииминов демонстрируют поток 20 вес. % смеси масла в МЭК на уровне 16,1 кг/м<sup>2</sup>·ч при удерживании масла порядка 96,9%. Результаты получены при 25°С и трансмембранном давлении 55 атм.

### 2.1.5 Нанопористые полимерные стекла

Недавно на примере поли(1-триметилсилил-1-пропин)а (ПТМСП, *рис. 8*) было продемонстрировано, что мембраны для нанофильтрации органических сред могут быть созданы на основе стеклообразных полимеров с высокой долей неотрелаксированного свободного объема [44–47]. В отличие от низкопроницаемых полимерных стекол, ПТМСП ( $T_{ст} > 350^\circ\text{C}$ ) обладает уникально высокой долей неотрелаксированного свободного объема (до 25 %) и нанопористой структурой (на уровне 1 нм). Так, согласно данным малоуглового рентгеновского рассеивания, в ПТМСП наблюдается большое число пустот радиусом порядка 6 Е ( $d = 1,2$  нм) [48], при этом удельная площадь поверхности ПТМСП, измеренная низкотемпературной адсорбцией паров азота, составляет примерно 550 м<sup>2</sup>/г [49]. Метод позитронной аннигиляции свидетельствует о бимодальном распределении элементов свободного объема в ПТМСП, диаметры которых по оценке разных авторов составляют 6,5 и 10,9 Е [50], 7,0 и 10,8 Е [51] и 6,8 и 13,6 Е [52].

Следует отметить, что такая уникальная нанопористая структура ПТМСП самопроизвольно формируется даже при отливке сплошных мембран, что не требует подбора сложных условий в системе полимер-растворитель-осадитель для создания нанопористого селективного слоя, как в случае низкопроницаемых стеклообразных полимеров. Устойчивость ПТМСП в среде органических растворителей класса спирты и

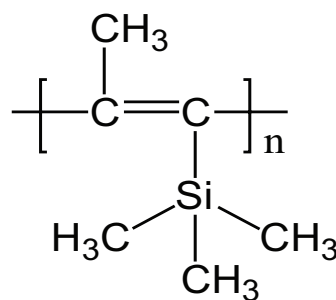


Рис. 8. Структурная формула ПТМСП

кетоны делает данный полимер перспективным материалом для создания нанофильтрационных мембран.

Было показано, что нанопористая структура ПТМСП обеспечивает, как минимум, десятикратное увеличение проницаемости по этанолу через сплошной слой ПТМСП по сравнению с селективным слоем мембран на основе силиконовых каучуков [45, 46]. Авторами [45] было показано, что селективность сорбции красителя в ПТМСП вносит существенный вклад в селективность нанофильтрационного разделения в неводных средах.

Сплошные пленки (толщина 20 мкм) на основе ПТМСП демонстрируют проницаемость этанола 0,25 кг/м<sup>2</sup>·ч·атм при температуре 24°С и трансмембранном давлении до 30 атм. Удерживание красителя Ремазола Бриллиантового Синего Р в этаноле составляет 94,2% [47].

### 2.2 Силиконовые каучуки

Мембранные материалы на основе сшитых силиконовых каучуков (прежде всего, полидиметилсилоксана (ПДМС)) нашли широкое применение в различных процессах мембранного разделения благодаря высокой проницаемости, а также хорошей термической и химической стабильности. Общая структурная формула силиконовых каучуков представлена на *рис. 9*.

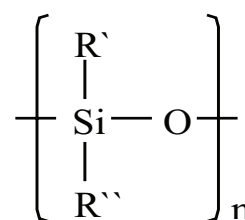


Рис. 9. Общая структурная формула силиконовых каучуков



Компанией «Dow Corning» в 1968 году была запатентована мембрана на основе сшитых полиорганосилоксанов для фракционирования смеси органических соединений с молекулярными массами, превышающими 300 г/моль [53]. Благодаря химической сшивке, мембраны демонстрировали устойчивость в углеводородах, кетонах, ароматических и галогенсодержащих растворителях. Мембраны представляли собой сплошные пленки толщиной от 0,05 до 1,25 см.

В 1972 году компанией «British Petroleum Co.» был разработан способ выделения металлоорганических соединений из реакционной смеси, полученной после завершения реакции гидроформилирования алкенов, с помощью мембран на основе силиконового каучука [54]. Мембраны («Bell Medical Products Ltd.») толщиной 0,03 см демонстрировали поток смеси толуол/ $\text{RhCO}(\text{Bu}_3\text{P})$  (концентрация катализатора 800 р.р.м.) 120 л/м<sup>2</sup>·сутки при температуре 23°С и трансмембранном давлении 138 атм. Удержание катализатора составляло 87%.

Компанией «Shell Oil Co.» в 1988 году было предложено использовать мембраны на основе галогензамещенных ПС для выделения растворителей (толуол и МЭК) из их смесей с углеводородными маслами [55]. Мембрана представляла собой сплошную пленку из сшитого 3,3,3-трифторпропилсилоксана, сформованную на армирующей подложке.

Компания «Техасо Inc.» в 1991-1992 годах запатентовала применение мембран на основе непористых сшитых полисилоксанов для отделения смеси МЭК с толуолом от депарафинизированного масла [56, 57]. В качестве сшивающего агента использовались диизоцианат, диалкоксисилан или диацетоксисилан. Селективный слой полисилоксана толщиной 1–5 мкм наносился на пористую подложку на основе ПАН. Толщина подложки составляла 40–80 мкм со средним диаметром транспортных пор около 200 Å (значение отсечения порядка 40 000 г/моль).

В 1993 году компанией «Membrane Products Kiryat Weitz» была разработана устойчивая в органических растворителях композитная мембрана на основе полисилоксана [58–60]. В качестве подложки использовали импрегнированный сшитый ПАН. Импрегнирующий агент использовался для предохранения от коллапса пор в подложечном слое мембраны при вы-

сывании, а также для предотвращения проникновения раствора полисилоксана в пористую структуру ПАН-подложки при формировании селективного слоя мембраны. Химическая сшивка полисилоксанового слоя осуществлялась после его нанесения на подложку. Было показано, что полученные мембраны устойчивы в ацетонитриле, этаноле, гексане, толуоле, N-МП, ДМСО, ДМФА, диметилацетамиде и их смесях с водой. На коммерческом рынке имеются нанофильтрационные мембраны на основе силиконовых каучуков серии MPF (поставляются заказчику в водно-этанольной смеси 50:50). Например, толщина селективного слоя мембран MPF-50 оценивается на уровне 100 нм [61]. Физико-химический анализ (элементный анализ и угол смачивания водой) селективного слоя этих мембран свидетельствует об идентичности этих характеристик с лабораторными образцами мембран на основе сшитого полидиметилсилоксана (ПДМС) [61].

Высокие степени набухания каучуков в органических средах с одной стороны обеспечивают высокие транспортные характеристики, с другой – отрицательно сказываются на механических свойствах мембран и значениях селективности разделения. Таким образом, путем варьирования степени сшивки селективного слоя возможна оптимизация значений проницаемости и селективности для нанофильтрационных мембран на основе данных полимеров [62, 63].

В 1996 году немецкой организацией «Geesthacht GKSS Forschung» был запатентован способ получения мембран на основе ПДМС методом радиационной сшивки [64]. Благодаря модификации ПДМС авторам разработки удалось увеличить удержание кукурузного масла из его раствора в гексане с 66 до 90% с одновременным падением проницаемости на 20% по сравнению с исходными ПДМС-мембранами.

Еще одним представителем коммерческих мембран на основе силиконового каучука является мембрана Membrane D компании «Osmonics». Так, с помощью данной мембраны авторам работы [65] удалось частично извлечь ряд триглицеридов (ММ от 554 до 890 г/моль) из их растворов в гексане (500 мг/л) при трансмембранном давлении 5–40 атм. и температуре до 30°С.

### 3. Заключение

Нанофильтрация органических (неводных) сред является перспективной малоэнергоёмкой технологией, способной решать многие разделительные задачи, прежде всего, в нефтехимической, химической и пищевой промышленности. Для успешной и эффективной реализации процесса нанофильтрации органических сред используемая мембрана должна обладать механической и химической стабильностью в органических средах, демонстрировать высокие значения удерживания целевых компонентов и транспорта органического растворителя. Существующие на сегодняшний день промышленные и лабораторные образцы полимерных нанофильтрационных мембран для органических сред можно разделить, в основном, на две группы: асимметричные мембраны на основе низкопроницаемых стеклообразных полимеров с нанопористым селективным слоем (например, полиамиды, полиимиды, полисульфоны); композитные мембраны на основе эластомеров с непористым селективным слоем (прежде всего, сшитые силиконовые каучуки). Анализ существующих мембран для нанофильтрации органических сред свидетельствует о том, что потенциальные возможности использования этой технологии существенно ограничены узким спектром существующей сегодня на коммерческом рынке мембранной продукции. Для решения этих задач необходимо вовлечение в эту область новых термически и химически стойких полимерных материалов. Так, интересным новым направлением является создание композитных мембран на основе нанопористых полимерных стекол.

А.В.Волков выражает благодарность Фонду содействия отечественной науке.

### 4. Литература

- Pieter Vandezande, Lieven E. M. Gevers and Ivo F. J. Vankelecom. Solvent resistant nanofiltration: separating on a molecular level. // *Chem. Soc. Rev.* 37 (2008), 365–405
- Kwiatkowski J.R. and Cheryan M. Performance of Nanofiltration Membranes in Ethanol. // *Sep. Sci. Tech.* 40 (2005), 2651–2662
- Bhosle B.M., Subramanian R., Ebert K. Deacidification of model vegetable oils using polymeric membranes. // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 107 (2005), 746–753
- Stamatialis D.F., Stafie N., Buadu K., Hempenius M. and Wessling M. Observations on the permeation performance of solvent resistant nanofiltration membranes. // *J. Membr. Sci.* 279 (2006), 424–433
- Paul E.L., Rosas C.B. *Chem. Eng. Prog.* 86 (1990), №12, 17
- White L.S. and Nitsch A.R. Solvent recovery from lube oil filtrates with a polyimide membrane. // *J. Membr. Sci.* 179 (2000), 267–274
- М. Мулдер. Введение в мембранную технологию. Пер. с англ. М.: Мир, 1999
- Van der Bruggen B., Geens J. and Vandecasteele C. Influence of organic solvents on the performance of polymeric nanofiltration membranes. // *Sep. Sci. Technol.* 37 (2002), 783–797
- Van der Bruggen B., Geens J. and Vandecasteele C. Fluxes and rejections for nanofiltration with solvent stable polymeric membranes in water, ethanol and n-hexane. // *Chem. Eng. Sci.* 57 (2002), 2511–2518
- Geens J., Van der Bruggen B. and Vandecasteele C. Characterization of the solvent stability of polymeric nanofiltration membranes by measurement of contact angles and swelling. // *Chem. Eng. Sci.* 59 (2004), 1161–1164
- Zhao Y. and Yuan Q. Effect of membrane pretreatment on performance of solvent resistant nanofiltration membranes in methanol solutions. // *J. Membr. Sci.* 280 (2006), 195–201
- Lee Robert J, Binning Robert C. Prevention of membrane rupture in a separatory process for oil soluble organic compounds using a non-porous plastic permeation membrane, US Pat. 2,923,749 (1960)
- Lee Robert J, Binning Robert C. Production of high octane alkylate using a permeable membrane separation system, US Pat. 2,923,751 (1960)
- Westaway M.T. and Walker G. Catalyst ultrafiltration process. US Pat. 3,617,553 (1971)
- Wernick D.L. Preparation of cellulose acetate membrane and its use for polar solvent-oil separation. US Pat. 4,541,972 (1985)
- D.L. Wernick. Preparation of cellulose acetate membrane and its use for polar solvent-oil separation, US Pat. 4,678,555 (1987)
- Thompson John A, Shaw David H. Solvent recovery from foos oil using modified regenerated cellulose membranes, US Pat. 4,368,112 (1983)
- Wan Wankei. Modified regenerated cellulose membrane for non-aqueous separations, US Pat. 4,853,129 (1989)
- Peinemann Klaus-Viktor, Pereira-Nunes Suzana. Composite membrane made of a microporous support

- membrane and interlayer made of regenerated cellulose and method for the production of the same, WO9958232 (1999)
20. Отчет о НИР «Новые нанопористые материалы и мембраны для фильтрации органических сред», государственный контракт 02.434.11.2013 ФЦНТП-ИНХС РАН, 2006
  21. Gosser L.W. Membrane separation of homogeneous catalyst from nitrile solutions. US Pat. 3,853,754 (1974)
  22. Bahrman H., Haubs M., Kreuder W. and Muller T. Process for separating organometallic compounds and/or metal carbonyls from their solutions in organic media. US Pat. 5,174,899 (1992)
  23. Lee Kew-Ho, Kim In-Chul. Silicone-coated organic solvent resistant polyamide composite nanofiltration membrane, and method for preparing the same, US2003098274 (2003)
  24. Katrin Ebert, F. Petrus Cuperus. Solvent resistant nanofiltration membranes in edible oil processing. // Membrane Technology. 107, 5–8
  25. Shuey H.F. and Wan W. Asymmetric polyimide reverse osmosis membrane, method for preparation of same and use thereof for organic liquid separations. US Pat. 4,532,041 (1985)
  26. White L.S., Wang I-F. and Minhas B.S. Polyimide membrane for separation of solvents from lube oil. US Pat. 5,264,166 (1993)
  27. Gould R.M. Lubricating oil dewaxing using membrane separation of cold solvent from dewaxed oil. US Pat. 5,358,625 (1994)
  28. Macheras James Timothy. Fluid separation membranes prepared from blends of polyimide polymers, EP0732143 (1996)
  29. Friesen Dwayne T, McCray Scott B. Solvent resistant microporous polyimide membranes, EP0753336 (1997)
  30. Gould R.M., Heaney W.F., Nitsch A.R. and Spencer H.E. Lubricating oil dewaxing using membrane separation of cold solvent from dewaxed oil and recycle of cold solvent to filter feed. US Pat. 5,360,530 (1994)
  31. White L.S., Wang I-F. and Minhas B.S. Polyimide membrane for separation of solvents from lube oil. US Pat. 5,429,748 (1995)
  32. Gould R.M. and Nitsch A.R. Lubricating oil dewaxing with membrane separation of cold solvent. US Pat. 5,494,566 (1996)
  33. Gould R.M., Kloczewski H.A., Menon K.S., Sulpizio T.E. and White L.S. Lubricating oil dewaxing with membrane separation. US Pat. 5,651,877 (1997)
  34. Bhole N.A., Gould R.M., Jacob S.M., Staffeld P.O., McNally D., Smiley P.H. and Wildemuth C.R. New membrane process debottlenecks solvent dewaxing unit. // Oil and Gas J. 97 (1999), 67–74
  35. Gould R.M., White S.L. and Wildemuth C.R. Membrane separation in solvent lube dewaxing. // Environ. Prog. 20 (2001), 12–16
  36. [http://www.exxonmobil.com/Refiningtechnologies/pdf/lw\\_99\\_128.pdf](http://www.exxonmobil.com/Refiningtechnologies/pdf/lw_99_128.pdf) (февраль 2007)
  37. Scarpello J.T., Nair D., Freitas dos Santos L.M., White L.S. and Livingston A.G. The separation of homogeneous organometallic catalysts using solvent resistant. // J. Membr. Sci. 203 (2002), 71–85
  38. [www.membrane-extraction-technology.com](http://www.membrane-extraction-technology.com) (январь 2008)
  39. Koton Mikhail M, Gusinskaya Valentina A, Malichenko Boris F, Borodin Anatolij E, Batrakova Tamara V, Romashkova Kira A, Kudryavtsev Vladislav V, Smirnova Valentina E. Polyamidoimides as soluble thermostable material and their preparing method, Пат. SU763376 (1980)
  40. Гусинская В.А., Котон М.М., Батракова Т.В., Ромашкова К.А. // Высокомолек. соед. А. 18 (1976), № 12, 2681
  41. Кононова С.В., Кузнецов Ю.П., Ромашкова К.А., Кудрявцев В.В. // Высокомолек. соед. А. 48 (2006), № 9, 1647
  42. Jiyon Riiru Jiyunia. Method for dehydrating organic compound containing oxygen, Пат. JP5076730 (1993)
  43. Pasternak M. Process for treating a charge containing dewaxing solvent and dewaxed oil. US Pat. 4,985,138 (1991)
  44. Volkov A.V., Khotimsky V.S., Volkov V.V., Plate N.A., Vankelecom I.F.J., Gevers L.E.M., De Smet K., Jacobs P.A. Non-aqueous separation: sorption in and nanofiltration through nanopores in poly(1-trimethylsilyl-1-propyne). “Euromembrane 2004” (Hamburg, Germany), 131
  45. Volkov A., Stamatialis D., Khotimsky V., Volkov V., Wessling M., Plate N. Poly[1-(trimethylsilyl)-1-propyne] as a solvent resistance nanofiltration membrane material. // J. Membr. Sci. 281 (2006), 351–357
  46. Volkov A.V., Stamatialis D.F., Khotimsky V.S., Volkov V.V., Wessling M. and Plate N.A. New membrane material for SRNF applications. // Desalination. 199 (2006), 251–252
  47. Волков А.В., Хотимский В.С., Парашук В.В., Статматилис Д., Весслинг М., Волков В.В., Платэ Н.А. Способ нанофильтрационного разделения жидких органических смесей, патент РФ 2297975 (2007)
  48. Srinivasan R., Auvil S.R., Burban P.M., Elucidating the mechanism(s) of gas transport in poly[1-trimethylsilyl]-

- 1-propyne] (PTMSP) membranes. // *J. Membr. Sci.* 86 (1994), 67–86
49. Nakanishi K., Odani H., Kurata M., Masuda T. and Higashimura T. Sorption of alcohol vapors in a disubstituted polyacetylene. // *Polymer J.* 19 (1987), 293–296
50. Yampol'skii Yu.P., Shishatskii S.M., Shantorovich V.P., Antipov E.M., Kuzmin N.N., Rykov S.V., Khodjaeva V. L. and Platñ N.A. Transport characteristics and other physicochemical properties of aged poly(1-(trimethylsilyl)-1-propyne). *J. Appl. P. Sci.* 48 (1993), 1935–1944
51. Consolati G., Genco I., Pegoraro M. and Zanderighi L. Positron-Annihilation Lifetime (Pal) in Poly(1-(Trimethylsilyl)Propine) (PtmSP) - Free-Volume Determination and Time-Dependence of Permeability. // *J. Phys. Chem. B.* 34 (1996), 357–367
52. Shantarovich V.P., Kevdina I.B., Yampolskii Yu.P. and Alentiev A. Yu.. Positron Annihilation Lifetime Study of High and Low Free Volume Glassy Polymers: Effects of Free Volume Sizes on the Permeability and Permselectivity. // *Macromol.* 33 (2000), 7453–7466
53. Dow Corning. Fractionation of organic compounds of high molecular weight, Пат. GB1119780 (1968)
54. Goldup A., Westaway M.T. and Walker G. Separation of metal compounds. US Pat. 3,645,891 (1972)
55. Bitter J.G.A., Haan J.P. and Rijkens H.C. Process for the separation of solvents from hydrocarbons dissolved in the solvents. US Pat. 4,748,288 (1988)
56. Pasternak M. Membrane process for treating a mixture containing dewaxed oil and dewaxing solvent. US Pat. 5,093,002 (1992)
57. Pasternak M. Membrane process for treating a mixture containing dewaxed oil and dewaxing solvent. US Pat. 5,102,551 (1992)
58. Linder Charles, Nemas Mara. Silicone-derived solvent stable membranes, Пат. EP0532199 (1993)
59. Linder Charles, Nemas Mara. Silicone-derived solvent stable membranes, US Pat. 5,265,734 (1993)
60. Linder Charles, Nemas Mara. Silicone-derived solvent stable membranes, US Pat. 5,205,934 (1993)
61. Ivo F. J. Vankelecom, Koen De Smet, Lieven E. M. Gevers, Andrew Livingston, Dinesh Nair, Sven Aerts, Stefan Kuypers and Pierre A. Jacobs. Physico-chemical interpretation of the SRNF transport mechanism for solvents through dense silicone membranes. // *J. Membr. Sci.* 231 (2004), 99–108
62. Robinson J.P., Tarleton E.S., Ebert K., Millington C.R. and Nijmeijer A. Influence of Cross-Linking and Process Parameters on the Separation Performance of Poly(dimethylsiloxane) Nanofiltration Membranes. // *Ind. Eng. Chem. Res.* 44 (2005), 3238–3248
63. Stafie N., Stamatialis D.F. and Wessling M. Effect of PDMS cross-linking degree on the permeation performance of PAN/PDMS composite nanofiltration membranes. // *J. Membr. Sci.* 45 (2005), 220–231
64. Schmidt M., Peinemann K.-V., Scharnagl N., Friese K. and Schubert R. Radiation-modified siloxane composite membranes for ultrafiltration of solutes from organic solvents. Пат. DE19507584 (1996)
65. Bhanushali D., Kloos S. and Bhattacharyya D. Solute transport in solvent-resistant nanofiltration membranes for non-aqueous systems: experimental results and the role of solute-solvent coupling. // *J. Membr. Sci.* 208 (2002), 343–359

## Памяти Левона Овсеповича Парсамяна (24.11.1914 – 28.01.2008)



Левон Овсепович Парсамян родился 24 ноября 1914 года в городе Александрополь (Армения). В 1930 году окончил Ленинканский строительный техникум, после чего 2 года работал в строительных организациях города. В 1932 году он поступил на химический факультет Ереванского политехнического института, а затем перевелся в Ленинградский химико-технологический институт им. Ленсовета, который с отличием окончил в 1939 году по специальности технология пластмасс. В 1939–1940 гг. работал на заводе пластмасс, г. Орехово-Зуево начальником смены, руководителем группы ЦЗЛ, технологом цеха.

В ноябре 1940 года Левон Овсепович был призван в ряды Советской Армии, где прослужил по март 1945 года. Он был участником боевых действий, дважды ранен, имел боевые награды. После демобилизации был назначен главным инженером строящегося завода «Поливинилацетат», г. Ереван.

В апреле 1953 года Левон Овсепович возглавил работу по освоению на Владимирском химзаводе промышленного производства уксусного ангидрида. В августе 1956 года Л.О. Парсамяну была поручена организация Владимирского филиала института «Гипропласт», директором которого он проработал по 1962 год. За годы работы в «Гипропласте» под руководством Л.О. Парсамяна были разработаны и внедрены промышленные

производства винилацетата и карбоксиметилцеллюлозы, производство хлопковой целлюлозы по непрерывной схеме, реализованное в сжатые сроки в г. Энгельсе, ряда других необходимых для страны химических продуктов.

В июне 1962 года Л.О. Парсамян был переведен на работу в Госкомитет Совета Министров СССР по координации научно-исследовательских работ на должность главного специалиста отдела химии, где он проработал до 1988 года, после чего работал в Институте нефтехимического синтеза РАН. За годы работы в ГКНТ СССР Левон Овсепович внес большой творческий вклад в формирование единой технической политики в области разработки и создания производств пластических масс и синтетических смол, в развитие научно-исследовательской базы. При его непосредственном участии разрабатывались координационные планы, целевые программы по важнейшим полимерным материалам. Под руководством Л.О. Парсамяна были разработаны специальные программы по созданию полимерных материалов медицинского назначения. В 1975 году по личной инициативе Левона Овсеповича была разработана программа по созданию полупроницаемых полимерных мембран и мембранных процессов по разделению жидких и газовых смесей, которая явилась началом разработки и реализации производств полимерных мембран в стране. В дальнейшем Левон Овсепович принимал непосредственное участие в создании Межотраслевого научно-технического комплекса «Мембраны», подготовке и выпуске постановлений Правительства по широкому внедрению мембранных процессов в народном хозяйстве.

Левон Овсепович Парсамян имел заслуженный и непререкаемый авторитет среди ученых, исследователей отраслевой, академической науки и промышленных предприятий. Он активно участвовал в работе ряда научных и научно-технических советов ГКНТ СССР, Академии наук СССР, Минхимпрома СССР. Л.О. Парсамян награжден государственными наградами, имел печатные труды и изобретения, в 1985 году он был удостоен звания Заслуженный химик РСФСР.

Выдающиеся успехи Л.О. Парсамяна были достигнуты благодаря уникальным личным качествам: независимости и объективности суждений и оценок, доброжелательности к любому собеседнику и коллегам по работе, искреннему стремлению помочь в решении проблем институтов, научных коллективов, ученых, технологов и производственников. Эти его незабываемые качества навсегда останутся в памяти всех, кому выпала радость общения и работы с Левоном Овсеповичем.

## РЕФЕРАТИВНЫЙ РАЗДЕЛ<sup>1</sup>

### Статьи

**37.МБ.1. Развитие экспрессного хроматографического радиохимического анализа применительно к решению задач технологического и радиэкологического контроля в атомной энергетике.** Епимахов В. Н., Москвин Л. Н. Радиохимия. 2007. 49, № 2, с. 188–192. Библ. 13. Рус.

Дан обзор работ ФГУП НИТИ по развитию мембранно-сорбционных и мембранно-экстракционных методов радиохимического анализа.

**37.МБ.2. Использование твердых оксидных мембран в электрометаллургии.** The use of solid-oxide-membrane technology for electrometallurgy. Pal Uday B., Powell Adam C. (IV) (Boston Univ., США). JOM: J. Miner., Metals and Mater. Soc.. 2007. 59, № 5, с. 44–49, 10 ил., табл. 1 ил.. Библ. 22. Англ.

Обзор перспектив развития нового направления в электрометаллургии расплавленных сред - применения тв. мембран с высокой оксидной проводимостью (ТМБ), которые устанавливаются между нерастворимым анодом и жидким расплавом электролита. Материал ТМБ - Y стабилизированный ZrO<sub>2</sub>. Показано, что применение ТМБ позволяет снизить содержание оксидных фаз в получаемых электролизом катодных осадках. Обсуждены технологич. и аппаратурные принципы реализации процессов с использованием ТМБ для получения некоторых цветных и редких металлов (Ti, Ta, Mg, Cu) методом электролиза расплавов.

**37.МБ.3. Исследования и успехи в технологии получения водорода.** Research and developments in hydrogen technologies. Badwal S., Giddey S., Ciacchi F., Clarke R., Kao P. Adv. Appl. Ceram.: Struct., Funct. and Bioceram.. 2007. 106, № 1–2, с. 40–44. Англ.

Обзор. CSIRO вовлечена в исследования и усовершенствование технологий топливных ячеек. Начало работ было связано с технологией твердооксидных топливных ячеек, которые пользовались спросом на рынке, и с новыми ячейками с полимерными электролитными мембранами, включая микротопливные ячейки. Другим направлением исследований было создание твердотельных систем электролиза воды для генерирования и сбора H<sub>2</sub> с целью разработки источников энергии (при сепарировании H<sub>2</sub> от побочных продуктов газификации).

**37.МБ.4. Необычные мембранные липиды морских организмов.** Lipides membranaires atypiques de quelques organismes marins. Kornprobst Jean-Michel, Barnathan Gilles (Lab. de Chimie Marine, Groupe SMAB/EA 2160, Pole mer et Littoral, Univ. de Nantes, 2 rue de la Houssiniere, 44322 Nantes Cedex 3). Chim. nouv.. 2006. 24, № 91, с. 2–9. Библ. 31. Фр.; рез. англ. Биоразнообразие морских организмов значительно выше наземных, а часть морских микроорганизмов, растений и бес-

позвоночных не имеет эквивалентов на земле. Большинство из них обычно содержит нетипичные мембранные липиды, крайне редкие или даже неизвестные для земных организмов (фосфолипиды, стероиды и гликолипиды). Проведено исследование морских губок, занимающих очень низкое положение на эволюционной шкале. Представленный обзор обобщает некоторые последние результаты структурной оценки новых соединений, их возможного участия в биосинтетических отношениях и использования в роли биомаркеров для хемотаксономических целей. Для этого выбраны некоторые новые примеры такие, как фосфолипидные жирные кислоты, Δ<sup>4</sup>n=3, например, доказагексаеновая, циклопропановая и ацетиленовая кислоты, выделенные из морских губок собранных в Средиземном море, Северной и Восточной тропической частях Атлантического океана, Красном море, Арабо-Персидском заливе и Тихом океане.

**37.МБ.5. Развитие экспрессного хроматографического радиохимического анализа применительно к решению задач технологического и радиэкологического контроля в атомной энергетике.** Епимахов В. Н., Москвин Л. Н. Радиохимия. 2007. 49, № 2, с. 188–192. Библ. 13. Рус.

Дан обзор работ ФГУП НИТИ по развитию мембранно-сорбционных и мембранно-экстракционных методов радиохимического анализа.

**37.МБ.6. Нанотрубки, изготовленные из сэндвич-типа смешанного комплекса (порфиригато)(фталоцианигато) европия трафаретным методом.** Nanotubes fabricated from sandwich-type mixed (porphyrinato)(phthalocyaninato)europium complex by template technique. Liu Qingyun, Li Yong, Liu Hong-guo, Chen Yanli, Wang Xueying, Zhang Yuexing, Li Xiyou, Jiang Jianzhuang. J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 20, с. 7298–7301. Англ.

Нанотрубки (НТ) из смешанного двухпалубного (порфиригато)(фталоцианигато)европия(3+), N {Eu(TCIPP) [Pc(α-OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>8</sub>]} [TCIPP=5,10,15,20-тетраакис(4-хлорфенил)порфиригато; Pc(α-OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>8</sub>=1,4,8,11,15,18,22,25-октаакис(1-бутилокси)фталоцианигато] были получены с использованием нанопористой анодированной мембраны из оксида алюминия (АОА) в качестве темплата. Трубочатая структура изучена СЭМ, ТЭМ, ТЭМ высокого разрешения, УФ-видимой спектроскопией. Внешний диаметр НТ очень хорошо соответствует диаметру пор АОА; стенки НТ имеют упорядоченную слоистую структуру с расстоянием между соседними слоями 0,58 нм, которое соответствует размеру (толщине) одной двухпалубной молекулы. Это означает, что НТ являются супрамолекулярными структурами, образованными из двухпалубных молекул благодаря π-π взаимодействию

<sup>1</sup>Рефераты взяты из реферативной БД ВИНТИ

между макроциклами. Подтверждено образование I-агрегатов комплексов.

**37.МБ.7. Кинетика разделения РЗЭ термоколебательной экстракцией в неравновесных условиях.** *Копырин А. А., Фомичев А. А., Афонин М. А.* Радиохимия. 2007. 49, № 3, с. 244–247. Библ. 6. Рус.

Изучено влияние периодических колебаний температуры на экстракцию и реэкстракцию в экстракционных системах 6 моль/л  $\text{NaNO}_3$ - $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$ - $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$ -ТБФ-керосин и  $[\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \times 3\text{ТБФ}]$ - $[\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \times 3\text{ТБФ}]$ -керосин-0,1 моль/л  $\text{HNO}_3$ . Проведен эксперимент с воздействием периодических колебаний температуры на экстракционную систему  $\text{NaNO}_3$ - $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$ - $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$ -ТБФ-керосин - 0,1 моль/л  $\text{HNO}_3$  для разделения РЗЭ сплошной жидкой мембраной между двумя экстракторами, который позволил получить более высокий коэффициент разделения РЗЭ. Разработана математическая модель нестационарной мембранной экстракции, дополненная блоком зависимости констант скоростей экстракции от температуры. Вычислены значения энергий активации для прямых и обратных реакций экстракции и реэкстракции Pr и Nd. Проведена оптимизация экстракционного процесса разделения РЗЭ жидкой мембраной под воздействием периодических колебаний температуры. Найдены оптимальные условия разделения жидкой мембраной: частота и амплитуда температурных колебаний, распределение общего объема органической фазы между экстракторами и скорость потока жидкой мембраны.

**37.МБ.8. Анализ содержания примесей в воде на различных участках бассейна реки Сены.** *Dissolved and bioavailable contaminants in the Seine river basin. Tusseau-Vuillemin Marie-Helene, Gourlay Catherine, Lorgeoux Catherine, Mouchel Jean-Marie, Buzier Remy, Gilbin Rodolphe, Seidel Jean-Luc, Elbaz-Poulichet Françoise.* Sci. Total Environ.. 2007. 375, № 1–3, с. 244–256. Англ.

Определена концентрация подвижных металлов и водорастворимых полициклич. ароматич. углеводов в водах бассейна реки Сены с использованием методики анализа градиента диффузии в тонких пленках и применением полупроницаемых мембран. Показано, что использование этих способов анализа обеспечивает возможность оценки содержания указанных видов примесей в воде на различных участках этой реки. Отмечено, что на станциях мониторинга, расположенных в зонах поступления токсичных химич. соединений с городских территорий, влияние водорастворимых органич. субстанций выражено менее явно, чем на таких же станциях, расположенных ниже по течению Сены, где в воде доминируют гуминовые соединения.

**37.МБ.9. Оптимизация областей применения различных методов опреснения морской воды.** *Елисеев Ю. С., Поклад В. А., Вырелкин В. П., Карамнов Ю. А., Судилковский П. С.,*

*Панишев Е. П.* (Россия, ФГУП “ММП Салют”, г. Москва). Энергосбережение и водоподгот.. 2007, № 1, с. 2–7. Библ. 13. Рус.

Для удаления соли из морской воды используются в основном 2 типа методов: мембранные и дистилляционные. Проведено сравнение технико-экономич. эффективности двух наиболее перспективных технологич. процессов опреснения - обратный осмос (ОО) и метод многоступенчатой дистилляции. Полученные данные показывают, что метод ОО является наиболее эффективным для получения пресной воды при концентрации соли в исходной воде до 35 г/л; для более высоких концентраций предпочтительным методом является многоступенчатая дистилляция с горизонтальными трубными пучками (MED-НТФЕ) и механ. компрессией пара. Комбинирование мембранных и дистилляционных методов позволяет увеличить суммарную степень извлечения пресной воды из морской при сохранении низкой себестоимости. В частности, при использовании ОО как первичного процесса опреснения морской воды из Атлантич. океана (соленость около 33 г/л) получается до 45% от исходной воды концентрата с соленостью 45 г/л, который м. б. подвергнут опреснению дистилляцией. Т. обр., суммарная степень извлечения пресной воды из морской м. б. доведена 80%.

**37.МБ.10. Удаление из сточных вод тяжелых металлов в процессе электродиализа.** *A modified electrodiolytic cell to recover heavy metals from wastewater. Abo-Ghander N. S., Rahman S. U., Zaidi S. M. J.* Port. electrochim. acta. 2006. 24, № 3, с. 367–376. Библ. 23. Англ.

Указывается, что метод электродиализа (ЭД) обеспечивает эффективное удаление из СВ тяжелых металлов. В лабораторных экспериментах исследовался процесс удаления катионов меди из модельных СВ при их исходном содержании 1000 мг/л, режим контактный, электролитом являлся 0,5 Н раствор серной кислоты. ЭД система представляла собой прямоугольную емкость, сплошными перегородками разделенную на 6 включенных параллельно независимых ячеек со структурой анод, анионо- и катионообменные мембраны, катод, исходные СВ подавались между мембранами сверху, обработанные отводились снизу. Установлено, что при времени пребывания СВ в ячейке 600 мин остаточное содержание  $\text{Cu}^{2+}$  составляло менее 1 мг/л.

**37.МБ.11. Одностадийный способ получения полых керамических волокон, проницаемых для кислорода.** *Single-step fabrication of ceramic hollow fibers for oxygen permeation. Li K., Tan Xiaoyao, Liu Yutie.* J. Membr. Sci.. 2006. 272, № 1–2, с. 1–5. Англ.

Газонепроницаемые мембраны из полых волокон LSCF с несимметричной структурой получены одностадийным способом с использованием инверсии фаз, индуцированной погружением. Результаты, полученные при исследовании

проницаемости кислорода, показали, что пористая внутренняя поверхность полученных волокнистых мембран благоприятна для проницаемости кислорода, когда подаваемый воздух вводят в плотную внешнюю поверхность мембран.

**37.МБ.12. Первапорационное разделение смесей вода - изопропанол с использованием новых нанокомпозитных мембран из поливинилового спирта и полианилина.** Pervaporation separation of water+isopropanol mixtures using novel nanocomposite membranes of poly(vinyl alcohol) and poly-aniline. *Kumar Naidu Vijaya B., Sairam Malladi, Raju K. V. S. N., Aminabhavi Tejraj M.* J. Membr. Sci.. 2005. 260, № 1–2, с. 142–155. Нидерл.

Новые нанокомпозитные полимерные мембраны (МБ), содержащие наноразмерные (30-100 нм) частицы полианилина (ПАНИ), диспергированные в ПВС, получены и использованы при первапорац. разделении смесей вода-изопропанол с содержанием воды от 10 до 50% при 30°. Из трех полученных нанокомпозитных МБ, МБ, содержащая поверхн. атомное концентрац. отношение ПАНИ-ПВС 40:60, давала наивысшую селективность 564 по сравнению с величиной 77, наблюдаемой для плоской ПВС-МБ. Производительность нанокомпозитных МБ была ниже, чем производительность, наблюдаемая для плоской ПВС-МБ, но селективность улучшена значительно. МБ характеризовали с помощью ДСК, динамомех. термич. анализатора, рентгеноэлектронной спектроскопии, ИК-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Наивысшая селективность при самой низкой производительности наблюдалась для смеси, содержащей 10% воды. Производительность увеличивалась с увеличением количества воды в питающей смеси, а селективность значительно понижалась. Эти результаты приписаны легированным кислотой ПАНИ-частицам в ПВС-МБ как результат изменения в микроморфологии нанокомпозитных МБ. Кроме того, молек. вес между шивками и фракц. свободный объем МБ ответственны за изменение характеристик МБ. Влияние температуры на проницаемость исследовано для смеси, содержащей 10% воды, с МБ, содержащей повышенную концентрацию ПАНИ-частиц, присутствие которых м. б. ответственным за переменный эффект пермеации воды через МБ. Исследованные МБ могут извлекать 98% воды из смеси.

**37.МБ.13. Модификация сшитой тетраэтилортосиликатом поливинилспиртовой мембраны с использованием хитозана и ее использование для первапорационного разделения смесей вода-изопропанол.** Modification of tetraethylorthosilicate crosslinked poly(vinyl alcohol) membrane using chitosan and its application to the pervaporation separation of water-isopropanol mixtures. *Kulkarni Srikant S., Tambe Subhashchandra M., Kittur Arjumand A., Kariduraganavar Ma-*

*hadevappa Y.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, № 4, с. 1380–1389, 11 ил., табл. 4 ил. Библ. 47. Англ.

Сшитая тетраэтилортосиликатом ПВС-мембрана (МБ) модифицирована введением некоторых количеств хитозана. Полученные МБ характеризовали ИК-спектроскопией с фурье-преобразованием и ДСК. Проанализировано слияние содержания хитозана и состава питающей смеси на первапорац. характеристики МБ. Модифицированные МБ обнаруживают одновременное увеличение как производительности, так и селективности. МБ, содержащая 15% хитозана показывает наивысшую селективность разделения 2991 с производительностью  $2,39 \times 10^{-2}$  кг/м<sup>2</sup>×ч при 30° для 10%-ного содержания воды в смеси. Общая производительность и производительность по воде почти перекрывают друг друга, делая очевидным то, что МБ могут быть использованы эффективно, чтобы нарушить азеотропную точку смеси вода-изопропанол. Из величин зависимой от температуры диффузии и пермеации вычислены параметры активации Аррениуса. Величины энергии активации для пермеации воды ( $E_{рв}$ ) значительно ниже, чем таковые для пермеации изопропанола ( $E_{рип}$ ), подтверждая, что разработанные МБ имеют повышенную разделит. способность для системы вода-изопропанол. Кроме того, разность была пренебрежимо малой между величинами энергии активации общей пермеации ( $E_p$ ) и пермеации воды ( $E_{рв}$ ), указывая, что совместный транспорт является миним. из-за повышенной селективной природы МБ. Величины энергии активации  $E_p$  и диффузии  $E_d$  изменялись в интервале между 40,92 и 52,6 и 39,58 и 52,47 кДж/моль, соотв. Положит. величины теплоты сорбции, наблюдавшиеся у всех МБ, подтверждают, что мода сорбции по Генри является преобладающей.

**37.МБ.14. Полупроницаемые динамические мембраны при ультрафильтрационной очистке грунтовых вод от радионуклидов.** *Руденко Л. И., Джужа О. В., Хан В. Е.* Радиохимия. 2007. 49, № 2, с. 179–181. Библ. 15. Рус.

Изучена возможность применения полупроницаемых динамических мембран из гидроксосоединений железа и поливинилового спирта при ультрафильтрационной очистке грунтовых вод от радионуклидов. Наиболее полная очистка грунтовых вод наблюдается для многозарядных ионов урана и стронция, а самая низкая - для однозарядного иона цезия.

**37.МБ.15. Недавние достижения в облегчении переноса через мембраны в процессах сепарации.** Recent achievements in facilitated transport membranes for separation processes. *Ferraz H. C., Duarte L. T., Di Luccio M., Alves T. L. M., Habert A. C., Borges C. P.* Braz. J. Chem. Eng. 2007. 24, № 1, с. 101–118. Библ. 85. Англ.

Обсуждается прогресс в сепарации газа и жидкости, используя МБ с облегченным переносом. Суммированы преимущества использования разновидностей носителей либо в жидкостной



Мб, либо химически связанных в полимерной матрице (связующем), чтобы усилить как поток, так и селективность переноса. Представлены наиболее вероятные механизмы переноса в этих Мб. Обсуждаются успешные эксперименты по фракционированию воздуха, сепарации олефин/парафин и регенерации сахара, используя жидкостные Мб и Мб с химически связанным носителем.

**37.МБ.16. Численное изучение гибридной мембранной ячейки с полу- и полностью проницаемыми подсекциями.**

Numerical study of a hybrid membrane cell with semi and fully permeable membrane subsections. *Miranda J. M., Campos J. B. L. M.*. Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 4, с. 1215–1229. Англ.

Исследованы численными методами гибридные мембранные ячейки, состоящие из 128 секций, каждая из которых содержала подсекции, полностью и наполовину проницаемые. Гибридные ячейки разделяли исходный поток на 2 части: поток растворителя, направляющийся на полупроницаемую Мб, и поток концентрата, поступающий на полностью проницаемую Мб. Показано, что концентрац. поляризация в гибридной ячейке намного ниже, чем в стандартной. Ячейка с бесконечным числом  $n$  секций в Мб имела лучшие характеристики: низкую поляризацию и высокую концентрацию в потоке концентрата. Т. к.  $n$  увеличивается до бесконечности, концентрирование в потоке концентрата ведет к концентрированию над полупроницаемой Мб, т. е. к  $\max$  концентрации внутри пограничного слоя.

**37.МБ.17. Феноменологическая теория глубины мембранной фильтрации.** Phenomenological theory of depth membrane filtration. *Polyakov Yuriy S.*. Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 7, с. 1851–1860. Англ.

Для изучения характеристик половолоконной мембранной фильтрации разработана феноменологич. теория глубины мембранной фильтрации (DMF), в которой наружная сторона полых волокон Мб используется в качестве коллектора колл. частиц. Теория основана на обобщенном выражении для скорости осаждения частиц на поверхности Мб, в которой скорость осаждения пропорциональна произведению коэф. осаждения частиц и концентрации суспензии, причем коэф. осаждения является произвольной функцией массы осажденных частиц и скорости пермеации. Система уравнений решена методом конечных разностей Кранка-Николсона и методом приближений, использующим усредненную скорость пермеации в уравнении сохранения массы. Исследовано влияние проницаемости Мб на производительность фильтрации. Показана возможность использования приближенного решения для изучения и описания половолоконной фильтрации в теории DMF.

**37.МБ.18. Влияние нитрифицированной биопленки на локальные потоки кислорода через микропористую мембрану в виде плоского листа.** Influence of a nitrifying biofilm on

local oxygen fluxes across a micro-porous flat sheet membrane. *Shanahan J. W., Semmens M. J.*. J. Membr. Sci.. 2006. 277, № 1–2, с. 65–74. Англ.

Разработаны эксперименты, чтобы характеризовать перенос кислорода через микропористую мембрану в виде плоского листа с и без нитрифицированной аэрируемой биопленки на Мб (МAB). Перенос кислорода через чистую Мб количественно определялся через средние коэф. массопередачи и локальные потоки, вычисленные из профилей растворенного кислорода (ДО) по длине Мб. Сравнение локальных потоков у чистых и покрытых биопленкой Мб обнаружило, что перенос кислорода уменьшался в секциях вверх по потоку от Мб в течение культивации МAB благодаря пониженной адвекции и/или турбулентности вблизи поверхности Мб. Напротив, перенос кислорода увеличивался в секциях вниз по потоку от Мб путем бактериального дыхания.

**37.МБ.19. Перенос Cr(III) через жидкостную мембрану на подложке с помощью носителя.** Carrier-mediated transport of Cr(III) across Lasalocid A-NPOE supported liquid membrane. *Tayeb R., Zaghbani A., Tingry S., Seta P., Dhahbi M.*. Desalination. 2007. 204, № 1–3, с. 234–240. Англ.

Небольшие количества Cr(III), не превышающие 5%, переносились через плоскую листовую жидкостную Мб, использующую Lasalocid A в качестве носителя и азотную кислоту в качестве стриппинг-агента. Неэффективность переноса связана с исчезновением движущей силы процесса из-за утечки азотной кислоты через Мб и последующего снижения pH исходного раствора. Предложены 3 решения для частичного преодоления указанных недостатков: 1 - перенос Cr(III) через полые волокна жидкостной Мб (HFSLM), работающей с рециркуляцией исходного раствора и стриппинг-раствора отдельно; 2 - использование трибутилфосфата (ТБФ) в качестве модификатора раствора орг. Мб для ускорения кинетики реакции на поверхности раздела; 3 - поддержание pH раствора при постоянном давлении концентрир. раствора NaOH.

**37.МБ.20. Имитатор мембранного загрязнения - новый инструмент для контроля биозагрязнения спиральных мембран.** The Membrane Fouling Simulator as a new tool for biofouling control of spiral-wound membranes. *Vrouwenvelder J. S., Bakker S. M., Wessels L. P., van Paassen J. A. M.*. Desalination. 2007. 204, № 1–3, с. 170–174. Англ.

Имитатор мембранного загрязнения (MFS) может быть использован для определения количества и характеристик процесса загрязнения, в частности, падения давления; для неdestructивных (визуального, микроскопич.) наблюдений; анализа образцов Мб из MFS. Благодаря небольшому масштабу MFS, легкости контроля и малой потребности в воде и хим. веществ, появляется возможность в одновременном параллельном испытании нескольких единиц MFS. Сравнит. изучение MFS и модулей со спиральной Мб показало их

одинаковое загрязнение. Подтверждена пригодность MFS для изучения и контроля биозагрязнений.

**37.МБ.21. Воздушно-водная очистка при контроле био-загрязнения в спиральных мембранных элементах.** Air/water cleaning for biofouling control in spiral wound membrane elements. *Cornelissen E. R., Vrouwenvelder J. S., Heijman S. G. J., Viallefont X. D., van der Kooij D., Wessels L. P.* Desalination. 2007. 204, № 1–3, с. 145–147. Англ.

Основная проблема при нанофильтрации и обратном осмосе - это загрязнение мембранных элементов, связанное с био-загрязнением и вообще с загрязнением. Удаление биомассы с мембранных элементов достигалось методами гидравлич. и хим. очистки, т. е., соответственно, постоянной воздушно-водн. очисткой (AWC) либо сульфатно-медной (CSD) очисткой. Испытаны параллельно в пилотном масштабе три элемента с подачей воды с ацетатом натрия (100 мг/л). На I<sup>м</sup> станд. элементе (REF) загрязнение в течение 21 дня показало увеличение падения давл. на 200%; на II<sup>м</sup> Мб элементе (AWC) падение давл. увеличилось на 51% в течение 110 дней испытаний. Третья Мб (CSD+AWC) за тот же период показала увеличение падения давл. на 18%. Показана эффективность обоих методов очистки.

**37.МБ.22. Теоретический подход к описанию мембраны: вывод на основе тонких структурных элементов асимметричных нанофильтрационных мембран.** A theoretical approach on membrane characterization: the deduction of fine structural details of asymmetric nanofiltration membranes. *Hassan A. R., Nora'aini Ali, Norhidayah Abdull, Ismail A. F.* Desalination. 2007. 206, № 1–3, с. 107–126. Англ.

Исследовано влияние концентрации полимера на характеристики и тонкие структуры асимметричных нанофильтрац. (NF) Мб. Эксперим. данные (электролит/задержка ионов) смоделированы на основе хорошо известных моделей потока в порах. Решения уравнений диффузии и Нерста-Планка. С применением величин коэф. задержки, проницаемости вещества и эффектов стерического сопротивления и использованием модели стерич. сопротивления поры (SHP) и модели Teorell-Meyer Sievers (TMS) определены эффективный радиус поры, эффективная плотность заряда и отношение эффективной толщины Мб к порозности Мб. Результаты моделирования показали влияние концентрации полимера на характеристики Мб путем изменения структурных элементов Мб.

**37.МБ.23. О гидродинамическом моделировании мембранного фильтрования вязкой жидкости.** *Рагулин В. В.* Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2006, № 4, с. 133–137. Библ. 6. Рус.

Изучаются вопросы корректности постановок начально-краевых задач для уравнений вязкой однородной жидкости с граничными условиями как для вектора скорости, так и для величины давления или полного напора. Такие задачи достаточно часто возникают при математическом моделиро-

вании разнообразных физических процессов, в частности, процессов мембранного фильтрования.

**37.МБ.24. Кольматация мембран для фильтрования.** Etude du colmatage des membranes. *Ciobanu Gabriela, Carja Gabriela, Istrati Lacramioara, Harja Maria.* Stud. si cerc. sti. Chim. si ing. chim. Biotechnol. Ind. alim.. 2006. 7, № 2, с. 397–404. Библ. 9. Фр.; рез. англ.

Методы мембранного фильтрования широко применяются при подготовке питьевой воды, основной проблемой является кольматация мембран. Рассматриваются методы фильтрования при постоянном трансмембранном давлении и при постоянном трансмембранном потоке, сравниваются типы мембран из ацетатцеллюлозы (АЦ, поры 0,2-0,3 мкм) и из полиуретана (ПУ, поры 1-2 мкм). Показано, что мембраны из АЦ удаляют органич. углерод из речной воды с эффективностью до 100% и из ПУ до 60%. Также показано, что в режиме перекрестноточного фильтрования время фильтроцикла увеличивается не менее, чем на 25% по сравнению с режимом фильтрования прямого, что связано с уменьшением интенсивности кольматации мембран.

**37.МБ.25. Извлечение примесей из потока воздуха в противоточном аппарате с плоско-параллельными микропористыми мембранами.** A counter-current parallel-plate membrane denuder for the non-specific removal of trace gases. *Ruiz Pablo A., Lawrence Joy E., Ferguson Stephen T., Wolfson Jack M., Koutrakis Petros.* Environ. Sci. and Technol.. 2006. 40, № 16, с. 5058–5063. Англ.

Представлена конструкция и рассмотрен принцип действия аппарата для извлечения газообразных примесей из потока воздуха методом диффузии через мембраны. Процесс предусматривает диффузию примесей из канала с исходной газовой смесью в два канала, по которым перемещаются компоненты очищенной смеси. Каналы выполнены в микропористом материале. Лаб. исследования показали, что при расходе газовой смеси 5 л/мин эффективность очистки исходного газа от CO составляет 84%, а от SF<sub>6</sub> - 72%. Оценено влияние скорости движения газовых потоков, длины каналов, физико-химич. свойств выделяемых газов и др. факторов на эффективность разделения газовых смесей. Проведено сравнение результатов лаб. и полевых испытаний рассматриваемой методики разделения газовых смесей и показано, что эти результаты аналогичны и стабильны в течение длительного времени. Результаты использования аппарата для выделения летучих органич. соединений показали, что снижение массы частиц извлекаемого соединения составляло ~30%.

**37.МБ.26. Исследование атомной силовой и сканирующей электронной микроскопией керамических мембран, покрытых оксидом железа.** AFM and SEM characterization of iron oxide coated ceramic membranes. *Karnik B. S., Baumann M. J., Masten S. J., Davies S. H.* (США, Michigan

State University, East Lansing). *J. Mater. Sci.*. 2006. 41, № 20, с. 6861–6870. Англ.

Керамич. мембраны из  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-TiO}_2$  с нанесенным на них покрытием (ПК) из наночастиц  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  использовали для повышения качества воды. Промышленные мембраны 20–45 раз обрабатывали зольем наночастиц со средним диаметром 4–6 нм, а затем 30 мин. спекали на воздухе при 900°C. Влияние спекания и толщины слоя покрытия исследовали атомной силовой (АСМ) и сканирующей электронной микроскопией (СЭМ), а также энергодисперсионной спектроскопией. АСМ показала снижение шероховатости после нанесения покрытия  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  СЭМ показала, что толщина покрытия возрастает, микроструктура покрытия изменяется от мелкозернистой (средний размер зерен 27 нм) после нанесения 20 слоев покрытия, до крупнозернистой (средний размер зерен 66 нм) после нанесения 40 слоев покрытия с соответствующим увеличением размера пор с 57 нм до 120 нм. Оптимальное количество воды достигнуто при нанесении 40 слоев, т. е. при покрытии с однородной, крупнозернистой структурой с открытыми, наноразмерными сквозными порами.

**37.МБ.27. Структурные преобразования в термически модифицированных пористых стеклах.** *Антропова Т. В., Дроздова И. А., Василевская Т. Н., Волкова А. В., Ермакова Л. Э., Сидорова М. П.* Физ. и химия стекла. 2007. 33, № 2, с. 154–170. Библ. 47. Рус.

Проведено комплексное исследование изменения параметров пористой структуры (радиус, объем и удельная поверхность пор, коэффициенты структурного сопротивления) пористых стекол при их нагревании в зависимости от состава исходного двухфазного щелочно-боросиликатного стекла с помощью независимых методов - адсорбционных (адсорбция паров воды, ртутная порометрия, тепловая десорбция азота), просвечивающей электронной микроскопии, рассеяния рентгеновских лучей под малыми углами, измерения электропроводности мембран. Показано, что структурные преобразования в термически модифицированных пористых стеклах обусловлены процессами переcondенсации пор и вязкого течения в кремнеземном каркасе.

**37.МБ.28. Сплавы палладия для получения особо чистого водорода.** *Гольцова Мария.* Драгоцен. металлы. Драгоцен. камни. 2007, № 2, с. 132–135. Библ. 9. Рус.

Показано, что сплавы палладия остаются единственными металлич. сплавами, которые позволяют производить диффузионную очистку водорода. Легирование палладия позволяет достичь управляемого изменения их водородопроницаемости, растворимости водорода, механич. свойств. На сегодняшний день лучшими палладиевыми сплавами для получения особо чистого водорода остаются сплавы В-1 и В-2. Для обеспечения надежности эксплуатации палладиевых мембран необходимо учитывать водородоупругие и

водородоупругие эффекты, имеющие место при ускоренном насыщении водородом.

**37.МБ.29. Разделение газовых смесей водорода и азота с применением мембран выполненных из пустотельных волокон Pd/ $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ .** *Эксперименты и математическое моделирование этих процессов.*  $\text{H}_2/\text{N}_2$  gaseous mixture separation in dense Pd/ $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  hollow fiber membranes: Experimental and simulation studies. *Wang W. P., Thomas S., Zhang X. L., Pan X. L., Yang W. S., Xiong G. X.* *Separ. and Purif. Technol.*. 2006. 52, № 1, с. 177–185, 9 ил. Библ. 44. Англ.

Мембраны, выполненные из пустотельных волокон Pd/ $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  были изготовлены по модифицированной технологии нанесения покрытия химическим путем с применением способов химич. восстановления. Такие мембраны не имеют дефектов в своей структуре и обладают высокой проницаемостью для водорода. Определена скорость диффузии водорода при использовании эквималлярной смеси водорода и азота, в зависимости от температуры и перепада давления на мембране. Разработана методика и процедура математич. моделирования процессов разделения азотоводородной смеси в аппаратах с мембранами этого типа и отмечена высокая сходимость результатов, полученных при выполненных экспериментальных исследованиях и соответствующих показателей, найденных расчетными путем с использованием методов математич. моделирования.

**37.МБ.30. Влияние присутствия азота на проницаемость водорода через тонкие Pd-композитные мембраны.** *The effect of co-existing nitrogen on hydrogen permeation through thin Pd composite membranes.* *Wang Weiping, Pan Xiulian, Zhang Xiaoliang, Yang Weishen, Xiong Guoxing.* *Separ. and Purif. Technol.*. 2007. 54, № 2, с. 262–271. Библ. 38. Англ.

Композитные мембраны (МБ) приготавливали нанесением тонких слоев Pd (2–3 мкм) на полые волокна  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Проницаемость чистого  $\text{H}_2$  через МБ возрастает от 18,6 до 31,2 ( $\text{м}^3/\text{м}^2 \times \text{час} \times \text{бар}$ ) в интервале температур 623–773 К. Проницаемость чистого  $\text{N}_2$  в этих условиях незначительна ( $\sim 0,006 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час} \times \text{бар}$ ). После экспериментов по разделению смесей  $\text{H}_2/\text{N}_2$  (продолжительное пропускание через МБ эквималлярной смеси газов) проницаемость МБ для  $\text{H}_2$  значительно снижается (МБ дезактивируются). Степень дезактивации МБ возрастает с понижением температуры и увеличением времени контакта МБ с газовой смесью. Дезактивация МБ происходит в результате блокировки эффективного пространства для диффузии  $\text{H}_2$  из-за образования и сорбции на поверхности Pd-слоя азотсодержащих соединений ( $\text{NH}_x$ ,  $x=0-2$ ). Дезактивированные МБ м. б. полностью регенерированы достаточно продолжительной обработкой водородом (пропусканием) при 773 К. При этом адсорбированные  $\text{NH}_x$  гидрируются до  $\text{NH}_3$ , удаляемого из МБ (температура десорбции  $\text{NH}_3=373 \text{ К}$ ).

**37.МБ.31. Новый способ изготовления  $\text{TiO}_2$  ультрафильтрационной мембраны посредством суспензии, полученной мокрым химическим синтезом.** A new route for the fabrication of  $\text{TiO}_2$  ultrafiltration membranes with suspension derived from a wet chemical synthesis. *Ding Xiaobin, Fan Yiqun, Xu Nanping*. J. Membr. Sci.. 2006. 270, № 1–2, с. 179–186. Англ.

Продемонстрирована возможность образования  $\text{TiO}_2$  мембраны на подложке посредством ее погружения в суспензию, остающуюся после отделения  $\text{TiO}_2$  наночастиц. Показано, что поверхность мембраны не содержит дефекты, а увеличение ее толщины пропорционально квадратному корню из продолжительности погружения. 30 сек является оптимальным промежутком времени, в течение которого в мембране толщиной 5,9 мкм и со средним размером пор 60 нм не образуются дефекты. Проницаемость воды через мембрану составляет  $860 \times 10^{-5}$  л/м<sup>2</sup> час<sup>14</sup> Па.

**37.МБ.32. Водостойчивость проводящих ионы  $\text{Li}^+$  композитных мембран из стеклокерамики  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ .** Water durable lithium ion conducting composite membranes from the  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$  glass-ceramic. *Thokchom Joykumar S., Kumar Binod* (University of Dayton Research Institute, Dayton, Ohio 45469-0170, USA). J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 4, с. A331–A336. Англ.

Сообщают о изготовлении и свойствах тв. электролитной мембраны (МБ) из стеклокерамич. порошка  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$  и полиэтилена толщиной 150–350 мкм. Зерна стеклокерамики показали проводимость при  $\sim 20^\circ\text{C}$  подобную жидкостям, в то время как проводимость на границе зерен была ниже. Соотношение проводимостей зерен и на границе зерен при 213–300 К составляло 3–14. При более низкой температуре соотношение было большим. Различия в проводимостях объясняют на основе кристаллографич. несоответствия и присутствие кристаллич.  $\text{AlPO}_4$  на границе зерен. МБ очень стабильны в трубопроводе с водой. Фильтрация через полиэтилен несколько повышает стабильность МБ в воде при незначит. влиянии на проводимость.

**37.МБ.33. Современные средства и методы антиоксидантной фармакологии.** *Смирнов Л. Д.* (Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля Российской академии наук, Москва). Энцикл. инж.-химика. 2007, № 5, с. 16–24. Библ. 47. Рус.

Рассматриваются гетероароматические антиоксиданты в качестве универсальных средств антиоксидантной фармакологии. Среди синтетических антиоксидантов большое внимание привлекают гетероароматические фенолы, в частности производные 3-оксипиридина, структурные аналоги витамина  $\text{B}_6$ , которые обладают разнообразным спектром фармакологических свойств, обусловленных их антиоксидантным и мембраностабилизирующим действием. Благодаря водорастворимости их солей возможно создание инъекционных лек. форм.

Выбраны наиболее эффективные препараты для внедрения в медицинскую практику - эмоксипин, мексидол и мексикор (гидрохлорид и сукцинат 2-этил-6-метил-3-оксипиридина), а также нооглютил [N-(5-оксиникотиноил)-L-глутатиновая кислота]. Выявленный спектр молекулярно-биологических и фармакологических свойств у производных 3-гидроксипиридина позволяет отнести их к универсальным средствам антиоксидантной фармакологии.

**37.МБ.34. Гибридные процессы [микрофильтрации] через мембраны при ультразвуковых воздействиях, что улучшает фильтрацию.** Ultrasound-membrane hybrid processes for enhancement of filtration properties. *Latt Kyaing Kyaing, Kobayashi Takaomi*. Ultrason. Sonochem.. 2006. 13, № 4, с. 321–328. Англ.

Исследовано с использованием техники отражения улучшение процесса микрофильтрации через мембраны при наложении ультразвуковых воздействий. Эффект улучшения микрофильтрации зависит от положения мембранного модуля. Показано, что на свойства мембран влияет распределение звукового давления.

**37.МБ.35. Электрохимические исследования мембран на основе поливинилиденфторида и гексафторпропилена, получаемых методом инверсии фаз.** Electrochemical studies on poly(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene) membranes prepared by phase inversion method. *Hwang Yun Ju, Jeong Soo Kyung, Nahn Kee Suk, Stephan Manuel A.* Eur. Polym. J.. 2007. 43, № 1, с. 65–71. Англ.

Проводящие ионы при  $-30-50^\circ$  мембраны (МБ) на основе поливинилиденфторида и гексафторпропилена получают методом инверсии фаз в присутствии полиэтиленгликоля и в качестве растворителя ацетона или ДМФА. Морфология МБ значительно зависит от состава композиции и используемого растворителя. МБ используют как разделительные в ячейках  $\text{LiCoO}_2/\text{Li}$ ; МБ получаемые с использованием ДМФА имеют более высокую разрядную емкость.

**37.МБ.36. Исследование осуществимости селективного прогнозирования нанофильтрационных мембран.** Feasibility study of selectivity forecast on nanofiltration membranes. *Kavitskaya A., Kononova A., Kucheruk D.* Desalination. 2007. 204, № 1–3, с. 380–384. Англ.

Проницаемость нанофильтрац. мембран (МБ) исследована при разделении низкоконцентрированных растворов  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{CaCl}_2$ . Показана роль заряда, определяющая селективность МБ в условиях разделения. На основании сопоставления эксперим. результатов разделения и состава полимерных композиций для получения МБ сделана попытка предопределения селективности получаемых из композиций МБ.

**37.МБ.37. Оценка диффузии влаги в гидрофильных полимерных мембранах: новые исследования.** Evaluation of moisture diffusivity in hydrophilic polymer membranes: A new

approach. *Zhang Li-Zhi*. J. Membr. Sci.. 2006. 269, № 1–2, с. 75–83. Англ.

Оценка диффузии влаги в гидрофильных полимерных мембранах состоит в определении конвективного коэф. массопереноса на ПВ ячеек и последующем определении диффузии влаги. Техника определения включает двумерное моделирование проницаемости влаги через мембраны.

**37.МБ.38. Засорение ультрафильтрационных мембран органическими нанокolloидными частицами.** Organic nanocolloid fouling in UF membranes. *Kwon Boksoon, Cho Jaeweon, Park Noeon, Pellegrino John*. J. Membr. Sci.. 2006. 279, № 1–2, с. 209–219. Англ.

Ультрафильтрационные мембраны (УФ-МБ) м. б. использованы как для первичной обработки воды, так и/или для предварит. обработки для обратного осмоса или нанофильтрации в процессе обессоливания. При выборе материала для УФ-МБ важными являются такие параметры, как отсечение по молек. весу (MWCO) и параметры фильтрационной гидродинамики. В данной работе для изучения УФ-МБ была выделена фракция природной органической материи (названной органич. нанокolloидами) из источника питьевой воды с использованием МБ, работающей по принципу диализа, с MWCO 2000 г/моль. Измерены физико-химические св-ва этих нанокolloидов и четырех высококачественных УФ-МБ и проведены кратковременные фильтрационные измерения. Органические нанокolloиды имели относительно более высокую молек. массу по сравнению с природной органич. материей и эффективный коэффициент диффузии  $\sim 3.20 \times 10^{-6}$  см<sup>2</sup>/с. При одинаковых фильтрац. условиях органич. нанокolloиды показали различные транспортные характеристики и теоретич. поверхностные взаимодействия для МБ на основе регенерированной целлюлозы и на основе полиэфирсульфона.

**37.МБ.39. Влияние одноосного растяжения на шероховатость микрофильтрационных мембран.** The effect of uniaxial stretching on the roughness of microfiltration membranes. *Morehouse Jason A., Taylor Dana L., Lloyd Douglas R., Lawler Desmond F., Freeman Benny D., Worrel Leah S.* J. Membr. Sci.. 2006. 280, № 1–2, с. 712–719. Англ.

Метод атомно-силовой микроскопии (АСМ) был использован для характеристики морфологии поверхности одноосно растянутых и нерастянутых микропористых микрофильтрационных (МФ) мембран (МБ). Влияние растяжения на пористую структуру и объемные св-ва МФ-МБ было сообщено ранее [J. A. Morehouse et al., J. Porous Mater, 13 (2006) 63-75]. В данной работе рассмотрено использование АСМ для характеристики поверхности растянутых и нерастянутых МФ-МБ. Представлен новый путь характеристики шероховатости поверхности, который м. б. полезен при рассмотрении поперечного потока.

**37.МБ.40. Извлечение фенола из водного раствора с помощью закрепленной жидкой мембраны с использованием растительных масел в качестве жидкой мембраны.** Recovery of phenol from aqueous solution by supported liquid membrane using vegetable oils as liquid membrane. *Venkateswaran P., Palanivelu K.* J. Hazardous Mater.. 2006. 131, № 1–3, с. 146–152. Англ.

Исследован перенос фенола через плоский слой закрепленной жидкой мембраны, содержащей растительное масло в качестве жидкой мембраны (ЖМБ). Исследовано проникновение фенола при варьировании эксперим. условий, таких как вид ЖМБ, pH исходной фазы, конц-ия десорбирующего р-ра, скорость десорбции и исходная конц-ия фенола. Найдено, что все исследованные ЖМБ эффективно удаляют фенол с использованием политетрафторэтиленовой мембраны и полипропиленовой закрепленной мембраны в качестве тв. носителя. Среди опробованных масел наилучшей ЖМБ оказалось пальмовое масло с проницаемостью  $8.5 \times 10^{-6}$  м/с в кислотном исходном р-ре при pH 2.0 и при использовании 0.2М гидроксида натрия в качестве десорбирующего реагента. После 6 часов весь фенол со стороны исходного р-ра был перенесен в десорбирующий р-р при начальной конц-ии 100 мг/л. Достигнута степень концентрирования, равная пяти.

**37.МБ.41. Сопряженная конвекция раствора у поверхности ионообменных мембран при интенсивных токовых режимах.** *Письменская Н. Д., Никоненко В. В., Белова Е. И., Лопаткова Г. Ю., Систа Ф., Пурсели Ж., Ларше К.* Электрохимия. 2007. 43, № 3, с. 325–345. Рус.

Обсуждаются механизмы сверхпредельного переноса ионов в мембранных системах. Показано, что сверхпредельный перенос обусловлен в основном действием четырех эффектов, сопряженных с концентрационной поляризацией системы. Два из них связаны с диссоциацией воды у межфазной границы мембрана/раствор: это появление в обедненном растворе дополнительных переносчиков тока (H<sup>+</sup>- или OH<sup>-</sup>-ионов) и экзальтация переноса противоионов соли, вызванная возмущением электрического поля продуктами диссоциации воды. Два других эффекта представляют собой две разновидности сопряженной конвекции, приводящей к частичному разрушению обедненного диффузионного слоя. Это гравитационная конвекция, обусловленная появлением градиента плотности раствора, и электроконвекция, развивающаяся по механизму электроосмотического скольжения. В данной работе методами вольтамперометрии, хронопотенциометрии и pH-метрии исследован перенос ионов через гомогенные мембраны NaFip-117 и АМХ в зависимости от концентрации раствора NaCl в допредельных и сверхпредельных токовых режимах. Показано, что в 0,1 М растворе NaCl гравитационная конвекция дает значительный вклад в перенос ионов соли у поверхности мембраны при интенсивных токовых режимах. Влияние

этого эффекта на электрохимическое поведение мембранных систем ослабевает с разбавлением раствора и увеличением относительного переноса  $H^+$ - и  $OH^-$ -ионов, генерируемых на границе мембрана/раствор. В условиях, когда гравитационная конвекция подавлена, а диссоциация воды у границы мембрана/раствор невелика, основной вклад в сверхпредельный рост тока вносит электроконвекция. Обсуждается взаимное влияние эффектов друг на друга, в частности влияние скорости генерации  $H^+$ - и  $OH^-$ -ионов на гравитационную конвекцию и электроконвекцию, а также причины различного поведения катионо- и анионообменных мембран при интенсивных токовых режимах.

**37.МБ.42. Альтернативные варианты переработки сыровотки.** Дымар О. В. Молоч. пром-сть. 2006, № 6, с. 16–17. Рус.

Рассмотрены альтернативные варианты переработки сыровотки, такие как: сушка сыровотки на предприятиях, ее производящих; концентрация и диверсификация производства; использование мембранных технологий.

**37.МБ.43. Многослойное микрофильтрация.** Федоренко В. И., Бурковский С. С. Ликероводоч. пр-во и виноделие. 2007, № 5, с. 20–22. Рус.

Изложен метод многослойного микрофильтрация который используется для более глубокой предварительной очистки воды в мембранных и ионно-обменных системах водоподготовки и в процессах абсорбции. Показаны преимущества использования многослойного микрофильтрация, при котором качество фильтрата соответствует требованиям к исходной воде для мембранного разделения или деионизации.

**37.МБ.44. Оптические свойства перфторсульфоновой мембраны, модифицированной катионами  $Co^{2+}$ .** Бражникова Е. Н., Пак В. Н. Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 2, с. 226–229. Рус.

Осуществлено модифицирование перфторсульфоновой мембраны катионами  $Co^{2+}$ . Проведено сопоставительное исследование термической устойчивости исходной (водородной) и кобальт(2+)-содержащей форм мембраны. С использованием оптической электронной спектроскопии охарактеризованы переходы цвета, сопровождающие процессы сорбции-десорбции воды модифицированной мембраной.

**37.МБ.45. Моделирование переноса вещества в многослойных мембранах.** Джунусбекова С. Ш., Сатаева Л. М., Шакиров Б. С., Сатаев М. И. Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 8, с. 66–70, 128–129. Рус.; рез. англ.

Предлагается инженерная модель для расчета процессов переноса в многослойных пористых Мб с учетом изменения структуры слоя на границе раздела слоев. Получено выражение для скорости движения концентрац. фронта в глубине слоя, а также зависимость скорости перемещения концентрац. фронта от концентрации примеси. Дана оценка зависимости пористости граничной зоны от пористости в глубине слоя

и уд. поверхности. Получена формула для расчета полной приведенной проницаемости многослойной Мб и показано, что коэф. снижения проницаемости сильно зависит от коэф. поверхностного сопротивления и перепада концентраций до и после слоя.

**37.МБ.46. Коэффициенты диффузионной проницаемости кальция сернокислого через мембранные элементы трубчатого вида.** Лазарев С. И., Мамонтов В. В., Ковалев С. В., Лазарев К. С. Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 5, с. 120–122, 138. Рус.; рез. англ.

Получены и проанализированы эксперим. данные по коэф. диффузионной проницаемости кальция сернокислого на мембранном элементе трубчатого вида. Установлено, что с увеличением исходной концентрации кальция сернокислого в исходном растворе значение коэф. диффузионной проницаемости уменьшается, а с повышением температуры раствора значение коэф. диффузионной проницаемости увеличивается.

**37.МБ.47. Нанофильтрация в предочистке дренажных вод свалок твердых бытовых отходов.** Гончарук В. В., Балакина М. Н., Кучерук Д. Д., Скубченко В. Ф. Химия и технол. воды. 2007. 29, № 2, с. 182–194. Библ. 16. Рус.; рез. англ.

Исследованы основные технологические параметры нанофильтрация дренажных вод свалок твердых бытовых отходов в с. Большие Дмитровичи и с. Пирогово Киевской области. Показано, что этот процесс может рассматриваться как эффективный метод предподготовки указанных сточных вод перед их доочисткой и обессоливанием обратным осмосом, позволяющий снизить содержание органических и минеральных примесей в исходной воде и тем самым уменьшить нагрузку на обратноосмотическую мембрану.

**37.МБ.48. Изучение тангенциального фильрования с низкой движущей силой при разделении пылегазовых потоков.** Панов С. Ю., Шановалов Ю. Н., Красовицкий Ю. В., Никитенко Д. В., Панова О. А. (Воронежская государственная технологическая академия). Хим. и нефтегаз. машиностр.. 2007, № 3, с. 11–12, 4 ил. Библ. 1. Рус.

Рассмотрен способ очистки пылегазовых потоков с мелкодисперсными частицами высокой слипаемости, используемый в мембранной технологии. Запыленный газ течет параллельно или по касательной к поверхности фильтровальной перегородки ФП. Объясняются 3 термина фильрации (поперечная, параллельная, тангенсальная) для схемы проточного фильтра с регулировочной перегородкой. Показано распределение статич. давления и поля локальных скоростей в фильтре с поднятой и опущенной перегородкой, а также при регенерации фильтра тонкой очистки.

**37.МБ.49. Синтез и свойства мелкодисперсных кремнийсодержащих частиц и мембран с бимодальными микро- и макропорами.** Synthesis and characterization of silicalite

powders and membranes with micro-meso bimodal pores. *Cooper C. A., Lin Y. S.* J. Mater. Sci.. 2007. 42, № 1, с. 320–327. Англ. Золи с размерами агломерированных частиц от 150 до 380 нм были синтезированы в гидротермич. процессе в течение от 0,5 до 5 суток с использованием технологии превращения золя в гель. Полученные частицы содержали поры с размером 0,54 нм и мезопоры диаметром от 3 до 4 нм. Определено, что размер мезопор уменьшается, а их поверхность возрастает с увеличением степени агломерации. Изучены причины и механизм протекания этих процессов. Рассмотрена технология изготовления мембран с тонким пленочным слоем толщиной от 3 до 12 мкм кремнийсодержащего покрытия, нанесенного на поверхность субстрата из  $\alpha$ -оксида алюминия. Показано, что бимодальные материалы м. б. использованы в процессах изготовления цеолитовых и др. мембран, а также в малогабаритных реакторах с насыпной насадкой для проведения химич. реакций.

**37.МБ.50. Новая самоувлажняющаяся многослойная мембрана на основе упрочненного политетрафторэтилена для топливных элементов с твердым полимерным электролитом.** A novel PTFE-reinforced multilayer self-humidifying composite membrane for PEM fuel cells. *Zhu Xiao-Bing, Zhang Hua-Min, Liang Yong-Min, Zhang Yu, Yi Bao-lian.* Electrochem. and Solid-State Lett.. 2006. 9, № 2, с. A49–A52. Англ.

Разработана структура мембранно-электродной сборки, обеспечивающая самоувлажнение входящей в нее протонпроводящей мембраны (МБ). МБ представляет собой пористую пленку политетрафторэтилена импрегнированную нафиеом. Сборка состоит из МБ, на обе стороны которой нанесены активные слои, состоящие из нафиеона и Pt/SiO<sub>2</sub>-катализатора (КТ). Описана методика получения КТ и изготовления сборки. Наличие в составе сборки гигроскопич. Pt/SiO<sub>2</sub>-КТ обеспечивает поддержание влажности МБ, даже при использовании в топливном элементе сухих H<sub>2</sub>- и O<sub>2</sub>-газов. Показано, что при работе при 60°C и давлении сухих газов равном 0,2 МПа максимальная генерируемая мощность превышает 0,9 Вт/см<sup>2</sup>.

**37.МБ.51. Наноструктуры глинозема, полученные при двухстадийном процессе анодирования.** Alumina nanostructures prepared by two-step anodization process. *Zhou Jian-hua, He Jian-ping, Zhao Gui-wang, Zhang Chuan-xiang, Zhao Ji-shuang, Hu Huo-ping*(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, China). Trans. Nonferrous Metals Soc. China. 2007. 17, № 1, с. 82–86, 8 ил.. Библ. 16. Англ.

Наноструктуры глинозема были получены на пористой мембране (ПМ) из анодного оксида алюминия (АОА), являвшегося шаблоном, в результате двухстадийного процесса анодирования. На 1-ой стадии при химич травлении ПМ из АОА в растворе 6% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 1,8% CrO<sub>3</sub> получена из глинозема нанопроволока, а в конце 2-ой стадии анодирования в 1 М

растворе NaOH получены из глинозема нанотрубки. Такие наноструктуры из глинозема м. б. использованы при изготовлении наноустройств. Морфология и структура полученных наноструктур изучены с помощью электронной микроскопии. Диаметр нанопроволоки ~50 нм.

**37.МБ.52. Непрерывный цеолитный мембранный реактор для этерификации этанола и уксусной кислоты.** Continuous zeolite membrane reactor for esterification of ethanol and acetic acid. *de la Iglesia Oscar, Mallada Reyes, Menendez Miguel, Coronas Joaquin.* Chem. Eng. J.. 2007. 131, № 1–3, с. 35–39. Англ.

В первой части работ по созданию инертного мембранного реактора приведены данные по увеличению селективности и удалению продукта для увеличения конверсии в реакциях, лимитируемых равновесием. В настоящем сообщении описан реактор с неорганической цеолитной мембраной, которая выбрана из-за ее устойчивости к нагреванию, высокой производительности разделения воды от спиртов в предвыпаривании. Мембраны использовались двух различных видов цеолитов, морденитовые и из цеолита А. Образование AcOEt из EtOH и AcOH осуществляли в пакетном мембранном реакторе в непрерывном режиме при катализе амберлистом 15. Морденитовые мембраны имеют большую устойчивость к кислотной среде реакции при конверсии 90% за 5 суток эксперимента и очень высокие факторы разделения H<sub>2</sub>O/EtOH и H<sub>2</sub>O/AcOH.

**37.МБ.53. Разделение красителей поперечно-проточным ультрафильтрованием мицеллярных растворов.** Dyes separation by means of cross-flow ultrafiltration of micellar solutions. *Bielska MaLgorzata, Prochaska Krystyna.* Dyes and Pigm.. 2007. 74, № 2, с. 410–415. Англ.

Изучено разделение органических красителей из мицеллярных растворов с использованием модуля SEPA CF Osmonics в режиме поперечного пропускания. В качестве модельных красителей выбраны метиленовый синий, мордант черный 11 и мордант черный 17. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) выбраны из ряда: додецилсульфат Na, гексадецил-триметиламмоний бромид, оксиэтилированные метиловые эфиры жирных кислот кокоса и бинарные смеси (не)ионных ПАВ. Использовались мембраны из ацетата целлюлозы, полисульфона и поливинилиденфторида. Исследовано влияние на процесс таких параметров, как: 1) нагрузка мицелл; 2) константа связывания мицелл, используемая для характеристики мицеллярных растворов; 3) коэффициент распределения. Лучшее разделение красителей получено, если ионное ПАВ, заряженное противоположно красителю, использовалось одно или в смеси с неионным ПАВ.

**37.МБ.54. Дегидратация изопропанола с использованием гибридных мембран на основе поливинилового спирта и полисилоксанов.** Dehydration of isopropanol by novel poly(vinyl alcohol)-silicone hybrid membranes. *Zhang Qiu Gen,*

Liu Qing Lin, Chen Yu, Chen Jian Hua. Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 3, с. 913–920. Англ.

Гибридные орг.-неорг. мембраны (МБ) получают с проведением золь-гель реакции поливинилового спирта и  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана (I). МБ охарактеризованы методами ЯМР- и ИК-спектроскопии с фурье-преобразованием, широкоугольной дифракции рентгеновских лучей, сканирующей электронной микроскопии и по величине угла смачивания. Степень набухания МБ в водном изопропанольном растворе контролируют образованием водородных и ковалентных связей в мембранной матрице. Исследовано влияние на перепарацию свойства МБ содержания звеньев I, концентрации разделяемого раствора и температуры. Наибольший фактор разделения 1580 90%-ного водного раствора изопропанола имеют МБ с содержанием звеньев I 5% при 30° и проницаемостью  $26,5 \times 10^{-3}$  кг/м<sup>2</sup>·ч.

**37.МБ.55. Численные исследования проницаемости молекул газа через нанокompозитные мембраны на основе полимеров и нанопористых слоистых силикатов.** A computational study of gas molecule transport in a polymer/nanoporous layered silicate nanocomposite membrane material. Konduri Suchitra, Nair Sankar. J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 5, с. 2017–2024. Англ.

Численно исследована проницаемость молекул газа (He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) через нанокompозитные мембраны на основе полидиметилсилоксана (ПДС) и нанопористых слоистых силикатов (НСС) в зависимости от соотношения компонентов и взаимодействия полимер-неорг. НСС. Показано, что проницаемость мембран сильно зависит от свойств ПДС в качестве хроматографич. носителя и сегментальной подвижности ПДС между слоями силикатов.

**37.МБ.56. Мембраны на основе многоядерных кабелеобразных нановолокон TiO<sub>2</sub> для сенсibilизированных красителями солнечных элементов.** Multi-core cable-like TiO<sub>2</sub> nanofibrous membranes for dye-sensitized solar cells. Kokubo Hiroshi, Ding Bin, Naka Takayuki, Tsuchihira Hiroki, Shiratori Seimei. Nanotechnology. 2007. 18, № 16, с. 165604/1–165604/6. Англ.

Изготовлены многоядерные кабелеобразные нановолокна TiO<sub>2</sub> путем прокалывания композитных нановолокон поливинилацетат/диоксид титана с предварит. горячим прессованием. Полученные волокна новой структуры состояли из оболочек диаметром 200 нм с толщиной стенок 25 нм и из ядер, заполненных волокнами TiO<sub>2</sub> толщиной 24 нм. Формирование многоядерной кабелеобразной структуры волокон происходило вследствие фазового разделения обогащенных поливинилацетатом и TiO<sub>2</sub> фаз при горячем прессовании. Данные по измерению площади поверхности по БЭТ показали, что уд. поверхность прессованных мембран (МБ) на основе TiO<sub>2</sub> намного больше, чем непрессованных МБ на основе TiO<sub>2</sub>.

Новые МБ на основе многоядерных кабелеобразных волокон TiO<sub>2</sub> были использованы в кач-ве электродных материалов для сенсibilизированных красителями солнечных элементов.

**37.МБ.57. Сверхгидрофобные поверхности мембран на основе полученных электропрядением нановолокон, покрытых послойно структурированной пленкой.** Superhydrophobic surfaces of layer-by-layer structured film-coated electrospun nanofibrous membranes. Ogawa Tasuku, Ding Bin, Sone Yuji, Shiratori Seimei. Nanotechnology. 2007. 18, № 16, с. 165607/1–165607/8. Англ.

Ранее были изготовлены сверхгидрофобные поверхности мембран (МБ) на основе имитации самоочищающихся серебряных лепестков. Эти биоподражательные гидрофобные поверхности были составлены для полученных электропрядением нановолоконных МБ с покрытием из модифицированной фторалкилсиланом (ФАС) послойно структурир. пленки. Эта шероховатая поверхность волокон, обусловленная электростатич. послойным нанесением покрытия из наночастиц TiO<sub>2</sub> и полиакриловой кислоты (ПАК), была использована для имитации шероховатой поверхности наноразмерными желобками вдоль оси волокон серебряных листьев. Результаты показали, что модификация с использованием ФАС является ключевым процессом усиления гидрофобности поверхности волоконных МБ. Нановолоконные МБ на основе ацетата целлюлозы с модифицированной ФАС поверхностью и с покрытием из пленки (TiO<sub>2</sub>/ПАК)<sub>10</sub> показали наиболее высокое значение краевого угла для воды, 162°.

**37.МБ.58. Индуцированная коронным разрядом привитая полимеризация для модификации поверхности пористых полиэфирсульфоновых мембран.** Corona-induced graft polymerization for surface modification of porous polyethersulfone membranes. Zhu Li-Ping, Zhu Bao-Ku, Xu Li, Feng Yong-Xiang, Liu Fu, Xu You-Yi. Appl. Surface Sci.. 2007. 253, № 14, с. 6052–6059. Англ.

Осуществлен процесс привитой полимеризации акриловой кислоты (АК) на поверхности пористых мембран (МБ) из полиэфирсульфона (ПЭС) с использованием коронного разряда в обычных атм. условиях в кач-ве активац. стадии с последующей полимеризацией АК в водном растворе. Исследовано влияние параметров коронного разряда и условий привитой полимеризации на выход прививки (ВП) АК. Физико-химич. методами подтверждена прививка АК к поверхности МБ из ПЭС. Измерения пористости показали, что средний диам. пор и пористость модифицир. МБ уменьшаются с повышением ВП. Оценены гидрофобность и смачиваемость поверхности исходной и модифицир. МБ путем наблюдения динамич. изменений краевых углов воды. Найдено, что прививка АК происходит не только на поверхности МБ, но и на стенках пор внутри МБ. Эксперименты по проникновению р-ра белка показали, что прививка АК приводит к усилению потоков и



предотвращению засорения модифицир. МБ. Оптимизированным ВП АК явилось значение 150-200 мкг/см<sup>2</sup>. Установлено, что применение коронного разряда мощностью менее 150 Вт приводит к малым нарушениям механич. прочности МБ.

**37.МБ.59. Морфология и проницаемость по отношению к N<sub>2</sub> [композитных] мембран многостеночные углеродные нанотрубки - тефлон.** Morphology and N<sub>2</sub> permeability of multi-wall carbon nanotube-teflon membranes. *Smajda Rita, Kukovec Aacute, Hopp Bela, Mohl Melinda, Konya Zoltan, Kiricsi Imre.* J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2007. 7, № 4–5, с. 1604–1610. Англ.

Получены слои с поверхн. плотностью 1.13-5.66 мг/см<sup>2</sup> путем фильтрации суспензий многостеночных углеродных нанотрубок (МСУНТ) в ацетилацетоне (АА) или диметилформамиде (ДМФ) через 0.45 мкм нейлоновые фильтры. Фильтрационные кривые были оценены с помощью ур-ния Кармана. Среднее сопротивление самих фильтров составило  $3.79 \times 10^{10}$  м<sup>-1</sup> для АА и  $8.49 \times 10^{10}$  м<sup>-1</sup> для ДМФ. Удельное сопротивление осадков на фильтре уменьшалось с повышением плотности поверхности фильтров от  $16.1 \times 10^{12}$  м/кг (для 1.14 мг/см<sup>2</sup> пленки из ДМФ) до  $4.38 \times 10^{12}$  м/кг (для 5.66 мг/см<sup>2</sup> пленки из ДМФ). Эффективная диффузионная способность M<sub>2</sub> при 298 К и перепаде давления 10 мбар была также определена для всех мембран и установлена в диапазоне  $1.14 \times 10^{-9}$ - $3.74 \times 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с. Пористость и кривизна слоев повышались с их толщиной. Покрытие из тефлона (ПТФЭ) толщиной около 5 мкм было использовано для мембран на основе МСУНТ с применением метода импульсного лазерного осаждения. Проницаемость газов для мембран МСУНТ-ПТФЭ соответствовала таковой для мембран на основе МСУНТ без покрытия. Эти наблюдения соответствовали полученным данным сканирующей электронной микроскопии и атомно-силовой микроскопии по морфологии пористых покрытий.

**37.МБ.60. Перенос гликолей через ионообменную мембрану МА-41 из водных и водно-солевых растворов.** *Рожкова М. В., Рожкова А. Г., Бутырская Е. В., Шапошник В. А.* Ж. физ. химии. 2007. 81, № 3, с. 482–487. Рус.

В результате излучения молекулярной диффузии гликолей через ионообменную мембрану МА-41 в SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-форме обнаружено, что с увеличением молярной массы гликолей и концентрации сульфата натрия в разделяемом растворе величины потоков гликолей уменьшаются. На примере этиленгликоля показан нелинейный характер увеличения потока с ростом концентрации этиленгликоля. Наблюдаемое существенное различие величин потоков для неэлектролита и электролита позволило предложить метод их разделения диализом через ионообменную мембрану в форме, исключаящей диффузию электролита. Выполнено компьютерное моделирование структуры и ИК-спектров систем этиленгликоль-9 молекул воды

и этиленгликоль-9 молекулы воды - M<sup>+</sup>, где M<sup>+</sup>=Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>. Показано, что присутствие ионов щелочных металлов (Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>) уменьшает энергию активации самодиффузии этиленгликоля по сравнению с ее значением в водно-гликолевом растворе.

**37.МБ.61. Создание полимерных электролитных мембран, импрегнированных некоторыми ионными при комнатной температуре жидкостями при повышенной температуре.** Performance of the polymer electrolyte membranes impregnated with some room-temperature ionic liquids at elevated temperature. *Goto A., Kawagoe Y., Katayama Y., Miura T.* Electrochemistry. 2007. 75, № 2, с. 231–237. Англ.

Импрегнированием мембраны из нафiona различными ионными жидкостями получен полимерный электролит для топливных элементов, работающих при повышенных температурах (100-200°C). В атмосфере сухого водорода определена ионная электропроводность мембран. Высказано предположение, что высокая ионная проводимость обусловлена, главным образом, наличием свободной ионной жидкости в мембране. Установлено, что топливный элемент с этой мембраной в отсутствие увлажнения может работать при 120°C. Отмечено, что недостатком мембран является высокое катодное перенапряжение.

**37.МБ.62. Электрохимическая импедансная спектроскопия свинец(2+) ионоселективных твердых мембран.** Electrochemical impedance spectroscopy of lead(II) ion-selective solid-state membranes. *Martinhon P. T., Carreno J., Sousa C. R., Barcia O. E., Mattos O. R.* Electrochim. acta. 2006. 51, № 15, с. 3022–3028. Англ.

Метод электрохимической импедансной спектроскопии использован для изучения мембран сульфид серебра/сульфид свинца. Оценено влияние концентрации электролита и толщины мембраны. Импедансные кривые показали две емкостные петли: петля при высоких частотах связана с сопротивлением переносу заряда на границе мембрана/Ag, а петля в области низких частот связана с процессом диффузии через мембрану. Для объяснения экспериментальных данных использована простая модель, которая учитывает: изменения потенциала во времени и с концентрацией, а также изменения сопротивления переносу заряда и сопротивление диффузии с концентрацией электролита. Для расчета коэффициента диффузии Ag<sup>+</sup> внутри мембраны использовано эмпирическое уравнение.

**37.МБ.63. Засорение полимерных мембран при рафинации сырого подсолнечного и соевого масла.** Fouling of polymeric membranes during degumming of crude sunflower and soybean oil. *Pagliari Cecilia, Mattea Miguel, Ochoa Nelio, Marchese Jose.* J. Food Eng.. 2007. 78, № 1, с. 194–197. Англ. Представлены результаты экспериментов, проведенных с асимметричной мембраной из поливинилиденфторида, в ячейке с перемешиванием и глухим концом. Определено, что при P=0,2-0,6 МПа, 30-50°C селективность по отношению к

фосфолипидам составляет >95%. Степень засорения выше при обработке подсолнечного масла.

**37.МБ.64. Свойства полупроницаемых мембранных устройств при поглощении нейтральных пестицидов из воды.** Behaviour of semipermeable membrane devices in neutral pesticide uptake from waters. *Esteve-Turrillas Francesc A., Pastor Agustin, De la Guardia Miguel*(Analytical Chemistry Department, University of Valencia, Edifici Jeroni Munoz, 50 Dr. Moliner, 46100 Burjassot, Valencia, Spain). *Anal. and Bioanal. Chem.*. 2007. 387, № 6, с. 2153–2162. Англ.

Обсуждена эффективность применения полупроницаемых мембранных устройств в качестве пассивного пробоотборника для сбора множества пестицидных остатков в воде. Исследовано улавливанием с помощью данных устройств 7 хлорированных, 5 фосфорорганич., 6 карбаматных, 9 пиретроидных и 10 других пестицидов. Эффективность поглощения оценивали при использовании стеклянной мензурки, содержащей 2 л дистиллированной воды и 50 нг/л каждого исследуемого пестицида. После МВ обработки и очистки путем распределения в ацетонитриле и твердофазной экстракции проводили детектирование сочетанием систем ГХ и тандемной МС. ПРО достигли 0,5–7,0 нг на полупроницаемое мембранное устройство. Более высокие скорости поглощения наблюдались для пиретроидных, фосфорорганич. и хлорированных соединений.

**37.МБ.65. Получение мембран методом химического осаждения из газовой фазы в реакторе с “холодными” стенками.** *Скудин В. В., Стрельцов С. Г.* Крит. технол. Мембраны. 2007, № 2, с. 22–33. Библ. 16. Рус.; рез. англ.

Показана перспективность использования реактора с “холодными” стенками и циркуляц. контуром, который работал при атмосферном давлении для создания CVD-технологии композиц. неорг. Мб. Использование CVD-реактора с “холодными” стенками позволяет рационально использовать сырье, поддерживая температуру газовой среды и стенок реактора ниже температуры разложения исходного вещества. Подробно изучено влияние условий на скорость формирования селективного слоя молибдена и его однородность на внешней поверхности керамич. Мб. Показана возможность широкого варьирования толщины осаждаемого слоя (до 25 мкм) и формирования осадка как внутри пор, так и на внешней поверхности подложки. Подтверждена возможность заполнения молибденом крупных поверхностных пор-каверн.

**37.МБ.66. Восстановление грунтовых вод, содержащих изотопы Co(60) и Cs(137).** Potential use of ultrafiltration for groundwater remediation and aqueous speciation of <sup>60</sup>Co and <sup>137</sup>Cs from a contaminated area. *Caron Francois, Laurin Shawn, Simister Claire, Jacques Carine, Mankarios George.* *Water, Air, and Soil Pollut.*. 2007. 178, № 1–4, с. 121–130. Библ. 20. Англ.

Грунтовые воды (ГВ) в месте расположения атомной силовой установки содержали Co(60) и Cs(137), а также целый ряд других радионуклидов, при этом данные компоненты мигрировали с потоком ГВ. В лабораторных условиях исследовалась возможность удаления этих изотопов из ГВ в процессе ультрафильтрации. Загрязненность ГВ Co(60), определенная по его активности, составила от 25,5 до 34,5 Бк/л; для Cs(137) эти значения от 25,5 до 97,2 Бк/л. Применялись мембраны для ультрафильтрации различных типов, в оптимальном варианте эффективность удаления Co(6) составила 72–83% и Cs(137) более 98%, что объясняется образованием комплексов с коллоидами.

**37.МБ.67. Применение керамических мембран.** Ceramic membranes: A more competitive choice. *Rogalla Frank.* *Water and Waste Treat.*. 2006. 49, № 12, с. 35–37. Англ.

В настоящее время для подготовки питьевой воды используются преимущественно мембраны из полимерных материалов, однако расширяется применение мембран керамич. (МК), поскольку они обладают рядом существенных преимуществ. В частности, они меньше подвержены обрастанию, хотя при их использовании режим перекрестноточного фильтрования как правило не используется, таким образом увеличивается длительность фильтроцикла, МК обеспечивают более высокие значения трансмембранного потока и др. Приводятся данные о коммерческом фильтровальном модуле, который набирается из МК с внутренним диаметром 2,5 мм (61 МК в наборе), трансмембранный поток превышает 1050 л/м<sup>2</sup> ч, размер пор 0,1 мкм, содержание бактерий в отфильтрованной воде снижается более, чем в 10<sup>6</sup> раз и т. д.

**37.МБ.68. Изготовление минеральных из тунисской глины основ мембран для микрофильтрации/ультрафильтрации.** Fabrication of mineral supports of membranes for microfiltration/ultrafiltration from Tunisian clay. *Khemakhem Sabeur, Ben Amar Raja, Ben Hassen Rached, Larbot Andre, Ben Salah Abdelhamid, Cot Louis.* *Ann. chim. Sci. mater.*. 2006. 31, № 2, с. 169–181. Библ. 7. Англ.; рез. фр.

Разработан способ формирования трубчатых мембран с основой, приготовленной из S11 и S12 глин. Основа готовится прокаливанием глин при 750°C и их размолом в течение 2 час и 15 мин. После отделения из образовавшихся порошков 300 мкм частиц просеиванием, их смешивают с органич. добавками и экструдировать. Заключительной стадией является спекание при 1040°C (S11) и 1090°C (S12). Носители характеризуются средним размером пор согласно Hg порометрии и пористостью 9,2 и 39% (S11), 6,3 и 48% (S12) и имеют однородную структуру.

**37.МБ.69. Синтез и свойства мембран, выполненных из силикалита-1, нанесенного на поверхность углеродного субстрата.** Synthesis and permeation properties of silicalite-1/carbon membranes. *Berenguer-Murcia Angel, Gora Leszek, Zhu*

Weidong, Jansen Jacobus C., Kapteijn Freek, Cazorla-Amoros Diego, Linares-Solano Angel. Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 12, с. 3997–4006. Англ.

Микропористые углеродные диски были использованы в качестве субстрата для нанесения на их поверхность пленки силикалита-1. Рассмотрена методика и процедура изготовления таких мембран. Показано, что после проведения процессов кальцинирования, синтезированные композитные цеолит-углеродные мембраны были использованы для разделения газов или их смесей при различных давлениях и температурах. Отмечено, что такие мембраны м. б. применены для эффективного разделения газовых смесей, содержащих  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ , а также  $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$  и  $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ . Полученный субстрат может заменить традиционно используемые материалы (керамику и спеченные металлич. композиты) при проведении процессов разделения газовых смесей.

**37.МБ.70. Интегрированный процесс: синтез эфира в ферментативном мембранном реакторе и сорбция воды.** An integrated process: Ester synthesis in an enzymatic membrane reactor and water sorption. Trusek-Holownia Anna, Noworyta Andrzej. J. Biotechnol.. 2007. 130, № 1, с. 47–56. Англ.

Сообщение о синтезе геранилацетата из АсОН и геранилового спирта в реакторе с биокатализатором (липаза CAL-β), введенным в полимерную мембрану с отделением воды сорбцией через полипропиленовую мембрану с ультрафильтрацией. Кинетика реакции укладывается в механизм пинг-понг-Vi-Vi с ингибированием АсОН. Реакция протекает эффективно (после 120 часов  $\alpha=98,2\%$  для нативного фермента и  $83,2\%$  для иммобилизованной формы).

**37.МБ.71. Модификация ионообменных мембран.** Шаталов В. В., Савельева Т. И., Карлацук Л. В., Рамзина Т. А. Хим. технол.. 2007, № 6, с. 268–270. Рус.

Синтезированы гетерогенные ионообменные мембраны с полимерным активным волокнистым наполнителем различной природы. Изучена возможность замены ПЭ как традиц. инертного полимера-носителя на поливинилхлорид.

**37.МБ.72. Композиционные ионообменные мембраны на основе пористых пленок политетрафторэтилена и их использование в топливных элементах.** Тимофеев С. В., Боброва Л. П., Теруков Е. И., Фатеев В. Н., Пугачев А. К. Альтернатив. энерг. и экол.. 2007, № 2, с. 128–131. Рус.; рез. англ.

Разработаны и исследованы новые композиционные ионообменные мембраны. Показано, что композиционные мембраны на основе пористых пленок ПТФЭ и перфторированных сульфополимеров имеют высокую прочность, незначительную усадку при изменении влажности, достаточно высокую ионную проводимость при температурах до  $100^\circ$  и существенно превосходят при испытаниях в топливных ячейках базовые образцы мембран, полученные методами экструзии или литьем из раствора.

**37.МБ.73. Фотоиндуцированная прививка акриламида на полипропиленовые мембраны в форме полого волокна с целью повышения грязеотталкивающих свойств в мембранном биореакторе.** Photoinduced graft polymerization of acrylamide on polypropylene microporous membranes for the improvement of antifouling characteristics in a submerged membrane-bioreactor. Yu Hai-yin, Xu Zhi-Kang, Lei Hao, Hu Meng-Xin, Yang Qian. Separ. and Purif. Technol.. 2007. 53, № 1, с. 119–125, 9 ил.. Библ. 40. Англ.

Методами ИКС с Фурье-преобразованием, сканирующей электронной микроскопии, определения краевого угла смачивания исследовали свойства мембран из ПП, привитого акриламидом. Определяли зависимость свойств полого волокна, используемого для очистки сточных вод, от степени прививки.

**37.МБ.74. Экспериментальное доказательство вклада электростатических эффектов в устойчивость на изгибании заряженных мембран.** Experimental evidence of the electrostatic contribution to the bending rigidity of charged membranes. Delorme N., Bardeau J.-F., Carriere D., Dubois M., Gourbil A., Mohwald H., Zemb Th., Fery A.. J. Phys. Chem. B. 2007. 111, № 10, с. 2503–2505. Англ.

Исследована природа устойчивости на изгибание заряженной мембраны (МБ), полученной из дифильных молекул. Изучены электростатические эффекты путем прямых измерений силы, необходимой для деформации катионной МБ, как функции от ионной силы среды, с помощью атомно-силовой микроскопии. С использованием непрерывного механич. моделирования деформации МБ получена устойчивость на изгибание катионных МБ и впервые проведен мониторинг ее уменьшения вследствие повышения концентрации солей.

**37.МБ.75. Новый способ получения нанокомпозитных тонких пленок NaA/углерод с высокой проницаемостью для разделения  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ .** Novel preparation of NaA/carbon nanocomposite thin films with high permeance for  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  separation. Zhou Zhi Hui, Yang Jian Hua, Chang Li Feng, Zhang Yan, Sun Wei Guo, Wang Jin Qu. Chin. Chem. Lett.. 2007. 18, № 4, с. 455–457. Англ.

Успешно получены новые нанокомпозитные тонкие пленки NaA/углерод на пористой подложке из  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  путем внедрения наноразмерного цеолита NaA в фенольную смолу новолачного типа. Полученные пленки охарактеризованы с помощью рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и тестами на проникновение единичных газов. Установлено, что эти пленки имеют идеальную степень разделения, 28.4, для системы  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ , а поток  $\text{CO}_2$  составляет  $3.39 \times 10^{-7}$  моль/Па $\times$ м $^2$  $\times$ с при комнатной т-ре и при перепаде давления 100 кПа, что на два порядка выше, чем для чистой углеродной мембраны, полученной таким же способом, и в тех же условиях. Согласно данным СЭМ, композитные пленки являются непрерывными

с высокой степенью взаимного прорастания компонентов. По сравнению с углеводными мембранами толщина композитных пленок предельно уменьшена, что обеспечивает снижение сопротивления диффузии и повышает поток проникающего газа.

**37.МБ.76. Динамика  $H_2O$  и  $Na^+$  в мембранах Nafion.** Dynamics of  $H_2O$  and  $Na^+$  in Nafion membranes. *Blake Nick P., Mills Greg, Metiu Horia.* J. Phys. Chem. B. 2007. 111, № 10, с. 2490–2494. Англ.

Исследованы транспортные св-ва модели гидратированной мембраны Na-Nafion с использованием моделирования методом молекулярной динамики. Система состояла из нескольких цепей Nafion, формирующих поры с водой и ионами внутри них. При низком содержании воды гидрофильный домен не является непрерывным, а диффузия является очень медленной. Коэффициенты диффузии как воды, так и  $Na^+$  возрастают с повышением степени гидратации (более сильно для  $Na^+$ ). Данные моделирования находились в качественном соответствии с эксперим. результатами для одинаковых систем. Коэффициент диффузии выводится как среднее значение через движение ионов или молекул воды, локализованных в различном окружении. Для лучшего понимания роли окружения произведен расчет распределения времен пребывания иона (или молекулы воды) в различных условиях локализации в системе. Обсуждается механизм переноса в свете полученной информации.

**37.МБ.77. Движущая сила перфузии метанола через микропористую метилированную кремнеземную мембрану.** On the driving force of methanol pervaporation through a microporous methylated silica membrane. *De Bruijn Frans, Gross Joachim, Olujić Zarko, Jansens Peter, Kapteijn Freek.* Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 12, с. 4091–4099. Англ.

Экспериментально изучен перфузионный перенос метанола через аморфную микропористую метилированную кремнеземную мембрану и проанализирован путем моделирования с помощью решеточной модели Максвелла-Стефана (МС). Экспериментальные условия охватили диапазон т-р 60–155°C и абс. давлений вплоть до 16 бар. Определены изотерма адсорбции и теплота адсорбции; двухцентровая изотерма Ленгмюра коррелировала с гетерогенным адсорбц. поведением метанола в аморфном кремнеземе. Две модели на основании приближения МС лучше всего описывали полученные данные: одна модель основывалась на постоянной диффузионной способности, а вторая - на зависящей от загрузки диффузионной способности. Вторая модель эквивалентна классической модели перфузии.

**37.МБ.78. Получение нанокompозитной мембраны бэта-цеолит/углерод.** Zhou Zhi-hui, Shao Guo-lin, Yang Jian-hua, Chang Li-feng, Wang Jin-Qu. Guocheng gongcheng xuebao=Chin. J. Process Eng.. 2007. 7, № 2, с. 404–408. Кит.; рез. англ.

На пористой подложке из  $\alpha-Al_2O_3$  методом погружения получена новая нанокompозитная мембрана (МБ) бэта-цеолит/углерод. При эксперименте с однокомпонентным газом при комнатной т-ре нанокompозитная МБ бэта-цеолит/углерод показала проницаемость по водороду на порядок более высокой, чем для МБ из чистого углерода со сравнимой селективной проницаемостью. Показано, бэта-цеолит действует в МБ как фаза с высокой проницаемостью для газов. Изображения в сканирующем электронном микроскопе показали, что когда количество бэта-цеолита повышается, толщина нанокompозитной МБ уменьшается с 14 до 7 мкм, что способствует снижению сопротивления проникновению газа.

**37.МБ.79. Электропроводность гидрофобных мембран или “что происходит под поверхностью”.** Electrical conductance of hydrophobic membranes or what happens below the surface. *Vlassiounk Ivan, Rios Fabian, Vail Sean A., Gust Devens, Smirnov Sergei.* Langmuir. 2007. 23, № 14, с. 7784–7792. Англ.

Нанопористые мембраны (МБ) на основе оксида алюминия, превращенные в гидрофобные путем модификации поверхности ковалентным прикреплением углеводородных или фторуглеродных цепей, проводят электричество через поверхность, даже если поры не заполнены электролитом. Сопротивление имеет значение на много порядков выше, чем для заполненных электролитом МБ, и не зависит от концентрации электролита или pH, но зависит от типа гидрофобного монослоя и его плотности. Соответствующее поверхн. сопротивление изменяется от значений, превышающих  $10^{18}$  Ом на площадь, до значений, менее  $3 \times 10^9$  Ом на площадь. Когда гидрофобный монослой содержит небольшое количество фотоактивного спиропирана, этого недостаточно для переключения поверхности на гидрофильную после фотоизомеризации спиропирана в мероцианиновую форму, сопротивление МБ также становится зависимым от освещения с обратимым повышением поверхн. сопротивления до 15%. Поверхностная проводимость приписывается гидратации и ионизации гидроксильных групп поверхности оксида алюминия и ионизируемых групп модификаторов поверхности.

**37.МБ.80. Фотопривитые тонкие полимерные гидрогелевые слои на полиэфирсульфоновые ультрафильтрационные мембраны: характеристика, устойчивость и влияние на разделительное свойство.** Photografted thin polymer hydrogel layers on PES ultrafiltration membranes: characterization, stability, and influence on separation performance. *Susanto Heru, Ulbricht Mathias.* Langmuir. 2007. 23, № 14, с. 7818–7830. Англ.

Синтезированы ультрафильтрационные (УФ) мембраны (МБ) с высокой устойчивостью к засорению путем гетерогенной фотопривитой сополимеризации двух водорастворимых мономеров, полиэтиленгликольметакрилата и N,N-диметил-N-(2-метакрилоилоксиэтил-N-(3-сульфопропил)аммоний бетаина,

в присутствии или в отсутствие сшивающего мономера, N,N'-метиленабисакриламида, на полиэфирсульфоновой УФ-МБ. Детально исследованы характеристики, устойчивость и ультрафильтрационные разделительные св-ва полученных композитных МБ.

**37.МБ.81. Влияние полиэфирдиамина на свойства газопроницаемости органо-неорганических гибридных мембран.** Effect of polyether diamine on gas permeation properties of organic-inorganic hybrid membranes. *Lim Chunwon, Hong Suk-In, Kim Hyunjoon.* J. Sol-Gel Sci. and Technol.. 2007. 43, № 1, с. 35–40. Англ.

“Золь-гель”-методом получены гибридные органо-неорганические материалы по реакции 3-изоцианатопропилтриэтоксисилана с диаминами, содержащими полиэфирные сегменты. Композитные мембраны (МБ) были получены поливом гибридных зелей на микропористые полисульфоновые тв. носители. Оценены св-ва газопроницаемости гибридных МБ; изучено влияние структуры и молек. веса полиэфирдиамина на св-ва газопроницаемости. Коэффициенты проницаемости увеличивались с увеличением молек. веса поли(пропиленгликоль)бис(2-аминопропилэфира) (APPG) и поли(пропиленгликоль)-блок-поли(этиленгликоль)-блок-поли(пропилгликоль)бис(2-аминопропилэфира) (PAPPE). Коэффициенты проницаемости N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> для МБ на основе APPG2000 выше, чем таковые для PAPPE2000.

**37.МБ.82. Влияние структуры функционализированных фосфорильных переносчиков на мембранный транспорт протонодонорных субстратов.** *Черкасов Р. А., Гарифзянов А. Р., Краснова Н. С., Черкасов А. Р., Талан А. С.* Ж. общ. химии. 2006. 76, № 10, с. 1603–1611. Рус.

Синтезирован ряд функционализированных в боковой цепи фосфорильных соединений и изучены их мембранно-транспортные свойства по отношению к протонодонорным субстратам различной кислотности. Установлено, что эффективность межфазного переноса сильной одноосновной хлорной кислоты соответствует основности фосфорильного кислорода в ряду переносчиков, содержащих кислородные функциональные группировки. Величина потока переноса резко возрастает при переходе к фосфорилированным аминам, тогда как амидофосфаты по своей эффективности напоминают фосфонаты, а не амины. Эффективность переноса двухосновных кислот (щавелевой и винной) невелика, поскольку не связанные с переносчиком гидроксильные и карбоксильные группировки придают ионным ассоциатам высокую гидрофильность. Обсуждаются тонкие детали взаимосвязи “структура - транспортная активность” в исследованном ряду соединений фосфора. Методом трехмерного корреляционного анализа проведено сопоставление структуры переносчиков с рядом их характеристик - основностью аминных центров, за-

рядами на атомах кислорода и азота, параметрами жесткости и гидрофобности.

**37.МБ.83. Физико-химические свойства и смешанная электронно-ионная проводимость композитной керамики в системе ZrO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** *Лысков Н. В., Метлин Ю. Г., Астафьева К. И., Третьяков Ю. Д., Леонова Л. С., Добровольский Ю. А.* Электрохимия. 2007. 43, № 4, с. 412–419. Рус.

Синтезированы и изучены физико-химические свойства композитов ZrO<sub>2</sub>-(Bi<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>+20% Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (50-80 об.% ZrO<sub>2</sub>). Показано, что композиты представляют собой трехфазные смеси из ZrO<sub>2</sub> (моноклинная модификация), Bi<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> и твердого раствора Bi<sub>2-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>3+x/2</sub> и сохраняют механическую прочность до 800°C. Методом импедансной спектроскопии исследована электропроводность композитов в интервале температур 700-800°C при различных парциальных давлениях кислорода (37-2.1×10<sup>4</sup> Па). Оценены вклады электронной и ионной составляющих проводимости в общую электропроводность композитов. Наилучшие образцы имеют проводимость на уровне 10<sup>-2</sup> Ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup> при приблизительном равенстве электронного и ионного чисел переноса. Композит состава 50 об.% ZrO<sub>2</sub>+50 об.% (Bi<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>+20% Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) испытан в качестве кислород-сепарирующей мембраны. Показано, что в интервале температур 750-800°C величины селективного потока кислорода составляют (2,2-6,3)×10<sup>-8</sup> (моль/(см<sup>2</sup>×с)), что свидетельствует о перспективности технологического использования этих материалов в качестве мембран для устройств разделения газов.

**37.МБ.84. Электрохимическое поведение мембран ионо-селективных электродов на основе сложных оксидов.** *Колотыгин В. А., Подкорытов А. Л., Соколова Е. В., Жуковский В. М.* Электрохимия. 2007. 43, № 4, с. 508–512. Рус.

Сконструированы и исследованы пленочные свинецселективные электроды с твердым контактом с мембранами на основе ниобатов и ванадатов составов Sr<sub>2,75</sub>Pb<sub>0,25</sub>La(VO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Ba<sub>3,8</sub>Pb<sub>0,2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>, Ba<sub>3,5</sub>Pb<sub>0,5</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>, Pb<sub>3</sub>NiNb<sub>2</sub>O<sub>9</sub> и Pb<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Определены основные электрохимические характеристики ионоселективных электродов (ИСЭ): область линейности и крутизна электродной функции, рабочий интервал pH, тип электродной функции, воспроизводимость. Электрод с мембраной на основе Pb<sub>3</sub>NiNb<sub>2</sub>O<sub>9</sub> испытан и рекомендован в качестве индикаторного в методе потенциометрического титрования. Оптимальным титрантом для определения ионов свинца(2+) в растворе является хромат калия.

**37.МБ.85. Свободное от утечки связывание пористых мембран на системах слоеных микрофлюидных матриц.** Leakage-free bonding of porous membranes into layered microfluidic array systems. *Chueh Bor-han, Huh Donggun, Kyrtos Christina R., Houssin Timothee, Futai Nobuyuki, Takayama Shuichi*(Department of Biomedical Engineering and Macromolecular Science and Engineering Program, University

of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109). *Anal. Chem.*. 2007. 79, № 9, с. 3504–3508. Англ.

Для контроля массопереноса эффективно использовать интегрирование полупористых Мб в полидиметилсилоксановые микрофлюидные устройства. Описан простой и робастный метод связывания полупористых полиэфирных и поликарбонатных Мб между слоями структур полидиметилсилоксановых микроканалов без их закупорки. Тонкий слой полимера-предшественника, отлитого на стеклянном слайде, переводится в субстраты из ПДМС с теми же характеристиками, что и края полупористой Мб, путем штамповки. Описанный метод связывания позволяет приготовить матрицу перекрещивающихся микрофлюидных каналов размером  $8 \times 12$  с 96 комбинациями флюидных взаимодействий.

**37.МБ.86. Электроаналитические свойства мембран на основе соединений металл-полиэтоксилат-тетрафенилборат.**

*Апухтина Л. В., Кулапина Е. Г., Мухомова С. А.* Ж. анал. химии. 2007. 62, № 5, с. 539–543. Рус.; рез. англ.

Изучены катионные функции селективных электродов на основе тетрафенилборатных солей комплексов полиэтоксилатов с  $Pb(2+)$ ,  $Va(2+)$ ,  $Ca(2+)$ ,  $Cd(2+)$ ,  $Zn(2+)$  (Ме-ПЭО-ТФБ) в растворах солей собственных катионов и полиэтоксилатов. Показано, что основные электрохимические характеристики (интервал линейности электродной функции, предел обнаружения и угловой коэффициент) определяются стехиометрией взаимодействия, устойчивостью и растворимостью комплексных катионов  $[Me-ПЭО]^{2+}$  в воде. Лучшими параметрами обладают свинец-селективные электроды на основе соединения  $Pb(II)$ -ПЭО-ТФБ. Изучено их поведение в растворах полиэтоксилатов, определены эксплуатационные характеристики (время отклика, дрейф потенциала, срок службы).

**37.МБ.87. Электромеханический мембранный насос.**

*Electromechanical membrane pumps. Chem. Plants + Process.*. 2007. 40, № 1, с. 44, 1 ил. Англ.

Компанией Abel EM Pump выпускается электромеханический мембранный насос, предназначенный для перекачки жидкостей и мелкодисперсных материалов. Указаны возможные области применения этих насосов и сообщены краткие их технические х-ки. Отмечена возможность использования этих насосов для рабочих сред с различной вязкостью. Насосы обеспечивают возможность регулирования произ-сти в пределах 0-100%. Отмечено, что насосы этого типа могут эксплуатироваться в течение длительного периода времени и удовлетворяют современным требованиям техники безопасности.

**37.МБ.88. Результаты очистки новых и загрязненных мембран для нанофильтрации, характеризуемые значениями дзета-потенциала и проницаемостью.** *Cleaning results of new and fouled nanofiltration membrane characterized by zeta potential and permeability. Al-Amoudi Ahmed, Williams*

*Paul, Mandale Steve, Lovitt Robert W.* *Separ. and Purif. Technol.*. 2007. 54, № 2, с. 234–240. Библ. 23. Англ.

Изучались характеристики очистки свежих и загрязненных Мб при помощи измерения дзета-потенциала и гидравлич. проницаемости. Использовались несколько очищающих средств, таких, как HCl, NaOH и другие. Измерялся и сравнивался дзета-потенциал свежих и загрязненных Мб до и после хим. очистки. Показано, что дзета-потенциал может использоваться для характеристики чистоты и проницаемости поверхности Мб. Также изучались влияния на дзета-потенциал Мб температуры, pH и вида очищающих веществ.

**37.МБ.89. Мембраны из нанотрубок.** *Nanotube membranes. Chem. Eng.(USA)*. 2006. 113, № 6, с. 16. Англ.

Сконструирована Мб из углеродных нанотрубок (CNTs) на силиконовом чипе, которая обладает потенциалом, снижающим затраты энергии на обессоливание до 75% по сравнению со станд. Мб, используемыми в обратном осмосе. Мб изготовлены методом заполнения межтрубчатого пространства CNTs керамич. материалом. Моделирование, подтвержденные лаб. экспериментами, показало проницаемость Мб для воды и газов, и задержку наночастиц золота, размер которых слегка превосходит диам. пор.

**37.МБ.90. Влияние старения на сорбцию воды и исследование ионного обмена смол Nafion и Dowex. Обменные системы ионы переходных металлов - протон.** *Effect of aging on the water sorption and ion exchange studies on Nafion and Dowex resins: Transition metal ions-proton exchange systems. Ramkumar Jayshree, Mukherjee Tulsi. Separ. and Purif. Technol.*. 2007. 54, № 1, с. 61–70. Библ. 36. Англ.

Изучались обмены ион переходного металла -  $H^+$  на примере мембран из смол Nafion 117 (предварительно обработанной различными способами до применения), Dowex 50W $\times$ 4 и Dowex 50W $\times$ 8. Изотермы сорбции воды этих ионообменных смол в различных ионных формах, полученные во всем диапазоне активности воды, анализировались при помощи уравнения D'Arcy и Watt (DWE). Результаты показывают, что при долгосрочном хранении или старении физ. структура ионообменных смол изменяется и количество сорбир. воды становится ниже. В результате противоионы в ионообменных смолах не гидрируются, приводя к расхождениям при исследованиях ионного обмена. При отсутствии какой-либо гидратации ионов переходного металла в полимерной фазе, движущей силой реакции ионного обмена является электростатич. взаимодействие между сульфонато-группой и ионами переходного металла. Предварит. обработка Мб кипящей кислотой/водой модифицирует структуру Мб и расположение ионогенных групп. Результаты настоящего исследования показывают, что ионообменные смолы теряют свою эластичность или характеристики набухания и поэтому обнаруживают плохие характеристики при сорбции воды.

**37.МБ.91. Неорганические композиционные мембраны для электродиализного обессоливания.** Линков В. М., Дзязько Ю. С., Беляков В. Н., Атаманюк В. Ю. Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 4, с. 590–595. Библ. 17. Рус.

Показана возможность использования неорганич. композиционных мембран, содержащих ионообменный компонент - гидратированный диоксид циркония, введенный в керамич. матрицу, для электродиализного обессоливания слабоконцентрированных растворов, содержащих ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ .

**37.МБ.92. Гидроизоляция спасает полигон.** Цветкова С. Ф. Тверд. быт. отходы. 2007, № 5, с. 25. Рус.

Рекомендован гидроизоляционный материал “Р-пласт” к использованию для минимизации вредного воздействия полигонного фильтрата на окружающую среду. “Р-пласт” применяется при рекультивации существующих свалок, создании шламонакопителей, илонакопителей, кекоохранилищ, гидроизоляции фундаментов зданий и сооружений, создании водонепроницаемых мембран при устройстве фонтанов и бассейнов, других гидротехнич. искусственных сооружений.

**37.МБ.93. Химическое осаждение  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$  на алюминиевые подложки.** Electroless deposition of  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$  onto aluminum substrates. Kikandi Samuel, Brito Juan, Sadik Omowunmi A. (State University of New York at Binghamton, Binghamton, New York 13902-6000, USA). J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 7, с. D346–D353. Англ.

Устойчивость биоматериалов на основе  $\text{Ti}$  обусловлена образованием пленки (ПЛ)  $\text{TiO}_2$  на металлич.  $\text{Ti}$ . Однако, модификация поверхности (ПВ)  $\text{Ti}$  существующими методами осаждения  $\text{TiO}_2$  затруднена. Использование химич. метода нанесения покрытия представляет уникальную альтернативу. В данной работе обсуждается подход к получению мембраны  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$  методом химич. осаждения восстановлением изопропоксида  $\text{Ti}^{4+}$  на подложках из  $\text{Al}$  в водно-спиртовых средах (80% пропанола - 20% воды) при использовании антрацена в качестве восстановителя.  $\text{Al}$  подложки первоначально сенсбилизируют и активируют с помощью  $\text{SnCl}_2$  и  $\text{PtCl}_4$ , чтобы обеспечить селективное восстановление ионов  $\text{Ti}$ . В качестве комплексообразователя применяли этилендиаминтетрауксусную кислоту, а стабилизатором служил 2-меркаптобензотиазол. Исследование полученного материала методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, спектроскопии рассеяния энергии и электрохимич. методами подтвердило возможность химич. осаждения  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$ . Отмечено, что без сенсбилизации и активации наличие  $\text{Ti}$  в ПЛ не обнаружено, т. е. эти операции необходимы для химич. осаждения  $\text{Ti}$ . Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия подтвердила наличие на ПВ осадков, полученных химич. методом, атомов  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$ .

**37.МБ.94. Интегральные мембранные белки: подход к созданию реалистичных моделей in silico.** Чугунов А. О., Новоселецкий В. Н., Арсеньев А. С., Ефремов Р. Г. Крит. техн. Мембраны. 2007, № 1, с. 21–31. Рус.; рез. англ.

Интегральные мембранные белки (МБ) - объекты исключительной биомедицинской важности. Знание их пространственных структур является ключевым фактором для направленного конструирования новых лекарственных препаратов, однако структуру интересующего МБ не всегда можно получить с помощью экспериментальных методов. Молекулярное моделирование может помочь в преодолении этих трудностей, но основным его ограничением является низкое качество получаемых теоретических моделей. Мы представляем новый метод оценки качества упаковки  $\alpha$ -спиральных сегментов в трансмембранных (ТМ) доменах МБ, основанный на анализе экспериментальных структур МБ высокого разрешения. Предложенная концепция классов белок-мембранного окружения позволяет численно оценить параметры упаковки спиралей в модели белка, основываясь на характеристиках отдельных аминокислотных остатков, описанных в терминах доступности мембране и полярности ближайшего белкового окружения. Показано, что метод дает возможность идентифицировать в больших наборах теоретических моделей конформацию, наиболее близкую к нативной структуре. Разработанный метод “оценивающей функции для МБ” может быть полезен при оптимизации ТМ упаковки теоретических моделей МБ, в частности, моделей G-белок сопряженных рецепторов.

**37.МБ.95. Влияние содержания добавок на эксплуатационные и структурные свойства нанополитрационных мембран из асимметричного полиэфирсульфона.** Effect of additive contents on the performances and structural properties of asymmetric polyethersulfone (PES) nanofiltration membranes. Ismail A. F., Hassan A. R. Separ. and Purif. Technol.. 2007. 55, № 1, с. 98–109, 10 ил., табл. 6 ил.. Библ. 30. Англ.

Исследовано влияние варьирования содержания поливинилпирролидона (ПВП) в пределах 1-9% на эксплуатационные свойства и структурную морфологию нанополитрационных мембран на основе асимметричного полиэфирсульфона. Показано, что увеличение содержания ПВП увеличивает проницаемость мембран и уменьшает их селективность по солям. С использованием моделирования показано увеличение радиуса пор мембран при добавлении 1% добавок.

**37.МБ.96. Получение сшитых сульфополиимидных мембран для топливных ячеек.** A facile approach for the preparation of cross-linked sulfonated polyimide membranes for fuel cell application. Fang Jianhua, Zhai Fengxia, Guo Xiaoxia, Xu Hongjie, Okamoto Ken-ichi. J. Mater. Chem.. 2007. 17, № 11, с. 1102–1108. Англ.

Сшитые сульфополиимидные мембраны для топливных ячеек получают проведением конденсации сульфогрупп и активных

атомов Н в сульфополиимидных мембранах в присутствии  $P_2O_5$  и метансульфокислоты в соотношении 1:10 или только  $P_2O_5$ . Получаемые связи сульфогрупп стабильны, вследствие чего получаемые мембраны имеют увеличенную водостойкость.

**37.МБ.97. Ковалентно сшитые мембраны на основе перфторсульфополимеров с полисилоксановыми сетчатыми структурами.** Covalently cross-linked perfluorosulfonated membranes with polysiloxane framework. *Chen Wei-Fu, Kuo Ping-Lin*. *Macromolecules*. 2007. 40, № 6, с. 1987–1994. Англ. Протонные мембраны с низкой проницаемостью метанола, получают совмещением мембран Nafion с ковалентно сшитой сетчатой структурой на основе 4,4'-метиленаанилина и 3-глицидоксипропилтриметоксилана с проведением ионной шивки при взаимодействии сульфогрупп мембран и аминогрупп полисилоксанов. Взаимодействие подтверждено методами светорассеяния рентгеновских лучей и ИК-спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения с фурье-преобразованием. Образование полисилоксановой сетки способствует протеканию микрофазового разделения гидрофобной и гидрофильной фаз, увеличению проницаемости протонов при температуре  $>70^\circ$  и значительному уменьшению проницаемости метанола.

**37.МБ.98. Усовершенствование полиамидных обратимых осмотических мембран с повышенной устойчивостью к хлору.** Development of a chlorine-resistant polyamide reverse osmosis membrane. *Shintani Takuji, Matsuyama Hideto, Kurata Naoki*. *Desalination*. 2007. 207, № 1–3, с. 340–348. Англ.

Исследована устойчивость к хлору ПА-мембран, получаемых на основе диаминов и хлоридов кислот, по сохранению молек. веса и потере массы после выдержки в хлорном растворе. Сделан вывод, что мембраны из ПА на основе  $N,N'$ -диметил-*p*-фенилендиамина и сочетания 1,3,5-бензолтрикарбонилтрихлорида и изофталойлхлорида имеют наиболее высокую устойчивость к хлору по сравнению с коммерческим ПА- и ацетилцеллюлозными обратимыми мембранами.

**37.МБ.99. Исследование проводимости мембран на основе комплексов поливинилового спирта и иода.** Conductivity studies of poly(vinyl alcohol)-iodine complex membrane. *Chetri Prafulla, Dass Narendra Nath, Sarma Neelotpal Sen*. *Polym. Bull.* 2007. 58, № 3, с. 489–494. Англ.

Мембраны на основе комплексов ПВС и иода получают окунанием пленки из ПВС в раствор  $I_2$ -KI. Получение комплексных мембран подтверждают данные ИК-спектров. Проводимость в твердом состоянии исследуют при 30 и  $300^\circ$  и варьировании частотных воздействий от 42 до 500 кГц. Сделан вывод, что  $I_2$  действует как КТ дегидратации ПВС. Обсужден возможный механизм дегидратации ПВС при действии  $I_2$  в качестве КТ.

**37.МБ.100. Синтез блоксополимеров с блоками полистирола и полистиролсульфокислоты и композиции, содер-**

**жащие блоксополимеры и поли-2,6-диметилфенилен-1,4-оксид, для изготовления протонных мембран.** Synthesis of poly(styrene-*b*-styrenesulfonic acid) and its blend with PPO for proton exchange membrane. *Cho Chang G., You Young G., Jang Hye Y., Woo Jung K., An Sung K.*. *J. Nanosci. and Nanotechnol.* 2006. 6, № 11, с. 3665–3669. Англ.

Блоксополимеры (БСПЛ) с блоками полистирола и полистиролсульфокислоты натриевой соли получают радикальной сополимеризацией мономеров в присутствии 2,2,6,6-тетраметилпиперидинил-1-оксирадикалов. Композиции, содержащие БСПЛ и поли-2,6-диметилфенилен-1,4-оксид используют для изготовления электролитных мембран с хорошими проводимостью протонов и термич. свойствами и низкой проницаемостью по метанолу.

**37.МБ.101. Чувствительные к величинам кислотности тонкие пленочные мембраны на основе поли-2-винилпиридина: получение микропористой структуры, инициируемое парами воды.** pH-responsive thin film membranes from poly(2-vinylpyridine): water vapor-induced formation of a microporous structure. *Orlov Maxim, Tokarev Ihor, Scholl Andreas, Doran Andrew, Minko Sergiy*. *Macromolecules*. 2007. 40, № 6, с. 2086–2091. Англ.

Микропористые тонкие пленочные мембраны (МБ) содержат двумерные субмикронные поры, размер которых варьируется в зависимости от величины кислотности. МБ получают на основе поли-2-винилпиридина, проведением частичной кватернизации под действием 1,4-диiodбутана; непрореагировавший 1,4-диiodбутан используют для формования МБ на солидном субстрате. Исследовано влияние относительной влажности на морфологию МБ и механизм образования пор.

**37.МБ.102. Мембранные биореакторы для получения горючих газов.** *Гасанова Л. Г., Садрадинова Э. Р.-К., Нетрусов А. И., Тепляков В. В., Зенькевич В. Б., Модигель М.* Крит. технол. Мембраны. 2007, № 1, с. 32–42, 6 ил., 2 табл.. Библи. 27. Рус.; рез. англ.

В статье представлены результаты соединения биологической непрерывной системы из трех ферментеров с блоком газоразделения - активными мембранными системами (мембранными контакторами и селективным мембранным вентилем). Цель работы интегрированной системы состоит в извлечении горючих компонентов ( $H_2$  и  $CH_4$ ) из газовых сред ферментеров наряду с биологической утилизацией сбросного  $CO_2$  из дымовых, промышленных и загрязненных воздушных потоков и органических стоков пищевых и молочных производств. Биосистема включает три последовательно соединенных ферментера: оксигенного фотосинтеза (на основе *Anabaena Varisibilis*), метантенка и фототрофного водородного на основе иммобилизованной культуры *Rhodospirillum rubrum*. Полное извлечение углекислотного газа из бинарных ( $CO_2/CH_4$  и



CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>) смесей проводилось на мембранных контакторах (на основе непористой мембраны из поливинилтриметилсилана) с водными растворами карбоната калия в роли абсорбента. Непрерывная трехреакторная бескомпрессорная интегрированная система позволяет производить из органических отходов и очищать газы с получением технически чистых CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>.

**37.МБ.103. Ферментация и испарение этанола через силиконовую мембрану биореактора.** *Jiang Quan, Shi Er, Huang Wei-xing, Xiao Ze-yi.* *Jingxi huagong=Fine Chem.*. 2007. 24, № 1, с. 50–54, 5 ил., 3 табл. Библ. 13. Кит.; рез. англ.

Рассмотрены условия проведения и механизм ферментации этанола, а также переход к непрерывному процессу ферментации при установке в биореакторе силиконовой мембраны.

**37.МБ.104. Использование мембраны из пористого анодного оксида алюминия в качестве колонки нанометрового диаметра для высокоэффективной жидкостной хроматографии.** *Use of porous anodic alumina membranes as a nanometre-diameter column for high performance liquid chromatography.* *Yamashita Tomohisa, Kodama Shuji, Ohto Mikiya, Nakayama Eriko, Takayanagi Nobutaka, Kemmei Tomoko, Yamaguchi Akira, Teramae Norio, Saito Yukio.* *Chem. Commun.*. 2007, № 11, с. 1160–1162. Англ.

Оценена возможность использования мембран из пористого анодного оксида алюминия в качестве колонки для нормально-фазовой ВЭЖХ с использованием фенола и толуола с подвижными фазами, имеющими различный состав растворителей.

**37.МБ.105. Микроскопия как средство анализа повреждения и засорения мембран.** *Microscopy as a tool for analysis of membrane failure and fouling.* *De Roever Emond W. F., Huisman Ingmar H.* *Desalination.* 2007. 207, № 1–3, с. 35–44. Англ.

Успешное действие обратно-осмотических систем часто затрудняется засорением и повреждением мембран. В данной работе описано использование оптической микроскопии и электронной микроскопии как средств для анализа засоренных и поврежденных мембран.

**37.МБ.106. Влияние анионного поверхностно-активного вещества на перенос меди(2+) через жидкую мембрану, содержащую новое синтезированное шиффово основание.** *Effect of anionic surfactant on transport of copper(II) through liquid membrane containing a new synthesis Schiff base.* *Rouhollahi Ahmad, Zolfonoun Ehsan, Salavati-Niasari Masoud.* *Separ. and Purif. Technol.*. 2007. 54, № 1, с. 28–33. Англ.

Изучен перенос Cu(2+) через объем хлороформа жидкой мембраны, содержащей новое тетраденатное шиффово основание, N,N-бис(салицилиден)-нафтилин-1,8-диамин, в качестве прекрасного синтетического переносчика. Если в случае кислотной принимающей фазы, не содержащей ПАВ, только незначит. процентное содержание меди м. б. перенесено в принимающую фазу после нескольких часов, то добавление

субмиллимолярных количеств анионного ПАВ, такого как додецилсульфат натрия, в принимающую фазу повышает процентное содержание перенесенной меди более чем на 97%. Изучены такие параметры, как pH исходной фазы, тип и конц-ия ПАВ и конц-ия переносчика. Этот перенос очень селективен по отношению к меди по сравнению со щелочными, щелочноземельными и некоторыми переходимыми и тяжелыми металлами.

**37.МБ.107. Проникновение единичных газов через композиционно различные мембраны на основе цеолита NaA: наблюдение межкристаллитной пористости в необычном, полукристаллическом слое.** *Single gas permeation through compositionally different zeolite NaA membranes: observations on the intercrystalline porosity in an unconventional, semicrystalline layer.* *Zah Jaco, Krieg Henning M., Breytenbach Jaco C.* *J. Membr. Sci.*. 2007. 287, № 2, с. 300–310. Англ.

Исследованы характеристики проникновения газов для необычного, полукристаллического (70%) слоя цеолита NaA, в котором граничная фаза заполнена аморфным алюмосиликатом, и сравнены с характеристиками для традиционной поликристаллич. мембраны. Использовано проникновение единичных газов, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и SF<sub>6</sub>, при двух т-рах (23 и 107°C). Проникновение всех газов через обычный слой повышалось с т-рой, указывая на определяющий вклад активир. диффузии газов при повышении т-ры. Типичное проникновение H<sub>2</sub> составило 4.8×10<sup>-7</sup> (23°C) и 6.5×10<sup>-7</sup> моль/м<sup>2</sup>×с×Па (107°C). Для полукристаллич. слоя такая же тенденция наблюдалась для N<sub>2</sub> и SF<sub>6</sub>, тогда как проникновение H<sub>2</sub> уменьшалось от 8.7×10<sup>-7</sup> (23°C) до 3.9×10<sup>-7</sup> моль/м<sup>2</sup>×с×Па (107°C). Это является следствием расширения межфазной поверхности кристалл/аморфное тело при повышении температуры.

**37.МБ.108. Полиморфные превращения и коалесценция частиц в нанокристаллических керамических порошках и мембранах на основе диоксида титана.** *Polymorphic transformations and particle coarsening in nanocrystalline titania ceramic powders and membranes.* *Zhang Hengzhong, Banfield Jillian F.* *J. Phys. Chem. C.* 2007. 111, № 18, с. 6621–6629. Англ.

Методы рентгеновской дифракции (XRD), просвечивающей электронной микроскопии и адсорбции газообразного азота были использованы для характеристики фазового состава, размера частиц и агрегационного состояния нанокристаллич. керамич. порошков и мембран (МБ) на основе диоксида титана. Порошки имели более свободные поверхности, менее плотную упаковку наночастиц и меньшие контакты наночастица-наночастица, чем МБ, и содержали много больших нанопор. Кинетика фазовых переходов между тремя нанофазами диоксида титана (анатаз, брукит и рутил) в образцах обоого типа была определена с помощью XRD в диапазоне т-р 500–600°C.

**37.МБ.109. Получение трехмерно упорядоченных макропористых мембран  $\text{SiO}_2$  с регулируемым размером пор.**

Preparation of three-dimensionally ordered macroporous  $\text{SiO}_2$  membranes with controllable pore size. *Zhao Kui, Fan Yiqun, Xu Nanping*. Chem. Lett.. 2007. 36, № 3, с. 464–465. Англ.

Получены трехмерно упорядоченные макропористые мембраны  $\text{SiO}_2$  с использованием метода соосаждения, в котором коллоидных частицы  $\text{SiO}_2$  применялись в кач-ве строительных блоков, а полиметилметакрилат - в кач-ве темплата. Размер пор упорядоченных макропористых мембран  $\text{SiO}_2$  регулировался изменением объемного отношения темплата к  $\text{SiO}_2$ .

**37.МБ.110. Изучение явлений осцилляции электрического потенциала через жидкую мембрану.**

Study on the oscillating phenomena of electrical potential across a liquid membrane. *Gao Jin Zhang, Dai Hong Xia, Chen Hua, Reng Jie, Yang Wu*. Chin. Chem. Lett.. 2007. 18, № 3, с. 309–312. Англ.

Изучены электр. осцилляции через жидкую мембрану (МБ) в системе вода/масло/вода с октанолом в кач-ве масляной фазы при введении двух противоположно заряженных поверхностно-активных веществ (ПАВ) в масляную и водную фазы, соответственно. Наблюдались устойчивые и ритмичные осцилляции. В определенной степени особенности осцилляции (напр., время индукции, частота, время жизни и ориентация пика импульса) строго зависят от св-в ПАВ, р-ренного в октанол. Механизм м. б. объяснен образованием и распадом МБ из ПАВ на основе двух ионов, что сопровождается образованием эмульсии на межфазной поверхности и рассматривается как эффект сочетания диффузии и реакции ассоциации вблизи межфазной поверхности.

**37.МБ.111. Зависящий от полярности электрохимически регулируемый перенос воды через мембраны на основе углеродных нанотрубок.**

Polarity-dependent electrochemically controlled transport of water through carbon nanotube membranes. *Wang Zuankai, Ci Lijie, Chen Li, Nayak Saroj, Ajayan Pulickel M., Koratkar Nikhil*. Nano Lett.. 2007. 7, № 3, с. 697–702. Англ.

Показано, как вода может эффективно смачивать и прокачиваться через сверхгидрофобные мембраны (МБ) на основе выстроенных многостеночных углеродных нанотрубок (УНТ) при приложении малого положительного смещения постоянного тока. При критическом смещении (~1.7 В) для МБ, действующей как анод, имеет место резкий переход от сверхгидрофобного к гидрофильному состоянию. Является интересным, что это явление является строго зависящим от полярности; при приложении отрицательного смещения к МБ для перехода требуется на два порядка более высокое смещение. Приведенные в данной работе зависимости смачиваемости от полярности и напряжения м. б. использованы для регулирования переноса жидкостей через МБ на основе УНТ, которые могут иметь различные применения.

**37.МБ.112. Роль неидеальности в проникновении Н через мембраны.**

The role of non-ideality in H permeation through membranes. *Flanagan Ted B., Wang D., Shanahan K. L.*. Scr. mater.. 2007. 56, № 4, с. 261–263. Англ.

Неидеальность может играть важную роль для диффузии Н через металлические мембраны (МБ) при больших концентрациях. Легко допустить, что если конц-ия Н в МБ является почти постоянной, но если имеется большой градиент, степень неидеальности будет изменяться поперек МБ. В данной работе представлена процедура перевода измеренных зависящих от конц-ии коэффициентов диффузии в не зависящие от конц-ии коэффициенты диффузии, когда имеет место существенный градиент.

**37.МБ.113. Перенос кислорода в  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ : химическое моделирование проницаемости и дефектности мембран.**

Oxygen transport in  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ : membrane permeation and defect chemical modelling. *Schroeder M., Dragan M.-A.*. J. Mater. Sci.. 2007. 42, № 6, с. 1972–1983. Англ.

Описана модель дефектности и переноса для легированного акцептором  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_{4+\delta}$  со слоистой структурой  $\text{K}_2\text{NiF}_4$ . Модель включает промежуточный подвижный кислород в щелях между слоями каменной соли и вакансии кислорода в перовскитовых слоях кристаллич. структуры. На основании литературных данных по отклонению от стехиометрии была рассчитана конц-ия дефектов для  $\text{La}_{1.5}\text{Se}_{0.5}\text{NiO}_{4+\delta}$  как функция от  $p(\text{O}_2)$  для 1.073–1.223 К. Применение модели переноса к данным по проникновению кислорода, полученным в данной работе, ясно показало, что перенос кислорода в  $\text{La}_{1.5}\text{Se}_{0.5}\text{NiO}_{4+\delta}$ , в первую очередь, обусловлен миграцией промежуточного подвижного кислорода в щелях между слоями кристаллич. структуры. В соответствии с расчетами на основании модели существенный вклад миграции вакансий в процесс проникновения кислорода должен ожидаться для парциального давления кислорода ниже  $10^{-5}$  бар при 1.223 К и далее ниже парциального давления при 1.073 и 1.173 К. Однако, до наст. времени данные по проницаемости не были достигнуты для таких низких значений парциальных давлений.

**37.МБ.114. Температурная зависимость коэффициента диффузии хлорида меди(II) в мембранах из пористого стекла.**

*Пак В. Н., Стримова Е. С.*. Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 2, с. 221–225. Рус.

Диффузионный транспорт водного 0.5 м. раствора  $\text{CuCl}_2$  исследован в серии мембран из пористого стекла с преобладающими радиусами пор от 4.5 до 70 нм в интервале температур 25–70°C. Повышение температуры вызывает рост и постепенное сближение коэффициентов диффузии, нивелируя их размерную зависимость от радиуса каналов мембран.

**37.МБ.115. Влияние состава формовочных растворов на структуру ультрафильтрационных мембран на основе вторичного ацетата целлюлозы.**

*Пачина О. В., Седелкин*

В. М., Денисова Г. П., Суркова А. Н., Рамазаева Л. Ф. Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 3, с. 7–9, 122. Рус.; рез. англ.

Предложена новая рецептура для получения ультрафильтрац. ацетат целлюлозных мембран. С целью повышения однородности растворов вторичного ацетата целлюлозы (ВАЦ) в ацетоне в исходные растворы для получения ультрафильтрац. мембран добавлен этиловый спирт. Исследовано влияние содержания этилового спирта в растворе (варьировали от 5% до 25% объемных) на структуру и разделительную способность мембран из 5, 7 и 10%-х по массе растворов ВАЦ. Структура ультрафильтрац. мембран исследована методом электронной микроскопии, растворов - методом спектра мутности.

**37.МБ.116. Моделирование разделения в системах полимеризации пропена смесей пропена и пропана через проницаемые мембраны.** Modeling of the separation of propene/propane mixtures by permeation through membranes in a polymerization system. *Castoldi Marcelo T., Pinto Jose C., Melo Priamo A.* Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 4, с. 1259–1269. Англ.

Представлена математич. модель разделения смесей пропена и пропана в системах полимеризации пропена через проницаемые мембраны. Показано, что полиимидные мембраны на основе диангирида 2,2-бис(3,4-декарбокисфенил)гексафторпропана и 2,3,5,6-тетраметил-1,4-фенилендиамин могут быть использованы в проницаемых модулях, выделяющих до 5% пропена в реактор, что значительно увеличивает производительность полимеризации.

**37.МБ.117. Синтез и свойства полидифенилацетиленов, содержащих силокси- и галоген/метильные группы, и их десилированные мембраны.** Synthesis and properties of poly(diphenylacetylenes) containing siloxy and halogen/methyl groups and their desilylated membranes. *Hu Yanming, Sakaguchi Toshikazu, Shiotsuki Masashi, Sanda Fumio, Masuda Toshio.* Polymer. 2007. 48, № 1, с. 43–49. Англ.

Полимеризовали дифенилацетилены, содержащие как силокси группы, так и галогеновые или метильные замещения, на  $TaCl_5$ - $n$ - $Bu_3Sn$  катализаторе. В результате получены высокомолекулярные образцы с хорошим выходом. Мембраны готовили отливкой полимера в толуоле. Образцы характеризовали с помощью ТГА и по газопроницаемости.

**37.МБ.118. Перераспределение частиц дисперсной фазы жидких высокомолекулярных систем при ультрафильтрационном разделении.** *Бабеньшев С. П., Евдокимов И. А.* Хранение и перераб. сельхозсырья. 2007, № 7, с. 77–79, 7. Рус.; рез. англ.

Показано, что решение задачи повышения производительности ультрафильтрационных установок основывается на том, что снижение проницаемости мембран прежде всего связано с явлением концентрационной поляризации в примембранной

зоне аппаратов. На основе анализа условной схемы силового взаимодействия частиц дисперсной фазы в поле физических сил разделяемой системы базируется рациональная ориентация мембранного канала ультрафильтрационных установок.

**37.МБ.119. Мембранный метод сохранит молоко.** *Фриденберг Г.* СФЕРА - молоко, масло, мороженое. 2006, № 2, с. 30–31. Рус.

Мембранные технологии очистки продукта - это, по сути, фильтрация, в которой роль перегородки выполняют тонкие полупроницаемые слои-мембраны - с определенным размером пор, толщина которых может составлять несколько десятков мкм. Мембраны наносят на специальные подложки. По размерам пор фильтрующей "сетки" рассматривают несколько типов мембранных процессов: микрофильтрация - отделяет частицы 0,05-10 мкм; ультрафильтрация - отделяет коллоидные частицы и высокомолекулярные вещества размером 0,001-0,05; нанофильтрация - определяет молекулы размером 0,0005-0,001 мкм; обратный осмос - отделяет молекулы и ионы размером менее 0,0005 мкм. Преимуществами мембранных технологий являются, например, увеличение выхода готовой продукции при производстве творога и сыров не менее чем на 15-30%. Данные технологии позволяют снизить количество молочной сыворотки, сбрасываемой в сточные воды. Переработка вторичных ресурсов при помощи данных технологий не только снижает нагрузку на очистные сооружения, но и улучшает экологизацию всего молочного производства. Мембранные технологии являются основой создания малоотходных, а при должной организации - и безотходных производств или комплексов.

**37.МБ.120. Растительное сырье в молочосодержащих десертных продуктах.** *Голубева Л. В., Мельникова Е. И., Терешкова Е. Б.* Молоч. пром-сть. 2006, № 2, с. 56–57. Рус.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Воронежской государственной технологической академии проведены комплексные исследования по разработке рецептуры и изучению функционально-технологических свойств нового структурированного молочного десерта "Загадка", полученного на основе творожной сыворотки и овощного наполнителя. В качестве молочной основы использовали ультрафильтрационный концентрат творожной сыворотки. Процесс ультрафильтрации осуществляли в аппарате с рулонными ацетатцеллюлозными мембранами производства ЗАО НТЦ "Владипор". Исследованы состав и свойства полученного концентрата. Полученный мусс "Загадка" отличается хорошими органолептическими показателями, характеризуется высокой пищевой и биологической ценностью, сочетает в себе уникальный нутриентный состав растительного и молочного сырья, а также характеризуется низкой калорийностью, что позволяет рекомендовать его использование в составе как общих рационов, так и для профилактики.

**37.МБ.121. Анализ процессов приготовления водомасляной эмульсии и определение ее стабильности.** Influence of environmental stresses on stability of O/W emulsions containing droplets stabilized by multilayered membranes produced by a layer-by-layer electrostatic deposition technique. *Aoki Tomoko, Decker Eric A., McClements D. Julian.* Food Hydrocolloids. 2005. 19, № 2, с. 209–220, 6 ил. Библ. 47. Англ.

Выполнено теоретическое и экспериментальное исследование и рассмотрена методика и процедура проведения исследований многостадийного процесса получения водомасляной эмульсии, стабилизированной путем использования многослойных мембран. Такие мембраны изготавливаются по технологии электростатического осаждения. Получаемая по рассматриваемой технологии эмульсия содержит мелкодисперсные частицы масла диаметром 0,3 мкм, стабилизированные с использованием мембран, содержащих слои додецилсульфата натрия, хитозана и пектина. Сообщено, что предлагаемая технология обеспечивает возможность получения высокостабильных водомасляных эмульсий, используемых в пищевой промышленности.

**37.МБ.122. Проницающая жидкая мембрана как сенсор для определения свободного никеля в водных образцах.** The permeation liquid membrane as a sensor for free nickel in aqueous samples. *Bayen Stephane, Wilkinson Kevin J., Buffle Jacques.* Analyst. 2007. 132, № 3, с. 262–267. Англ.

В работе изучено влияние состава органической фазы с целью максимизации потока никеля в широкой области концентраций (от 50 нМ до 100 мкМ) и для изучения возможности определения свободных ионов никеля в присутствии комплексов никеля. Смесь содержала 1,10-додecil-1,10-диаза-18-краун-6 и ди(2-этилгексил)фосфорную кислоту в смеси толуол-фенилгексан как оптимальной органической фазе для проникающей жидкой мембраны (I). Мембрана I позволяет определять свободный никель(2+) до концентраций  $10^{-7}$  М. Изучено влияние pH, оптимальный pH 6,0-7,8, однако при работе с реальными объектами создавали pH 7,2, при котором комплекс никеля с реагентом класса карбапенема из  $\beta$ -лактамов антибиотиков не очень устойчив.

**37.МБ.123. Численное изучение гибридной мембранной ячейки с полу- и полностью проницаемыми подсекциями.** Numerical study of a hybrid membrane cell with semi and fully permeable membrane subsections. *Miranda J. M., Campos J. B. L. M.* Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 4, с. 1215–1229. Англ.

Исследованы численными методами гибридные мембранные ячейки, состоящие из 128 секций, каждая из которых содержала подсекции, полностью и наполовину проницаемые. Гибридные ячейки разделяли исходный поток на 2 части: поток растворителя, направляющийся на полупроницаемую Мб, и поток концентрата, поступающий на полностью проницаемую Мб. Показано, что концентрац. поляризация в

гибридной ячейке намного ниже, чем в стандартной. Ячейка с бесконечным числом  $n$  секций в Мб имела лучшие характеристики: низкую поляризацию и высокую концентрацию в потоке концентрата. Т. к.  $n$  увеличивается до бесконечности, концентрирование в потоке концентрата ведет к концентрированию над полупроницаемой Мб, т. е. к тах концентрации внутри пограничного слоя.

**37.МБ.124. Феноменологическая теория глубины мембранной фильтрации.** Phenomenological theory of depth membrane filtration. *Polyakov Yuriy S.* Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 7, с. 1851–1860. Англ.

Для изучения характеристик полвоколлонной мембранной фильтрации разработана феноменологич. теория глубины мембранной фильтрации (DMF), в которой наружная сторона полых волокон Мб используется в качестве коллектора колл. частиц. Теория основана на обобщенном выражении для скорости осаждения частиц на поверхности Мб, в которой скорость осаждения пропорциональна произведению коэф. осаждения частиц и концентрации суспензии, причем коэф. осаждения является произвольной функцией массы осажденных частиц и скорости пермеации. Система уравнений решена методом конечных разностей Кранка-Николсона и методом приближений, использующим усредненную скорость пермеации в уравнении сохранения массы. Исследовано влияние проницаемости Мб на производительность фильтрации. Показана возможность использования приближенного решения для изучения и описания полвоколлонной фильтрации в теории DMF.

**37.МБ.125. Математическое моделирование проницаемости мембран.** *Пономарева О. М., Хван Н. В.* Узб. хим. ж.. 2005, № 6, с. 41–44. Рус.; рез. узб., англ.

Предлагается новый подход к моделированию проницаемости Мб с использованием метода Баруса-Бехгольда. При этом могут варьироваться показатели как рабочего давления, так и вязкости масла, температуры, линейной скорости потока масла вдоль Мб и концентрации загрязнений. Полученные результаты дают возможность получить высокопористый материал с заданными хим. и гидравлич. свойствами.

**37.МБ.126. Влияние нитрифицированной биопленки на локальные потоки кислорода через микропористую мембрану в виде плоского листа.** Influence of a nitrifying biofilm on local oxygen fluxes across a micro-porous flat sheet membrane. *Shanahan J. W., Semmens M. J.* J. Membr. Sci.. 2006. 277, № 1–2, с. 65–74. Англ.

Разработаны эксперименты, чтобы характеризовать перенос кислорода через микропористую мембрану в виде плоского листа с и без нитрифицированной аэрируемой биопленки на Мб (МАВ). Перенос кислорода через чистую Мб количественно определялся через средние коэф. массопередачи и локальные потоки, вычисленные из профилей растворенного

кислорода (ДО) по длине Мб. Сравнение локальных потоков у чистых и покрытых био пленкой Мб обнаружило, что перенос кислорода уменьшался в секциях вверх по потоку от Мб в течение культивации МАВ благодаря пониженной адвекции и/или турбулентности вблизи поверхности Мб. Напротив, перенос кислорода увеличивался в секциях вниз по потоку от Мб путем бактериального дыхания.

**37.МБ.127. Имитатор мембранного загрязнения - новый инструмент для контроля биозагрязнения спиральных мембран.** The Membrane Fouling Simulator as a new tool for biofouling control of spiral-wound membranes. *Vrouwenvelder J. S., Bakker S. M., Wessels L. P., van Paassen J. A. M.*. Desalination. 2007. 204, № 1–3, с. 170–174. Англ.

Имитатор мембранного загрязнения (MFS) может быть использован для определения количества и характеристик процесса загрязнения, в частности, падения давления; для неdestructивных (визуального, микроскопич.) наблюдений; анализа образцов Мб из MFS. Благодаря небольшому масштабу MFS, легкости контроля и малой потребности в воде и хим. веществ, появляется возможность в одновременном параллельном испытании нескольких единиц MFS. Сравнит. изучение MFS и модулей со спиральной Мб показало их одинаковое загрязнение. Подтверждена пригодность MFS для изучения и контроля биозагрязнений.

**37.МБ.128. Удаление из водных растворов ионов ртути с использованием композитных мембран.** Mercury ions removal from aqueous solution using an activated composite membrane. *Paez-Hernandez Maria Elena, Aguilar-Arteaga Karina, Galan-Vidal Carlos Andres, Palomar-Pardave Manuel, Romero-Romo Mario, Teresa Ramirez-Silva Maria.* Environ. Sci. and Technol.. 2005. 39, № 19, с. 7667–7670. Библ. 27. Англ.

Исследования связаны с тем, что загрязненность природных водоисточников тяжелыми металлами, в том числе ртутью, возрастает, и ее концентрации во многих случаях намного превышают нормы для питьевой воды. Сообщается об экспериментах, в которых ионы Hg(II) удалялись посредством композитной мембраны, при ее изготовлении применялась в виде носителя нетканная ткань, в материал которой импрегнировалась ди-(2-этилгексил)дитиофосфорная кислота, имеющая в структуре органич. лиганды, связывающие ионы ртути. В экспериментах раствор содержал Hg(II)  $2,5 \times 10^{-4}$  моль, в оптимальном варианте удаление составляло 98-100% в течение 120 мин.

**37.МБ.129. Кольматация мембран для фильтрации.** Etude du colmatage des membranes. *Ciobanu Gabriela, Carja Gabriela, Istrati Lacramioara, Harja Maria.* Stud. si cerc. sti. Chim. si ing. chim. Biotehnol. Ind. alim.. 2006. 7, № 2, с. 397–404. Библ. 9. Фр.; рез. англ.

Методы мембранного фильтрации широко применяются при подготовке питьевой воды, основной проблемой является

кольматация мембран. Рассматриваются методы фильтрации при постоянном трансмембранном давлении и при постоянном трансмембранном потоке, сравниваются типы мембран из ацетатцеллюлозы (АЦ, поры 0,2-0,3 мкм) и из полиуретана (ПУ, поры 1-2 мкм). Показано, что мембраны из АЦ удаляют органич. углерод из речной воды с эффективностью до 100% и из ПУ до 60%. Также показано, что в режиме перекрестноточного фильтрации время фильтроцикла увеличивается не менее, чем на 25% по сравнению с режимом фильтрации прямого, что связано с уменьшением интенсивности кольматации мембран.

**37.МБ.130. Извлечение примесей из потока воздуха в противоточном аппарате с плоско-параллельными микропористыми мембранами.** A counter-current parallel-plate membrane denuder for the non-specific removal of trace gases. *Ruiz Pablo A., Lawrence Joy E., Ferguson Stephen T., Wolfson Jack M., Koutrakis Petros.* Environ. Sci. and Technol.. 2006. 40, № 16, с. 5058–5063. Англ.

Представлена конструкция и рассмотрен принцип действия аппарата для извлечения газообразных примесей из потока воздуха методом диффузии через мембраны. Процесс предусматривает диффузию примесей из канала с исходной газовой смесью в два канала, по которым перемещаются компоненты очищенной смеси. Каналы выполнены в микропористом материале. Лаб. исследования показали, что при расходе газовой смеси 5 л/мин эффективность очистки исходного газа от CO составляет 84%, а от SF<sub>6</sub> - 72%. Оценено влияние скорости движения газовых потоков, длины каналов, физико-химич. свойств выделяемых газов и др. факторов на эффективность разделения газовых смесей. Проведено сравнение результатов лаб. и полевых испытаний рассматриваемой методики разделения газовых смесей и показано, что эти результаты аналогичны и стабильны в течение длительного времени. Результаты использования аппарата для выделения летучих органич. соединений показали, что снижение массы частиц извлекаемого соединения составляло ~30%.

**37.МБ.131. Исследование атомной силовой и сканирующей электронной микроскопией керамических мембран, покрытых оксидом железа.** AFM and SEM characterization of iron oxide coated ceramic membranes. *Karnik B. S., Baumann M. J., Masten S. J., Davies S. H.* (США, Michigan State University, East Lansing). J. Mater. Sci.. 2006. 41, № 20, с. 6861–6870. Англ.

Керамич. мембраны из Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> с нанесенным на них покрытием (ПК) из наночастиц Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> использовали для повышения качества воды. Промышленные мембраны 20-45 раз обрабатывали золей наночастиц со средним диаметром 4-6 нм, а затем 30 мин. спекали на воздухе при 900°C. Влияние спекания и толщины слоя покрытия исследовали атомной силовой (АСМ) и сканирующей электронной микроскопией

(СЭМ), а также энергодисперсионной спектроскопией. АСМ показала снижение шероховатости после нанесения покрытия  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . СЭМ показала, что толщина покрытия возрастает, микроструктура покрытия изменяется от мелкозернистой (средний размер зерен 27 нм) после нанесения 20 слоев покрытия, до крупнозернистой (средний размер зерен 66 нм) после нанесения 40 слоев покрытия с соответствующим увеличением размера пор с 57 нм до 120 нм. Оптимальное количество воды достигнуто при нанесении 40 слоев, т. е. при покрытии с однородной, крупнозернистой структурой с открытыми, наноразмерными сквозными порами.

**37.МБ.132. Селективный перенос четырехвалентного иона тория через объемную жидкую мембрану, содержащую 2-теноилтрифторацетон в качестве экстрагирующего носителя.** Thorium (IV) ion-selective transport through a bulk liquid membrane containing 2-thenoyltrifluoroacetone as extractant-carrier. *Yaftian M. R., Zamani A. A., Rostamnia S.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 49, № 1, с. 71–75. Библ. 27. Англ.

Определено, что эффективность переноса  $\text{Th}^{4+}$  через мембрану, приготовленную растворением 2-теноилтрифторацетона (ТФА) в  $\text{CCl}_4$ , из нитратной среды с низким pH в раствор HCl зависит от целого ряда параметров. А именно, pH среды, типа растворителя для носителя, типа и концентрации кислоты, температуры и продолжительности. Показано, что после 8 час  $95,4 \pm 1,2\%$   $\text{Th}^{4+}$  экстрагируется из  $10^{-4}$  М  $\text{Th}^{4+}$ , 1 М  $\text{NaNO}_3$  (pH 2, 4, 10 мл) в 0,5 М HCl (10 мл) через 0,02 М ТФА (20 мл). Селективность способа исследована на примере систем, содержащих  $\text{Th}^{4+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и/или  $\text{Cd}^{2+}$ .

**37.МБ.133. Свойства обратного осмоса смесей из бентонита и стеклянных шариков при низких давлениях уплотнения.** Reverse osmosis properties of bentonite/glass bead mixtures at low compaction pressures. *Saindon Rosanna, Whitworth T. M.* Appl. Clay Sci.. 2006. 31, № 1–2, с. 90–95. Англ.

Представлены результаты 6 экспериментов, проведенных со смесями, содержащими 100, 50, 25, 12 и 0% глины, с целью выявления их пригодности в качестве мембран. Образцы толщиной 0,56–1,40 мм готовили прессованием смесей при давлении 690 кПа. Определено, что мембранными свойствами обладают искусственные смеси из песка и глины с содержанием последней <12%. Вычисленный коэффициент отражения составляет 0,07 для 12% Na - бентонита и 0,26 для 100% глины. Стеклянные шарики подобны мелкогранулированному песку и не обладают свойствами мембран.

**37.МБ.134. Проницание кислорода через  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{O}_{3-\delta}$ -80/ $\text{CeO}_2$  асимметричный трубчатый мембранный реактор.** Oxygen permeation through the LSCO-80/ $\text{CeO}_2$  asymmetric tubular membrane reactor. *Yin Xiong, Hong Liang, Liu Zhao-Lin.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 1, с. 2–12. Англ.

Разработан новый суспензионный способ нанесения на внешнюю поверхность пористой  $\text{CeO}_2$  трубки мембраны в виде композита, содержащего одинаковые объемные доли  $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$ -80 ( $\lambda=0,8$ , LSCO) и  $\text{CeO}_2$ . Равномерное распределение частиц последнего в LSCO фазе амортизирует в ней механич. напряжение, возникающее из-за несоответствия коэф. терморасширения мембраны и основы. Определено, что целый ряд электрохимич. реакций, осуществленных в реакторе, характеризуются низким значением активационного энергетич. барьера ( $\sim 30$  кДж/моль) при 400–900°C. Энергия активации десорбции  $\text{O}_2$  с поверхности зависит от плотности  $\text{O}_2$  вакансий на поверхности, т. е. от  $\text{O}_2$  парциального давления.

**37.МБ.135. Синтез и свойства цеолитовых мембран типа А, полученных на поверхности частиц оксида алюминия.** *Chen Liang, Chen Ping, Zhong Yijun, Luo Mengfei, Xie Yunlong.* Guisuanyuan xuebao=J. Chin. Ceram. Soc.. 2006. 34, № 2, с. 233–236. Кит.; рез. англ.

Цеолитовые мембраны типа А были получены с использованием гидротермич. процесса, обеспечивающего возможность их синтеза на поверхности частиц оксида алюминия. Кристаллич. структура, морфология поверхности и свойства этих мембран были исследованы с применением рентгеновской дифракционной спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеивания света, а также сканирующей электронной микроскопии. Оценено влияние размеров зерен субстрата и технологич. параметров процесса изготовления этих мембран на их характеристики. Показано, что использование трехстадийного процесса обеспечивает получение цеолитовых мембран с толщиной пленки от 15 мкм до 50 мкм и является более эффективным по сравнению с двухстадийным процессом изготовления таких мембран.

**37.МБ.136. Полимерные мембраны для сепарации, наполненные гетерогенными частицами.** *Li Xian-feng, Lv Xiaolong, Xiao Chang-fa.* Gaofenzi cailiao kexue yu gongcheng=Polym Mater. Sci. Technol. Eng.. 2006. 22, № 4, с. 24–27, Табл. 1 ил.. Библ. 36. Кит.; рез. англ.

Представлены структуры и свойства (проницаемость, селективность и мех. свойства) полимерных мембран (МБ) для сепарации, наполненных гетерогенными частицами. Обсуждены способы и механизм получения МБ. Сделан вывод о перспективности МБ с гетерог. наполнителем.

**37.МБ.137. Синтез магнитных полимерных нанопроволок с молекулярными шаблонами с использованием нанопористого оксида алюминия.** Synthesis of magnetic molecularly imprinted polymer nanowires using a nanoporous alumina template. *Li Yong, Yin Xiao-Fei, Chen Fa-Rong, Yang Huang-Hao, Zhuang Zhi-Xia, Wang Xiao-Ru.* Macromolecules. 2006. 39, № 13, с. 4497–4499. Англ.

Описан метод получения магнитных нанопроволок с молекулярными шаблонами внутри пор МБ из нанопористого

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Молекула-шаблон (теофиллин) иммобилизовывалась на стенках пор МБ. Нанопоры наполняли затем смесью для предварительной полимеризации, содержащей супермагнитные нанокристаллиты MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. После полимеризации МБ последовательно удаляли растворением. Полученные магнитные полимерные нанопроволоки с молек. шаблонами способны более сильно связывать теофиллин, чем нанопроволоки без шаблонов.

**37.МБ.138. Получение и характеристика углеродных мембран на основе полифталазинонэфирсульфокетонов.** Preparation and characterization of carbon membranes made from poly(phthalazinone ether sulfone ketone). *Zhang Bing, Wang Tonghua, Zhang Shouhai, Qiu Jieshan, Jian Xigao.* Carbon. 2006. 44, № 13, с. 2764–2769. Англ.

Углеродные мембраны получают на основе полифталазинонэфирсульфокетонов (ПФК); мониторинг изменений структуры и хим. состава при пиролизе при 500-950° проводят методами ТГА, дифракции рентгеновских лучей, рентгеноэлектронной и ИК-спектроскопии с фурье-преобразованием. Потери массы ПФК при пиролизе при 800° составляют 43%. После проведения пиролиза мембраны имеют структуру подобную графиту; при этом в структуре содержатся ароматич. ядра.

**37.МБ.139. Получение полимерных нанокомпозитных мембран с проведением самосборки диоксида титана и исследование уменьшения загрязнений мембран в биореакторах.** Preparation of TiO<sub>2</sub> self-assembled polymeric nanocomposite membranes and examination of their fouling mitigation effects in a membrane bioreactor system. *Bae Tae-Hyun, Tak Tae-Moon.* J. Membr. Sci.. 2005. 266, № 1–2, с. 1–5. Англ.

Исследована способность самосборки TiO<sub>2</sub> на ПВ нанокомпозитных мембран (НКМ), что уменьшает их загрязнение при использовании в качестве фильтрац. мембран в биореакторах. Показано, что уменьшение загрязнения НКМ происходит с увеличением количества самособранных на ПВ наночастиц TiO<sub>2</sub>. Адсорбированные на ПВ загрязнения легко удаляются при сдвиговых воздействиях вследствие увеличения гидрофильности НКМ.

**37.МБ.140. Многослойные смешанные матричные мембраны с матрицей на основе поливинилового спирта для дегидратации смеси этанол-вода.** Poly(vinyl alcohol) multilayer mixed matrix membranes for the dehydration of ethanol-water mixture. *Guan Huai-Min, Chung Tai-Shung, Huang Zhen, Chng Mei Lin, Kulprathipanja Santi.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2, с. 113–122. Англ.

Многослойные смешанные матричные мембраны содержат матрицу на основе поливинилового спирта и цеолита, сшитую фумаровой кислотой, пористый промежуточный слой на основе СПЛ акрилонитрила и метилакрилата и полифенилсульфидный нетканый субстрат. Протекание швив-

ки матричного слоя поливинилового спирта и цеолита под действием фумаровой кислоты подтверждено методом ИК-спектроскопии с фурье-преобразованием; влияние шивки на термич. стабильность и температуру стеклования мембран методом ТГА и ДСК.

**37.МБ.141. Положительно заряженные асимметричные мембраны на основе бромметилированного бензилбромидом и in situ аминированного поли-2,6-диметил-1,4-фениленоксида. Ч. II. Влияние заряженных групп на морфологию и свойства мембран.** A novel positively charged asymmetry membranes from poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) by benzyl bromination and in situ amination. Pt II. Effect of charged group species on membrane performance and morphologies. *Tang Beibei, Xu Tongwen, Yang Weihua.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2, с. 123–131. Англ.

Положительно заряженные асимметричные мембраны (МБ) получают инверсией фаз содержащего амины орг. раствора бромметилированного бензилбромидом и in situ аминированного поли-2,6-диметил-1,4-фениленоксида. Исследовано влияние гидрофильности заряженных групп на селективность и структуру получаемых МБ. При использовании для получения положительно заряженных групп триметилбензиламмония, триэтилбензиламмония и трипропилбензиламмония одновременно увеличивают гидрофобность МБ. Показано, что проницаемость воды и задержка желатина МБ при разных величинах pH увеличивают с увеличением длины алкила.

**37.МБ.142. Изготовление мембран для разделения жидкостей. Ч. 1. Ультрафильтрационные мембраны, получаемые на основе композиций, содержащих совместимые полисульфоны и сополимеры 1-винилпирролидона и акрилонитрила.** Fabrication of membranes for the liquid separation. Pt I. Ultrafiltration membranes prepared from novel miscible blends of polysulfone and poly-(1-vinylpyrrolidone-coacrylonitrile) copolymers. *Kim J. H., Kang M. S., Kim C. K.* J. Membr. Sci.. 2005. 265, № 1–2, с. 167–175. Англ.

Композиции (КМ), содержащие совместимые полисульфоны и СПЛ 1-винилпирролидона и 2-16% акрилонитрила, получаемые радикальной сополимеризацией, используют для изготовления методом инверсии фаз ультрафильтрац. гидрофильных мембран (МБ). Анализ морфологии и совместимости полисульфонов и СПЛ проводят при добавлении СПЛ в разделяемые растворы. МБ непроницаемы для жидких растворов и проницаемы для воды.

**37.МБ.143. Гибридные процессы [микрофилтрации] через мембраны при ультразвуковых воздействиях, что улучшает филтрацию.** Ultrasound-membrane hybrid processes for enhancement of filtration properties. *Latt Kyaing Kyaing, Kobayashi Takaomi.* Ultrason. Sonochem.. 2006. 13, № 4, с. 321–328. Англ.

Исследовано с использованием техники отражения улучшение процесса микрофильтрации через мембраны при наложении ультразвуковых воздействий. Эффект улучшения микрофильтрации зависит от положения мембранного модуля. Показано, что на свойства мембран влияет распределение звукового давления.

**37.МБ.144. Мембраны для обезвоживания проведением прямого осмоса водного капролактама с концентрированным водным аммонийсульфатом.** Direct osmosis membrane process to de-water aqueous caprolactam with concentrated aqueous ammonium sulphate. *Tinge J. T., Krooshof G. J. P., Smeets T. M., Vergossen F. H. P., Krijgsman J., Hoving E., Altink R. M.* Chem. Eng. and Process.. 2007. 46, № 6, с. 505–512. Англ.

Исследовано обезвоживание проведением прямого осмоса через водопроницаемые мембраны (МБ) водного капролактама при осмотич. давл. концентрированного водного аммонийсульфата. Показана возможность проведения такого процесса с использованием двух композитных коммерческих листовых МБ и одной трубчатой. Результаты проведенных исследований хорошо совпадают с термодинамич. расчетами. Производительность листовых МБ составляет 0,57-0,67 кг/м<sup>2</sup>×ч.

**37.МБ.145. Электрохимические исследования мембран на основе поливинилиденфторида и гексафторпропилена, получаемых методом инверсии фаз.** Electrochemical studies on poly(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene) membranes prepared by phase inversion method. *Hwang Yun Ju, Jeong Soo Kyung, Nahn Kee Suk, Stephan Manuel A.* Eur. Polym. J.. 2007. 43, № 1, с. 65–71. Англ.

Проводящие ионы при -30-50° мембраны (МБ) на основе поливинилиденфторида и гексафторпропилена получают методом инверсии фаз в присутствии полиэтиленгликоля и в качестве растворителя ацетона или ДМФА. Морфология МБ значительно зависит от состава композиции и используемого растворителя. МБ используют как разделительные в ячейках LiCoO<sub>2</sub>/Li; МБ получаемые с использованием ДМФА имеют более высокую разрядную емкость.

**37.МБ.146. Механические свойства ламинированных композитов с нановолокнистыми мембранами.** Mechanical performance of laminated composites incorporated with nanofibrous membranes. *Liu L., Huang Z.-M., He C. L., Han X. J.* Mater. Sci. and Eng. A. 2006. 435-436, с. 309–317. Англ.

Исследовано экспериментально влияние пористых легких нетканых нановолокнистых мембран (НВМ) на мех. свойства ламинированных композитов, в состав которых они входят. НВМ изготавливают центрифугированием композиции, содержащей ПА 6, ЭС 609 и термопластичный ПУ; толщина НВМ 20-150 мкм. НВМ модифицируют ламинированием на обе ПВ тонкого слоя на основе ЭС и стеклянных наполнителей. НВМ охарактеризованы методами сканирующей электронной микроскопии; проведено тестирование прочностных свойств.

Сделан вывод, что НВМ не влияют на мех. свойства формируемых ламинированных композитов.

**37.МБ.147. Моделирование образования структур при получении высаждением при окунании полимерных мембран.** Phase field simulations of early stage structure formation during immersion precipitation of polymeric membranes in 2D and 3D. *Zhou Bo, Powell Adam C.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2, с. 150–164. Англ.

Многие промышленные мембраны, используемые для фильтрации и очистки воды, получают высаждением при окунании. Проведено моделирование стадии разделения жидкость-жидкость в процессе высаждения, определяющей конечную морфологию мембран.

**37.МБ.148. Характеристика каталитического мембранного реактора синтеза Фишера-Тропша.** Performance of a catalytic membrane reactor for the Fischer-Tropsch synthesis. *Khassin A. A., Sipatrov A. G., Yurieva T. M., Chermashentseva G. K., Rudina N. A., Parmon V. N.* Catal. Today. 2005. 105, № 3–4, с. 362–366. Англ.

Монолитные мембраны-композиты изучались в синтезе Фишера-Тропша (484 К, 0,6 МПа). Мембранные элементы с внешним диаметром 42 мм сочетают высокие производительность по углеводородам C<sub>5+</sub> (>55 кг/м<sup>3</sup>×ч), селективность по ним (до 90%), теплопроводность и механическую прочность.

**37.МБ.149. Оптимизация методик ультразвуковой очистки загрязненных ультрафильтрационных мембран в молочной промышленности.** The optimisation of ultrasonic cleaning procedures for dairy fouled ultrafiltration membranes. *Muthukumaran Shobha, Kentish Sandra, Lalchandani Sharan, Ashokkumar Muthupandian, Mawson Raymond, Stevens Geoff W., Grieser Franz.* Ultrason. Sonochem.. 2005. 12, № 1–2, с. 29–35. Англ.

В ультрафильтрации сыворотки в молочной промышленности используются мембраны. Их широкое применение ограничено загрязнением. Для очистки загрязненных мембран используются различные методы. На примере полисульфоновых мембран показано, что применение ультразвука существенно повышает эффективность очистки при всех экспериментальных условиях. Эффект ультразвука объяснен повышением турбулентности в очищающих растворах.

**37.МБ.150. Разработка ионоселективных мембранных электродов для экспресс-анализа ионов щелочных и щелочноземельных металлов в технологических водах ТЭС.** Национальная конференция по теплоэнергетике НКТЭ-2006, Казань, 5-8 сент., 2006: Материалы докладов. *Чичиров А. А., Гильмиянова А. А., Закиров Р. Н., Джабаров В. А.* (Казанский государственный энергетический университет, Казанский государственный технологический университет). 2006, с. 129–131, 3 ил.. Библ. 5. Рус.



Потребность в создании датчиков для экспресс-анализа ионов щелочных и щелочноземельных металлов в водных средах определяется необходимостью контроля различных технол. процессов с целью владения данными о содержании этих ионов в растворе в короткие сроки. Для определения ионов щелочных и щелочноземельных металлов наиболее хорошие результаты достигнуты для ионоселективных электродов (ИСЭ) с пластифицированными мембранами, содержащие макромолекулы ионофора. Эти соединения отличаются способностью вследствие ион-дипольного взаимодействия образовывать комплексы с ионами щелочных и щелочноземельных металлов в растворах и переносить связанный катион через разнообразные искусственные мембраны. Природа компонентов, используемых для получения диагностич. сигнала, является главным для определения рабочих характеристик ИСЭ, а именно: избирательность, срок годности и время отклика. Актуальность разработки ИСЭ вызвана их широким применением в области производственного контроля. Использование ИСЭ в процессе водоподготовки на ТЭС позволяет автоматически контролировать ионный состав исходной воды, а также ее состав на разных стадиях обработки. Датчики на основе ИСЭ можно поместить прямо в технол. раствор, где они будут приобретать тот или иной эл. потенциал в зависимости от состава раствора. Мгновенно полученные данные можно ввести в вычислительную машину для управления регулятором. Применение ИСЭ мембран сдерживается сложностью получения некоторых компонентов достаточно чистыми и в значительных колич., необходимостью защиты чувствительного элемента от вредных воздействий среды и высокой стоимостью некоторых компонентов мембран.

**37.МБ.151. Emulsification par membrane, un procede economie en energie: exemple des bases laitieres a foisonner.**

Actes du 4 Colloque franco-roumain de chimie appliquee (COFrRoCA - 2006), Clermont-Ferrand, 28 juin-2 juill., 2006. *Berot Serge, Anton Marc, Riaublanc Alain, Desrumaux Anne, Vial Christophe.* 2006, с. 282. Фр.

В противоположность стандартному процессу эмульгирования (гомогенизации при высоком давлении, ротор/статор...) образование эмульсии при микрофльтрации происходит за счет слабого тангенц. воздействия: фаза, подвергаемая диспергированию, проходит через поры Мб в направлении, обратном обычному, и капельки отрываются от поверхности Мб благодаря уменьшению поверхностного натяжения и тангенциальному воздействию сплошной фазы. Этот процесс более экономичен, т. к. разрушение макромолекул эмульгаторов ограничено. Изучено влияние диам. пор Мб (0,1 или 0,5 мкм), соотношения сплошной и дисперсной фаз и типа стабилизатора эмульсий (желатин и смесь гидроколлоидов) на реологич. и гранулометрич. характеристики. Найдено, что эмульсии, полученные на Мб 0,1 мкм, имеют высокие реоло-

гич. показатели и размеры капелек, соответствующие твердым и стабильным сферам.

**37.МБ.152. Оптимизация технологии переработки жидких радиоактивных отходов на модульной мембранно-сорбционной установке.** Технологии и системы обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок: Сборник научных трудов. *Епимахов В. Н., Смирнов В. Д., Глушков С. В., Олейник М. С., Панкина Е. Б.* 2006, с. 224–231. Библиограф. 8. Рус.

Модульная мембранно-сорбционная установка предназначена для очистки и концентрирования низкоактивных (менее 10<sup>6</sup> Бк/л) жидких радиоактивных отходов и обладает производительностью до 0,5 м<sup>3</sup>/ч. Установка включает в свой состав механические фильтры, ультрафильтрационный модуль, обратноосмотический модуль, ионообменный модуль, а также емкости исходной и финишной воды, промежуточную емкость с реактором-отстойником и насосно-вентильное оборудование. Очищенный от радионуклидов фильтрат (финишная вода) может поступать на сброс или повторное использование, а концентрат радиоактивных отходов - на хранение или цементирование. Модули и блоки соединены при помощи труб и арматуры в две технологические линии очистки воды.

**37.МБ.153. Послойное формирование селективных слоев ультрафильтрационных мембран.** Структура и динамика молекулярных систем: 13 Всероссийская конференция (Яльчик - 2006), Яльчик, 2006: Сборник статей. *Яскевич А. Л., Бильдюкевич А. В., Касперчик В. П.* 2006, с. 480–483. Рус. Разработаны методы модификации ультрафильтрационных мембранных элементов различной конфигурации на основе ПА, полисульфона и ПАН для промышленного использования.

**37.МБ.154. Chromium oxide thin films synthesis.** International Conference "Radiation Interaction with Material and its Use in Technologies 2006", Kaunas, 28-30 Sept., 2006: Program and Materials. *Navickas Edvinas, Milcius Darius, Laukaitis Giedrius.* 2006, с. 236–239. Англ.

Оксидные материалы с высокой протонной проводимостью являются хорошими кандидатами для разделяющих водород мембран (МБ); такие МБ обладают высокой селективностью при выделении водорода. Одним из кандидатов с протонной проводимостью является оксид хрома корундового типа. Кроме того, оксид хрома обладает каталитич. св-вами, что полезно при использовании для расщепления углеводородов до водорода и углерода. Целью данной работы явился синтез тонких пленок оксида хрома(3+), которые м. б. использованы в протонных МБ. Такие пленки были синтезированы путем термического прокаливания тонких пленок Cr при различных т-рах на воздухе.

**37.МБ.155. Взаимодействие полиакриловой кислоты с фосфатидилхолиновыми мембранами.** 4 Всероссийская

Каргинская конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика В. А. Каргина, “Наука о полимерах 21-му веку”, Москва, 29 янв.-2 февр., 2007: Тезисы устных и стендовых докладов. *Семина И. Г., Филиппов А. В.* 2007, с. 419. Рус.

Исследовано влияние полиакриловой кислоты (ПАК) на структурно-динамич. свойства мембран, а именно: на фазовый переход гель-жидкий кристалл в бислойных фосфолипидных мембранах и на фазовое состояние системы ПАК - фосфатидилхолин, находящейся в жидкокристаллич. состоянии. Методами ЯМР Р<sup>31</sup> спектроскопии и ДСК показано, что воздействие ПАК даже в незначительной концентрации (0,5 мольных % по отношению к фосфолипиду и выше) приводит к сглаживанию предперехода и значительному увеличению температурной области основного перехода, причем переход в этих условиях разбивается на несколько этапов. Воздействие ПАК при температуре выше температуры фазового перехода вызывает возрастание разупорядоченности липидных молекул в составе бислоя. Эффект увеличивается с ростом концентрации ПАК и зависит от природы жирнокислотных хвостов фосфолипидных молекул. При концентрации ПАК выше 5% (вес) наблюдается разрушение лецитиновых липосом и образование более мелких агрегатов.

**37.МБ.156. Волокнистые фильтрующие мембраны в технологии электропрядения.** Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. *Шутов А. А., Алонцева Н. М., Шкадов В. Я.; Калуж. науч. центр.* 2006, с. 106–110, 2 ил.. Библ. 9. Рус.

Рассмотрен метод получения фильтрующих материалов из ультратонких волокон. Использована технология электропрядения, в которой под действием сильного электрического поля из полимерных струй образуются тонкие волокна вплоть до нанодиапазона. Заряжаемые волокна собираются на противозлектроде в виде волокнистого материала, который в данном случае содержит слои волокон разной толщины. Мембраны получены из растворов ацетилцеллюлозы и фторопластов в виде чередующихся слоев мелких и крупных волокон. Функционально слой тонких волокон определяет фильтрующие свойства. Слои крупных волокон обеспечивают механическую прочность мембраны.

**37.МБ.157. Получение пространственно упорядоченных наноструктур на основе пористых матриц.** Конкурс научных работ молодых ученых МГУ им. М. В. Ломоносова: Сборник рефератов. N 31. *Напольский К. С.* М.: МАКС Пресс. 2007, с. 99–100. Рус.

Работа относится к весьма актуальному и быстро развивающемуся научному направлению - получение наноструктурированных материалов и изучение их функциональных свойств. В качестве объектов исследования были выбраны пористые матрицы с упорядоченным расположением каналов

(пленки анодированного оксида алюминия, мезопористый оксид кремния, фотонные кристаллы), а также каталитически активные (Pt, Pd, PtRu) и магнитные (Fe, Co, Ni, сплавы Fe-Co, Fe-Pt, слоистые наночастицы Ni/Cu, Co/Pt) нанокомпозиты на их основе. Выбор объектов исследования обусловлен возможностью изучения на их примере как фундаментальных задач (процессы самоорганизации и магнетизм в пространственно-упорядоченных наносистемах), так и решения широкого круга прикладных вопросов, связанных с созданием мембранных материалов для разделения и очистки газов, производством высокоэффективных гетерогенных катализаторов, а также получением магнитных нанокомпозитов для устройств хранения информации со сверхвысокой плотностью записи.

**37.МБ.158. Моделирование процессов экстракции РЗЭ жидкими мембранами в нестационарных условиях.** Химическая технология: Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ’07, Москва, 17-23 июня, 2007 и Региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии, Ташкент, 6-8 июня, 2007 (посвящается 100-летию со дня рождения академика Николая Михайловича Жаворонкова). Т. 4. *Копырин А. А., Афонин М. А., Фомичев А. А., Бахарев М. С.* М.: ЛЕНАНД. 2007, с. 153–155. Библ. 4. Рус.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанная математическая модель способна вполне адекватно описывать различные варианты реализации процессов экстракционного разделения РЗЭ в нестационарных условиях.

**37.МБ.159. Электрохимический способ получения регенерационных растворов для анионитов и утилизация растворов после регенерации анионитовых фильтров.** 5 Международный конгресс по управлению отходами и природоохранными технологиями (ВэйстТэк-2007), Москва, 29 мая-1 июня, 2007: Сборник докладов. *Господинов Д. Г., Шкарин А. В.* М.: СИБИКО Инт.. 2007, с. 451. Рус.

Разработан способ электрохимической утилизации растворов после регенерации ионитовых фильтров. Регенерационный раствор после промывки анионита подвергается электрохимической обработке в электролизере с мембраной. Поскольку отработанный регенерационный раствор, содержащий до 5-10% солей, обладает высокой электропроводностью, поэтому в таком растворе происходит целый ряд электрохимических превращений, в результате которых в катодном пространстве возрастает рН раствора, а в анодном пространстве наоборот - рН раствора снижается. Раствор из катодного пространства можно использовать для регенерации анионита, а раствор из анодного пространства можно использовать для предварительной регенерации катионита. Следует отметить, что для регенерации анионита регенерационный раствор можно получить из 5-6% водного раствора поваренной соли. Режим проведения электролиза зависит от конструкции

электролизера, межэлектродного пространства, силы тока, производительности и т. д. Время электролиза подбирается экспериментально.

**37.МБ.160. Современная технология очистки минерализованных сточных вод нефтепереработки.** Нефтегазопереработка и нефтехимия - 2007: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 22 мая, 2007, проводимой в рамках 7 Конгресса нефтегазопромышленников России и 15 Международной специализированной выставки "Газ. Нефть. Технологии - 2007", Уфа, 22-25 мая, 2007. Хангильдин Р. И., Абдрахимов Ю. Р., Шарафутдинова Г. М.. 2007, с. 303–304. Рус.

Установка, включающая узел механич. очистки от нефтепродуктов содержит узел механич. очистки и узел мембранного обессоливания. Технология позволяет создать замкнутый водооборот электрообессоливающих установок НПЗ при степени использования воды не менее 95% и обеспечить экологически чистое производство, исключающее сброс сточных вод.

**37.МБ.161. Исследование состава сточных вод, образующихся при регенерации анионообменных фильтров.** Нефтегазопереработка и нефтехимия - 2007: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 22 мая, 2007, проводимой в рамках 7 Конгресса нефтегазопромышленников России и 15 Международной специализированной выставки "Газ. Нефть. Технологии - 2007", Уфа, 22-25 мая, 2007. Быковский Н. А., Фанакова Н. Н., Щепарева Ю. С.. 2007, с. 300–301. Рус.

Исследование состава СВ от регенерации анионообменных фильтров показало, что такую воду можно подвергать электрохимич. обработке в электролизере с ионообменными мембранами. При этом возможна не только очистка стока от солей, концентрация которых значительно превышает ПДК, но и получение гидроксида натрия и смеси соляной и серной кислот, которые можно использовать в процессе регенерации как анионообменных, так и катионообменных фильтров.

**37.МБ.162. Способ сбора и отвода фильтрата на полигоне ТБО с предочисткой фильтрата.** 5 Международный конгресс по управлению отходами и природоохранными технологиями (ВэйстТэк-2007), Москва, 29 мая-1 июня, 2007: Сборник докладов. Вострецов С. П.. М.. СИБИКО Инт.. 2007, с. 260–262. Рус.

В основании полигона твердых бытовых отходов сооружают многослойный противофильтрационный экран с дренажным прослоем, организуют сбор и отвод фильтрата, причем верхний слой экрана выполняют фильтрующим с заданными параметрами проницаемости, обеспечивающими отстаивание и анаэробную очистку фильтрата, собранного над фильтрующим слоем экрана, дополнительную очистку фильтрата в дренажном прослоем и его отведение через дрена, укладываемые

в дренажном прослоем над нижним водоупорным слоем экрана. Для устройства верхнего слоя экрана используют мембраны на основе бентонитовых глин. Применение данного устройства для сбора очистки и отвода фильтрата на полигоне ТБПО позволяет отказаться от создания большой регулирующей емкости (пруда-накопителя), обеспечить эффективную предварительную очистку стоков перед очистными сооружениями и исключить загрязнение подземных вод стоками полигона.

**37.МБ.163. Взаимосвязь между параметрами вольт-амперных кривых и свойствами перфторированной мембраны МФ-4СК.** 3 Всероссийская конференция "Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах" (ФАГРАН-2006), Воронеж, 8-14 окт., 2006: Материалы конференции. Кононенко Н. А., Березина Н. П., Лоза Н. В., Тимофеев С. В.. 2006, с. 802–805. Рус.

В последние годы появились работы (J. J. Krol, M. Wessling, H. Strathman, S.-H. Moon, D. Belanger, R. Ibanez, D. F. Stamatialis и др.), в которых для характеристики коммерческих и опытных мембранных материалов используется метод вольтамперометрии, позволяющий исследовать свойства мембран в условиях, приближенных к реальным. Поэтому в настоящей работе поставлен вопрос о зависимости между параметрами вольт-амперных характеристик (ВАХ) и свойствами мембранного материала. Для выявления такой взаимосвязи представляло интерес исследовать изменение параметров вольт-амперной кривой после различных воздействий на перфторированную сульфокатионитовую мембрану МФ-4СК (производства ОАО "Пластполимер", г. Санкт-Петербург, Россия). Для этого применялись различные способы кондиционирования образцов, влияющие на гидрофильные свойства мембраны, взаимодействие мембраны с ионами тетрабутиламмония (ТБА<sup>+</sup>), оказывающими существенное дегидратирующее действие на мембрану, а также введение ароматических цепей полианилина в темплатную матрицу МФ-4СК. В качестве параметров ВАХ использовались величина предельного тока ( $i_{пр}$ ), потенциалы наступления предельного ( $\Delta E_{пр}$ ) и сверхпредельного ( $\Delta E_{кр}$ ) состояния, а также протяженность плато предельного тока ( $\Delta$ ).

**37.МБ.164. Вычисление гидродинамической проницаемости мембраны ячеечными методами.** 3 Всероссийская конференция "Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах" (ФАГРАН-2006), Воронеж, 8-14 окт., 2006: Материалы конференции. Васин С. И., Филиппов А. Н.. 2006, с. 712–715. Библ. 6. Рус.

В рамках ячейечной модели исследован процесс обтекания вязкой жидкостью тв. сферич. частицы, покрытой пористым слоем с использованием всех известных граничных условий на поверхности ячейки и вычислена гидродинамич. проницаемость совокупности таких частиц, моделирующей пористостую мембрану.

**37.МБ.165. Emulsification par membrane, un procede economie en energie: exemple des bases laitieres a foisonner.**

Actes du 4 Colloque franco-roumain de chimie appliquee (COFrRoCA - 2006), Clermont-Ferrand, 28 juin-2 juill., 2006. *Berot Serge, Anton Marc, Riaublanc Alain, Desrumaux Anne, Vial Christophe*. 2006, с. 282. Фр.

В противоположность стандартному процессу эмульгирования (гомогенизации при высоком давлении, ротор/статор...) образование эмульсии при микрофильтрации происходит за счет слабого тангенц. воздействия: фаза, подвергаемая диспергированию, проходит через поры Мб в направлении, обратном обычному, и капельки отрываются от поверхности Мб благодаря уменьшению поверхностного натяжения и тангенциальному воздействию сплошной фазы. Этот процесс более экономичен, т. к. разрушение макромолекул эмульгаторов ограничено. Изучено влияние диам. пор Мб (0,1 или 0,5 мкм), соотношения сплошной и дисперсной фаз и типа стабилизатора эмульсий (желатин и смесь гидроколлоидов) на реологич. и гранулометрич. характеристики. Найдено, что эмульсии, полученные на Мб 0,1 мкм, имеют высокие реологич. показатели и размеры капелек, соответствующие твердым и стабильным сферам.

**37.МБ.166. Оптимизация технологии переработки жидких радиоактивных отходов на модульной мембранно-сорбционной установке.** Технологии и системы обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок: Сборник научных трудов. *Епимахов В. Н., Смирнов В. Д., Глушков С. В., Олейник М. С., Панкина Е. Б.* 2006, с. 224–231. Библиограф. 8. Рус.

Модульная мембранно-сорбционная установка предназначена для очистки и концентрирования низкоактивных (менее  $10^6$  Бк/л) жидких радиоактивных отходов и обладает производительностью до 0,5 м<sup>3</sup>/ч. Установка включает в свой состав механические фильтры, ультрафильтрационный модуль, обратноосмотический модуль, ионообменный модуль, а также емкости исходной и финишной воды, промежуточную емкость с реактором-отстойником и насосно-вентильное оборудование. Очищенный от радионуклидов фильтрат (финишная вода) может поступать на сброс или повторное использование, а концентрат радиоактивных отходов - на хранение или цементирование. Модули и блоки соединены при помощи труб и арматуры в две технологические линии очистки воды.

**37.МБ.167. Послойное формирование селективных слоев ультрафильтрационных мембран.** Структура и динамика молекулярных систем: 13 Всероссийская конференция (Яльчик - 2006), Яльчик, 2006: Сборник статей. *Яскевич А. Л., Бильдюкевич А. В., Касперчик В. П.* 2006, с. 480–483. Рус. Разработаны методы модификации ультрафильтрационных мембранных элементов различной конфигурации на

основе ПА, полисульфона и ПАН для промышленного использования.

**37.МБ.168Д. Разработка и оценка потребительских свойств хлебобулочного изделия функционального назначения, обогащенного фосфолипидными продуктами.** канд. техн. наук. *Пахомова Е. Н.* Кубан. гос. технол. ун-т, Краснодар, 2006, 25 с., ил. Библиограф. 13. Рус.

Научно обоснована и экспериментально доказана целесообразность и эффективность применения фосфолипидного продукта “ФЭИС” в качестве эффективной комплексной добавки к хлебобулочным изделиям. Впервые выявлено, что по степени проявления антиоксидантных, мембранопротекторных и радиопротекторных свойств фосфолипидные продукты располагаются в ряд по возрастанию: фосфолипидный продукт “Холин”→подсолнечные активированные фосфолипиды→фосфолипидный продукт “ФЭИС”. Установлено, что по степени связывания фосфолипидов с белками клейковины пшеничной муки фосфолипидные продукты располагаются в ряд по возрастанию: фосфолипидный продукт “Холин”→подсолнечные активированные фосфолипиды→фосфолипидный продукт “ФЭИС”. Выявлено положительное влияние фосфолипидного продукта “ФЭИС” на хлебопекарные свойства пшеничной муки, структурно-механические свойства теста и качество хлебобулочных изделий. Теоретически и экспериментально обоснованы рекомендуемые дозировки фосфолипидного продукта “ФЭИС” к хлебобулочным изделиям, а также способы приготовления теста с внесением фосфолипидного продукта “ФЭИС”. Выявлено положительное влияние фосфолипидного продукта “ФЭИС” на потребительские свойства, включая пищевую и физиологическую ценность, а также сроки сохранения свежести хлебобулочных изделий.

## Патенты

**37.МБ.169П. Мембрана из твердого полимерного электролита и топливный элемент с ее использованием.** Solid polymer electrolyte membrane and fuel cell comprising same: Пат. 7097926 США, МПК Н 01 М 8/10 (2006.01), Н 01 М 2/00 (2006.01). *Honda Giken Kogyo, Suenaga Toshihiko, Kimura Nobuaki*. №09/983518; Заявл. 24.10.2001; Опубл. 29.08.2006: Приор. 24.10.2000, №2000-324478(Япония); НПК 429/33. Англ.

Патентуется усовершенствованная конструкция мембраны (МБ) из тв. полимерного электролита, облегчающая ее герметизацию при использовании в составе топливного элемента. Предлагается зона вдоль контура МБ, которая входит в узел герметизации и не участвует в процессе генерации тока, покрывать слоем гидрофобного материала (фторированные смолы). Благодаря наличию такого слоя предупреждается

деформация по крайней мере покрытого участка МБ за счет изменения влажности окружающей среды. Как результат, снижаются требования к поддержанию влажности среды при сборке топливного элемента и улучшается надежность герметизации мембраны.

**37.МБ.170П. Структура узла герметизации и процесс формования резиновой прокладки.** Sealing structure of fuel cell and process for molding rubber packing: Пат. 7052797 США, МПК Н 01 М 2/08 (2006.01). Tigers Polymers Corp., Nakamura Yuzo, Takao Naruhito. №10/212517; Заявл. 06.08.2002; Оpubл. 30.05.2006; Приор. 26.07.1999, №11-210685(Япония); НПК 429/36. Англ.

Патентуется способ герметизации топливного элемента с тв. полимерным электролитом. Узел герметизации представляет собой стык между отдельным мембранно-электродным блоком и сепараторной платой. Для обеспечения герметизации стыка предлагается на периферию сепараторной платы наносить покрытие на основе резины (вулканизирующейся или поддающейся сшивке под воздействием сшивающих агентов или радиоактивного излучения). Формовка такого покрытия осуществляется по маске путем многократного напыления раствора вулканизируемой резины и др. необходимых компонентов в соответствующем растворителе. После удаления растворителя производится вулканизация (сшивка) резины, в результате чего на поверхности сепараторной платы образуется адгезионно прочно связанная с платой резиновая прокладка равномерной толщины. Указанная технология обеспечивает надежную герметизацию топливного элемента.

**37.МБ.171П. Способ и устройство для насыщения кислородом сточных вод.** System and method for oxygenation for wastewater treatment: Пат. 7163632 США, МПК <sup>7</sup> В 01 F 3/04, С 02 F 3/02. Speece Richard E.. №11/342726; Заявл. 30.01.2006; Оpubл. 16.01.2007; НПК 210/621. Англ.

Способ предназначен для увеличения окислительной мощности реактора для очистки СВ и повышения эффективности их очистки за счет увеличения концентрации растворенного кислорода в иловой смеси до 300 мг/л. В соответствии со способом основными элементами системы являются узел насыщения СВ кислородом (УНСВ), шахта для насыщения иловой смеси кислородом (ШНИС) и реактор. В УНСВ под давлением подаются кислород и СВ и производится их смешение. В ШНИС находятся 3 трубы, в крайние подаются смесь из УНСВ и иловая смесь из реактора, по средней в реактор возвращается поступление из крайних труб. Выход реактора соединен с вторичным отстойником, но может быть применена и мембранная схема.

**37.МБ.172П. Способ и устройство для увеличения эффективности очистки сточных вод.** System and method for enhanced wastewater treatment: Пат. 7163629 США, МПК <sup>7</sup> С 02 F 3/28, С 02 F 1/36. Virginia Tech Intellectual Properties, Inc.,

Abu-Orf Mohammad, Blumenschein Charles D., Novak John T., Muller Christopher D., Laquidara Mark. №10/901342; Заявл. 28.07.2004; Оpubл. 16.01.2007; НПК 210/603. Англ.

Способ предназначен для анаэробной очистки СВ. Указывается, что подлежащая сбраживанию, например, биомасса, находится в составе хлопков, кроме того, компоненты отдельной клетки закрыты мембраной. Предлагается решение, в соответствии с которым в метантенке устанавливается внешняя петля рециркуляции, в которую включается узел дезинтеграции массы, находящейся в реакторе, дезинтеграция может осуществляться механическим, гидравлическим способом или с использованием ультразвука. Под влиянием этих воздействий происходит разрушение агрегатов и клеток с выделением ими в раствор внутренних компонентов, при этом выход биогаза и эффективность деструкции органической составляющей существенно увеличиваются.

**37.МБ.173П. Очистка сточных вод в системе с биоленкой.** Supported biofilm apparatus and process: Пат. 7169295 США, МПК <sup>7</sup> С 02 F 3/00. Zenon Technology Partnership, Husain Hidayat, Cote Pierre Lucien, Towe Glenn, Behmann Henry, Pottinger Alexander. №10/801660; Заявл. 17.03.2004; Оpubл. 30.01.2007; НПК 210/150. Англ.

Предлагается метод очистки СВ с использованием половолонных мембран, при их изготовлении используется поли(4-метилпентен-1). Внешний диаметр волокна может составлять 50-60 мкм при толщине стенки около 10 мкм, особенностью является то, что стенки непроницаемы для воды, но газ, в данном случае это кислород или воздух, подаваемый в полость мембраны под давлением, может диффундировать через материал стенки с высокой скоростью. Мембранный модуль, представляющий собой жгут с большим количеством мембран, помещается в проточной ячейке, процессы окисления органических соединений, нитрификации и денитрификации протекают в различных слоях биоленки, покрывающей поверхность мембраны.

**37.МБ.174П. Способ и устройство для фильтрования сточных вод.** Schmutzwasser-Filter-Vorrichtung: Заявка 102004057383 Германия, МПК <sup>7</sup> С 02 F 1/44, В 01 D 61/14. Weise Ulrich. №102004057383.2; Заявл. 26.11.2004; Оpubл. 08.06.2006. Нем.

Способ предназначен для очистки СВ путем обработки на мембранах для микрофильтрации. В соответствии со способом устройство имеет цилиндрический корпус с плоским дном и крышкой в виде усеченного конуса. На дне корпуса установлен пневмоаэратор, на поверхности которого размещается прямоугольный блок, содержащий плоские мембраны для микрофильтрации, пузырьки воздуха от аэратора удаляют с их поверхности отложения. Фильтрат собирается в закрытой емкости, которая полностью погружена в СВ, заполняющей корпус, она соединена тросом с поплавком, который под-

держивает эту емкость на определенном расстоянии от дна, фильтрат из нее удаляется насосом.

**37.МБ.175П. Система для очистки судовых сточных вод.** Marine vessel onboard wastewater treatment system: Пат. 7108782 США, МПК <sup>7</sup> С 02 F 1/32, С 02 F 3/06. USA as Secretary of the Navy, Heggins James E., Benson John H., Schauer Peter J., McCrea Jack L.. №10/607143; Заявл. 27.06.2003; Оpubл. 19.09.2006; НПК 210/151. Англ.

Способ предназначен для очистки судовых СВ до стандартов качества, позволяющих сбрасывать их в водную среду. В соответствии со способом система включает накопитель СВ от всех источников, мембранный биореактор (МБР), узел обеззараживания с источником УФ-радиации и др. Накопитель и МБР замкнуты в контур рециркуляции, для аэрирования иловой смеси используются пневмоаэраторы, воздух в которые подается от компрессора. Вся система располагается в одном закрытом корпусе с патрубками для выпуска газов, твердая фаза, не окислившаяся в МБР, оседает на дне реактора, откуда периодически удаляется.

**37.МБ.176П. Способ очистки сточных вод с использованием мембранной сепарации.** Wastewater treatment system with membrane separators and provision for storm flow conditions: Пат. 7147777 США, МПК <sup>7</sup> С 02 F 3/30. Eimco Water Technologies LLC, Porteous James. №11/125595; Заявл. 09.05.2005; Оpubл. 12.12.2006; НПК 210/605. Англ.

Предложена система очистки СВ, обеспечивающая устойчивость процесса при резком увеличении расхода. В соответствии со способом схема содержит несколько одинаковых параллельно включенных технологических линий (в приведенном примере 4), на входе каждой линии имеется анаэробная зона (денитрификатор), за ней следуют зона аэробная и мембранный биореактор, концентрат от всех линий объединяется в одном коллекторе и по петле рециркуляции возвращается в коллектор, из которого распределяется в отдельные технологические линии. Предусмотрена ступень уплотнения акт. ила, предназначенная для увеличения его концентрации в системе при скачкообразном увеличении расхода СВ.

**37.МБ.177П. Способ и аппарат для изготовления цеолитовых мембран.** Method and apparatus for manufacturing zeolite membrane, and zeolite tubular separation membrane provided by the method: Заявка 1666416 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> С 01 В 39/02, В 01 D 71/02. Bussan Nanotech Research Inst. Inc.. Mizuno T., Sato Ryoki, Chida H., Sato K.. №04771294.8; Заявл. 05.08.2004; Оpubл. 07.06.2006; Приор. 06.08.2003, №2003288010 (Япония). Англ.

Патентуется способ изготовления цеолитовых мембран методом гидротермич. синтеза на поверхности пористого субстрата цилиндрич. формы. Рассматриваемая технология предусматривает использование реакционного раствора, в состав которого входят источники кремния и оксида алюми-

ния. Получаемые в этом процессе цеолитовые мембраны не имеют нарушения структуры и м. б. использованы в качестве молекулярных сит, используемых при разделении смесей различных газов и жидкостей. Такие мембраны наносятся на поверхность субстрата, выполненного в форме вертикального цилиндра, в котором находится нагреваемый реакционный раствор, содержащий источники кремния и оксида алюминия, а также щелочные или щелочно-земельные металлы. Даны рекомендации по выбору оптимальных соотношений, используемых в этом процессе компонентов и проведения процесса синтеза цеолитовых мембран. Представлена конструкция и рассмотрен принцип действия нескольких модификаций аппаратов для проведения патентуемого процесса.

**37.МБ.178П. Топливные гальванические микроэлементы с электролитической мембраной, укрепленной крепежным элементом, и способ их изготовления.** Micropile a combustible avec une membrane electrolytique renforcee par un element d'ancrage et procede de fabrication d'une micropile a combustible: Заявка 2890492 Франция, МПК <sup>7</sup> Н 01 М 8/02. Commissariat a l'energie atomique. Laurent Jean Yves, Gaillard Frederic, Lambert Karine, Plissonnier Marc. №0509192; Заявл. 08.09.2005; Оpubл. 09.03.2007. Фр.

Гальванические топливные микроэлементы (ГТМЭ), предлагаемые ранее, содержат анод и параллельный ему катод с расположенной между ними электролитич. мембраной (МБ). Этот блок расположен на субстрате, имеющем каналы для подвода H<sub>2</sub> к аноду. Между анодом и субстратом существует диффузионный слой. К катоду подводится O<sub>2</sub>, а от него отводится поток образующейся воды. Такой топливный элемент не предназначен для работы в условиях разности давлений с обеих сторон МБ, которая может вызвать разрушение ячейки или одного из слоев, расположенных на субстрате. Предлагается ГТМЭ, содержащий: субстрат с передней и задней поверхностями и блок, состоящий из электродов А, Б и МБ. Этот блок поддерживается передней поверхностью субстрата. МБ содержит ≥1 крепежный элемент в форме выступа, перпендикулярного к плоскости МБ, заполняющего крепежное отверстие в субстрате. Субстрат содержит множество микроканалов, расположенных перпендикулярно к поверхности МБ, имеющих 1 и 2 отверстия, соотв., расположенные в передней и задней поверхностях субстрата. Электрод состоит из множества различных каталитич. элементов, разделенных микроканалами, и расположенных на передней поверхности субстрата. Коллекторы тока, соотв., расположены между каталитич. элементами электрода А и передней поверхностью субстрата (коллектор А) и на свободной поверхности электрода Б (коллектор Б). Крепежные отверстия - это микроканалы в субстрате, одна часть из которых является подводящими каналами для сгорающего реагента, а др. часть заполнена выступами МБ и имеет форму узких проходов, заканчивающихся

расширяющимися полостями. Субстрат является пористым веществом, содержащим  $\geq 1$  крепежное отверстие. Способ изготовления ГТМЭ включает: 1) образование в субстрате множества микроканалов; 2) образование электрода А на передней поверхности субстрата между микроканалами; 3) отбор микроканалов, предназначенных для образования крепежных отверстий; 4) нанесение фоточувствительной пленки на остальные каналы; 5) покрытие поверхности субстрата, снабженной электродом А, тонким плоским слоем раствора электролита с образованием крепежных элементов, расположенных перпендикулярно поверхности МБ.

**37.МБ.179П. Полые фильтрационные мембраны и их получение.** PVC hollow filtration membrane and the preparation method thereof: Заявка 1666131 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> В 01 D 71/30. Shanghai Litree Purifying Equipment Co., Ltd. *Chen Lianggang*. №04762025.7; Заявл. 02.08.2004; Оpubл. 07.06.2006. Англ.

Композиция для формования полых фильтрац. мембран содержат (%) 30-95 ПВХ с СП 700-2500 и 5-70 тройного СПЛ винилхлорида, винилацетата и 18-40% малеинового ангидрида; СПЛ имеет вязкость 1,2-1,9 мПа·с.

**37.МБ.180П. Подпрессовочное устройство к вулканизационному прессу:** Пат. 2293017 Россия, МПК <sup>8</sup> В 29 С 35/04. ОАО Тамбов. з-д Комсомолец. *Артемов Владимир Николаевич, Кученков Вячеслав Михайлович*. №2005113429/12; Заявл. 03.05.2005; Оpubл. 10.02.2007. Рус.

Изобретение относится к производству покрышек пневматических шин и может быть использовано на шинных и шинноремонтных заводах и для местной вулканизации в резинотехнической промышленности. Подпрессовочное устройство к вулканизационному прессу содержит неподвижное основание, подвижную опорную плиту, нагревательную плиту и эластичную мембрану, связанную с основанием по наружному и внутреннему диаметрам прижимными элементами с образованием герметичной камеры, заполняемой теплоносителем. Подвижная опорная плиты выполнена в виде металлического кольца с выемкой для установки кольца из теплоизоляционного материала и для сбора смол, выделяемых из теплоизоляционного материала под действием температуры. Кольцо из теплоизоляционного материала выполнено выступающим над металлическим кольцом на 1,5...2,0 мм с образованием гарантированного воздушного зазора и изоляции тепловых потоков между металлическими элементами подпрессовочного устройства и нагревательной плитой. Изобретение позволяет повысить срок службы эластичной мембраны и повысить надежность работы устройства. Ил. 2.

**37.МБ.181П. Способ и устройство для получения чистых газов.** Method and apparatus for the preparation of clean gases: Пат. 7029518 США, МПК <sup>7</sup> В 01 D 53/04. Ebara Research Co., Ltd, Fujii Toshiaki, Suzuki Tsukuru, Suzuki Hidetomo, Sakamoto

Kazuhiko. №11/079252; Заявл. 15.03.2005; Оpubл. 18.04.2006; НПК 95/117. Англ.

Патентуется способ и устройство для контроля загрязнения поверхности субстратов, являющихся сырьем, полуфабрикатом или конечным продуктом в высокотехнологичных отраслях промышленности, таких как производство полупроводников и жидких кристаллов. Способ очистки субстрата, находящегося в камере, включает несколько этапов. Подача газа осуществляется через абсорбер и адсорбер для снижения концентрации неметановых углеводородов с последующим пропусканием обработанного газа через пылеуловитель для улавливания мелких частиц. После очистки концентрация в газе углеводородов не превышает 0,2 млн<sup>-1</sup>. В качестве газа используют воздух, N<sub>2</sub>, Ar<sub>2</sub> или их смеси. Перед подачей в абсорбер и адсорбер газ пропускают через осушитель, гель SiO<sub>2</sub> или цеолит. Проводят серию операций, включающих вымораживание, адсорбцию, абсорбцию, сжатие, мембранное разделение или их комбинацию. Перечислены возможные типы абсорбентов и адсорбентов, а также фильтры для очистки газа. Скорость прохождения газа через газоочистку не превышает 20000 ч<sup>-1</sup>.

**37.МБ.182П. Разделение газовых смесей с использованием полифосфазеновых мембран.** Phosphazene membranes for gas separations: Пат. 7074256 США, МПК <sup>7</sup> В 01 D 53/22, В 01 D 71/06. Battelle Energy Alliance, LLC, Stewart Frederick F., Harrup Mason K., Orme Christopher J., Luther Thomas A.. №10/846195; Заявл. 13.05.2004; Оpubл. 11.07.2006; НПК 95/49. Англ.

Патентуется способ разделения газовых смесей, содержащих H<sub>2</sub>, He<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, водяные пары, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, а также легкие углеводороды с использованием мембран, имеющих покрытие из полифосфазенов, содержащих в молекулы галогенов. В качестве последних могут быть использованы поли[бис-(3-фенил-1-пропокси)фосфазен], поли[бис-(2-фенил-1-этоксифосфазен)], поли[бис-(додеканоксиполиэтоксифосфазен)] и др. соединения с температурой фазового перехода не выше -20°C.

**37.МБ.183П. [Способ очистки метана, получаемого из природного газа и газов, образующихся в местах свалок отходов].** Methane recovery process: Пат. 7025803 США, МПК <sup>7</sup> В 01 D 53/047, В 01 D 53/22, В 01 D 53/26. L'Air Liquide SA a Directoire et Counsel de Surveillance Pour L'Etde et L'Exploration des Procedes Georges Claude, Paris (FR), Wascheck Kenneth J., Anderson Charles L.. №10/712620; Заявл. 13.11.2003; Оpubл. 11.04.2006. Англ.

Патентуется система и процесс получения очищенного от примесей метана, с использованием в качестве исходного материала природного газа или газов, образующихся в местах свалок отходов. Патентуемая система включает переключающиеся регенерируемые абсорберы, служащие для выделения

из исходного газового потока летучих органич. соединений, и мембранный сепаратор для отделения  $\text{CO}_2$ . Получаемый в этом процессе СО используется для регенерации адсорберов. Представлена блок-схема патентуемого процесса и рассмотрен принцип действия этой системы.

**37.МБ.184П. Основа для ячеистого фильтра, способ ее изготовления и ячеистый фильтр.** Base for honeycomb filter, method for producing same and honeycomb filter: Заявка 1609519 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> В 01 D 39/20, С 04 В 38/00. NGK Insulators, Ltd. *Baba Tatsuo*. №04710519.2; Заявл. 12.02.2004; Оpubл. 28.12.2005. Англ.

Предлагаемая основа для ячеистого фильтра включает керамич. пористое тело, имеющее мелкие поры, и множество ячеек, разделенных друг от друга перегородками, которые функционируют как канал для текущей среды, при этом 50% диаметра пор  $d_{50}$  (измеренного методом ртутной порометрии) лежит в пределах 8,5-13 мкм, а средняя шероховатость поверхности перегородок составляет 3-5,5 мкм. Способ изготовления основы предусматривает приготовление смеси заполнителя с водой, формирование из массы ячеистого изделия, его сушку и обжиг. Ячеистый фильтр включает вышеуказанную основу, промежуточную мембрану, включающую пористый материал, имеющий  $d_{50}$  меньше, чем  $d_{50}$  пористого тела основы, сформированную на поверхности перегородок, разделяющих ячейки, и фильтрац. мембрану, включающую пористый материал, имеющий  $d_{50}$  меньше, чем  $d_{50}$  пористого материала промежуточной мембраны, и расположенную на поверхности промежуточной мембраны.

**37.МБ.185П. Способ получения мембран с закрытыми порами.** Barrier membrane: Заявка 1609491 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> А 61 L 27/14, С 08 G 65/30. Straumann Holding AG 4437 Waldenburg. *Molenberg Aaldert Rens*. №04014072.5; Заявл. 16.06.2004; Оpubл. 28.12.2005. Англ.

Патентуется процесс изготовления мембран с закрытыми порами путем взаимодействия  $\geq 2$  предшественников в присутствии воды. Такие материалы м. б. использованы в медицине в качестве имплантантов при протезировании и регенерировании костных тканей. Проведено сравнение свойств этих имплантантов и аналогичных материалов от животных-доноров и отмечена способность этих мембран к биодеградации по истечении некоторого периода времени, что исключает необходимость повторного хирургич. вмешательства. Такие мембраны м. б. изготовлены из  $\geq 2$  линейных полимеров (полиэтиленгликоль, полиакриловых кислот, полиэтиленглиола и др. соединений этого класса). Сообщены сведения о свойствах и структуре указанных видов полимеров и рассмотрена технология их получения.

**37.МБ.186П. Аддитивный поли(5-триметилсилилнорборн-2)ен и способ разделения газовых смесей с помощью мембраны на его основе:** Пат.

2296773 Россия, МПК <sup>7</sup> С 08 F 132/04. Ин-т нефтехим. синтеза РАН. *Финкельштейн Евгений Шмерович, Маковецкий Кирилл Львович, Грингольц Мария Леонидовна, Роган Юлия Владимировна, Голенко Татьяна Георгиевна, Ямпольский Юрий Павлович, Старанникова Людмила Эриковна, Платэ Николай Альфредович*. №2005136633/04; Заявл. 25.11.2005; Оpubл. 10.04.2007. Рус.

Аддитивный полимер, не содержащий двойных связей в основной цепи, поли(5-триметилсилилнорборн-2-ен) имеет структурную формулу I, где  $n=170-2000$  (степень полимеризации), имеющий величины средневесовой молекулярной массы  $M_w=(2-40)\times 10^4$  г/моль и индекс полидисперности  $M_w/M_n=1,5-3,0$ . Данный полимер применяется в способе мембранного разделения в качестве материала мембраны. Его использование в процессах разделения газовых смесей отличается сверхвысоким коэф. газопроницаемости.

**37.МБ.187П. Способ получения полупроницаемой ацетатцеллюлозной мембраны:** Пат. 2296611 Россия, МПК <sup>7</sup> В 01 D 67/00. ООО Науч.-произв. предприятие Аквапор. *Бон Александр Иванович, Бон Галина Леонидовна, Мелехина Лариса Викторовна, Дубяга Владимир Павлович, Акимова Валентина Михайловна, Новожилова Валентина Витальевна*. №2005110390/15; Заявл. 12.04.2005; Оpubл. 10.04.2007. Рус. Способ включает приготовление формовочного раствора (ФР) путем растворения ацетата целлюлозы в смеси орг. растворителя, осадителя, воды и пластификатора, нанесение ФР на движущуюся поверхность, формование и сушку. Приготовленный ФР термостатируют в течение 14-16 ч при температуре 23-26°. Нанесение ФР и формование осуществляют в условиях замкнутого рабочего пространства при относительной влажности 15-50% и дополнительном внесении в замкнутое рабочее пространство формования и испарении смеси осадителя и орг. растворителя, взятых в соотношении, ч.: (0,3-0,5):(0,5-1,0) в количестве 1000-6000 мг на 1 м<sup>3</sup> замкнутого рабочего пространства. При формовании регулируют скорость потока воздуха в пределах 0,8-0,9 м/с. Изобретение обеспечивает снижение отношения макс. размера пор к миним. размеру пор до показателя, не превышающего 1,3.

**37.МБ.188П. Композитные иономерные мембраны.** Composite ionomeric membrane: Заявка 1702668 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> В 01 D 67/00, В 01 D 69/14. Solvay Solexis S. p. A.. *Arcella Vincenzo, Vaccarone Paola, Ghielmi Alessandro*. №06004811.3; Заявл. 09.03.2006; Оpubл. 20.09.2006. Англ.

Композитные иономерные мембраны содержат на пористой инертной основе пленочный слой перфториономера с эквивалентным весом 380-1700 со звеньями ненасыщенных фторомономеров и ненасыщенных перфторомономеров с сульфогруппами формулы  $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_2\text{F}$ . При гидролизе группы формулы  $-\text{SO}_2\text{F}$  переводят в группы  $-\text{SO}_3\text{H}$  или солевые  $-\text{SO}_3\text{M}$ , где М - ионы щелочных металлов.



**37.МБ.189П. Способ очистки измерительной зоны сенсора с нагреваемой мембраной для измерения массы.** Verfahren zur Reinigung des Messbereiches eines HeiSSfilmluftmassenmessers: Заявка 102005028140 Германия, МПК <sup>7</sup> G 01 F 1/692. Robert Bosch GmbH, DE. *Renninger E., Opitz B., Reymann K., Wagner Ul., Gmelin G., Franke A.* №102005028140.0; Заявл. 17.06.2005; Оpubл. 28.12.2006. Нем.

Изобретение относится к приборам для измерения массы газа, в частности воздуха, поступающего по трубопроводу в двигатель автомобиля. Предложен способ очистки измерительной зоны запатентованного ранее сенсора с нагреваемой мембраной, предназначенного для измерения массы воздуха. Очистку от масел и других жидкостей проводят путем импульсного нагрева измерительной зоны сенсора до определенной температуры перед началом цикла измерения массы воздуха.

**37.МБ.190П. Газочувствительный элемент и прибор для детектирования газов с его использованием.** Gas sensing member and gas detection apparatus suitable therefor: Заявка 1686374 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> G 01 N 31/22. RIKEN KEIKI CO., LTD. *Nakano N., Kawabe T., Abe S.* №04818515.1; Заявл. 12.11.2004; Оpubл. 02.08.2006. Англ.

Предложен газочувствительный элемент для газового анализатора. Он представляет собой подложку из пористого материала, импрегнированного специальным реагентом, способным изменять свою окраску при контакте с исследуемым газом. Подложку закрепляют в специальном корпусе, в верхней части которого располагают газопроницаемую мембрану, а в нижней части - оптическое окно для детектирования изменений окраски. Корпус с подложкой устанавливают в специальной системе, которая обеспечивает транспорт исследуемой среды через подложку с реагентом, а также оптическое детектирование в режиме измерения оптического отражения от подложки.

**37.МБ.191П. Система для умягчения воды и обработка используемых в ней растворов.** System for the purification and reuse of spent brine in a water softener: Пат. 7132052 США, МПК <sup>7</sup> B 01 D 63/00. General Electric Co., Rawson James Rulon Young, Ayala Raul Eduardo. №10/734485; Заявл. 11.12.2003; Оpubл. 07.10.2006; НПК 210/652. Англ.

В патентуемой системе для умягчения воды использовалась катионообменная смола, посредством которой происходило удаление из умягчаемой воды катионов кальция и магния. По мере зароботки смолы для ее регенерации применялся раствор хлорида натрия, в который переходили сорбированные смолой катионы. Патентуется способ восстановления регенерационного раствора, в соответствии с которым он подвергается фильтрованию на мембранах, при этом катионы кальция и магния фильтруются через мембрану, а ионы хлора и натрия задерживаются. Восстановленный таким образом регенера-

ционный раствор собирается в накопителе и используется повторно с восполнением произошедших потерь воды.

**37.МБ.192П. Способ и устройство для подготовки воды в процессе мембранного фильтрования.** Membrane cartridge, membrane separating device, and membrane separating method: Заявка 1640057 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> B 01 D 63/02, B 01 D 65/08. Asahi Kasei Chemicals Corp.. *Hashimoto Tomotaka, Okamura Daisuke.* №04745888.0; Заявл. 15.06.2004; Оpubл. 29.03.2006. Англ.

Способ предназначен для подготовки питьевой воды с использованием в качестве исходной воды речной, грунтовой, морской и т. д. В соответствии со способом устройство имеет вертикально располагаемый цилиндрич. корпус, в концах которого заделаны жгуты из полволоконных мембран, в объем жгутов обеспечивается доступ воды также через большое количество каналов в заделке. Фильтровальный модуль находится в цилиндрич. контейнере с исходной водой, в нем создается давление, вода фильтруется через поверхность мембранных волокон и отводится через узел, связанный с верхними каналами (как вариант этот узел может вакуумироваться). В каналы в нижней части подается сжатый воздух, он аэрирует поверхности мембран и таким образом предотвращается образование на них отложений. Приводятся варианты.

**37.МБ.193П. Способ и устройство для механической очистки воды фильтрование.** Wasserfilter und Verfahren zur mechanischen Reinigung von Wasser: Заявка 102004033887 Германия, МПК <sup>8</sup> C 02 F 1/44, B 01 D 61/14. A3 Abfall-Abwasser-Anlagentechnik GmbH. *BruSS Ulrich, Wolf Martin.* №102004033887.6; Заявл. 13.07.2004; Оpubл. 02.02.2006. Нем.

Способ предназначен преимущественно для обработки воды в небольших декоративных прудах и аквариумах с удалением взвешенных веществ, частиц, водорослей и т. д. В соответствии со способом устройство имеет прямоугольный корпус, перегородкой разделенный на две секции, первая представляет собой ступень предварительной очистки, она включает 2 соединенных параллельно грубых фильтра, задерживающих крупные частицы. Во второй секции находится мембранный фильтр с размером пор менее 1 мкм, фильтрат из него удаляется вакуумированием. Представлен вариант с обеззараживанием воды УФ-радиацией, эта ступень включается на входе системы.

**37.МБ.194П. [Способ и устройство для очистки сточных вод].** Membrane supported biofilm process for autotrophic reduction: Пат. 7175763 США, МПК <sup>7</sup> C 02 F 3/00. Zenon Technology Partnership, Husain Hidayat, Henry Behmann, Cote Lucien. №11/202082; Заявл. 12.08.2005; Оpubл. 13.02.2007; НПК 210/603. Англ.

Предлагается способ, который может быть использован при удалении из СВ органических соединений, в процессах нитрификации/денитрификации, для очистки СВ в анаэробном

процессе и т. д. В соответствии со способом устройство включает большое количество полволоконных мембран, которые набираются в жгуты, стенки мембран непроницаемы для воды и проницаемы для газов. При подаче в полость мембран кислорода и помещении их в поток СВ наружная поверхность обрастает биопленкой, окисляющей органические соединения и  $\text{NH}_4$  при проведении денитрификации в мембраны подаются метан или водород, являющиеся донорами электронов, приводятся варианты конструктивного исполнения.

**37.МБ.195П. Производство водорода посредством высокотемпературной диссоциации воды и с использованием электронпроводящих мембран.** Hydrogen production by high temperature water splitting using electron conducting membranes: Пат. 7087211 США, МПК <sup>7</sup> C 01 B 3/08, B 01 D 53/22. The Univ. of Chicago, Balachandran Uthamalingam, Wang Shuangyan, Dorris Stephen E., Lee Tae H.. №10/669832; Заявл. 24.09.2003; Оpubл. 08.08.2006; НПК 423/658/2. Англ.

Патентуется устройство, конструкция которого обеспечивает образование больших количеств  $\text{H}_2$  и отсутствие  $\text{CO}_2$  эмиссии. Цель достигается применением 2 цилиндрич. соосных мембран, селективно пропускающих либо  $\text{H}_2$ , либо  $\text{O}_2$ . Материалом для 1-ой с основой из  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ , стабилизированный  $\text{Y}_2\text{O}_3$  или металла является Pd, Nb, V, Ta, Zr, их сплавы, оксид формулы  $\text{ABO}_3$  (A=Ba, Ca, Mg, Sr; B=Ce,  $\text{M}_x$ , Zr,  $\text{M}_x$  или  $\text{Sn}_{1-x}\text{M}_x$ , где  $0 < x < 1$ , M=Ca, Y, Yb, In, Gd, Nd, Eu, Sn, Sr, Mg или Tb). В качестве электронпроводника - разделяющей фазы в 1-ой мембране используется Pt, Pd, Fe, Co, Cr, Mn, V, Nb, Ta, Zr, Y, Ni, Au, Cu, Rh, Ru, их сплавы и/или оксиды. Основной компонент 2-ой мембраны - Ag, его сплавы или перовскитовый оксид формулы  $\text{ABO}_3$  (A-1 и более лантаноид, Y или редкоземельный металл, B-1 и более переходный металл). В последнем случае возможно применение материала из 2 фаз ( $\text{ABO}_3$  и Ag, Au, Pt, Rh, Ni, Cu, Ru, Co, их сплавы и/или электронпроводящие оксиды, а также Gd легированный  $\text{CeO}_2$ , Ni,  $\text{ZrO}_2$ , стабилизированный  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , Sr-Fe-Co оксид).

**37.МБ.196П. Система риформирования топлива.** Fuel reforming system: Пат. 7056480 США, МПК <sup>8</sup> B 01 J 8/00. Nissan Motor Co., Ltd, Ogawa Hiroshi. №10/332278; Заявл. 21.08.2002; Оpubл. 06.06.2006; Приор. 19.09.2001, №2001-284350(Япония); НПК 422/197. Англ.

Патентуется система риформирования топлива, состоящая из 1) мембранного реактора, включающего катализаторное отделение для риформирования поступающего топливного газа в газ, обогащенный водородом, мембранный водородный сепаратор для отделения полученного  $\text{H}_2$  от риформируемого газа, водородный канал для подачи полученного водорода в ТЭ и секцию каталитического горения для нагрева отделения риформирования; 2) первого устройства для подачи сжигаемого газа в мембранный реактор, имеющий камеру сгорания, второго устройства для подачи топливного газа в секцию

риформирования; 3) датчика для определения температуры мембранного сепаратора и контроллера, управляющего системой риформирования в целом. Система включается в энергетич. установку с ТЭ и служит для подачи в него риформированного топливного газа.

**37.МБ.197П. Пористая мембрана из полиметафениленизофталамида и процесс ее получения.** Porous membrane of poly(metaphenylene isophthalamide) and process for producing the same: Заявка 1553130 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> C 08 J 9/26. Teijin Ltd. Sasaki Takeshi, Kido Nobuaki, Matsumura Shunichi. №03795433.6; Заявл. 12.09.2003; Оpubл. 13.07.2005. Англ. Пористая ПЛ, имеющая  $\geq 2$  поверхности и содержащая множество связанных пор, причем пористая ПЛ состоит практически из полиметафениленизофталамида, имеет: открытую площадь 20-70% на обеих 2 поверхностях, разность 0-40% по открытым площадям 2 поверхностей, средн. разм. пор 0,1-10 мкм на обеих из 2 поверхностей и пористость 30-90%. Пористая ПЛ водопроницаемость ПЛ составляет 0-300 с/мкл для пенетрации из  $\geq 1$  поверхности. Теплота плавления пористой ПЛ составляет 10-80 Дж/г, как измерено с помощью ДСК при  $10^\circ/\text{мин}$ , а усадка при нагревании составляет 0-0,7% после обработки при  $260^\circ$  в течение 10 мин. ПЛ имеет толщ. 5-100 мкм, не содержит никакой неорг. соли, а величина газопроницаемости, измеренная в соответствии с яп. пром. стандартом JIS P8117, составляет 0-3600 с/100  $\text{см}^3$ . Пористую ПЛ используют в качестве сердцевинного материала для субстрата электронного блока.

**37.МБ.198П. Слоистый силикатный материал и его применение с пористыми слоями.** Layered silicate material and applications of layered materials with porous layers: Пат. 7087288 США, МПК B 32 B 3/00 (2006.01), B 01 J 29/04 (2006.01). Univ. of Massachusetts, Tsapatsis Michael, Jeong Hae-Kwon, Naie Sankar. №10/967980; Заявл. 19.10.2004; Оpubл. 08.08.2006; НПК 428/134. Англ.

Слоистые силикатные материалы, применяемые в процессах сорбции, катализа и ионного обмена, содержат слой из тетраэдрич.  $\text{SiO}_4$  с каналами от верха слоя до низа, равными X-членному кольцу (X=8; 12) при диам. канала 3-6 А с катионами  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{++}$ , с толщ. слоя  $< 50$  А, при этом часть атомов Si связана с Al, B, Ti и др., напр., алюмосиликаты, цеолиты и др. Получают слоистые нанокompозиты с непрерывной фазой из полимеров (ПА, ПО, ПС и др.). Перед введением в полимер для улучшения смачиваемости слоистые силикаты обрабатывают ПАВ (содержат алкиламмонийный ион). Для получения силиката мезопористую силикатную пленку погружают на 20 с в 5%-ный водн. раствор полидиаллилдиметиламмонийхлорида, сушат 10 мин, погружают в колл. суспензию слоистого материала на 20 с, опять сушат и повторяют процедуры до получения мембраны желаемой толщины.

**37.МБ.199П. Метод изготовления композитного фильтра.** Method for the manufacture of a composite filter plate: Пат. 7141198 США, МПК В 29 С 39/18 (2006.01). Millipore Corp., Stankowski Ralph, Vigna James J. №10/870802; Заявл. 17.06.2004; Оpubл. 28.11.2006; НПК 264/250. Англ.

Метод изготовления плоского фильтра состоит в использовании заранее изготовленных рамы и накладки из термопласта (ПП, полисульфон и др.) с фиксацией в них фильтровального материала (получен из целлюлозно-бум. пульпы и диатомита и имеет толщину, напр., 3,2 мм, или микропористая мембрана с отверстиями или сквозными порами диам. 0,1 мкм и толщ. 0,2 мм). Рама и накладка фиксируют фильтровальный материал, служат опорой и обеспечивают стабильность размеров, отсутствие усадки и коробления. Фильтр используется в медицине.

**37.МБ.200П. Электрохимический газовый сенсор.** Electrochemical gas sensor: Заявка 1688736 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> G 01 N 27/404. RIKEN KEIKI CO., LTD. Mizutani Y., Matsuda H., Ishiji T., Furuya N. №04793001.1; Заявл. 27.10.2004; Оpubл. 09.08.2006. Англ.

Предложен электрохимический газовый сенсор для определения концентрации гидридных газов в смесях. Он содержит замкнутый контейнер с жидкостным электролитом на основе серной кислоты. На противоположных стенках контейнера расположены рабочий электрод и противозлектрод. Рабочий электрод имеет проницаемую мембрану из гидрофобного электропроводящего материала, на поверхности которой размещен слой катализатора (золото). Противозлектрод имеет аналогичную мембрану, на поверхности которой размещен электродный слой. Мембраны служат для ввода в электролит исследуемого раствора. Мембраны формируют из смеси угольного порошка и порошка фторированного полимера.

**37.МБ.201П. Обессоливание морской воды нанофильтрацией в двухступенчатом процессе.** Two stage nanofiltration seawater desalination system: Пат. 7144511 США, МПК В 01 D 63/00 (2006.01). City of Long Beach, Vuong Diem Xuan. №10/137072; Заявл. 02.05.2002; Оpubл. 05.12.2006; НПК 210/652. Англ.

Отмечается, что недостатком распространенного метода обессоливания морской воды с использованием мембранного осмоса, являются быстрая коагуляция мембран и высокие энергозатраты. Патентуется двухступенчатая схема с использованием мембран для нанофильтрации, при этом значения давлений находятся в пределах 14-21 бар. В соответствии со способом исходная вода подается на первый мембранный модуль, при этом концентрат выводится из системы, а фильтрат перекачивается на вход второго модуля, фильтрат на его выходе является конечным продуктом, а концентрат также удаляется. Приводятся варианты.

**37.МБ.202П. Способ и устройство для фильтрования воды посредством мембран.** Vorrichtung und Verfahren zur Membran-Filtration: Заявка 102005018946 Германия, МПК С 02 F 1/44 (2006.01). Stengel GmbH & Co. KG. Waizenegger Klaus, Krampe Joerg. №102005018946.6; Заявл. 22.04.2005; Оpubл. 26.10.2006. Нем.

Способ предназначен для подготовки воды из различных источников с ее обеззараживанием. В соответствии со способом устройство включает блок первичной биообработки (БПБ) и блок мембранного фильтрования (БМФ), оба снабжены горизонтальными валами на которых закреплены функциональные элементы, для БПБ эти диски, на которых фиксируется биопленка, для БМФ это дисковые мембраны. Оба блока представляют собой единую конструкцию, в которой БМФ находится ниже, чем БПБ, поэтому диски БПБ находятся в воде только частично и при вращении аэрируются. Мембранные диски в БМФ затоплены полностью, вода из БПБ под действием гидростатич. давления фильтруется; фильтрат переходит в полный вал, откуда удаляется.

**37.МБ.203П. Способ и устройство для подготовки воды.** Method and apparatus for treatment of a fluid stream: Пат. 7144510 США, МПК В 01 D 61/00 (2006.01). CH2M Hill, Inc., Mueller Paul, Myers Anthony G. №11/208905; Заявл. 22.08.2005; Оpubл. 05.12.2006; НПК 210/650. Англ.

Способ предназначен для подготовки питьевой воды с применением ионообменных смол и мембранного фильтра. В соответствии со способом устройство включает мембранный реактор, в который подается исходная вода и ионообменная смола из накопителя, в реакторе также установлен погружной мембранный фильтр. Удаление фильтрата (подготовленная питьевая вода) производится вакуумированием. Заработанная смола выводится из реактора, проходит через узел регенерации и возвращается в накопитель с исходной смолой по петле рециркуляции. Представлены варианты.

**37.МБ.204П. Устройство для очистки и охлаждения воды.** Water cooler/water purification system: Пат. 7125485 США, МПК В 03 С 1/00 (2006.01). Hanbli Jame. №10/437068; Заявл. 14.05.2003; Оpubл. 24.10.2006; НПК 210/104. Англ.

Патентуется устройство, предназначенное для подготовки питьевой воды в бытовых условиях, производительностью от 8 до 15 л/ч, температура охлажденной воды 3-10°C. Устройство имеет транспортабельное исполнение, размещается в цилиндрич. корпусе, схема подготовки включает соединенные последовательно предварительный фильтр и фильтр-сорбент с акт. углем, а также узел обеззараживания с источником УФ-радиации. Блок охлаждения подготовленной воды содержит те же элементы, что и стандартный бытовой холодильник. Источниками энергии может быть электросеть, аккумуляторные батареи или солнечные панели, предусмотрен вариант с мембранными фильтрами и т. д..

**37.МБ.205П. Мембранный модуль для сепарации текучей среды.** Fluid separation membrane module: Пат. 6986428 США, МПК <sup>7</sup> В 01 D 29/07. 3M Innovative Properties Co., Hester Jonathan F., Spiwak Brian E., Radovanovic Philip D., Reimann Stefan R., Kody Robert S.. №10/438090; Заявл. 14.05.2003; Оpubл. 17.01.2006; НПК 210/488. Англ.

Патентуется мембранная конструкция для выборочной передачи компонента в текучую среду или из текучей среды. Такая конструкция в большей степени предназначена для применения в биореакторах, в биореакторах для аэрации и в других фильтрующих аппаратах. Конструкция содержит многосложный опорный лист, непроницающий для текучей среды и снабженный, по меньшей мере, на одной стороне множеством опорных элементов, которые в совокупности образуют множество каналов для текучей среды. Один из слоев опорного листа образует связующий слой. Поверх каналов располагается слой, проницаемый для текучей среды и присоединенный к опорным элементам связующего слоя. Ил. 8.

**37.МБ.206П. Способ разделения водородсодержащих газовых смесей с использованием водородостойких мембран.** Method for separating hydrocarbon-containing gas mixtures using hydrocarbon-resistant membranes: Пат. 7025804 США, МПК В 01 D 53/22 (2006.01), В 01 D 71/63 (2006.01). L'Air Liquide, SA A Directoire et Conseil De Surveillance Pour L'Etude et L'Exploitation Des Procédés Georges Claude, Simmons John W., Kulkarni Sudhir, Ekiner Okan M.. №10/723387; Заявл. 25.11.2003; Оpubл. 11.04.2006; НПК 95/51. Англ.

Патентуется способ, обеспечивающий сепарацию смесей из  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  и/или олефина в течение длительного промежутка времени. Цель достигается применением мембраны, проницающая способность которой по отношению к одному из компонентов смеси после 200 час эксплуатации составляет 70% от начальной. В состав мембраны входит со- или полимер с повторяющимися элементами.

**37.МБ.207П. Комплексные матричные мембраны.** Mixed matrix membranes: Пат. 7109140 США, МПК В 01 J 20/28 (2006.01). Virginia Tech Intellectual Pty, Inc., marand Eva, Pechar Todd W., Tsapatsis Michael. №10/410599; Заявл. 10.04.2003; Оpubл. 19.09.2006; НПК 502/4. Англ.

Патентуется способ изготовления комплексных матричных мембран (МБ) из цеолитов и полимеров (напр. полиимидов), в составе структуры которых отсутствуют пустоты или размеры этих пустот не превышают нескольких ангстрем. Такие МБ имеют поверхность контакта цеолита и полимера, образованные функциональными группами (водородными, ионными или ковалентными связями). Эти МБ м. б. эффективно использованы при проведении процессов селективного разделения газовых смесей и обладают повышенной стабильностью при высоких температурах. Рассмотрен технологич. процесс изготовления комплексных матричных МБ рассматриваемого

типа, сообщены материалы, применяемые для их изготовления, и представлены данные об их структуре и свойствах. Приведены примеры их применения для разделения газовых смесей, содержащих  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ar}$  и  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$  и др.

**37.МБ.208П. Способ очистки продуктов синтеза алмазов с извлечением металлического никеля и марганца.** Пат. 2294313 Россия, МПК С 01 В 31/06 (2006.01), С 25 С 1/06 (2006.01). ООО НПК Экохимтех. Садыхов Г. Б.. №2005131598/02; Заявл. 12.10.2005; Оpubл. 27.02.2007. Рус. Патентуется способ очистки продуктов синтеза алмазов (ПСА) с извлечением металлич. Ni и Mn, включающий электрохимич. обработку продукта синтеза в кислом электролите с выделением металлов на катоде, отличающийся тем, что электрохимич. обработку осуществляют в мембранном электролизере с циркуляцией католита через 2-ой электролизер и процесс ведут в области температур 25-30°C при катодной плотности тока в 1-ом электролизере 2-15 А/дм<sup>2</sup>, во 2-ом электролизере 15-30 А/дм<sup>2</sup> и рН католита в присутствии в нем 100-150 г/л  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  поддерживают при выходе из 1-го электролизера в пределах 5-7,5, а при возврате - 2,5-5. Оптимальная продолжительность процесса колеблется в интервале 8-15 час. После завершения процесса суммарное содержание Ni и Mn в графит-алмазном продукте уменьшается до 0,5-2%, степень извлечения металлов из ПСА достигает 98-99%. В предложенном способе процессы очистки ПСА от металлич. примесей Mn и Ni и извлечение этих металлов происходят одновременно в замкнутом по растворам экологически чистом едином цикле. Благодаря регенерации используемых в синтезе металлов-катализаторов, особенно дорогостоящего никеля, и устранению образования отходящих кислотных растворов в процессе очистки ПСА, использование предлагаемого способа позволит существенно увеличить объем производства синтетич. алмазных порошков без экологич. нагрузки на окружающую среду.

**37.МБ.209П. Способ очистки низкоактивных растворов:** Пат. 2301466 Россия, МПК G 21 F 9/06 (2006.01). Федерал. гос. унитар. предприятие Маяк. Баторшин Г. Ш., Рябов Б. И., Елсуков С. Н., Пристинский Ю. Е., Гужавин В. И., Ровный С. И., Глаголенко Ю. В., Гелис В. М., Милютин В. В.. №2005134635/06; Заявл. 08.11.2005; Оpubл. 20.06.2007. Рус.

Патентуется способ очистки низкоактивных растворов, содержащих радионуклиды, включающий подачу раствора в мембранный фильтрующий аппарат, снабженный металлокерамич. мембранами, сбор и дальнейшую переработку концентрата, отвод и сорбционную доочистку фильтрата, отличающийся тем, что используют плоскорамный мембранный аппарат с тангенциальной

подачей раствора и его циркуляцией, собранную суспензию концентрата подвергают термообработке в две стадии, первую стадию проводят при 120-180°C до достижения концентрации взвешенных веществ 150-300 г/л, вторую стадию - при температуре 250-300°C до достижения остаточной влажности концентрата <5 мас.%, сорбционную доочистку фильтрата осуществляют путем его пропускания через высокоосновную анионообменную смолу.

**37.МБ.210П. Пористые материалы на основе функционализированных полиарилэфиркетонов и их применение.** Functionalized porous poly(aryl ether ketone) materials and their use: Пат. 7176273 США, МПК С 08 G 12/00 (2006.01). PoroGen LLC, Yuan Youxin, Ding Yong. №10/980019; Заявл. 03.11.2004; Оpubл. 13.02.2007; НПК 528/224. Англ.

Функционализированные полиарилэфиркетоны, используемые для изготовления пористых материалов (мембраны для разделения жидкостей), получают реакцией полиарилэфиркетонов с первичными аминами или гидразинами с  $\geq 1$  функциональными (не)полярными, ионными или гидрофобными группами.

**37.МБ.211П. Получение пленок из отверждаемых полимеров с ионными группами.** Preparation de films constitues par un polymere reticule ayant des groupes ioniques: Заявка 2893623 Франция, МПК <sup>8</sup> С 08 J 5/22 (2006.01), С 08 J 3/24. Inst. Nat. Polytechnique de Grenoble, Eras Labo, Centre Nat. de la Recherche Scientifique - Batscap. Sanchez Jean-Yves, Iojoiu Christina, Mercier Regis, El Kissi Nadia, Salomon Jeremie, Chabert France. №0511807; Заявл. 22.11.2005; Оpubл. 25.05.2007. Фр.

Пленки толщиной 10-300 мкм на основе полимеров с ионными группами, содержащими протоны, ионы металлов, органич. или аммония, получают экструзией форполимеров без ионных групп, проведением полимеризации заготовки в виде пленки и последующей хим. прививкой ионных групп. Предпочтительно как исходные форполимеры используют полисульфоны формулы I, где R - простая связь или арилоксидные мостиковые группы. Пленки используют в качестве мембран и электролитов в аккумуляторах и конденсаторах.

**37.МБ.212П. Способ раскрытия ячеек монолитного слоя пенопластовых полотен.** Verfahren zum Offnen der Hautschicht von Kunststoffschraubbahnen: Заявка 102005016039 Германия, МПК В 29 С 44/56 (2006.01), В 26 F 1/24 (2006.01). Sartorius AG. Fatherazi Shahmir, Pflanz Karl, Petersen Rebecca. №102005016039.5; Заявл. 07.04.2005; Оpubл. 12.10.2006. Нем.

Для получения фильтрац. мембран, масляных абсорберов и абсорбирующих жидкость упаковок из листовых

пенотермопластов (в примере пено-ПП толщ. 0,35 мм, открытопористостью 80% с 2 мкм монолитным поверхн. слоем) используют пламенную обработку при 700-1800° под углом к поверхности 0-90° и скорости 30-150 м/мин, что приводит к раскрытию >30% поверхн. ячеек.

**37.МБ.213П. Теплостойкие пленка и композитная ионообменная мембрана.** Heat-resistant film and composite ion-exchange membrane: Заявка 1566251 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> В 29 С 41/24, С 08 J 5/18. Toyo Boseki KK. Okamoto K., Kobayashi H., Kawahara Keizou, Hamamoto Shiro, Takase Satoshi, Sakaguchi Y., Inukai Cyuji, Yamada Jun, Sakura Daisuke, Nakamura M.. №03758839.9; Заявл. 23.10.2003; Оpubл. 24.08.2005. Англ.

Теплостойкие ионообменные пленки и композитные мембраны получают на основе СПЛ полибензазолов, арамидов и полиамидоимидов. Пример. 14%-ный раствор полифениленцисбензобисазола в полифосфорной кислоте смешивают с метансульфоновой кислотой до образования изотропного 2,5%-ного раствора, который фильтруют через фильтр с порами 20 мкм, наносят на пористую подложку между слоями ПП и помещают в коагулирующий раствор при 60° до образования осадка СПЛ в виде пленки толщ. 200 мкм, которая после сушки в течение 20 с при 150° образует теплостойкую пленку СПЛ толщ. 5,2 мкм, которую далее подвергают сульфированию.

**37.МБ.214П. Способ получения полиэлектролитных композиционных пленок.** Polymer electrolyte composite film, method for production thereof and use thereof: Заявка 1662594 ЕПВ, МПК Н 01 М 8/02 (1974.07), Н 01 М 8/10 (1974.07). Sumitomo Chemical Co. Ltd. Nodono Mitsunori. №04746923.4; Заявл. 28.06.2004; Оpubл. 31.05.2006. Англ.

Твердые полиэлектролитные мембраны для источников тока и топливных элементов с amino-, сульфо-, карбокси- и фосфорсодержащими группами получают на основе композиций блок-СПЛ, содержащих гидрофильные и гидрофобные полимерные включения. Пример (г). Смешивают 167,59 4,4-дигидроксибензила и 600 бензофенона, добавляют 132,68 карбоната калия и 180 мл толуола, затем добавляют при 180° 200,52 м-дибромбензола, 0,43 CuBr, перемешивают 6 ч при 200°. Полученный раствор СПЛ выливают в смесь (2:70:30) HCl с метанолом и ац. при 80° и получают осадок полимера, который промывают метанолом и сушат в вакууме. 48 синтезированного продукта и 144 гидроксиполиэфирсульфона растворяют в диметилацетамиде, добавляют 4,84 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 9,52 декафтордифенила, перемешивают 1 ч при 80°, продукт осаждают метанолом, подвергают обычному сульфированию и получают блок-СПЛ, из которого формируют поливом из раствора ионообменную пленку емкостью 1,4 мэкв/г необходимой толщины.

**37.МБ.215П. Полимерная матрица.** Polymer matrix material: Пат. 7119126 США, МПК С 08 J 5/20 (2006.01). eVionyx, Inc., Callahan Robert W., Stevens Mark G., Chen Mu- guo. №10/818,173; Заявл. 05.04.2004; Оpubл. 10.10.2006; НПК 521/27. Англ.

Метод получения ионопроводящих мембран, полученных на субстрате из ПА, путем полимеризации на указанном субстрате пленки, нанесенной из водн. раствора, содержащего  $\geq 1$  мономера, выбранного из группы ненасыщ. кислот и их производных, и сшивающий агент. Количество воды, используемой при полимеризации таково, что полимер оказывается в набухшем состоянии после сшивания. Затем проводят замещение части воды щел. раствором с концентрацией  $< 50\%$ . ПА пропитывают мономерной смесью из метакриловой кислоты с добавками акриламидов, производного триазина и др., отверждают, напр., облучением, пропитывают 45% КОН, получая пленку с проводимостью 0,45 См/см и пригодную для использования в щел. цинковых батареях.

**37.МБ.216П. Способ и устройство для фильтрования сточных вод.** Schmutzwasser-Filter-Vorrichtung: Заявка 102004057383 Германия, МПК <sup>7</sup> С 02 F 1/44, В 01 D 61/14. Weise Ulrich. №102004057383.2; Заявл. 26.11.2004; Оpubл. 08.06.2006. Нем.

Способ предназначен для очистки СВ путем обработки на мембранах для микрофильтрации. В соответствии со способом устройство имеет цилиндрический корпус с плоским дном и крышкой в виде усеченного конуса. На дне корпуса установлен пневмоаэратор, на поверхности которого размещается прямоугольный блок, содержащий плоские мембраны для микрофильтрации, пузырьки воздуха от аэратора удаляют с их поверхности отложения. Фильтрат собирается в закрытой емкости, которая полностью погружена в СВ, заполняющей корпус, она соединена тросом с поплавком, который поддерживает эту емкость на определенном расстоянии от дна, фильтрат из нее удаляется насосом.

**37.МБ.217П. Полые фильтрационные мембраны и их получение.** PVC hollow filtration membrane and the preparation method thereof: Заявка 1666131 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> В 01 D 71/30. Shanghai Litree Purifying Equipment Co., Ltd. Chen Lianggang. №04762025.7; Заявл. 02.08.2004; Оpubл. 07.06.2006. Англ.

Композиция для формования полых фильтрац. мембран содержат (%) 30-95 ПВХ с СП 700-2500 и 5-70 тройного СПЛ винилхлорида, винилацетата и 18-40% малеинового ангидрида; СПЛ имеет вязкость 1,2-1,9 мПа·с.

## Предметный указатель

### абсорберы

биогаз, очистка; сепараторы, мембранные; ме- тан, получение чистого **37.МБ.183**

газы природные очистка; сепараторы, мембран- ные; метан, получение чистого **37.МБ.183**

масляные, получение; пенополипропилен, пламен- ная обработка; поверхностные слои, ячейки, раскры- тие; мембраны, фильтрац., получение **37.МБ.212**

### адсорбция

азот; керамика; порошки; нанокристаллы; полимор- физм; коалесценция; мембраны; титан диоксид; рент- генография; микроскопия электронная **37.МБ.108**

### азот

адсорбция; керамика; порошки; нанокристаллы; поли- морфизм; коалесценция; мембраны; титан диоксид; рент- генография; микроскопия электронная **37.МБ.108**

влияние; просачивание; водород; мембраны; палла- дий; алюминий оксид,  $\alpha$ -, полые волокна, подложки **37.МБ.30**

### водород

водород; смеси; разделение; мембранная техноло- гия; моделирование математическое **37.МБ.29**

проницаемость; мембраны; композиционные материа- лы; углерод; нанотрубки, многослойные **37.МБ.59**

### аккумуляторы электрические

литиевые; поливинилиденфторид; пропилен, гек- сафтор-; полиэлектролиты, получение, использова- ние, метод инверсии фаз **37.МБ.145, 37.МБ.35**

полимеры, с ионными группами; полисульфоны; экс- трузия; пленки полимерные, получение, использова- ние в качестве мембран; конденсаторы **37.МБ.211**

цинковые; полиамиды, субстрат; пропит- ка; полиметакриловая кислота, смеси; по- лиакриламид; отверждение; облучение; пленки

полимерные, получение, использование **37.МБ.215**

### алкильные группы

гидрофильность, влияние; полифениленоксиды, броминиро- ванный; мембраны полимерные, положительно заряженные, свойства и структура; желатин, разделение **37.МБ.141**

### алмаз

очистка, продуктов; никель, извлече- ние; марганец, синтез **37.МБ.208**

### алюминий

подложки; титан; осаждение, химиче- ское; пленки; титан диоксид **37.МБ.93**

### алюминий оксид

$\alpha$ -, полые волокна, подложки; мембраны; палладий;

просачивание; водород; азот, влияние **37.МБ.30**  
мембраны; пористые материалы, анодные; хроматография жидкостная высокоэффективная, колонки нанометрового диаметра; электродные материалы **37.МБ.104**  
нанопористый, использование; мембраны полимерные, пористые; теofilлин, молекула-шаблон; иммобилизация; нанопроволока, магнитные, полимерные, получение; нанотехнология **37.МБ.137**  
подложки; композиционные материалы; наночастицы, получение, свойства; цеолиты,  $\beta$ -углерод **37.МБ.78**  
получение; наноструктуры; анодирование, двухстадийный процесс **37.МБ.51**  
титан диоксид; фосфор оксид; литий оксид; мембраны, композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ; водостойкость; водостойкость придание **37.МБ.32**  
частицы; мембраны; цеолиты, типа А, синтез; гидротермальный процесс; кристаллическая структура; морфология **37.МБ.135**  
**аммоний катион**  
вода; динамика; мембраны; нафион; транспортные свойства; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **37.МБ.76**  
аниониты  
фильтры, регенерация, растворы, утилизация; растворы, регенерационные, получение, свойства; электрохимическая реакция, использование **37.МБ.159**  
-- сточные воды, состав, свойства **37.МБ.161**  
**анодирование**  
двухстадийный процесс; наноструктуры; алюминий оксид, получение **37.МБ.51**  
**антиоксиданты**  
гетероароматические соединения; фармакологически активные вещества; терапия; обзоры, библиография **37.МБ.33**  
**арамиды**  
полиамидамины; сополимеры; полибензазолы; пленки, ионообменные теплостойкие, получение; мембраны ионообменные, получение **37.МБ.213**  
**безотходная и малоотходная технология**  
создание; молочная промышленность; мембранная технология, применение **37.МБ.119**  
**белки**  
интегральные мембранные; предсказание пространственной структуры; макромолекулы конформации **37.МБ.94**  
**биогаз**  
очистка; абсорберы; сепараторы, мембранные; метан, получение чистого **37.МБ.183**  
**биореакторы**  
газы горючие, получение; мембраны полимерные **37.МБ.102**  
мембраны полимерные, нанокompозитные, загрязнение, уменьшение; модифицирование поверхности; титан диок-

сид; наночастицы, самосборка, исследование **37.МБ.139**  
этиловый спирт; ферментация; испарение, через мембрану; каучук силоксановый **37.МБ.103**  
**висмут оксиды**  
 $\text{ZrO}_2-\text{Bi}_2\text{CuO}_4-\text{Bi}_2\text{O}_3$ ; цирконий диоксид; висмут-медь оксиды; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; системы трехкомпонентные **37.МБ.83**  
**висмут-медь оксиды**  
висмут оксиды,  $\text{ZrO}_2-\text{Bi}_2\text{CuO}_4-\text{Bi}_2\text{O}_3$ ; цирконий диоксид; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; системы трехкомпонентные **37.МБ.83**  
**влага**  
диффузия; мембраны полимерные, гидрофильные; моделирование, двумерное **37.МБ.37**  
**влажность**  
относит., влияние; мембраны, пленочные тонкие; поливинилпиридины, содержание; морфология; поры, образование, механизм **37.МБ.101**  
**вода**  
аммоний катион; динамика; мембраны; нафион; транспортные свойства; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **37.МБ.76**  
дренажная, предочистка; свалки; нанофильтрация; отходы, твердые, бытовые **37.МБ.47**  
сорбция; старение, влияние; ионный обмен; смолы; нафион; дауэкс; переходные металлы, ионы; протоны; мембраны **37.МБ.90**  
- уксусная кислота; гераниловый спирт; эфиры сложные, геранилацетат, синтез; реакторы, ферментативный мембранный **37.МБ.70**  
электролиз; системы, твердотельные; водород, получение; обзоры **37.МБ.3**  
вода анализ  
пестициды определение; мембраны, полупроницаемые; пробоотборники, пассивные **37.МБ.64**  
техническая; мембраны; электроды ионоселективные, наноселективные; щелочные металлы определение, ионы; щелочноземельные металлы определение, ионы; электростанции, тепловые **37.МБ.150**  
**вода очистка**  
воздух очистка; загрязняющие вещества, био, определение; мембраны, элементы, спиральные **37.МБ.21**  
декоративных прудах и аквариумах; фильтрование; вода технология **37.МБ.193**  
охлаждение, устройство; вода технология **37.МБ.204**  
предварит., более глубокая; микрофильтрация, многослойное, способ, применение; мембранная технология; ликеро-водочное производство **37.МБ.43**

- ртуть, ионы, удаление; мембраны; композиционные материалы **37.МБ.128**
- фенол, извлечение; мембраны, жидкие, закрепленные; масла, растительные, использование **37.МБ.40**
- вода питьевая**
- вода технология; смолы; иониты, использование; мембраны, фильтры, использование **37.МБ.203**
- получение; керамика; мембраны, использования; вода технология **37.МБ.67**
- мембраны, кольтация; фильтрование; вода технология **37.МБ.129, 37.МБ.24**
- фильтрование; мембраны, использование **37.МБ.192**
- вода технология**
- вода очистка; охлаждение, устройство **37.МБ.204**
- вода питьевая; смолы; иониты, использование; мембраны, фильтры, использование **37.МБ.203**
- керамика; мембраны, использования; вода питьевая, получение **37.МБ.67**
- композиционные материалы, неорганические; мембраны; электролиз; обессоливание **37.МБ.91**
- мембраны, кольтация; фильтрование; вода питьевая, получение **37.МБ.129, 37.МБ.24**
- ультрафильтрование; мембраны, засорение; коллоиды; наночастицы, органические; осмос обратный; обессоливание **37.МБ.38**
- умягчение; катиониты; смолы, использование; мембраны; фильтрация; растворы, регенерационные; восстановление **37.МБ.191**
- фильтрование; вода очистка, декоративных прудах и аквариумах **37.МБ.193**
- мембраны, использование; обеззараживание, способ, устройство **37.МБ.202**
- водные растворы анализ**
- никель определение; мембраны, жидкие; никель комплексы **37.МБ.122**
- водород**
- азот; смеси; разделение; мембранная технология; моделирование математическое **37.МБ.29**
- диффузия; титан сплавы; цирконий сплавы; никель сплавы, икосаэдрические; электронное строение; квантовохимический расчет, неэмпирический; функционала плотности теория **37.МБ.84**
- мембраны полимерные, шитые, получение; полиимиды, сульфо-, содержание; конденсация химическая; сульфогруппа; фосфор оксид, присутствие **37.МБ.96**
- палладий сплавы, применение; очистка, диффузионная **37.МБ.28**
- получение; электролиз; системы, твердые; вода; обзоры **37.МБ.3**
- проницаемость; мембраны; диффузия **37.МБ.112**
- просачивание; мембраны; палладий; алюминий оксид,  $\alpha$ -, полые волокна, подложки; азот, влияние **37.МБ.30**
- разделение; пленки, тонкие, синтез; хром оксиды; проводники, протонные; мембраны **37.МБ.154**
- смеси; разделение; мембраны полимерные, состав **37.МБ.206**
- способ получения; мембраны, электропроводящие, использование **37.МБ.195**
- водостойкость**
- мембраны, композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ; литий оксид; алюминий оксид; титан диоксид; фосфор оксид; водостойкость придание **37.МБ.32**
- водостойкость придание**
- мембраны, композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ; литий оксид; алюминий оксид; титан диоксид; фосфор оксид; водостойкость **37.МБ.32**
- водотоки и водоемы**
- р. Сена; воды природные анализ, примесный **37.МБ.8**
- воды морские**
- обессоливание; нанофильтрование, в двухступенчатом процессе **37.МБ.201**
- опреснение; опреснение **37.МБ.9**
- воды природные**
- грунтовые, очистка; изотопы радиоактивные, удаление; мембраны, полупроницаемые; ультрафильтрование **37.МБ.14**
- восстановление; изотопы радиоактивные; кобальт, изотопы  $^{60}\text{Co}$ , удаление; цезий, изотопы  $^{137}\text{Cs}$ , удаление; ультрафильтрование **37.МБ.66**
- воды природные анализ**
- примесный; водотоки и водоемы, р. Сена **37.МБ.8**
- воздух**
- от двигателя, масса, измерение; сенсоры, очистка измерительной зоны; мембраны, нагреваемые **37.МБ.189**
- воздух очистка**
- вода очистка; загрязняющие вещества, био, определение; мембраны, элементы, спиральные **37.МБ.21**
- загрязняющие вещества, удаление; углерод оксид; сера гексафторид; органические соединения, летучие; мембраны, микропористые, использование **37.МБ.130, 37.МБ.25**
- волокна**
- нано, получение электропрядением; мембраны; поверхности, сверхгидрофобные; покрытия, по-слойно структурированные **37.МБ.57**
- волокна полипропиленовые**
- мембраны; сополимеризация привитая; полиакриламид; сточные воды очистка **37.МБ.73**
- волокнистые материалы**
- фильтрующие материалы; технология **37.МБ.156**
- вольтамперометрия**
- взаимосвязь; мембраны, перфторированные,



**МФ-4СК, свойства 37.МБ.163**

восстановление

воды природные, грунтовые; изотопы радиоактивные; кобальт, изотопы  $^{60}\text{Co}$ , удаление; цезий, изотопы  $^{137}\text{Cs}$ , удаление; ультрафильтрация **37.МБ.66**растворы, регенерационные; умягчение; вода технология; катиониты; смолы, использование; мембраны; фильтрация **37.МБ.191****вспенивание**молочные продукты; эмульгирование; мембраны **37.МБ.151, 37.МБ.165****вулканизация**шины, покрышки, производство; прессы, подпрессовочное устройство **37.МБ.180****газоанализаторы**разработки; пористые материалы; пропиточные составы **37.МБ.190****газопроницаемость**кислород; мембраны керамические, волоконистые, получение **37.МБ.11**-- трубчатые; лантан-стронций-оксиды,  $\text{La}_1$ ,  $\text{Sr}_x\text{O}_{3-x}$ ; церий диоксид, добавки **37.МБ.134****газы**высокочистые, получение; поверхности, оборудования, контроль, очистка; полупроводники, производство; жидкие кристаллы, производство **37.МБ.181**мембраны, цеолит-углеродные, свойства, синтез; разделение **37.МБ.69**молекулы; полисилоксаны, диметил-, силикаты, слоистые нанопористые; мембраны полимерные; наноматериалы; проницаемость **37.МБ.55**проницаемость; композиционные материалы; мембраны; цеолиты, NaA; пористость, межкристаллитная **37.МБ.107**- мембраны, гибридные, органо-неорганические, получение, свойства; полиэфирдиамин, влияние; золь-гель технология **37.МБ.81**- полиацетилены, фенил-, содержащий силокси-, галоген- и метильные группы, синтез, свойства; мембраны, десилированные; термогравиметрия **37.МБ.117**разделение; полимеры, аддитивный, использование, поли(5-триметилсилилнорборн-2-ен); мембраны полимерные, изготовление **37.МБ.186**смеси; разделение; полифосфазены, галогенсодержащие; мембраны, использование **37.МБ.182****газы горючие**получение; биореакторы; мембраны полимерные **37.МБ.102****газы отходящие очистка**пыль, удаление; фильтрование, тангенциальное **37.МБ.48****газы природные очистка**абсорберы; сепараторы, мембранные; метан, получение чистого **37.МБ.183****гераниловый спирт**уксусная кислота; эфиры сложные, геранилацетат, синтез; реакторы, ферментативный мембранный; вода; сорбция **37.МБ.70****герметизация**топливные элементы; электролиты твердые, полимерный; прокладки, резина; формование **37.МБ.170****гетероароматические соединения**антиоксиданты; фармакологически активные вещества; терапия; обзоры, библиография **37.МБ.33****гидрогели**пленки, тонкие, фотопривитые; полимеры; ультрафильтрация; мембраны; полисульфоны, свойства, устойчивость; разделение **37.МБ.80****гидродинамика**мембраны; моделирование математическое, ячеистый метод **37.МБ.164****гидроизоляционные материалы**свалки, полигоны; отходы **37.МБ.92****гидротермальный процесс**мембраны; цеолиты, типа А, синтез; частицы; алюминий оксид; кристаллическая структура; морфология **37.МБ.135**  
частицы, кремнийсодержащие; мембраны, бимодальные **37.МБ.49****гидрофильность**влияние; алкильные группы; полифениленоксиды, броминированный; мембраны полимерные, положительно заряженные, свойства и структура; желатин, разделение **37.МБ.141**полисульфоны; сополимеры; поливинилпирролидон; полиакрилонитрил; сополимеризация радикальная; мембраны полимерные, ультрафильтрация, получение, использование **37.МБ.142****гликоли**переноса процесс; мембраны; ионный обмен, МА-41, из водных и водно-солевых растворов **37.МБ.60****гликолипиды**липиды, морские мембранные; стероиды; обзоры **37.МБ.4****глины**мембраны, трубчатые, изготовление; ультрафильтрация **37.МБ.68**пески; смеси; осмос обратный **37.МБ.133****дауэкс**смолы; нафтион; сорбция; вода; старение, влияние; ионный обмен; переходные металлы, ионы; протоны; мембраны **37.МБ.90****дегидратация**изопропиловый спирт; поливиниловый спирт; полисилоксаны; золь-гель процесс; мембраны полимерные, гибридные, получение, использование **37.МБ.54****денитрификация**

сточные воды очистка, анаэробном процессе; органические соединения, удаление; нитрификация;

мембраны, использование 37.МБ.194

#### дефекты

переноса процесс; кислород; лантан-стронций-никель оксиды; проницаемость; моделирование математическое 37.МБ.113

#### диамины

использование; мембраны полимерные, обратимые осмотич., получение; полиамиды, устойчивость к хлору, повышенная; хлориды, использование 37.МБ.98

#### диатомиты

фиксация; фильтрующие материалы; термопласты, переработка; пластмассы изделия, рамы и накладки, изготовление; мембраны, микропористая; фильтры, плоский, изготовление, использование; медицина 37.МБ.199

#### динамика

вода; аммоний катион; мембраны; нафион; транспортные свойства; моделирование математическое; молекулярной динамики метод 37.МБ.76

дисперсные системы

высокомолек.; мембраны; проницаемость, снижение, причины; поляризация, концентрац. роль; ультрафильтрация; разделение, установки, производительность, повышение 37.МБ.118

#### диффузия

влаги; мембраны полимерные, гидрофильные; моделирование, двумерное 37.МБ.37

водород; проницаемость; мембраны 37.МБ.112

- титан сплавы; цирконий сплавы; никель сплавы, икосадрические; электронное строение; квантовохимический расчет, неэмпирический; функционала плотности теория 37.МБ.84

коэффициент; медь дихлорид; мембраны; стекло; пористые материалы, влияние температуры 37.МБ.114

проницаемость; кальций сульфат; мембраны, элементы трубчатого типа 37.МБ.46

#### доноры протонов

мембраны; транспорт; фосфорил соединения, переносчики, функционализированные, влияние 37.МБ.82

#### европей комплексы

порфирины; фталоцианины, смешанные; нанотрубки; сэндвичевые соединения, двухпалубные 37.МБ.6

#### желатин

разделение; полифениленоксиды, броминированный; мембраны полимерные, положительно заряженные, свойства и структура; алкильные группы; гидрофильность, влияние 37.МБ.141

#### железо оксид $Fe_2O_3$

наночастицы; мембраны керамические,  $Al_2O_3$ - $ZrO_2$ - $TiO_2$ ; покрытия; микроскопия сканирующая атомно-силовая 37.МБ.131, 37.МБ.26

#### жидкие кристаллы

произв-во; газы, высокочистые, получение; поверхности, оборудования, контроль, очистка; полупроводники, произв-во 37.МБ.181

#### жидкости

разделение; мембраны полимерные; целлюлоза ацетаты, полупроницаемая, получение, способ, использование 37.МБ.187

- пористые материалы, полиарилэфиркетоны, функционализир., использование; мембраны, пористые, изготовление, использование 37.МБ.210

#### жирные кислоты

оксигетилированные метиловые эфиры; ПАВ; разделение; ультрафильтрация, поперечно-проточное; красители; растворы, мицеллярные; мембраны; полисульфоны 37.МБ.53

#### загрязняющие вещества

био, определение; вода очистка; воздух очистка; мембраны, элементы, спиральные 37.МБ.21

удаление; воздух очистка; углерод оксид; сера гексафторид; органические соединения, летучие; мембраны, микропористые, использование 37.МБ.130, 37.МБ.25

#### золь-гель процесс

поливиниловый спирт; полисилоксаны; мембраны полимерные, гибридные, получение, использование; дегидратация; изопропиловый спирт 37.МБ.54

#### золь-гель технология

газы; проницаемость; мембраны, гибридные, органо-неорганические, получение, свойства; полиэфирдиамин, влияние 37.МБ.81

#### изопропиловый спирт

вода; разделение, первапорац.; композиционные материалы; наноматериалы; мембраны полимерные, новые, использование; поливиниловый спирт, содержание; полианилины, содержание, смеси 37.МБ.12

дегидратация; поливиниловый спирт; полисилоксаны; золь-гель процесс; мембраны полимерные, гибридные, получение, использование 37.МБ.54

смеси, вода; мембраны полимерные; поливиниловый спирт, применение; сшивание; силикаты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; модифицирование; хитозаны, использование; разделение, первапорц. 37.МБ.13

#### изотопы радиоактивные

воды природные, грунтовые; восстановление; кобальт, изотопы  $^{60}Co$ , удаление; цезий, изотопы  $^{137}Cs$ , удаление; ультрафильтрация 37.МБ.66

удаление; воды природные, грунтовые, очистка; мембраны, полупроницаемые; ультрафильтрация 37.МБ.14

#### иммобилизация

теофиллин, молекула-шаблон; мембраны полимерные, пористые; алюминий оксид, нанопористый, использование; нанопроволока, магнитные, полимерные, получение; нанотехнология 37.МБ.137

#### иод

поливиниловый спирт; мембраны полимерные, получение; теплопроводность, изучение, смеси 37.МБ.99

**иониты**

NaA; композиционные материалы; наночастицы; пленки, тонкие; углерод; проницаемость, высокая; углерод диоксид; метан; разделение **37.МБ.75**

использование; смолы; вода технология; вода питьевая; мембраны, фильтры, использование **37.МБ.203**

**ионные жидкости**

нафион; мембраны, электролитные, полимерные; топливные элементы **37.МБ.61**

**ионный обмен**

МА-41; мембраны; из водных и водно-соленых растворов; переноса процесс; гликоли **37.МБ.60**

радиоактивные отходы, низкой активности, очистка; фильтры; мембраны; концентраты, термообработка **37.МБ.209**  
сорбция; вода; старение, влияние; смолы; нафион; дауэкс; переходные металлы, ионы; протоны; мембраны **37.МБ.90**

**ионный перенос**

селективный; торий, ионы  $\text{Th}^{4+}$ ; мембраны, жидкие **37.МБ.132**

**ионы**

$\text{Pb}^{2+}$ ; свинец; электрохимическая импедансная спектроскопия; мембраны, ионоселективные твердые, свинец(2+) **37.МБ.62**

**испарение**

через мембрану; этиловый спирт; ферментация; биореакторы; каучук силоксановый **37.МБ.103**

**кальций сульфат**

диффузия; проницаемость; мембраны, элементы трубчатого типа **37.МБ.46**

**капролактамы**

водный; мембраны, листовые, трубчатая, применение; обезвоживание; осмос, прямой **37.МБ.144**

**катализаторы**

монолитные мембранные композиты, активность, селективность и мех. прочность; Фишера-Тропша реакция **37.МБ.148**

**катиониты**

смолы, использование; умягчение; вода технология; мембраны; фильтрация; растворы, регенерационные; восстановление **37.МБ.191**

**каучук силоксановый**

этиловый спирт; ферментация; испарение, через мембрану; биореакторы **37.МБ.103**

**квантовохимический расчет**

неэмпирический; диффузия; водород; титан сплавы; цирконий сплавы; никель сплавы, икосаэдрические; электронное строение; функционала плотности теория **37.МБ.84**

**керамика**

композитная; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; системы трехкомпонентные; цирконий диоксид, висмут-медь оксиды; висмут оксиды,  $\text{ZrO}_2\text{-Bi}_2\text{CuO}_4\text{-Bi}_2\text{O}_3$  **37.МБ.83**  
мембраны, использования; вода технология;

вода питьевая, получение **37.МБ.67**

порошки; нанокристаллы; полиморфизм; коалесценция; мембраны; титан диоксид; рентгенография; микроскопия электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**

**кинетика**

разделение; РЗЭ; экстракция, термоколебательная, в неравновесных условиях **37.МБ.7**

**кисломолочные продукты**

десерт структурир. «Загадка», функционально-технол. свойства, изучение; молочная сыворотка, творожная; наполнители; овощи **37.МБ.120**

**кислород**

газопроницаемость; мембраны керамические, волокнистые, получение **37.МБ.11**

-- трубчатые; лантан-стронций-оксиды,  $\text{La}_x\text{Sr}_x\text{O}_{3-x}$ ; церий диоксид, добавки **37.МБ.134**

использование; способ, устройство; сточные воды очистка, насыщение **37.МБ.171**

лантан-стронций-никель оксиды; переноса процесс; проницаемость; дефекты; моделирование математическое **37.МБ.113**

локальные потоки; пленки, био, нитрифицированные, влияние; мембраны; пористые материалы, микро, в виде плоского листка **37.МБ.126, 37.МБ.18**

**коалесценция**

керамика; порошки; нанокристаллы; полиморфизм; мембраны; титан диоксид; рентгенография; микроскопия электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**

**кобальт**

изотопы  $^{60}\text{Co}$ , удаление; воды природные, грунтовые; восстановление; изотопы радиоактивные; цезий, изотопы  $^{137}\text{Cs}$ , удаление; ультрафильтрация **37.МБ.66**

**коллоиды**

наночастицы, органические; ультрафильтрация; мембраны, засорение; вода технология; осмос обратный; обессоливание **37.МБ.38**

**композиционные материалы**

использование; сополимеры блок; сополимеры блок; полистирол; полистиролсульфокислота; сополимеризация радикальная; сополимеры блок, содержание; полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез **37.МБ.100**

мембраны; азот; проницаемость; углерод; нанотрубки, многостеночные **37.МБ.59**

- газы; проницаемость; цеолиты, NaA; пористость, межкристаллитная **37.МБ.107**

- ртуть, ионы, удаление; вода очистка **37.МБ.128**

наноматериалы, слоистые, получение, применение; кремний диоксид, тетраэдрич., содержание; полиамиды, содержание; полиолы, содержание; мембраны полимерные, получение **37.МБ.198**

- мембраны полимерные, новые, использование; изопропиловый спирт, вода; разделение, перапорац.; поливиниловый спирт, содержание; полианилины, содержание, смеси **37.МБ.12**
- наночастицы, получение, свойства; цеолиты,  $\beta$ -; углерод; алюминий оксид, подложки **37.МБ.78**
- пленки, тонкие; иониты, NaA; углерод; проницаемость, высокая; углерод диоксид; метан; разделение **37.МБ.75**
- неорганические; мембраны; электродиализ; обессоливание; вода технология **37.МБ.91**
- конвекция**
- сопряженная; интенсивные токовые режимы; мембраны ионообменные; поверхности; растворы **37.МБ.41**
- конденсаторы**
- полимеры, с ионными группами; полисульфоны; экструзия; пленки полимерные, получение, использование в качестве мембран; аккумуляторы электрические **37.МБ.211**
- конденсация химическая**
- мембраны полимерные, сшитые, получение; полиимиды, сульф-, содержание; сульфогруппа; водород; фосфор оксид, присутствие **37.МБ.96**
- концентраты**
- термообработка; радиоактивные отходы, низкой активности, очистка; фильтры; мембраны; ионный обмен **37.МБ.209**
- красители**
- использование; мембраны; нанопроволока, кабелиобразные; титан диоксид; солнечные батареи, сенсibilизированные **37.МБ.56**
- разделение; ультрафильтрация, поперечно-проточное; растворы, мицеллярные; мембраны; полисульфоны; ПАВ; жирные кислоты, оксигетилированные метиловые эфиры **37.МБ.53**
- кремний диоксид**
- мембраны; пористые материалы, макро, трехмерно упорядоченные, получение, свойства; поры, с регулируемым размером **37.МБ.109**
- метилованный; мембраны; метиловый спирт, перфузия, движущая сила; пористые материалы; переноса процесс **37.МБ.77**
- тетраэдрич., содержание; композиционные материалы; наноматериалы, слоистые, получение, применение; полиамиды, содержание; полиолы, содержание; мембраны полимерные, получение **37.МБ.198**
- кристаллическая структура**
- мембраны; цеолиты, типа A, синтез; гидротермальный процесс; частицы; алюминий оксид; морфология **37.МБ.135**
- ламинат**
- механические свойства; поликапроамид; смолы эпоксидные; полиуретаны, термопластичный; мембраны, нановолокнистые, изготовление, ламинирование **37.МБ.146**
- лантан-стронций-никель оксиды**
- кислород; переноса процесс; проницаемость; дефекты; моделирование математическое **37.МБ.113**
- лантан-стронций-оксиды**
- $La_{1-x}Sr_xO_{3-\delta}$ ; мембраны керамические, трубчатые; церий диоксид, добавки; газопроницаемость; кислород **37.МБ.134**
- ликеро-водочное производство**
- вода очистка, предварит., более глубокая; микрофильтрация, многослойное, способ, применение; мембранная технология **37.МБ.43**
- липиды**
- морские мембранные; гликолипиды; стериолы; обзоры **37.МБ.4**
- литий оксид**
- алюминий оксид; титан диоксид; фосфор оксид; мембраны, композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика,  $Li_2O-Al_2O_3-TiO_2-P_2O_5$ ; водостойкость; водостойкость придание **37.МБ.32**
- макромолекулы конформации**
- белки, интегральные мембранные, предсказание пространственной структуры **37.МБ.94**
- марганец
- никель, извлечение; синтез; алмаз; очистка, продуктов **37.МБ.208**
- масла**
- растительные, использование; фенол, извлечение; вода очистка; мембраны, жидкие, закрепленные **37.МБ.40**
- матрицы**
- микрофлюидные, слоеные, изготовление; мембраны, пористые **37.МБ.85**
- наноструктуры, пространственно-упорядоченный; пористые материалы **37.МБ.157**
- получение; шивание; поливиниловый спирт; цеолиты; фумаровая кислота, использование; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование; этиловый спирт, смеси, вода; разделение **37.МБ.140**
- медицина**
- термопласты, переработка; пластмассы изделия, рамы и накладки, изготовление; фильтрующие материалы; диатомиты, фиксация; мембраны, микропористая; фильтры, плоский, изготовление, использование **37.МБ.199**
- медь**
- ионы  $Cu(2+)$ ; переноса процесс; мембраны, жидкие; салицилиден)-нафталин-1, 8-диамин, N, N-бис(-, переносчики; ПАВ, анионные, влияние **37.МБ.106**
- медь дихлорид**
- диффузия, коэффициент; мембраны; стекло; пористые материалы, влияние температуры **37.МБ.114**
- медь оксиды \* висмут**
- висмут оксиды,  $ZrO_2-Bi_2CuO_4-Bi_2O_3$ ; цирконий диоксид; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная;

системы трехкомпонентные **37.МБ.83**

#### межмолекулярное взаимодействие

полиакриловая кислота; фосфатидилхолины; мембраны **37.МБ.155**

#### мембранная технология

вода очистка, предварит., более глубокая; микрофильтрация, многослойное, способ, применение; ликеро-водочное производство **37.МБ.43**

водород; азот; смеси; разделение; моделирование математическое **37.МБ.29**

молочная сыворотка, утилизация; сушка **37.МБ.42**  
применение; молочная промышленность; безотходная и малоотходная технология, создание **37.МБ.119**

#### мембраны

алюминий оксид; пористые материалы, анодные; хроматография жидкостная высокоэффективная, колонки нанометрового диаметра; электродные материалы **37.МБ.104**

бимодальные; частицы, кремнийсодержащие; гидротермальный процесс **37.МБ.49**

водород; проницаемость; диффузия **37.МБ.112**

волокна полипропиленовые; сополимеризация привитая; полиакриламид; сточные воды очистка **37.МБ.73**

гибридные, органо-неорганические, получение, свойства; полиэфирдиамин, влияние; газы; проницаемость; золь-гель технология **37.МБ.81**

гидродинамика; моделирование математическое, ячеистый метод **37.МБ.164**

десилированные; полиацетилены, фенил-, содержащий силокси-, галоген-и метильные группы, синтез, свойства; термогравиметрия; газы; проницаемость **37.МБ.117**

диффузия, коэффициент; медь дихлорид; стекло; пористые материалы, влияние температуры **37.МБ.114**

жидкие, закрепленные; фенол, извлечение; вода очистка; масла, растительные, использование **37.МБ.40**

- в нестационарных условиях; экстракция; РЗЭ; моделирование **37.МБ.158**

- никель определение; водные растворы анализ; никель комплексы **37.МБ.122**

- осцилляции; электрический потенциал **37.МБ.110**

- салицилиден)-нафталин-1, 8-диамин, N, N-бис(-, переносчики; переноса процесс; медь, ионы

Cu(2+); ПАВ, анионные, влияние **37.МБ.106**

- торий, ионы Th<sup>4+</sup>; ионный перенос, селективный **37.МБ.132**

жидкостные, на подложке; переноса процесс; хром, ионы Cr(3+); носители, использование **37.МБ.19**

загрязнение, имитаторы **37.МБ.127, 37.МБ.20**

заряженные, устойчивость на изгиб; электростатическое взаимодействие, вклад **37.МБ.74**

засорение и повреждение, анализ; микроскопия; осмос обратный; микроскопия, оптическая;

микроскопия электронная **37.МБ.105**

засорение; ультрафильтрация; коллоиды; наночастицы, органические; вода технология; осмос обратный; обессоливание **37.МБ.38**

ионный обмен, МА-41; из водных и водно-солевых растворов; переноса процесс; гликоли **37.МБ.60**

ионоселективные твердые, свинец(2+); свинец; ионы, Pb<sup>2+</sup>, электрохимическая импедансная спектроскопия **37.МБ.62**

использование; металлы тяжелые, удаление; электродиализ; сточные воды очистка; сточные воды очистка **37.МБ.10**

- сточные воды очистка, анаэробном процессе; органические соединения, удаление; нитрификация; денитрификация **37.МБ.194**

-- разделение **37.МБ.176**

- феноменологическая теория; фильтрация **37.МБ.124, 37.МБ.17**

- фильтрация; вода питьевая, получение **37.МБ.192**

-- вода технология; обеззараживание, способ, устройство **37.МБ.202**

использования; керамика; вода технология; вода питьевая, получение **37.МБ.67**

керамика; порошки; нанокристаллы; полиморфизм; коалесценция; титан диоксид; рентгенография; микроскопия электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**

кольматация; фильтрация; вода питьевая, получение; вода технология **37.МБ.129, 37.МБ.24**

комплексные матричные; цеолиты; полимеры, получение, применение **37.МБ.207**

композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика, Li<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; литий оксид; алюминий оксид; титан диоксид; фосфор оксид; водостойкость; водостойкость придание **37.МБ.32**

композиционные материалы, неорганические; электродиализ; обессоливание; вода технология **37.МБ.91**

- азот; проницаемость; углерод; нанотрубки, многостеночные **37.МБ.59**

- газы; проницаемость; цеолиты, NaA; пористость, межкристаллитная **37.МБ.107**

- ртуть, ионы, удаление; вода очистка **37.МБ.128**

кремний диоксид, метилированный; метиловый спирт, перфузия, движущая сила; пористые материалы; переноса процесс **37.МБ.77**

листовые, трубчатая, применение; капролактамы, водный; обезвоживание; осмос, прямой **37.МБ.144**

межмолекулярное взаимодействие; полиакриловая кислота; фосфатидилхолины **37.МБ.155**

микропористая; термопласты, переработка; пластмассы изделия, рамы и накладки, изготовление; фильтрующие материалы; диатомиты, фиксация; фильтры, плоский, изготовление, использование; медицина **37.МБ.199**

- микропористые, использование; воздух очистка; загрязняющие вещества, удаление; углерод оксид; сера гексафторид; органические соединения, летучие **37.МБ.130, 37.МБ.25**
- микрофильтрация, улучшение; ультразвук, воздействие **37.МБ.143, 37.МБ.34**
- многослойные, использование; эмульсии, в/м, стабильность, использование; пищевая промышленность **37.МБ.121**
- переноса процесс; химические вещества **37.МБ.45**
- модульные, установки; сорбенты; радиоактивные отходы, жидкие, переработка; технология; оптимизация **37.МБ.152, 37.МБ.166**
- нагреваемые; сенсоры, очистка измерительной зоны; воздух, от двигателя, масса, измерение **37.МБ.189**
- нановолокнистые, изготовление, ламинирование; поликапроамид; смолы эпоксидные; полиуретаны, термопластичный; ламинат; механические свойства **37.МБ.146**
- нанопроволока, кабелеобразные; титан диоксид; солнечные батареи, сенсibilизированные; красители, использование **37.МБ.56**
- нанотрубки; углерод **37.МБ.89**
- наночисточные, получение, селективность; проницаемость, изучение; растворы, солевые, низкоконц.; разделение **37.МБ.36**
- наночисточные; полимеры, концентрация, влияние **37.МБ.22**
- нафион; вода; аммоний катион; динамика; транспортные свойства; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **37.МБ.76**
- новые и загрязненные, очистка; наночисточные; проницаемость; электрический потенциал, дзета- **37.МБ.88**
- палладий; алюминий оксид,  $\alpha$ -, полые волокна, подложки; просачивание; водород; азот, влияние **37.МБ.30**
- переноса процесс электрохимический; углерод; нанотрубки; полярность, влияние **37.МБ.111**
- переноса процесс; разделение **37.МБ.15**
- перфторированные, МФ-4СК, свойства; вольтамперометрия, взаимосвязь **37.МБ.163**
- пленки, тонкие, синтез; хром оксиды; проводники, протонные; водород; разделение **37.МБ.154**
- пленочные тонкие; поливинилпиридины, содержание; морфология; поры, образование, механизм; влажность, относит., влияние **37.МБ.101**
- поверхности, сверхгидрофобные; волокна, нано, получение электропрядением; покрытия, послойно структурированные **37.МБ.57**
- полисульфоны, свойства, устойчивость; ультрафильтрация; полимеры; гидрогели; пленки, тонкие, фотопривитые; разделение **37.МБ.80**
- разделение; ультрафильтрация, поперечно-проточное;
- красители; растворы, мицеллярные; ПАВ; жирные кислоты, оксигетилированные метиловые эфиры **37.МБ.53**
- полифосфазены, галогенсодержащие; использование; разделение; газы, смеси **37.МБ.182**
- полиэлектролиты, тв., для источников тока, получение; композиции; сополимеры блок, содержащие гидрофильные и гидрофобные полимерные включения **37.МБ.214**
- половолоконные, использование; сточные воды очистка; полимеры, 4-метилпентен-1, использование **37.МБ.173**
- полупроницаемые; воды природные, грунтовые, очистка; изотопы радиоактивные, удаление; ультрафильтрация **37.МБ.14**
- пестициды определение; вода анализ; пробоотборники, пассивные **37.МБ.64**
- получение; осаждение, химическое, из газовой фазы; реакторы, с «холодными» стенками **37.МБ.65**
- пористые материалы, макро, трехмерно упорядоченные, получение, свойства; кремний диоксид; поры, с регулируемым размером **37.МБ.109**
- микро, в виде плоского листа; пленки, био, нитрифицированные, влияние; кислород, локальные потоки **37.МБ.126, 37.МБ.18**
- полимеризация, привитая; модифицирование поверхности; полиэфирсульфоны; электрический заряд, коронный, индуцированный, использование **37.МБ.58**
- пористые, изготовление, использование; пористые материалы, полиарилэфиркетоны, функционализир., использование; жидкости; разделение **37.МБ.210**
- матрицы, микрофлюидные, слоеные, изготовление **37.МБ.85**
- применение; радиохимический анализ; ядерная энергетика; сорбция, применение; экстракция, применение; обзоры **37.МБ.1, 37.МБ.5**
- проницаемость, снижение, причины; поляризация, концентрац. роль; ультрафильтрация; разделение, установки, производительность, повышение; дисперсные системы, высокомолек. **37.МБ.118**
- моделирование математическое **37.МБ.125**
- разделение; смеси; пропилен; пропан; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; моделирование математическое **37.МБ.116**
- протонные, изготовление; синтез; сополимеры блок; сополимеры блок; полистирол; полистиролсульфокислота; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание; полифениленоксиды, 2,6-диметил-, содержание **37.МБ.100**
- получение; полимеры, фторсодерж.; полисилоксаны, с сетчатыми структурами; сшивание, ионное; метиловый спирт; проницаемость, низкая **37.МБ.97**
- с закрытыми порами, способ получения, свойства **37.МБ.185**
- сорбция; вода; старение, влияние; ионный обмен; смолы; наф

ион; дауэкс; переходные металлы, ионы; протоны **37.МБ.90**  
 структура; ультрафильтрация; целлюлоза ацетаты, вторичные, использование; формование, растворы, состав, влияние **37.МБ.115**  
 сульфоны, перфтор-, модифицированные дикатионом кобальта; оптические свойства **37.МБ.44**  
 твердые, использование; оксиды; металлургия, электро; обзоры **37.МБ.2**  
 транспорт; доноры протонов; фосфорил соединения, переносчики, функционализированные, влияние **37.МБ.82**  
 трубчатые, изготовление; глины; ультрафильтрация **37.МБ.68**  
 умягчение; вода технология; катиониты; смолы, использование; фильтрация; растворы, регенерационные; восстановление **37.МБ.191**  
 фильтрац., получение; пенополипропилен, пламенная обработка; поверхностные слои, ячейки, раскрытие; абсорберы, масляные, получение **37.МБ.212**  
 фильтры, использование; вода технология; вода питьевая; смолы; иониты, использование **37.МБ.203**  
 - подложки, ячеистые, способ изготовления **37.МБ.184**  
 - радиоактивные отходы, низкой активности, очистка; концентраты, термообработка; ионный обмен **37.МБ.209**  
 - фильтрация, начально-краевые задачи, корректность **37.МБ.23**  
 цеолитовые, способ и аппарат для изготовления **37.МБ.177**  
 цеолит-углеродные, свойства; синтез; газы; разделение **37.МБ.69**  
 цеолиты, типа А, синтез; гидротермальный процесс; частицы; алюминий оксид; кристаллическая структура; морфология **37.МБ.135**  
 шероховатость; влияние одноосного растяжения; микрофильтрация; микроскопия сканирующая атомно-силовая; поверхности; морфология **37.МБ.39**  
 электроды ионоселективные, наноселективные; щелочные металлы определение, ионы; щелочноземельные металлы определение, ионы; электростанции, тепловые; вода анализ, техническая **37.МБ.150**  
 электролитная; топливные элементы, микро-, гальванические **37.МБ.178**  
 электролитные, полимерные; ионные жидкости; нафион; топливные элементы **37.МБ.61**  
 электропроводность; поверхности **37.МБ.79**  
 электропроводящие, использование; водород, способ получения **37.МБ.195**  
 электрохимические свойства; электроды ионоселективные **37.МБ.86**  
 элементы трубчатого типа; диффузия; проницаемость; кальций сульфат **37.МБ.46**  
 элементы, спиральные; вода очистка; воздух очистка; за-

грязняющие вещества, био, определение **37.МБ.21**  
 эмульгирование; молочные продукты; вспенивание **37.МБ.151, 37.МБ.165**  
 ячейки, гибридные, с полу-и полностью проницаемыми подсециями; моделирование математическое **37.МБ.123, 37.МБ.16**  
**мембраны ионообменные**  
 модифицирование; полиэтилен, как инертный носитель, замена; поливинилхлорид, использование **37.МБ.71**  
 поверхности; растворы; конвекция, сопряженная, интенсивные токовые режимы **37.МБ.41**  
 получение, использование; пленки полимерные, пористые; политетрафторэтилен; топливные элементы **37.МБ.72**  
 - сополимеры; полибензазолы; полиамидоимиды; арамиды; пленки, ионообменные теплостойкие, получение **37.МБ.213**  
**мембраны керамические**  
 $Al_2O_3-ZrO_2-TiO_2$ ; покрытия; железо оксид  $Fe_2O_3$ ; наночастицы; микроскопия сканирующая атомно-силовая **37.МБ.131, 37.МБ.26**  
 волокнистые, получение; газопроницаемость; кислород **37.МБ.11**  
 титан диоксид, синтез; ультрафильтрация **37.МБ.31**  
 трубчатые; лантан-стронций-оксиды,  $La_{1-x}Sr_xO_{3-\delta}$ ; церий диоксид, добавки; газопроницаемость; кислород **37.МБ.134**  
**мембраны полимерные**  
 газы горючие, получение; биореакторы **37.МБ.102**  
 гибридные, получение, использование; поливиниловый спирт; полисилоксаны; золь-гель процесс; дегидратация; изопропиловый спирт **37.МБ.54**  
 гидрофильные; влага; диффузия; моделирование, двумерное **37.МБ.37**  
 изготовление; полимеры, аддитивный, использование, поли(5-триметилсиллилнорборн-2-ен); разделение; газы **37.МБ.186**  
 иономерные; пленки полимерные, слои; полимеры, фторсодерж. **37.МБ.188**  
 матричные многослойные, изготовление, использование; поливиниловый спирт; цеолиты; матрицы, получение; сшивание; фумаровая кислота, использование; этиловый спирт, смеси, вода; разделение **37.МБ.140**  
 нанокомпозитные, загрязнение, уменьшение; модифицирование поверхности; титан диоксид; наночастицы, самосборка, исследование; биореакторы **37.МБ.139**  
 наноматериалы; полисилоксаны, диметил-, силикаты, слоистые нанопористые; проницаемость; молекулы; газы **37.МБ.55**  
 новые, использование; композиционные материалы; наноматериалы; изопропиловый спирт, вода; разделение, первапорац.; поливиниловый спирт, содержание; полианилины, содержание, смеси **37.МБ.12**  
 обратимые осмотич., получение; полиамиды, устойчивость к хлору, повышенная; диамины, использование; хлориды, использование **37.МБ.98**

поливинилиденфторид, засорение; рафинирование; подсолнечное масло, сырое; соевое масло, сырое **37.МБ.63**

поливиниловый спирт, применение; сшивание; силикаты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; модифицирование; хитозаны, использование; разделение, первапорц.; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**

полисульфоны, загрязненные, очистка; ультразвук, использование, оптимизация методик очистки, применение; молочная сыворотка; фильтрация, ультра **37.МБ.149**

положительно заряженные, свойства и структура; полифениленоксиды, броминированный; алкильные группы; гидрофильность, влияние; желатин, разделение **37.МБ.141**

получение, использование; высаживание при окутании; морфология **37.МБ.147**

- композиционные материалы; наноматериалы, слоистые, получение, применение; кремний диоксид, тетраэдрич., содержание; полиамиды, содержание; полиолы, содержание **37.МБ.198**

- поливиниловый спирт; иод; теплопроводность, изучение, смеси **37.МБ.99**

попые, фильтрац., изготовление; поливинилхлорид; сополимеры; поливинилхлорид; поливинилацетат; полималеиновый ангидрид; полимерные материалы переработка; формование **37.МБ.179, 37.МБ.217**

пористая, получение; полифениленизофталамид, использование **37.МБ.197**

пористые; теофиллин, молекула-шаблон; иммобилизация; алюминий оксид, нанопористый, использование; нанопроволока, магнитные, полимерные, получение; нанотехнология **37.МБ.137**

состав; водород; смеси; разделение **37.МБ.206**

структура и свойства, применение; частицы, гетерогенные; наполнители; сепарация **37.МБ.136**

сшитые, получение; полиимиды, сульфо-, содержание; конденсация химическая; сульфогруппа; водород; фосфор оксид, присутствие **37.МБ.96**

топливные элементы; электролиты твердые, полимерные; политетрафторэтилен, основа мембраны **37.МБ.50**

углеродные, получение, хим. структура; полиэфирсульфоны, полифталазинонэфирсульфокетоны; пиролиз; микроструктура **37.МБ.138**

ультрафильтрац. получение, использование; полисульфоны; сополимеры; поливинилпирролидон; полиакрилонитрил; сополимеризация радикальная; гидрофильность **37.МБ.142**

ультрафильтрац., изготовление; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; модифицирование, способы, разработка **37.МБ.153, 37.МБ.167**

целлюлоза ацетаты, полупроницаемая, получение, способ, использование; разделение; жидкости **37.МБ.187**

эксплуатац. и структурные свойства; полиэфирсульфоны, асимметричный; наночастицы; поливи-

нилпирролидон, содержание, влияние **37.МБ.95**

электролитные; топливные элементы; электролиты твердые, полимерный **37.МБ.169**

**металлургия**

электро; оксиды; мембраны, твердые, использование; обзоры **37.МБ.2**

**металлы тяжелые**

удаление; электродиализ; сточные воды очистка; мембраны, использование; сточные воды очистка **37.МБ.10**

**метан**

композиционные материалы; наночастицы; пленки, тонкие; иониты, NaA; углерод; проницаемость, высокая; углерод диоксид; разделение **37.МБ.75**

получение чистого; биогаз, очистка; сорбенты; сепараторы, мембранные **37.МБ.183**

- газы природные очистка; сорбенты; сепараторы, мембранные **37.МБ.183**

**метиловый спирт**

перфузия, движущая сила; мембраны; кремний диоксид, метилированный; пористые материалы; переноса процесс **37.МБ.77**

полимеры, фторсодерж.; полисилоксаны, с сетчатыми структурами; мембраны, протонные, получение; сшивание, ионное; проницаемость, низкая **37.МБ.97**

**механические свойства**

ламинат; поликапроамид; смолы эпоксидные; полиуретаны, термопластичный; мембраны, нановолокнистые, изготовление, ламинирование **37.МБ.146**

**микроскопия**

мембраны, засорение и повреждение, анализ; осмос обратный; микроскопия, оптическая; микроскопия электронная **37.МБ.105**

оптическая; мембраны, засорение и повреждение, анализ; микроскопия; осмос обратный; микроскопия электронная **37.МБ.105**

**микроскопия сканирующая атомно-силовая**

мембраны керамические,  $Al_2O_3-ZrO_2-TiO_2$ ; покрытия; железо оксид  $Fe_2O_3$ ; наночастицы **37.МБ.131, 37.МБ.26**

микрофильтрация; мембраны, шероховатость, влияние одноосного растяжения; поверхности; морфология **37.МБ.39**

**микроскопия электронная**

керамика; порошки; нанокристаллы; полиморфизм; коалесценция; мембраны; титан диоксид; рентгенография; адсорбция; азот **37.МБ.108**

мембраны, засорение и повреждение, анализ; микроскопия; осмос обратный; микроскопия, оптическая **37.МБ.105**

**микроструктура**

полиэфирсульфоны, полифталазинонэфирсульфокетоны; пиролиз; мембраны полимерные, углеродные, получение, хим. структура **37.МБ.138**



стекло пористое, щелочноборосиликатное;  
модифицирование, термическое 37.МБ.27

#### **микрофильтрация**

мембраны, шероховатость, влияние одноосного растяжения; микроскопия сканирующая атомно-силовая; поверхности; морфология 37.МБ.39

улучшение; мембраны; ультразвук, воздействие 37.МБ.143, 37.МБ.34

фильтрация; сточные воды очистка 37.МБ.174, 37.МБ.216

#### **микрофильтрация**

многослойное, способ, применение; вода очистка, предварит., более глубокая; мембранная технология; ликеро-водочное производство 37.МБ.43

#### **моделирование**

двумерное; мембраны полимерные, гидрофильные; влага; диффузия 37.МБ.37

экстракция; РЗЭ; мембраны, жидкие, в нестационарных условиях 37.МБ.158

#### **моделирование математическое**

вода; аммоний катион; динамика; мембраны; нафион; транспортные свойства; молекулярной динамики метод 37.МБ.76  
водород; азот; смеси; разделение; мембранная технология 37.МБ.29

мембраны, ячейки, гибридные, с полу-и полностью проницаемыми подсекциями 37.МБ.123, 37.МБ.16

- проницаемость 37.МБ.125

переноса процесс; кислород; лантан-стронций-никель оксиды; проницаемость; дефекты 37.МБ.113

разделение; смеси; пропилен; пропан; мембраны; проницаемость; полиимиды; пропан, 2,2-бис(3,4-декарбоксифенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2,3,5,6-тетраметил-1,4- 37.МБ.116

ячеистый метод; мембраны; гидродинамика 37.МБ.164

#### **модифицирование**

мембраны ионообменные; полиэтилен, как инертный носитель, замена; поливинилхлорид, использование 37.МБ.71

мембраны полимерные; поливиниловый спирт, применение; сшивание; силикаты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; хитозаны, использование; разделение, первапорц.; изопропиловый спирт, смеси, вода 37.МБ.13

способы, разработка; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление 37.МБ.153, 37.МБ.167

термическое; стекло пористое, щелочноборосиликатное; микроструктура 37.МБ.27

#### **модифицирование поверхности**

мембраны полимерные, нанокompозитные, загрязнение, уменьшение; титан диоксид; наночастицы, самосборка, исследование; биореакторы 37.МБ.139

полимеризация, привитая; мембраны; пористые материалы; полиэфирсульфоны; электрический разряд,

коронный, индуцированный, использование 37.МБ.58

#### **молекулы**

газы; полисилоксаны, диметил-; силикаты, слоистые нанопористые; мембраны полимерные; наноматериалы; проницаемость 37.МБ.55

#### **молекулярной динамики метод**

вода; аммоний катион; динамика; мембраны; нафион; транспортные свойства; моделирование математическое 37.МБ.76

#### **молочная промышленность**

мембранная технология, применение; безотходная и малоотходная технология, создание 37.МБ.119

#### **молочная сыворотка**

творожная, наполнители; овощи; кисломолочные продукты, десерт структурир. «Загадка», функционально-технол. свойства, изучение 37.МБ.120

утилизация; сушка; мембранная технология 37.МБ.42

фильтрация, ультра; мембраны полимерные; полисульфонаты, загрязненные, очистка; ультразвук, использование, оптимизация методик очистки, применение 37.МБ.149

#### **молочные продукты**

вспенивание; эмульгирование; мембраны 37.МБ.151, 37.МБ.165

#### **морфология**

мембраны полимерные, получение, использование, высадка при окутании 37.МБ.147

мембраны, пленочные тонкие; поливинилпиридины, содержание; поры, образование, механизм; влажность, относит., влияние 37.МБ.101

- цеолиты, типа А, синтез; гидротермальный процесс; частицы; алюминий оксид; кристаллическая структура 37.МБ.135

поверхности; микрофильтрация; мембраны, шероховатость, влияние одноосного растяжения; микроскопия сканирующая атомно-силовая 37.МБ.39

#### **мука**

хлебопекарные свойства; тесто; структурно-механические свойства; хлебобулочные изделия, качество;

пищевые добавки, «ФЭИС», влияние 37.МБ.168

#### **нанокристаллы**

керамика; порошки; полиморфизм;

коалесценция; мембраны; титан диоксид; рентгенография;

микроскопия электронная; адсорбция; азот 37.МБ.108

#### **наноматериалы**

мембраны полимерные, новые, использование;

композиционные материалы; изопропиловый спирт,

вода; разделение, первапорц.; поливиниловый спирт,

содержание; полианилины, содержание, смеси 37.МБ.12

- полисилоксаны, диметил-; силикаты, слоистые

нанопористые; проницаемость; молекулы; газы 37.МБ.55

слоистые, получение, применение; композиционные

материалы; кремний диоксид, тетраэдрич., содержание;

- полиамиды, содержание; полиолы, содержание; мембраны полимерные, получение **37.МБ.198**
- нанопроволока**  
кабелеобразные; мембраны; титан диоксид; солнечные батареи, сенсibilизированные; красители, использование **37.МБ.56**  
магнитные, полимерные, получение; мембраны полимерные, пористые; теофиллин, молекула-шаблон; иммобилизация; алюминий оксид, нанопористый, использование; нанотехнология **37.МБ.137**
- наноструктуры**  
алюминий оксид, получение; анодирование, двухстадийный процесс **37.МБ.51**  
пространственно-упорядоченный; пористые материалы; матрицы **37.МБ.157**
- нанотехнология**  
мембраны полимерные, пористые; теофиллин, молекула-шаблон; иммобилизация; алюминий оксид, нанопористый, использование; нанопроволока, магнитные, полимерные, получение **37.МБ.137**
- нанотрубки**  
европий комплексы; порфирины; фталоцианины, смешанные; сэндвичевые соединения, двухпалубные **37.МБ.6**  
многостеночные; углерод; азот; проницаемость; мембраны; композиционные материалы **37.МБ.59**  
углерод; мембраны **37.МБ.89**  
- переноса процесс электрохимический; мембраны; полярность, влияние **37.МБ.111**
- наночастицы**  
железо оксид  $Fe_2O_3$ ; мембраны керамические,  $Al_2O_3-ZrO_2-TiO_2$ ; покрытия; микроскопия сканирующая атомно-силовая **37.МБ.131, 37.МБ.26**  
композиционные материалы; пленки, тонкие; иониты, NaA; углерод; проницаемость, высокая; углерод диоксид; метан; разделение **37.МБ.75**  
органические; коллоиды; ультрафильтрация; мембраны, засорение; вода технология; осмос обратный; обессоливание **37.МБ.38**  
получение, свойства; композиционные материалы; цеолиты,  $\beta$ -; углерод; алюминий оксид, подложки **37.МБ.78**
- самосборка, исследование; титан диоксид; мембраны полимерные, нанокompозитные, загрязнение, уменьшение; модифицирование поверхности; биореакторы **37.МБ.139**
- наполнители**  
овощи; молочная сыворотка, творожная; кислomолочные продукты, десерт структурир. «Загадка», функционально-технол. свойства, изучение **37.МБ.120**  
частицы, гетерогенные; мембраны полимерные, структура и свойства, применение; сепарация **37.МБ.136**
- насосы**  
диафрагменные, электромеханические, перекачка, мелкодисперсные материалы **37.МБ.87**
- нафион**  
дауэкс; смолы; сорбция; вода; старение, влияние; ионный обмен; переходные металлы, ионы; протоны; мембраны **37.МБ.90**  
ионные жидкости; мембраны, электролитные, полимерные; топливные элементы **37.МБ.61**  
мембраны; вода; аммоний катион; динамика; транспортные свойства; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **37.МБ.76**
- нафталин-1, 8-диамин\*салицилиден)-N, N-бис(-, переносчики; мембраны, жидкие; переноса процесс; медь, ионы  $Cu(2+)$ ; ПАВ, анионные, влияние **37.МБ.106****
- нефть переработка**  
сточные воды очистка, минерализованные; технология **37.МБ.160**
- никель**  
извлечение; марганец; синтез; алмаз; очистка, продуктов **37.МБ.208**
- никель комплексы**  
никель определение; водные растворы анализ; мембраны, жидкие **37.МБ.122**
- никель оксиды\*лантан-стронций-кислород; переноса процесс; проницаемость; дефекты; моделирование математическое **37.МБ.113****
- никель определение**  
водные растворы анализ; мембраны, жидкие; никель комплексы **37.МБ.122**
- никель сплавы**  
икосаэдрические; титан сплавы; цирконий сплавы; диффузия; водород; электронное строение; квантовохимический расчет, неэмпирический; функционала плотности теория **37.МБ.84**
- нитрификация**  
сточные воды очистка, анаэробном процессе; органические соединения, удаление; денитрификация; мембраны, использование **37.МБ.194**
- носители**  
использование; переноса процесс; хром, ионы  $Cr(3+)$ ; мембраны, жидкостные, на подложке **37.МБ.19**

**обезвоживание**

осмос, прямой; мембраны, листовые, трубчатая, применение; капролактамы, водный 37.МБ.144

**обеззараживание**

способ, устройство; фильтрование; вода технология; мембраны, использование 37.МБ.202

**обессоливание**

воды морские; нанофильтрование, в двухступенчатом процессе 37.МБ.201

композиционные материалы, неорганические; мембраны; электродиализ; вода технология 37.МБ.91

ультрафильтрование; мембраны, засорение; коллоиды; наночастицы, органические; вода технология; осмос обратный 37.МБ.38

**обзоры**

биол. 47; фармакологически активные вещества; терапия; антиоксиданты; гетероароматические соединения 37.МБ.33

липиды, морские мембранные; гликолипиды; стероиды 37.МБ.4

оксиды; мембраны, твердые, использование; металлургия, электро 37.МБ.2

радиохимический анализ; ядерная энергетика; сорбция, применение; экстракция, применение; мембраны, применение 37.МБ.1, 37.МБ.5

электролиз; системы, твердотельные; вода; водород, получение 37.МБ.3

**облучение**

отверждение; полиамиды, субстрат; пропитка; полиметакриловая кислота, смеси; полиакриламид; пленки полимерные, получение, использование; аккумуляторы электрические, цинковые 37.МБ.215

**овощи**

наполнители; молочная сыворотка, творожная; кисломолочные продукты, десерт структурир. «Загадка», функционально-технол. свойства, изучение 37.МБ.120

**оксиды**

мембраны, твердые, использование; металлургия, электро; обзоры 37.МБ.2

**оксиды\*висмут**

$ZrO_2-Bi_2CuO_4-Bi_2O_3$ ; цирконий диоксид; висмут-медь оксиды; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; системы трехкомпонентные 37.МБ.83

**оксиды\*висмут-медь**

висмут оксиды,  $ZrO_2-Bi_2CuO_4-Bi_2O_3$ ; цирконий диоксид; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; системы трехкомпонентные 37.МБ.83

**оксиды\*лантан-стронций-**

$La_{1-x}Sr_xO_{3-\delta}$ ; мембраны керамические, трубчатые; церий

диоксид, добавки; газопроницаемость; кислород 37.МБ.134

**оксиды\*лантан-стронций-никель**

кислород; переноса процесс; проницаемость; дефекты; моделирование математическое 37.МБ.113

**оксиды\*хром**

пленки, тонкие, синтез; проводники, протонные; водород; разделение; мембраны 37.МБ.154

**опреснение**

воды морские; опреснение 37.МБ.9

опреснение; воды морские 37.МБ.9

**оптимизация**

радиоактивные отходы, жидкие, переработка; технология; мембраны, модульные, установки; сорбенты 37.МБ.152, 37.МБ.166

**оптические свойства**

мембраны; сульфоны, перфтор-, модифицированные дикационом кобальта 37.МБ.44

**органические соединения**

летучие; воздух очистка; загрязняющие вещества, удаление; углерод оксид, сера гексафторид; мембраны, микропористые, использование 37.МБ.130, 37.МБ.25

удаление; сточные воды очистка, анаэробном процессе; нитрификация; денитрификация; мембраны, использование 37.МБ.194

**осаждение**

химическое, из газовой фазы; мембраны, получение; реакторы, с «холодными» стенками 37.МБ.65

- пленки; титан диоксид; подложки; титан; алюминий 37.МБ.93

**осмос**

прямой; обезвоживание; мембраны, листовые, трубчатая, применение; капролактамы, водный 37.МБ.144

**осмос обратный**

глины; пески; смеси 37.МБ.133

мембраны, засорение и повреждение, анализ; микроскопия; микроскопия, оптическая; микроскопия электронная 37.МБ.105

ультрафильтрование; мембраны, засорение; коллоиды; наночастицы, органические; вода технология; обессоливание 37.МБ.38

**осцилляции**

электрический потенциал; мембраны, жидкие 37.МБ.110

**отверждение**

облучение; полиамиды, субстрат; пропитка; полиметакриловая кислота, смеси; полиакриламид; пленки полимерные, получение, использование; аккумуляторы электрические, цинковые 37.МБ.215

**отходы**

свалки, полигоны; гидроизоляционные материалы 37.МБ.92

твердые, бытовые, полигоны; сточные воды очистка, сбор и отвод фильтрата 37.МБ.162

-- нанофильтрация; свалки; вода, дренажная, предочистка **37.МБ.47**

#### **охлаждение**

устройство; вода очистка; вода технология **37.МБ.204**

#### **очистка**

диффузионная; палладий сплавы, применение; водород **37.МБ.28**

продуктов; алмаз; никель, извлечение; марганец, синтез **37.МБ.208**

#### **ПАВ**

анионные, влияние; переноса процесс; медь, ионы

Cu(2+); мембраны, жидкие; салицилиден)-нафталин-1, 8-диамин, N, N-бис(-, переносчики **37.МБ.106**

жирные кислоты, оксигетированные метиловые эфиры; разделение; ультрафильтрация, поперечно-проточное; красители; растворы, мицеллярные; мембраны; полисульфоны **37.МБ.53**

#### **палладий**

алюминий оксид,  $\alpha$ -, полые волокна, подложки; мембраны; просачивание; водород; азот, влияние **37.МБ.30**

#### **палладий сплавы**

применение; водород; очистка, диффузионная **37.МБ.28**

#### **пенополипропилен**

пламенная обработка; поверхностные слои, ячейки, раскрытие; мембраны, фильтрац., получение; абсорберы, масляные, получение **37.МБ.212**

#### **переноса процесс**

гликоли; мембраны; ионный обмен, MA-41, из водных и водно-солевых растворов **37.МБ.60**

кислород; лантан-стронций-никель оксиды; проницаемость; дефекты; моделирование математическое **37.МБ.113**

медь, ионы Cu(2+); мембраны, жидкие; салицилиден)-нафталин-1, 8-диамин, N, N-бис(-, переносчики; ПАВ, анионные, влияние **37.МБ.106**

мембраны; разделение **37.МБ.15**

метиловый спирт, перфузия, движущая сила; мембраны; кремний диоксид, метилированный; пористые материалы **37.МБ.77**

химические вещества; мембраны, многослойные **37.МБ.45**

хром, ионы Cr(3+); мембраны, жидкостные, на подложке; носители, использование **37.МБ.19**

#### **переноса процесс электрохимический**

мембраны; углерод; нанотрубки; поляризация, влияние **37.МБ.111**

#### **переходные металлы**

ионы; сорбция; вода; старение, влияние; ионный обмен; смолы; нафион; дауэкс; протоны; мембраны **37.МБ.90**

#### **пески**

глины; смеси; осмос обратный **37.МБ.133**

#### **пестициды определение**

вода анализ; мембраны, полупроницаемые; пробоотборники, пассивные **37.МБ.64**

#### **пиролиз**

полиэфирсульфоны, полифталазинонэфирсульфокетоны; мембраны полимерные, углеродные, получение, хим. структура; микроструктура **37.МБ.138**

#### **пищевая промышленность**

эмульсии, в/м, стабильность, использование; мембраны, многослойные, использование **37.МБ.121**

#### **пищевые добавки**

«ФЭИС», влияние; мука, хлебопекарные свойства; тесто; структурно-механические свойства; хлебобулочные изделия, качество **37.МБ.168**

#### **пластмассы изделия**

рамы и накладки, изготовление; термопласты, переработка; фильтрующие материалы; диатомиты, фиксация; мембраны, микропористая; фильтры, плоский, изготовление, использование; медицина **37.МБ.199**

#### **пленки**

био, нитрифицированные, влияние; кислород, локальные потоки; мембраны; пористые материалы, микро, в виде плоского листка **37.МБ.126, 37.МБ.18**

ионообменные теплостойкие, получение; сополимеры; полибензазолы; полиамидоимиды; арамиды; мембраны ионообменные, получение **37.МБ.213**

титан диоксид; осаждение, химическое; подложки; титан; алюминий **37.МБ.93**

тонкие, синтез; хром оксиды; проводники, протонные; водород; разделение; мембраны **37.МБ.154**

- фотопривитые; полимеры; гидрогели; ультрафильтрация; мембраны; полисульфоны, свойства, устойчивость; разделение **37.МБ.80**

- композиционные материалы; наночастицы; иониты, NaA; углерод; проницаемость, высокая; углерод диоксид; метан; разделение **37.МБ.75**

#### **пленки полимерные**

получение, использование в качестве мембран; полимеры, с ионными группами; полисульфоны; экструзия; аккумуляторы электрические; конденсаторы **37.МБ.211**

- использование; полиамиды, субстрат; пропитка; полиметакриловая кислота, смеси; полиакриламид; отверждение; облучение; аккумуляторы электрические, цинковые **37.МБ.215**

пористые; политетрафторэтилен; мембраны ионообменные, получение, использование; топливные элементы **37.МБ.72**

слои; мембраны полимерные, иономерные; полимеры, фторсодерж. **37.МБ.188**

#### **поверхности**

мембраны ионообменные; растворы; конвекция, сопряженная, интенсивные токовые режимы **37.МБ.41**

мембраны; электропроводность **37.МБ.79**

морфология; микрофильтрация; мембраны, шероховатость, влияние одноосного растяжения; микроскопия

сканирующая атомно-силовая **37.МБ.39**

оборудования, контроль, очистка; газы, высоко-  
чистые, получение; полупроводники, произв-во;  
жидкие кристаллы, произв-во **37.МБ.181**

сверхгидрофобные; мембраны; волокна, нано, по-  
лучение электропрядением; покрытия, по-  
слойно структурированные **37.МБ.57**

#### **поверхностные слои**

ячейки, раскрытие; пенополипропилен, пламен-  
ная обработка; мембраны, фильтрац., получение; аб-  
сорберы, масляные, получение **37.МБ.212**

#### **подложки**

титан; алюминий; осаждение, химиче-  
ское; пленки; титан диоксид **37.МБ.93**

ячеистые, способ изготовления; филь-  
тры; мембраны **37.МБ.184**

#### **подсолнечное масло**

сырое; рафинирование; соевое масло, сырое; мембраны по-  
лимерные; поливинилиденфторид, засорение **37.МБ.63**

#### **покрытия**

мембраны керамические,  $Al_2O_3-ZrO_2-TiO_2$ ; желе-  
зо оксид  $Fe_2O_3$ ; наночастицы; микроскопия скани-  
рующая атомно-силовая **37.МБ.131, 37.МБ.26**

послойно структурированные; мембраны; по-  
верхности, сверхгидрофобные; волокна, нано, по-  
лучение электропрядением **37.МБ.57**

#### **полиакриламид**

мембраны; волокна полипропиленовые; сополимери-  
зация привитая; сточные воды очистка **37.МБ.73**

полиметакриловая кислота, смеси; полиамиды, суб-  
страт; пропитка; отверждение; облучение; пленки  
полимерные, получение, использование; аккумуля-  
торы электрические, цинковые **37.МБ.215**

#### **полиакриловая кислота**

межмолекулярное взаимодействие; фосфа-  
тидилхолины; мембраны **37.МБ.155**

#### **полиакрилонитрил**

полиамиды; полисульфоны; мембраны полимер-  
ные, ультрафильтрац., изготовление; модифицирова-  
ние, способы, разработка **37.МБ.153, 37.МБ.167**

сополимеры; поливинилпирролидон; полисульфоны; сополиме-  
ризация радикальная; мембраны полимерные, ультрафильтрац.  
получение, использование; гидрофильность **37.МБ.142**

#### **полиамидоимиды**

арамиды; сополимеры; полибензазолы; пленки, ио-  
нообменные теплостойкие, получение; мембра-  
ны ионообменные, получение **37.МБ.213**

#### **полиамиды**

полисульфоны; полиакрилонитрил; мембраны полимер-  
ные, ультрафильтрац., изготовление; модифицирование,

способы, разработка **37.МБ.153, 37.МБ.167**

содержание; композиционные материалы; наномате-  
риалы, слоистые, получение, применение; кремний  
диоксид, тетраэдрич., содержание; полиолы, содержа-  
ние; мембраны полимерные, получение **37.МБ.198**  
субстрат; пропитка; полиметакриловая кислота, сме-  
си; полиакриламид; отверждение; облучение; плен-  
ки полимерные, получение, использование; аккумуля-  
торы электрические, цинковые **37.МБ.215**  
устойчивость к хлору, повышенная; мембраны поли-  
мерные, обратимые осмотич., получение; диамины, ис-  
пользование; хлориды, использование **37.МБ.98**

#### **полианилины**

содержание; смеси; изопропиловый спирт, вода; раз-  
деление, первапорац.; композиционные материа-  
лы; наноматериалы; мембраны полимерные, новые,  
использование; поливиниловый спирт, содержание **37.МБ.12**

#### **полиацетилены**

фенил-, содержащий силокси-, галоген-и метильные груп-  
пы, синтез, свойства; мембраны, десилированные; тер-  
могравиметрия; газы; проницаемость **37.МБ.117**

#### **полибензазолы**

сополимеры; полиамидоимиды; арамиды; плен-  
ки, ионообменные теплостойкие, получение; мем-  
браны ионообменные, получение **37.МБ.213**

#### **поливинилацетат**

полималеиновый ангидрид; сополимеры; поливинилх-  
лорид; поливинилхлорид; полимерные материалы пере-  
работка; формование; мембраны полимерные, полые,  
фильтрац., изготовление **37.МБ.179, 37.МБ.217**

#### **поливинилиденфторид**

засорение; мембраны полимерные; рафинирование; под-  
солнечное масло, сырое; соевое масло, сырое **37.МБ.63**  
пропилен, гексафтор-, полиэлектролиты, получение, ис-  
пользование, метод инверсии фаз; аккумуляторы элек-  
трические, литиевые **37.МБ.145, 37.МБ.35**

#### **поливиниловый спирт**

иод; мембраны полимерные, получение; тепло-  
проводность, изучение, смеси **37.МБ.99**

полисилоксаны; золь-гель процесс; мембраны поли-  
мерные, гибридные, получение, использование; де-  
гидратация; изопропиловый спирт **37.МБ.54**  
применение; мембраны полимерные; сшивание; сили-  
каты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; модифици-  
рование; хитозаны, использование; разделение, перва-  
порац.; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**  
содержание; изопропиловый спирт, вода; разделение,  
первапорац.; композиционные материалы; наномате-  
риалы; мембраны полимерные, новые, использова-  
ние; полианилины, содержание, смеси **37.МБ.12**

цеолиты; матрицы, получение; сшивание; фумаровая кислота, использование; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование; этиловый спирт, смеси, вода; разделение **37.МБ.140**

#### **поливинилпирридины**

содержание; мембраны, пленочные тонкие; морфология; поры, образование, механизм; влажность, относит., влияние **37.МБ.101**

#### **поливинилпирролидон**

полиакрилонитрил; сополимеры; полисульфоны; сополимеризация радикальная; мембраны полимерные, ультрафильтра. получение, использование; гидрофильность **37.МБ.142**  
содержание, влияние; полиэфирсульфоны, асимметричный; мембраны полимерные, эксплуатац. и структурные свойства; нанофильтрация **37.МБ.95**

#### **поливинилхлорид**

использование; мембраны ионообменные; модифицирование; полиэтилен, как инертный носитель, замена **37.МБ.71**  
поливинилацетат; полималеиновый ангидрид; сополимеры; поливинилхлорид; полимерные материалы переработка; формование; мембраны полимерные, полые, фильтрац., изготовление **37.МБ.179, 37.МБ.217**  
сополимеры; поливинилхлорид; поливинилацетат; полималеиновый ангидрид; полимерные материалы переработка; формование; мембраны полимерные, полые, фильтрац., изготовление **37.МБ.179, 37.МБ.217**

#### **полиимиды**

пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбокисфенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; разделение; смеси; пропилен; пропан; мембраны; проницаемость; моделирование математическое **37.МБ.116**  
сульфо-, содержание; мембраны полимерные, сшитые, получение; конденсация химическая; сульфогруппа; водород; фосфор оксид, присутствие **37.МБ.96**  
поликапроамид

смолы эпоксидные; полиуретаны, термопластичный; мембраны, нановолокнистые, изготовление, ламинирование; ламинат; механические свойства **37.МБ.146**

#### **полималеиновый ангидрид**

сополимеры; поливинилхлорид; поливинилацетат; поливинилхлорид; полимерные материалы переработка; формование; мембраны полимерные, полые, фильтрац., изготовление **37.МБ.179, 37.МБ.217**

#### **полимеризация**

привитая; модифицирование поверхности; мембраны; пористые материалы; полиэфирсульфоны; электрический разряд, коронный, индуцированный, использование **37.МБ.58**

#### **полимерные материалы переработка**

формование; поливинилхлорид; сополимеры; поливинилхлорид; поливинилацетат; полималеиновый

ангидрид; мембраны полимерные, полые, фильтрац., изготовление **37.МБ.179, 37.МБ.217**

#### **полимеры**

4-метилпентен-1, использование; сточные воды очистка; мембраны, полуволоконные, использование **37.МБ.173**

аддитивный, использование; поли(5-триметилсилилнорборн-2-ен); мембраны полимерные, изготовление; разделение; газы **37.МБ.186**  
гидрогели; пленки, тонкие, фотопривитые; ультрафильтрация; мембраны; полисульфоны, свойства, устойчивость; разделение **37.МБ.80**

концентрация, влияние; мембраны; нанофильтрация **37.МБ.22**

получение, применение; мембраны, комплексные матричные; цеолиты **37.МБ.207**

с ионными группами; полисульфоны; экструзия; пленки полимерные, получение, использование в качестве мембран; аккумуляторы электрические; конденсаторы **37.МБ.211**  
фторсодерж.; мембраны полимерные, иономерные; пленки полимерные, слои **37.МБ.188**

- полисилоксаны, с сетчатыми структурами; мембраны, протонные, получение; сшивание, ионное; метиловый спирт; проницаемость, низкая **37.МБ.97**

#### **полиметакриловая кислота**

смеси; полиакриламид; полиамиды, субстрат; пропитка; отверждение; облучение; пленки полимерные, получение, использование; аккумуляторы электрические, цинковые **37.МБ.215**

#### **полиморфизм**

керамика; порошки; нанокристаллы; коалесценция; мембраны; титан диоксид; рентгенография; микроскопия электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**

#### **полиолы**

содержание; композиционные материалы; наноматериалы, слоистые, получение, применение; кремний диоксид, тетраэдрич., содержание; полиамиды, содержание; мембраны полимерные, получение **37.МБ.198**

#### **полисилоксаны**

диметил-, силикаты, слоистые нанопористые; мембраны полимерные; наноматериалы; проницаемость; молекулы; газы **37.МБ.55**

поливиниловый спирт; золь-гель процесс; мембраны полимерные, гибридные, получение, использование; дегидратация; изопропиловый спирт **37.МБ.54**

с сетчатыми структурами; полимеры, фторсодерж.; мембраны, протонные, получение; сшивание, ионное; метиловый спирт; проницаемость, низкая **37.МБ.97**

#### **полистирол**

полистиролсульфоукислота; сополимеры блок; сополимеры блок; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание;

полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез **37.МБ.100**

#### **полистиролсульфокислота**

сополимеры блок; полистирол; сополимеры блок; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание; полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез **37.МБ.100**

#### **полисульфоны**

загрязненные, очистка; мембраны полимерные; ультразвук, использование, оптимизация методик очистки, применение; молочная сыворотка; фильтрация, ультра **37.МБ.149**  
мембраны; разделение; ультрафильтрация, поперечно-проточное; красители; растворы, мицеллярные; ПАВ; жирные кислоты, оксигетилированные метиловые эфиры **37.МБ.53**  
полиамиды; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление; модифицирование, способы, разработка **37.МБ.153, 37.МБ.167**  
свойства, устойчивость; ультрафильтрация; мембраны; полимеры; гидрогели; пленки, тонкие, фотопривитые; разделение **37.МБ.80**

сополимеры; поливинилпирролидон; полиакрилонитрил; сополимеризация радикальная; мембраны полимерные, ультрафильтрац. получение, использование; гидрофильность **37.МБ.142**  
экструзия; полимеры, с ионными группами; пленки полимерные, получение, использование в качестве мембран; аккумуляторы электрические; конденсаторы **37.МБ.211**

#### **политетрафторэтилен**

основа мембраны; топливные элементы; электролиты твердые, полимерные; мембраны полимерные **37.МБ.50**  
пленки полимерные, пористые; мембраны ионообменные, получение, использование; топливные элементы **37.МБ.72**

#### **полиуретаны**

термопластичный; поликапроамид; смолы эпоксидные; мембраны, нановолокнистые, изготовление, ламинирование; ламинат; механические свойства **37.МБ.146**

#### **полифениленоксиды**

2, 6-диметил-, содержание; сополимеры блок; сополимеры блок; полистирол; полистиролсульфокислота; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез **37.МБ.100**  
броминированный; мембраны полимерные, положительно заряженные, свойства и структура; алкильные группы; гидрофильность, влияние; желатин, разделение **37.МБ.141**

#### **полифосфазены**

галогенсодержащие; мембраны; использование; разделение; газы, смеси **37.МБ.182**

#### **полиэлектролиты**

получение, использование; метод инверсии фаз;

поливинилиденфторид; пропилен, гексафтор-; аккумуляторы электрические, литиевые **37.МБ.145, 37.МБ.35**  
тв., для источников тока, получение; мембраны; композиции; сополимеры блок, содержащие гидрофильные и гидрофобные полимерные включения **37.МБ.214**

#### **полиэтилен**

как инертный носитель, замена; мембраны ионообменные; модифицирование; поливинилхлорид, использование **37.МБ.71**

#### **полиэфирдиамин**

влияние; мембраны, гибридные, органико-неорганические, получение, свойства; газы; проницаемость; золь-гель технология **37.МБ.81**

#### **полиэфирсульфоны**

асимметричный; мембраны полимерные, эксплуатац. и структурные свойства; нанофильтрация; поливинилпирролидон, содержание, влияние **37.МБ.95**  
полимеризация, привитая; модифицирование поверхности; мембраны; пористые материалы; электрический разряд, коронный, индуцированный, использование **37.МБ.58**  
полифталазинонэфирсульфокетоны; пиролиз; мембраны полимерные, углеродные, получение, хим. структура; микроструктура **37.МБ.138**

#### **полупроводники**

произв-во; газы, высокочистые, получение; поверхности, оборудования, контроль, очистка; жидкие кристаллы, произв-во **37.МБ.181**

#### **поляризация**

концентрац. роль; мембраны; проницаемость, снижение, причины; ультрафильтрация; разделение, установки, производительность, повышение; дисперсные системы, высокомолек. **37.МБ.118**

#### **полярность**

влияние; переноса процесс электрохимический; мембраны; углерод; нанотрубки **37.МБ.111**

#### **пористость**

межкристаллитная; газы; проницаемость; композиционные материалы; мембраны; цеолиты, NaA **37.МБ.107**

#### **пористые материалы**

анодные; мембраны; алюминий оксид; хроматография жидкостная высокоэффективная, колонки нанометрового диаметра; электродные материалы **37.МБ.104**  
газоанализаторы, разработки, пропиточные составы **37.МБ.190**

макро, трехмерно упорядоченные, получение, свойства; мембраны; кремний диоксид; поры, с регулируемым размером **37.МБ.109**

мембраны; полимеризация, привитая; модифицирование поверхности; полиэфирсульфоны; электрический разряд, коронный, индуцированный, использование **37.МБ.58**  
метиловый спирт, перфузия, движущая сила;

- мембраны; кремний диоксид, метилированный; переноса процесс **37.МБ.77**
- микро, в виде плоского листка; мембраны; пленки, био, нитрифицированные, влияние; кислород, локальные потоки **37.МБ.126, 37.МБ.18**
- наноструктуры, пространственно-упорядоченный; матрицы **37.МБ.157**
- полиарилэфиркетоны, функционализир., использование; мембраны, пористые, изготовление, использование; жидкости; разделение **37.МБ.210**
- стекло; влияние температуры; диффузия, коэффициент; медь дихлорид; мембраны **37.МБ.114**
- порошки**
- керамика; нанокристаллы; полиморфизм; коалесценция; мембраны; титан диоксид; рентгенография; микроскопия электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**
- порфирины**
- фталоцианины, смешанные; европий комплексы; нанотрубки; сэндвичевые соединения, двухпалубные **37.МБ.6**
- поры**
- образование, механизм; мембраны, пленочные тонкие; поливинилпиридины, содержание; морфология; влажность, относит., влияние **37.МБ.101**
- с регулируемым размером; мембраны; пористые материалы, макро, трехмерно упорядоченные, получение, свойства; кремний диоксид **37.МБ.109**
- прессы**
- подпрессовочное устройство; шины, покрышки, производство; вулканизация **37.МБ.180**
- пробоотборники**
- пассивные; пестициды определение; вода анализ; мембраны, полупроницаемые **37.МБ.64**
- проводники**
- протонные; пленки, тонкие, синтез; хром оксиды; водород; разделение; мембраны **37.МБ.154**
- прокладки**
- резина; топливные элементы; электролиты твердые, полимерный; герметизация; формование **37.МБ.170**
- проницаемость**
- азот; мембраны; композиционные материалы; углерод; нанотрубки, многостеночные **37.МБ.59**
- водород; мембраны; диффузия **37.МБ.112**
- высокая; композиционные материалы; наночастицы; пленки, тонкие; иониты, NaA; углерод; углерод диоксид; метан; разделение **37.МБ.75**
- газы; композиционные материалы; мембраны; цеолиты, NaA; пористость, межкристаллитная **37.МБ.107**
- мембраны, гибридные, органо-неорганические, получение, свойства; полиэфирдиамин, влияние; золь-гель технология **37.МБ.81**
- полиацетилены, фенил-, содержащий силокси-, галоген-и метильные группы, синтез, свойства; мембраны, десилированные; термогравиметрия **37.МБ.117**
- диффузия; кальций сульфат; мембраны, элементы трубчатого типа **37.МБ.46**
- изучение; мембраны, нанофильтрационные, получение, селективность; растворы, солевые, низкоконц.; разделение **37.МБ.36**
- мембраны, новые и загрязненные, очистка; нанофильтрация; электрический потенциал, дзета- **37.МБ.88**
- моделирование математическое **37.МБ.125**
- разделение; смеси; пропилен; пропан; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; моделирование математическое **37.МБ.116**
- низкая; полимеры, фторсодерж.; полисилоксаны, с четкими структурами; мембраны, протонные, получение; сшивание, ионное; метиловый спирт **37.МБ.97**
- переноса процесс; кислород; лантан-стронций-никель оксиды; дефекты; моделирование математическое **37.МБ.113**
- полисилоксаны, диметил-; силикаты, слоистые нанопористые; мембраны полимерные; наноматериалы; молекулы; газы **37.МБ.55**
- снижение, причины; мембраны; поляризация, концентрац. роль; ультрафильтрация; разделение, установки, производительность, повышение; дисперсные системы, высокомолек. **37.МБ.118**
- пропан**
- 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; полиимиды; разделение; смеси; пропилен; пропан; мембраны; проницаемость; моделирование математическое **37.МБ.116**
- смеси; пропилен; разделение; мембраны; проницаемость; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; моделирование математическое **37.МБ.116**
- пропилен**
- гексафтор-; поливинилиденфторид; полиэлектролиты, получение, использование, метод инверсии фаз; аккумуляторы электрические, литиевые **37.МБ.145, 37.МБ.35**
- пропан; смеси; разделение; мембраны; проницаемость; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил)гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; моделирование математическое **37.МБ.116**
- пропитка**
- полиамиды, субстрат; полиметакриловая кислота, смеси; полиакриламид; отверждение; облучение; пленки полимерные, получение, использование; аккумуляторы электрические, цинковые **37.МБ.215**



**пропиточные составы**

газоанализаторы, разработки; пористые материалы **37.МБ.190**

**просачивание**

водород; мембраны; палладий; алюминий оксид,  $\alpha$ -, полые волокна, подложки; азот, влияние **37.МБ.30**

**протоны**

сорбция; вода; старение, влияние; ионный обмен; смолы; нафтон; дауэкс; переходные металлы, ионы; мембраны **37.МБ.90**

**пыль**

удаление; газы отходящие очистка; фильтрование, тангенциальное **37.МБ.48**

**радиоактивные отходы**

жидкие, переработка; технология; мембраны, модульные, установки; сорбенты; оптимизация **37.МБ.152, 37.МБ.166**

низкой активности, очистка; фильтры; мембраны; концентраты, термообработка; ионный обмен **37.МБ.209**

**радиохимический анализ**

ядерная энергетика; сорбция, применение; экстракция, применение; мембраны, применение; обзоры **37.МБ.1, 37.МБ.5**

**разделение**

водород; азот; смеси; мембранная технология; моделирование математическое **37.МБ.29**

- пленки, тонкие, синтез; хром оксиды; проводники, протонные; мембраны **37.МБ.154**

- смеси; мембраны полимерные, состав **37.МБ.206**

газы, смеси; полифосфазены, галогенсодержащие; мембраны, использование **37.МБ.182**

- полимеры, аддитивный, использование, поли(5-триметилсилилнорборн-2-ен); мембраны полимерные, изготовление **37.МБ.186**

жидкости; мембраны полимерные; целлюлоза ацетаты, полупроницаемая, получение, способ, использование **37.МБ.187**

- пористые материалы, полиарилэфиркетоны, функционализир., использование; мембраны, пористые, изготовление, использование **37.МБ.210**

композиционные материалы; наночастицы; пленки, тонкие; иониты, NaA; углерод; проницаемость, высокая; углерод диоксид; метан **37.МБ.75**

мембраны, цеолит-углеродные, свойства, синтез; газы **37.МБ.69**

первапорац.; изопропиловый спирт, вода; композиционные материалы; наноматериалы; мембраны полимерные, новые, использование; поливиниловый спирт, содержание; полианилины, содержание, смеси **37.МБ.12**

первапорц.; мембраны полимерные; поливиниловый спирт, применение; шивание; силикаты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; модифицирование; хитозаны, использование; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**

переноса процесс; мембраны **37.МБ.15**

поливиниловый спирт; цеолиты; матрицы, получение;

шивание; фумаровая кислота, использование; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование; этиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.140**

полимеры; гидрогели; пленки, тонкие, фотопривитые; ультрафильтрация; мембраны; полисульфоны, свойства, устойчивость **37.МБ.80**

растворы, солевые, низкоконц.; мембраны, нанофильтрационные, получение, селективность; проницаемость, изучение **37.МБ.36**

РЗЭ; экстракция, термоколебательная, в неравновесных условиях; кинетика **37.МБ.7**

смеси; пропилен; пропан; мембраны; проницаемость; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил) гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; моделирование математическое **37.МБ.116**

сточные воды очистка; мембраны, использование **37.МБ.176**

ультрафильтрация, поперечно-проточное; красители; растворы, мицеллярные; мембраны; полисульфоны; ПАВ; жирные кислоты, оксигетилированные метиловые эфиры **37.МБ.53**

установки, производительность, повышение; ультрафильтрация; мембраны; проницаемость, снижение, причины; поляризация, концентрац. роль; дисперсные системы, высокомолек. **37.МБ.118**

**растворы**  
мембраны ионообменные; поверхности; конвекция, сопряженная, интенсивные токовые режимы **37.МБ.41**

мицеллярные; разделение; ультрафильтрация, поперечно-проточное; красители; мембраны; полисульфоны; ПАВ; жирные кислоты, оксигетилированные метиловые эфиры **37.МБ.53**

регенерационные, получение, свойства; аниониты; фильтры, регенерация, растворы, утилизация; электрохимическая реакция, использование **37.МБ.159**

- восстановление; умягчение; вода технология; катиониты; смолы, использование; мембраны; фильтрация **37.МБ.191**

солевые, низкоконц.; разделение; мембраны, нанофильтрационные, получение, селективность; проницаемость, изучение **37.МБ.36**

**рафинирование**  
подсолнечное масло, сырое; соевое масло, сырое; мембраны полимерные; поливинилиденфторид, засорение **37.МБ.63**

**реакторы**  
мембранный цеолитный; этерификация; этиловый спирт; уксусная кислота **37.МБ.52**

с «холодными» стенками; мембраны, получение; осаждение, химическое, из газовой фазы **37.МБ.65**

ферментативный мембранный; уксусная кислота; гераниловый спирт; эфиры сложные, геранилацетат, синтез; вода; сорбция **37.МБ.70**

рентгенография

керамика; порошки; нанокристаллы; полиморфизм;

коалесценция; мембраны; титан диоксид; микроскопия электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**

### **РЗЭ**

разделение; экстракция, термоколебательная, в неравновесных условиях; кинетика **37.МБ.7**

экстракция; мембраны, жидкие, в нестационарных условиях; моделирование **37.МБ.158**

### **ртуть**

ионы, удаление; вода очистка; мембраны; композиционные материалы **37.МБ.128**

### **салицилиден)-нафталин-1, 8-диамин**

N, N-бис(-, переносчики; мембраны, жидкие; переноса процесс; медь, ионы Cu(2+); ПАВ, анионные, влияние **37.МБ.106**

### **свалки**

вода, дренажная, предочистка; нанофильтрация; отходы, твердые, бытовые **37.МБ.47**

полигоны; отходы; гидроизоляционные материалы **37.МБ.92**

### **свинец**

ионы, Pb<sup>2+</sup>; электрохимическая импедансная спектроскопия; мембраны, ионоселективные твердые, свинец(2+) **37.МБ.62**

### **сенсоры**

газовые, электрохимические, разработка **37.МБ.200**

очистка измерительной зоны; мембраны, нагреваемые;

воздух, от двигателя, масса, измерение **37.МБ.189**

### **сепараторы**

мембранные; биогаз, очистка; абсорберы; метан, получение чистого **37.МБ.183**

- газы природные очистка; абсорберы; метан, получение чистого **37.МБ.183**

### **сепарация**

мембраны полимерные, структура и свойства, применение; частицы, гетерогенные; наполнители **37.МБ.136**

### **сера гексафторид**

воздух очистка; загрязняющие вещества, удаление; углерод оксид; органические соединения, летучие; мембраны, микропористые, использование **37.МБ.130, 37.МБ.25**

### **силикаты**

слоистые нанопористые; полисилоксаны, диметил-; мембраны полимерные; наноматериалы; проницаемость; молекулы; газы **37.МБ.55**

тетраэтилорто-; сшивающие агенты; мембраны полимерные; поливинилового спирта, применение; сшивание; модифицирование; хитозаны, использование; разделение, перепарц.; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**

### **системы**

твердотельные; электролиз; вода; водород, получение; обзоры **37.МБ.3**

### **системы трехкомпонентные**

физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; цирконий диоксид; висмут-

медь оксиды; висмут оксиды, ZrO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> **37.МБ.83**

### **смеси**

водород; азот; разделение; мембранная технология; моделирование математическое **37.МБ.29**

- разделение; мембраны полимерные, состав **37.МБ.206**

глины; пески; осмос обратный **37.МБ.133**

пропилен; пропан; разделение; мембраны; проницаемость; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил) гексафтор-; фенилен диамин, 2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; моделирование математическое **37.МБ.116**

### **смолы**

иониты, использование; вода технология; вода питьевая; мембраны, фильтры, использование **37.МБ.203**

использование; катиониты; умягчение; вода технология; мембраны; фильтрация; растворы, регенерационные; восстановление **37.МБ.191**

нафион; дауэкс; сорбция; вода; старение, влияние; ионный обмен; переходные металлы,

ионы; протоны; мембраны **37.МБ.90**

### **смолы эпоксидные**

поликапроамид; полиуретаны, термопластичный; мембраны, нановолокнистые, изготовление, ламинирование; ламинат; механические свойства **37.МБ.146**

### **соевое масло**

сырое; рафинирование; подсолнечное масло, сырое; мембраны полимерные; поливинилиденфторид, засорение **37.МБ.63**

### **солнечные батареи**

сенсibilизированные; мембраны; нанопроволока, кабельобразные; титан диоксид; красители, использование **37.МБ.56**

### **сополимеризация привитая**

мембраны; волокна полипропиленовые; полиакриламид; сточные воды очистка **37.МБ.73**

### **сополимеризация радикальная**

полисульфоны; сополимеры; поливинилпирролидон; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, ультрафильтрация, получение, использование; гидрофильность **37.МБ.142**

сополимеры блок; сополимеры блок; полистирол; полистиролсульфонокислота; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание; полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез **37.МБ.100**

### **сополимеры**

полибензолы; полиамидоимиды; арамиды; пленки, ионообменные термостойкие, получение; мембраны ионообменные, получение **37.МБ.213**

поливинилпирролидон; полиакрилонитрил; полисульфоны; сополимеризация радикальная; мембраны полимерные, ультрафильтрация, получение, использование; гидрофильность **37.МБ.142**

поливинилхлорид; поливинилацетат; полималеиновый

ангидрид; поливинилхлорид; полимерные материалы переработка; формование; мембраны полимерные, полые, фильтрац., изготовление 37.МБ.179, 37.МБ.217

#### сополимеры блок

полистирол; полистиролсульфокислота; сополимеры блок; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание; полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез 37.МБ.100

содержание; сополимеры блок; сополимеры блок; полистирол; полистиролсульфокислота; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез 37.МБ.100

содержащие гидрофильные и гидрофобные полимерные включения; мембраны; полиэлектролиты, тв., для источников тока, получение, композиции 37.МБ.214

сополимеры блок; полистирол; полистиролсульфокислота; сополимеризация радикальная; композиционные материалы, использование; сополимеры блок, содержание; полифениленоксиды, 2, 6-диметил-, содержание; мембраны, протонные, изготовление, синтез 37.МБ.100

#### сорбенты

мембраны, модульные, установки; радиоактивные отходы, жидкие, переработка; технология; оптимизация 37.МБ.152, 37.МБ.166

#### сорбция

вода; старение, влияние; ионный обмен; смолы; нафион; дауэкс; переходные металлы, ионы; протоны; мембраны 37.МБ.90

- уксусная кислота; гераниловый спирт; эфиры сложные, геранилацетат, синтез; реакторы, ферментативный мембранный 37.МБ.70

применение; радиохимический анализ; ядерная энергетика; экстракция, применение; мембраны, применение; обзоры 37.МБ.1, 37.МБ.5

#### старение

влияние; сорбция; вода; ионный обмен; смолы; нафион; дауэкс; переходные металлы, ионы; протоны; мембраны 37.МБ.90

#### стекло

пористые материалы; влияние температуры; диффузия, коэффициент; медь дихлорид; мембраны 37.МБ.114

#### стекло пористое

щелочноборосиликатное; модифицирование, термическое; микроструктура 37.МБ.27

#### стеклокерамика

$Li_2O-Al_2O_3-TiO_2-P_2O_5$ ; мембраны, композитные проводящие ионы лития; литий оксид; алюминий оксид; титан диоксид; фосфор оксид; водостойкость; водостойкость придание 37.МБ.32

#### стероиды

липиды, морские мембранные; гликолипиды; обзоры 37.МБ.4

#### сточные воды

состав, свойства; аниониты; фильтры, регенерация 37.МБ.161

#### сточные воды очистка

анаэробном процессе; органические соединения, удаление; нитрификация; денитрификация; мембраны, использование 37.МБ.194

мембраны, полволоконные, использование; полимеры, 4-метилпентен-1, использование 37.МБ.173

- волокна полипропиленовые; сополимеризация привитая; полиакриламид 37.МБ.73

металлы тяжелые, удаление; электродиализ; мембраны, использование; сточные воды очистка 37.МБ.10

--- сточные воды очистка; мембраны, использование 37.МБ.10

минерализованные; нефть переработка; технология 37.МБ.160

насыщение; кислород, использование, способ, устройство 37.МБ.171

разделение; мембраны, использование 37.МБ.176

сбор и отвод фильтрата; отходы, твердые, бытовые, полигоны 37.МБ.162

судовые 37.МБ.175

увеличение эффективности, способ, устройство 37.МБ.172

фильтрование; микрофильтрация 37.МБ.174, 37.МБ.216

#### стронций-никель оксиды\*лантан-

кислород; переноса процесс; проницаемость; дефекты; моделирование математическое 37.МБ.113

#### стронций-оксиды\*лантан-

$La_{1-x}Sr_xO_{3-\delta}$ ; мембраны керамические, трубчатые; церий диоксид, добавки; газопроницаемость; кислород 37.МБ.134

#### структурно-механические свойства

тесто; мука, хлебопекарные свойства; хлебобулочные изделия, качество; пищевые добавки, «ФЭИС», влияние 37.МБ.168

#### сульфогруппа

мембраны полимерные, сшитые, получение; полиимиды, сульфо-, содержание; конденсация химическая; водород; фосфор оксид, присутствие 37.МБ.96

#### сульфоны

перфтор-, модифицированные дикатионом кобальта; мембраны; оптические свойства 37.МБ.44

#### сушка

молочная сыворотка, утилизация; мембранная технология 37.МБ.42

#### сшивание

ионное; полимеры, фторсодерж.; полисилоксаны, с сетчатыми структурами; мембраны, протонные, получение; метиловый спирт; проницаемость, низкая 37.МБ.97

матрицы, получение; поливиниловый спирт; цеолиты; фумаровая кислота, использование; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование;

этиловый спирт, смеси, вода; разделение **37.МБ.140**  
мембраны полимерные; поливиниловый спирт, применение;  
силикаты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; модифицирование; хитозаны, использование; разделение, первапорц.; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**  
**сшивающие агенты**  
силикаты, тетраэтилорто-; мембраны полимерные; поливиниловый спирт, применение; сшивание; модифицирование; хитозаны, использование; разделение, первапорц.; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**  
**сэндвичевые соединения**  
двухпалубные; европий комплексы; порфирины; фталонианины, смешанные; нанотрубки **37.МБ.6**  
**геофиллин**  
молекула-шаблон; иммобилизация; мембраны полимерные, пористые; алюминий оксид, нанопористый, использование; нанопроволока, магнитные, полимерные, получение; нанотехнология **37.МБ.137**  
теплопроводность  
изучение; смеси; поливиниловый спирт; иод; мембраны полимерные, получение **37.МБ.99**  
**терапия**  
фармакологически активные вещества; антиоксиданты; гетероароматические соединения; обзоры, библиография **37.МБ.33**  
**термогравиметрия**  
полиацетилены, фенил-, содержащий силокси-, галоген- и метильные группы, синтез, свойства; мембраны, десилированные; газы; проницаемость **37.МБ.117**  
**термопласты**  
переработка; пластмассы изделия, рамы и накладки, изготовление; фильтрующие материалы; диатомиты, фиксация; мембраны, микропористая; фильтры, плоский, изготовление, использование; медицина **37.МБ.199**  
**тесто**  
структурно-механические свойства; мука, хлебопекарные свойства; хлебобулочные изделия, качество; пищевые добавки, «ФЭИС», влияние **37.МБ.168**  
**технология**  
радиоактивные отходы, жидкие, переработка; мембраны, модульные, установки; сорбенты; оптимизация **37.МБ.152, 37.МБ.166**  
сточные воды очистка, минерализованные; нефть переработка **37.МБ.160**  
фильтрующие материалы; волокнистые материалы **37.МБ.156**  
**титан**  
алюминий; подложки; осаждение, химическое; пленки; титан диоксид **37.МБ.93**  
**титан диоксид**  
керамика; порошки; нанокристаллы; полиморфизм; коалесценция; мембраны; рентгенография; микроскопия

электронная; адсорбция; азот **37.МБ.108**  
мембраны; нанопроволока, кабелеобразные; солнечные батареи, сенсibilизированные; красители, использование **37.МБ.56**  
наночастицы, самосборка, исследование; мембраны полимерные, нанокompозитные, загрязнение, уменьшение; модифицирование поверхности; биореакторы **37.МБ.139**  
пленки; осаждение, химическое; подложки; титан; алюминий **37.МБ.93**  
синтез; мембраны керамические; ультрафильтрация **37.МБ.31**  
фосфор оксид; литий оксид; алюминий оксид; мембраны, композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ; водостойкость; водостойкость придание **37.МБ.32**  
**титан сплавы**  
цирконий сплавы; никель сплавы, икосаэдрические; диффузия; водород; электронное строение; квантовохимический расчет, неэмпирический; функционала плотности теория **37.МБ.84**  
**топливные элементы**  
мембраны полимерные, электролитные; электролиты твердые, полимерный **37.МБ.169**  
мембраны, электролитные, полимерные; ионные жидкости; нафийон **37.МБ.61**  
микро-, гальванические; мембраны, электролитная **37.МБ.178**  
пленки полимерные, пористые; политетрафторэтилен; мембраны ионообменные, получение, использование **37.МБ.72**  
электролиты твердые, полимерные; мембраны полимерные; политетрафторэтилен, основа мембраны **37.МБ.50**  
- полимерный; герметизация; прокладки, резина; формование **37.МБ.170**  
энергетические установки, системы риформирования топлива, мембранные реакторы, секции каталитического горения, температурные датчики, риформируемые топливные газы, мембранные водородные сепараторы **37.МБ.196**  
торий  
ионы  $\text{Th}^{4+}$ ; ионный перенос, селективный; мембраны, жидкие **37.МБ.132**  
**транспорт**  
мембраны; доноры протонов; фосфорил соединения, переносчики, функционализированные, влияние **37.МБ.82**  
**транспортные свойства**  
вода; аммоний катион; динамика; мембраны; нафийон; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **37.МБ.76**  
**углерод**  
композиционные материалы; наночастицы, получение, свойства; цеолиты,  $\beta$ -; алюминий оксид, подложки **37.МБ.78**  
-- пленки, тонкие; иониты, NaA; проницаемость, высокая; углерод диоксид; метан; разделение **37.МБ.75**  
нанотрубки, многостеночные; азот; проницаемость;

мембраны; композиционные материалы **37.МБ.59**

- мембраны **37.МБ.89**

- переноса процесс электрохимический; мембраны; полярность, влияние **37.МБ.111**

#### **углерод диоксид**

композиционные материалы; наночастицы; пленки, тонкие; иониты, NaA; углерод; проницаемость, высокая; метан; разделение **37.МБ.75**

#### **углерод оксид**

воздух очистка; загрязняющие вещества, удаление; сера гексафторид; органические соединения, летучие; мембраны, микропористые, использование **37.МБ.130, 37.МБ.25**

#### **уксусная кислота**

гераниловый спирт; эфиры сложные, геранилацетат, синтез; реакторы, ферментативный мембранный; вода; сорбция **37.МБ.70**

этерификация; этиловый спирт; реакторы, мембранный цеолитный **37.МБ.52**

#### **ультразвук**

воздействие; микрофильтрация, улучшение; мембраны **37.МБ.143, 37.МБ.34**

использование; оптимизация методик очистки, применение; мембраны полимерные; полисульфоны, загрязненные, очистка; молочная сыворотка; фильтрация, ультра **37.МБ.149**

#### **ультрафильтрация**

воды природные, грунтовые, очистка; изотопы радиоактивные, удаление; мембраны, полупроницаемые **37.МБ.14**

-- восстановление; изотопы радиоактивные; кобальт, изотопы <sup>60</sup>Co, удаление; цезий, изотопы <sup>137</sup>Cs, удаление **37.МБ.66**

мембраны керамические; титан диоксид, синтез **37.МБ.31**

мембраны, засорение; коллоиды, наночастицы, органические; вода технология; осмос обратный; обессоливание **37.МБ.38**

- структура; целлюлоза ацетаты, вторичные, использование; формование, растворы, состав, влияние **37.МБ.115**

- трубчатые, изготовление; глины **37.МБ.68**

- полисульфоны, свойства, устойчивость; полимеры; гидрогели; пленки, тонкие, фотопривитые; разделение **37.МБ.80**

поперечно-проточное; разделение; красители; растворы, мицеллярные; мембраны; полисульфоны; ПАВ; жирные кислоты, оксигетилированные метиловые эфиры **37.МБ.53**

разделение, установки, производительность, повышение; мембраны; проницаемость, снижение, причины; поляризация, концентрац. роль; дисперсные системы, высокомолек. **37.МБ.118**  
умягчение

вода технология; катиониты; смолы, использование; мембраны; фильтрация; растворы, регенерационные; восстановление **37.МБ.191**

#### **фармакологически активные вещества**

терапия; антиоксиданты; гетероароматические соединения; обзоры, библиограф. **37.МБ.33**

#### **фенилен диамин**

2, 3, 5, 6-тетраметил-1, 4-; полиимиды; пропан, 2, 2-бис(3, 4-декарбоксифенил)гексафтор-; разделение; смеси; пропилен; пропан; мембраны; проницаемость; моделирование математическое **37.МБ.116**

#### **фенол**

извлечение; вода очистка; мембраны, жидкие, закрепленные; масла, растительные, использование **37.МБ.40**

#### **ферментация**

этиловый спирт; испарение, через мембрану; биореакторы; каучук силоксановый **37.МБ.103**

#### **физико-химические свойства**

электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; системы трехкомпонентные; цирконий диоксид; висмут-медь оксиды; висмут оксиды, ZrO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> **37.МБ.83**

#### **фильтрация**

мембраны, использование, феноменологическая теория **37.МБ.124, 37.МБ.17**

начально-краевые задачи, корректность;

фильтры; мембраны **37.МБ.23**

ультра; молочная сыворотка; мембраны полимерные; полисульфоны, загрязненные, очистка; ультразвук, использование, оптимизация методик очистки, применение **37.МБ.149**

умягчение; вода технология; катиониты; смолы, использование; мембраны; растворы, регенерационные; восстановление **37.МБ.191**

#### **фильтрация**

вода технология; вода очистка, декоративных прудах и аквариумах **37.МБ.193**

- мембраны, использование; обеззараживание, способ, устройство **37.МБ.202**

мембраны, использование; вода питьевая, получение **37.МБ.192**

- кольтация; вода питьевая, получение; вода технология **37.МБ.129, 37.МБ.24**

сточные воды очистка; микрофильтрация **37.МБ.174, 37.МБ.216**

тангенциальное; газы отходящие очистка; пыль, удаление **37.МБ.48**

#### **фильтрующие материалы**

волокнистые материалы; технология **37.МБ.156**

диатомиты, фиксация; термопласты, переработка; пластмассы изделия, рамы и накладки, изготовление; мембраны, микропористая; фильтры, плоский, изготовление, использование; медицина **37.МБ.199**

#### **фильтры**

мембранные, модульные конструкции **37.МБ.205**

мембраны; радиоактивные отходы, низкой активности, очистка; концентраты, термообработка; ионный обмен **37.МБ.209**

- фильтрация, начально-краевые задачи,

корректность **37.МБ.23**

плоский, изготовление, использование; термопласты, переработка; пластмассы изделия, рамы и накладки, изготовление; фильтрующие материалы; диатомиты, фиксация; мембраны, микропористая; медицина **37.МБ.199**

подложки, ячеистые, способ изготовления; мембраны **37.МБ.184**

регенерация, растворы, утилизация; аниониты; растворы, регенерационные, получение, свойства; электрохимическая реакция, использование **37.МБ.159**

- аниониты; сточные воды, состав, свойства **37.МБ.161**

#### **Фишера-Тропша реакция**

катализаторы, монолитные мембранные композиты, активность, селективность и мех. прочность **37.МБ.148**

#### **формование**

полимерные материалы переработка; поливинилхлорид; сополимеры; поливинилхлорид; поливинилацетат; полималеиновый ангидрид; мембраны полимерные, полые, фильтрац., изготовление **37.МБ.179, 37.МБ.217**

растворы, состав, влияние; ультрафильтрация; мембраны, структура; целлюлоза ацетаты, вторичные, использование **37.МБ.115**

топливные элементы; электролиты твердые, полимерный; герметизация; прокладки, резина **37.МБ.170**

#### **фосфатидилхолины**

межмолекулярное взаимодействие; полиакриловая кислота; мембраны **37.МБ.155**

#### **фосфор оксид**

литий оксид; алюминий оксид; титан диоксид; мембраны, композитные проводящие ионы лития; стеклокерамика,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ; водостойкость; водостойкость придание **37.МБ.32**

присутствие; мембраны полимерные, сшитые, получение; полиимиды, сульфо-, содержание; конденсация химическая; сульфогруппа; водород **37.МБ.96**

#### **фосфорил соединения**

переносчики, функционализированные, влияние; мембраны; транспорт; доноры протонов **37.МБ.82**

#### **фталоцианины**

смешанные; европий комплексы; порфирины; нанотрубки; сэндвичевые соединения, двухпалубные **37.МБ.6**

#### **фумаровая кислота**

использование; поливиниловый спирт; цеолиты; матрицы, получение; сшивание; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование; этиловый спирт, смеси, вода; разделение **37.МБ.140**

#### **функционала плотности теория**

диффузия; водород; титан сплавы; цирконий сплавы; никель сплавы, икосаэдрические; электронное строение; квантовохимический расчет, неэмпирический **37.МБ.84**

#### **химические вещества**

переноса процесс; мембраны, многослойные **37.МБ.45**

#### **хитозаны**

использование; мембраны полимерные; поливиниловый спирт, применение; сшивание; силикаты, тетраэтилорто-; сшивающие агенты; модифицирование; разделение, пер-вапорц.; изопропиловый спирт, смеси, вода **37.МБ.13**

#### **хлебобулочные изделия**

качество; мука, хлебопекарные свойства; тесто; структурно-механические свойства; пищевые добавки, «ФЭИС», влияние **37.МБ.168**

#### **хлориды**

использование; мембраны полимерные, обратимые осмотич., получение; полиамиды, устойчивость к хлору, повышенная; диамины, использование **37.МБ.98**

#### **хром**

ионы  $\text{Cr}(3+)$ ; переноса процесс; мембраны, жидкостные, на подложке; носители, использование **37.МБ.19**

хром оксиды

пленки, тонкие, синтез; проводники, протонные; водород; разделение; мембраны **37.МБ.154**

#### **хроматография жидкостная высокоэффективная**

колонки нанометрового диаметра; мембраны; алюминий оксид; пористые материалы, анодные; электродные материалы **37.МБ.104**

#### **цезий**

изотопы  $^{137}\text{Cs}$ , удаление; воды природные, грунтовые; восстановление; изотопы радиоактивные; кобальт, изотопы  $^{60}\text{Co}$ , удаление; ультрафильтрация **37.МБ.66**

#### **целлюлоза ацетаты**

вторичные, использование; ультрафильтрация; мембраны, структура; формование, растворы, состав, влияние **37.МБ.115**

полупроницаемая, получение, способ, использование; мембраны полимерные; разделение; жидкости **37.МБ.187**

#### **цеолиты**

$\beta$ -; композиционные материалы; наночастицы, получение, свойства; углерод; алюминий оксид, подложки **37.МБ.78**

$\text{NaA}$ ; газы; проницаемость; композиционные материалы; мембраны; пористость, межкристаллитная **37.МБ.107**

мембраны, комплексные матричные; полимеры, получение, применение **37.МБ.207**

поливиниловый спирт; матрицы, получение; сшивание; фумаровая кислота, использование; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование;

этиловый спирт, смеси, вода; разделение **37.МБ.140**

типа А; синтез; мембраны; гидротермальный процесс; частицы; алюминий оксид; кристаллическая структура; морфология **37.МБ.135**

#### **церий диоксид**

добавки; мембраны керамические,

трубчатые; лантан-стронций-оксиды,  $La_{1-x}Sr_xO_{3-\delta}$ ; газопроницаемость; кислород **37.МБ.134**

#### **цирконий диоксид**

висмут-медь оксиды; висмут оксиды;  $ZrO_2-Bi_2CuO_4-Bi_2O_3$ ; физико-химические свойства; электропроводность, электронно-ионная; керамика, композитная; системы трехкомпонентные **37.МБ.83**

#### **цирконий сплавы**

никель сплавы, икосаэдрические; титан сплавы; диффузия; водород; электронное строение; квантовохимический расчет, неэмпирический; функционала плотности теория **37.МБ.84**

#### **частицы**

алюминий оксид; мембраны; цеолиты, типа А, синтез; гидротермальный процесс; кристаллическая структура; морфология **37.МБ.135**  
гетерогенные; наполнители; мембраны полимерные, структура и свойства, применение; сепарация **37.МБ.136**

кремнийсодержащие; гидротермальный процесс; мембраны, бимодальные **37.МБ.49**

#### **шины**

покрышки, производство; вулканизация; прессы, подпрессовочное устройство **37.МБ.180**

#### **щелочноземельные металлы определение**

ионы; мембраны; электроды ионоселективные, наноселективные; щелочные металлы определение, ионы; электростанции, тепловые; вода анализ, техническая **37.МБ.150**

#### **щелочные металлы определение**

ионы; мембраны; электроды ионоселективные, наноселективные; щелочноземельные металлы определение, ионы; электростанции, тепловые; вода анализ, техническая **37.МБ.150**

#### **экстракция**

применение; радиохимический анализ; ядерная энергетика; сорбция, применение; мембраны, применение; обзоры **37.МБ.1, 37.МБ.5**  
РЗЭ; мембраны, жидкие, в нестационарных условиях; моделирование **37.МБ.158**

термоколебательная; в неравновесных условиях; разделение; РЗЭ; кинетика **37.МБ.7**

#### **экструзия**

полисульфоны; полимеры, с ионными группами; пленки полимерные, получение, использование в качестве мембран; аккумуляторы электрические; конденсаторы **37.МБ.211**

#### **электрический потенциал**

дзета-; мембраны, новые и загрязненные, очистка; нанофильтрация; проницаемость **37.МБ.88**  
осцилляции; мембраны, жидкие **37.МБ.110**

#### **электрический разряд**

коронный, индуцированный, использование; полимеризация, привитая; модифицирование поверхности; мембраны; пористые материалы; полиэфирсульфоны **37.МБ.58**

#### **электролиз**

композиционные материалы, неорганические; мембраны; обессоливание; вода технология **37.МБ.91**

металлы тяжелые, удаление; сточные воды очистка; мембраны, использование; сточные воды очистка **37.МБ.10**

#### **электродные материалы**

мембраны; алюминий оксид; пористые материалы, анодные; хроматография жидкостная высокоэффективная, колонки нанометрового диаметра **37.МБ.104**

#### **электроды ионоселективные**

мембраны; электрохимические свойства **37.МБ.86**  
наноселективные; мембраны; щелочные металлы определение, ионы; щелочноземельные металлы определение, ионы; электростанции, тепловые; вода анализ, техническая **37.МБ.150**

#### **электролиз**

системы, твердотельные; вода; водород, получение; обзоры **37.МБ.3**

#### **электролиты твердые**

полимерные; топливные элементы; мембраны полимерные; политетрафторэтилен, основа мембраны **37.МБ.50**  
полимерный; топливные элементы; герметизация; прокладки, резина; формование **37.МБ.170**  
-- мембраны полимерные, электролитные **37.МБ.169**

#### **электронное строение**

диффузия; водород; титан сплавы; цирконий сплавы; никель сплавы, икосаэдрические; квантовохимический расчет, неэмпирический; функционала плотности теория **37.МБ.84**

#### **электропроводность**

мембраны; поверхности **37.МБ.79**  
электронно-ионная; физико-химические свойства; керамика, композитная; системы трехкомпонентные; цирконий диоксид; висмут-медь оксиды; висмут оксиды,  $ZrO_2-Bi_2CuO_4-Bi_2O_3$  **37.МБ.83**

#### **электростанции**

тепловые; мембраны; электроды ионоселективные, наноселективные; щелочные металлы определение, ионы; щелочноземельные металлы определение, ионы; вода анализ, техническая **37.МБ.150**

#### **электростатическое взаимодействие**

вклад; мембраны, заряженные, устойчивость на изгиб **37.МБ.74**

#### **электрохимическая реакция**

использование; аниониты; фильтры, регенерация, растворы, утилизация; растворы, регенерационные, получение, свойства **37.МБ.159**

#### **электрохимические свойства**

мембраны; электроды ионоселективные **37.МБ.86**

#### **эмульгирование**

мембраны; молочные продукты; вспенивание **37.МБ.151, 37.МБ.165**

**эмульсии**

в/м, стабильность, использование; мембраны, многослойные, использование; пищевая промышленность **37.МБ.121**

**этерификация**

этиловый спирт; уксусная кислота; реакторы, мембранный цеолитный **37.МБ.52**

**этиловый спирт**

смеси, вода; поливиниловый спирт; цеолиты; матрицы, получение; сшивание; фумаровая кислота, использование; мембраны полимерные, матричные многослойные, изготовление, использование; разделение **37.МБ.140**  
ферментация; испарение, через мембрану; био-

реакторы; каучук силоксановый **37.МБ.103**

этерификация; уксусная кислота; реакторы, мембранный цеолитный **37.МБ.52**

**эфирные сложные**

геранилацетат, синтез; уксусная кислота; гераниловый спирт; реакторы, ферментативный мембранный; вода; сорбция **37.МБ.70**

**ядерная энергетика**

радиохимический анализ; сорбция, применение; экстракция, применение; мембраны, применение; обзоры **37.МБ.1, 37.МБ.5**

**Авторский указатель**

- |  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Abe S. <b>37.МБ.190</b>                  | Berenguer-Murcia Angel <b>37.МБ.69</b>        | Chen Ping <b>37.МБ.135</b>                  | Desrumaux Anne <b>37.МБ.151, 37.МБ.165</b>     |
| Abo-Ghander N.S. <b>37.МБ.10</b>         | Berot Serge <b>37.МБ.151, 37.МБ.165</b>       | Chen Wei-Fu <b>37.МБ.97</b>                 | Dhahbi M. <b>37.МБ.19</b>                      |
| Aguilar-Arteaga Karina <b>37.МБ.128</b>  | Bielska MaLgorzata <b>37.МБ.53</b>            | Chen Yanli <b>37.МБ.6</b>                   | Di Luccio M. <b>37.МБ.15</b>                   |
| Ajayan Pulickel M. <b>37.МБ.111</b>      | Blake Nick P. <b>37.МБ.76</b>                 | Chen Yu <b>37.МБ.54</b>                     | Ding Bin <b>37.МБ.56, 37.МБ.57</b>             |
| Al-Amoudi Ahmed <b>37.МБ.88</b>          | Borges C. P. <b>37.МБ.15</b>                  | Chermashentseva G. K. <b>37.МБ.148</b>      | Ding Xiaobin <b>37.МБ.31</b>                   |
| Altink R. M. <b>37.МБ.144</b>            | Breytenbach Jaco C. <b>37.МБ.107</b>          | Chetri Prafulla <b>37.МБ.99</b>             | Doran Andrew <b>37.МБ.101</b>                  |
| Alves T. L. M. <b>37.МБ.15</b>           | Brito Juan <b>37.МБ.93</b>                    | Chida H. <b>37.МБ.177</b>                   | Dragan M.-A. <b>37.МБ.113</b>                  |
| Aminabhavi Tejraj M. <b>37.МБ.12</b>     | BruSS Ulrich <b>37.МБ.193</b>                 | Chng Mei Lin <b>37.МБ.140</b>               | Duarte L. T. <b>37.МБ.15</b>                   |
| An Sung K. <b>37.МБ.100</b>              | Buffle Jacques <b>37.МБ.122</b>               | Cho Chang G. <b>37.МБ.100</b>               | Dubois M. <b>37.МБ.74</b>                      |
| Anton Marc <b>37.МБ.151, 37.МБ.165</b>   | Buzier Remy <b>37.МБ.8</b>                    | Cho Jaeweon <b>37.МБ.38</b>                 | El Kissi Nadia <b>37.МБ.211</b>                |
| Aoki Tomoko <b>37.МБ.121</b>             | Campos J. B. L. M. <b>37.МБ.123, 37.МБ.16</b> | Chueh Bor-han <b>37.МБ.85</b>               | Elbaz-Poulichet Françoise <b>37.МБ.8</b>       |
| Arcella Vincenzo <b>37.МБ.188</b>        | Carja Gabriela <b>37.МБ.129, 37.МБ.24</b>     | Chung Tai-Shung <b>37.МБ.140</b>            | Esteve-Turrillas Francesc A. <b>37.МБ.64</b>   |
| Ashokkumar Muthupandian <b>37.МБ.149</b> | Caron Francois <b>37.МБ.66</b>                | Ci Lijie <b>37.МБ.111</b>                   | Fan Yiqun <b>37.МБ.109, 37.МБ.31</b>           |
| Baba Tatsuo <b>37.МБ.184</b>             | Carreno J. <b>37.МБ.62</b>                    | Ciacchi F. <b>37.МБ.3</b>                   | Fang Jianhua <b>37.МБ.96</b>                   |
| Badwal S. <b>37.МБ.3</b>                 | Carriere D. <b>37.МБ.74</b>                   | Ciobanu Gabriela <b>37.МБ.129, 37.МБ.24</b> | Fatherazi Shahmir <b>37.МБ.212</b>             |
| Bae Tae-Hyun <b>37.МБ.139</b>            | Castoldi Marcelo T. <b>37.МБ.116</b>          | Clarke R. <b>37.МБ.3</b>                    | Feng Yong-Xiang <b>37.МБ.58</b>                |
| Bakker S. M. <b>37.МБ.127, 37.МБ.20</b>  | Cazorla-Amoros Diego <b>37.МБ.69</b>          | Cooper C. A. <b>37.МБ.49</b>                | Ferguson Stephen T. <b>37.МБ.130, 37.МБ.25</b> |
| Banfield Jillian F. <b>37.МБ.108</b>     | Chabert France <b>37.МБ.211</b>               | Cornelissen E. R. <b>37.МБ.21</b>           | Ferraz H. C. <b>37.МБ.15</b>                   |
| Barcia O. E. <b>37.МБ.62</b>             | Chang Li Feng <b>37.МБ.75</b>                 | Coronas Joaquin <b>37.МБ.52</b>             | Fery A. <b>37.МБ.74</b>                        |
| Bardeau J.-F. <b>37.МБ.74</b>            | Chang Li-feng <b>37.МБ.78</b>                 | Cot Louis <b>37.МБ.68</b>                   | Flanagan Ted B. <b>37.МБ.112</b>               |
| Barnathan Gilles <b>37.МБ.4</b>          | Chen Fa-Rong <b>37.МБ.137</b>                 | Dai Hong Xia <b>37.МБ.110</b>               | Franke A. <b>37.МБ.189</b>                     |
| Baumann M. J. <b>37.МБ.131, 37.МБ.26</b> | Chen Hua <b>37.МБ.110</b>                     | Dass Narendra Nath <b>37.МБ.99</b>          | Freeman Benny D. <b>37.МБ.39</b>               |
| Bayen Stephane <b>37.МБ.122</b>          | Chen Jian Hua <b>37.МБ.54</b>                 | Davies S. H. <b>37.МБ.131, 37.МБ.26</b>     | Furuya N. <b>37.МБ.200</b>                     |
| Ben Amar Raja <b>37.МБ.68</b>            | Chen Li <b>37.МБ.111</b>                      | De Bruijn Frans <b>37.МБ.77</b>             | Futai Nobuyuki <b>37.МБ.85</b>                 |
| Ben Hassen Rached <b>37.МБ.68</b>        | Chen Liang <b>37.МБ.135</b>                   | De la Guardia Miguel <b>37.МБ.64</b>        | Gaillard Frederic <b>37.МБ.178</b>             |
| Ben Salah Abdelhamid <b>37.МБ.68</b>     | Chen Lianggang <b>37.МБ.179, 37.МБ.217</b>    | de la Iglesia Oscar <b>37.МБ.52</b>         | Galan-Vidal Carlos Andres <b>37.МБ.128</b>     |
|  |   | De Roever Emond W. F. <b>37.МБ.105</b>      | Gao Jin Zhang <b>37.МБ.110</b>                 |
|  |   | Decker Eric A. <b>37.МБ.121</b>             |  |
|  |   | Delorme N. <b>37.МБ.74</b>                  |  |



- Ghielmi Alessandro **37.МБ.188**
- Giddey S. **37.МБ.3**
- Gilbin Rodolphe **37.МБ.8**
- Gmelin G. **37.МБ.189**
- Gora Leszek **37.МБ.69**
- Goto A. **37.МБ.61**
- Gourbil A. **37.МБ.74**
- Gourlay Catherine **37.МБ.8**
- Grieser Franz **37.МБ.149**
- Gross Joachim **37.МБ.77**
- Guan Huai-Min **37.МБ.140**
- Guo Xiaoxia **37.МБ.96**
- Gust Devens **37.МБ.79**
- Habert A. C. **37.МБ.15**
- Hamamoto Shiro **37.МБ.213**
- Han X. J. **37.МБ.146**
- Harja Maria **37.МБ.129, 37.МБ.24**
- Hashimoto Tomotaka **37.МБ.192**
- Hassan A. R. **37.МБ.22, 37.МБ.95**
- He C. L. **37.МБ.146**
- He Jian-ping **37.МБ.51**
- Heijman S. G. J. **37.МБ.21**
- Hong Liang **37.МБ.134**
- Hong Suk-In **37.МБ.81**
- Hopp Bela **37.МБ.59**
- Houssin Timothee **37.МБ.85**
- Hoving E. **37.МБ.144**
- Hu Huo-ping **37.МБ.51**
- Hu Meng-Xin **37.МБ.73**
- Hu Yanming **37.МБ.117**
- Huang Wei-xing **37.МБ.103**
- Huang Z.-M. **37.МБ.146**
- Huang Zhen **37.МБ.140**
- Huh Dongeon **37.МБ.85**
- Huisman Ingmar H. **37.МБ.105**
- Hwang Yun Ju **37.МБ.145, 37.МБ.35**
- Inukai Cyuji **37.МБ.213**
- Iojoiu Christina **37.МБ.211**
- Ishiji T. **37.МБ.200**
- Ismail A. F. **37.МБ.22, 37.МБ.95**
- Istrati Lacramioara **37.МБ.129, 37.МБ.24**
- Jacques Carine **37.МБ.66**
- Jang Hye Y. **37.МБ.100**
- Jansen Jacobus C. **37.МБ.69**
- Jansens Peter **37.МБ.77**
- Jeong Soo Kyung **37.МБ.145, 37.МБ.35**
- Jian Xigao **37.МБ.138**
- Jiang Jianzhuang **37.МБ.6**
- Jiang Quan **37.МБ.103**
- Kang M. S. **37.МБ.142**
- Kao P. **37.МБ.3**
- Kapteijn Freek **37.МБ.69, 37.МБ.77**
- Kariduraganavar Mahadevappa Y. **37.МБ.13**
- Karnik B. S. **37.МБ.131, 37.МБ.26**
- Katayama Y. **37.МБ.61**
- Kavitskaya A. **37.МБ.36**
- Kawabe T. **37.МБ.190**
- Kawagoe Y. **37.МБ.61**
- Kawahara Keizou **37.МБ.213**
- Kemmei Tomoko **37.МБ.104**
- Kentish Sandra **37.МБ.149**
- Khassin A. A. **37.МБ.148**
- Khemakhem Sabeur **37.МБ.68**
- Kido Nobuaki **37.МБ.197**
- Kikandi Samuel **37.МБ.93**
- Kim C. K. **37.МБ.142**
- Kim Hyunjoon **37.МБ.81**
- Kim J. H. **37.МБ.142**
- Kiricsi Imre **37.МБ.59**
- Kittur Arjumand A. **37.МБ.13**
- Kobayashi H. **37.МБ.213**
- Kobayashi Takaomi **37.МБ.143, 37.МБ.34**
- Kodama Shuji **37.МБ.104**
- Kokubo Hiroshi **37.МБ.56**
- Konduri Suchitra **37.МБ.55**
- Kononova A. **37.МБ.36**
- Konya Zoltan **37.МБ.59**
- Korathkar Nikhil **37.МБ.111**
- Kornprobst Jean-Michel **37.МБ.4**
- Koutrakis Petros **37.МБ.130, 37.МБ.25**
- Krampe Joerg **37.МБ.202**
- Krieg Henning M. **37.МБ.107**
- Krijgsman J. **37.МБ.144**
- Krooshof G. J. P. **37.МБ.144**
- Kucheruk D. **37.МБ.36**
- Kukovecz Aacute **37.МБ.59**
- Kulkarni Srikant S. **37.МБ.13**
- Kulprathipanja Santi **37.МБ.140**
- Kumar Binod **37.МБ.32**
- Kumar Naidu Vijaya B. **37.МБ.12**
- Kuo Ping-Lin **37.МБ.97**
- Kurata Naoki **37.МБ.98**
- Kwon Boksoon **37.МБ.38**
- Kyrtos Christina R. **37.МБ.85**
- Lalchandani Sharan **37.МБ.149**
- Lambert Karine **37.МБ.178**
- Larbot Andre **37.МБ.68**
- Latt Kyaing Kyaing **37.МБ.143, 37.МБ.34**
- Laukaitis Giedrius **37.МБ.154**
- Laurent Jean Yves **37.МБ.178**
- Laurin Shawn **37.МБ.66**
- Lawler Desmond F. **37.МБ.39**
- Lawrence Joy E. **37.МБ.130, 37.МБ.25**
- Lei Hao **37.МБ.73**
- Li K. **37.МБ.11**
- Li Xian-feng **37.МБ.136**
- Li Xiyou **37.МБ.6**
- Li Yong **37.МБ.137, 37.МБ.6**
- Liang Yong-Min **37.МБ.50**
- Lim Chunwon **37.МБ.81**
- Lin Y. S. **37.МБ.49**
- Linares-Solano Angel **37.МБ.69**
- Liu Fu **37.МБ.58**
- Liu Hong-guo **37.МБ.6**
- Liu L. **37.МБ.146**
- Liu Qing Lin **37.МБ.54**
- Liu Qingyun **37.МБ.6**
- Liu Yutie **37.МБ.11**
- Liu Zhao-Lin **37.МБ.134**
- Lloyd Douglas R. **37.МБ.39**
- Lorgeoux Catherine **37.МБ.8**
- Lovitt Robert W. **37.МБ.88**
- Luo Mengfei **37.МБ.135**
- Lv Xiao-long **37.МБ.136**
- Mallada Reyes **37.МБ.52**
- Mandale Steve **37.МБ.88**
- Mankarios George **37.МБ.66**
- Marchese Jose **37.МБ.63**
- Martinhon P. T. **37.МБ.62**
- Masten S. J. **37.МБ.131, 37.МБ.26**
- Masuda Toshio **37.МБ.117**
- Matsuda H. **37.МБ.200**
- Matsumura Shunichi **37.МБ.197**
- Matsuyama Hideto **37.МБ.98**
- Mattea Miguel **37.МБ.63**
- Mattos O. R. **37.МБ.62**
- Mawson Raymond **37.МБ.149**
- McClements D. Julian **37.МБ.121**
- Melo Priamo A. **37.МБ.116**
- Menendez Miguel **37.МБ.52**
- Mercier Regis **37.МБ.211**
- Metiu Horia **37.МБ.76**
- Milcius Darius **37.МБ.154**
- Mills Greg **37.МБ.76**
- Minko Sergiy **37.МБ.101**
- Miranda J. M. **37.МБ.123, 37.МБ.16**
- Miura T. **37.МБ.61**
- Mizuno T. **37.МБ.177**
- Mizutani Y. **37.МБ.200**
- Mohl Melinda **37.МБ.59**
- Mohwald H. **37.МБ.74**
- Molenberg Aaldert Rens **37.МБ.185**
- Morehouse Jason A. **37.МБ.39**
- Mouchel Jean-Marie **37.МБ.8**
- Mukherjee Tulsi **37.МБ.90**
- Muthukumaran Shobha **37.МБ.149**
- Nahn Kee Suk **37.МБ.145, 37.МБ.35**
- Nair Sankar **37.МБ.55**
- Naka Takayuki **37.МБ.56**
- Nakamura M. **37.МБ.213**

- Nakano N. **37.МБ.190**  
 Nakayama Eriko **37.МБ.104**  
 Navickas Edvinas **37.МБ.154**  
 Nayak Saroj **37.МБ.111**  
 Nodono Mitsunori  
**37.МБ.214**  
 Nora'aini Ali **37.МБ.22**  
 Norhidayah Abdull **37.МБ.22**  
 Noworyta Andrzej **37.МБ.70**  
 Ochoa Nelio **37.МБ.63**  
 Ogawa Tasuku **37.МБ.57**  
 Ohto Mikiya **37.МБ.104**  
 Okamoto K. **37.МБ.213**  
 Okamoto Ken-ichi **37.МБ.96**  
 Okamura Daisuke **37.МБ.192**  
 Olujic Zarko **37.МБ.77**  
 Opitz B. **37.МБ.189**  
 Orlov Maxim **37.МБ.101**  
 Paez-Hernandez Maria Elena  
**37.МБ.128**  
 Pagliero Cecilia **37.МБ.63**  
 Pal Uday B. **37.МБ.2**  
 Palanivelu K. **37.МБ.40**  
 Palomar-Pardave Manuel  
**37.МБ.128**  
 Pan X. L. **37.МБ.29**  
 Pan Xiulian **37.МБ.30**  
 Park Noeon **37.МБ.38**  
 Parmon V. N. **37.МБ.148**  
 Pastor Agustin **37.МБ.64**  
 Pellegrino John **37.МБ.38**  
 Petersen Rebecca **37.МБ.212**  
 Pflanz Karl **37.МБ.212**  
 Pinto Jose C. **37.МБ.116**  
 Plissonnier Marc **37.МБ.178**  
 Polyakov Yuriy S.  
**37.МБ.124, 37.МБ.17**  
 Powell Adam C. **37.МБ.147**  
 Powell Adam C. (IV)  
**37.МБ.2**  
 Prochaska Krystyna  
**37.МБ.53**  
 Qiu Jieshan **37.МБ.138**  
 Rahman S. U. **37.МБ.10**  
 Raju K. V. S. N. **37.МБ.12**  
 Ramkumar Jayshree  
**37.МБ.90**  
 Reng Jie **37.МБ.110**  
 Renninger E. **37.МБ.189**  
 Reymann K. **37.МБ.189**  
 Riaublanc Alain **37.МБ.151,**  
**37.МБ.165**  
 Rios Fabian **37.МБ.79**  
 Rogalla Frank **37.МБ.67**  
 Romero-Romo Mario  
**37.МБ.128**  
 Rostamnia S. **37.МБ.132**  
 Rouhollahi Ahmad  
**37.МБ.106**  
 Rudina N. A. **37.МБ.148**  
 Ruiz Pablo A. **37.МБ.130,**  
**37.МБ.25**  
 Sadik Omowunmi A.  
**37.МБ.93**  
 Saindon Rosanna **37.МБ.133**  
 Sairam Malladi **37.МБ.12**  
 Saito Yukio **37.МБ.104**  
 Sakaguchi Toshikazu  
**37.МБ.117**  
 Sakaguchi Y. **37.МБ.213**  
 Sakura Daisuke **37.МБ.213**  
 Salavati-Niasari Masoud  
**37.МБ.106**  
 Salomon Jeremie **37.МБ.211**  
 Sanchez Jean-Yves  
**37.МБ.211**  
 Sanda Fumio **37.МБ.117**  
 Sarma Neelotpal Sen  
**37.МБ.99**  
 Sasaki Takeshi **37.МБ.197**  
 Sato K. **37.МБ.177**  
 Sato Ryoki **37.МБ.177**  
 Scholl Andreas **37.МБ.101**  
 Schroeder M. **37.МБ.113**  
 Seidel Jean-Luc **37.МБ.8**  
 Semmens M. J. **37.МБ.126,**  
**37.МБ.18**  
 Seta P. **37.МБ.19**  
 Shanahan J. W. **37.МБ.126,**  
**37.МБ.18**  
 Shanahan K. L. **37.МБ.112**  
 Shao Guo-lin **37.МБ.78**  
 Shi Er **37.МБ.103**  
 Shintani Takuji **37.МБ.98**  
 Shiotsuki Masashi **37.МБ.117**  
 Shiratori Seimei **37.МБ.56,**  
**37.МБ.57**  
 Simister Claire **37.МБ.66**  
 Sipatrov A. G. **37.МБ.148**  
 Smajda Rita **37.МБ.59**  
 Smeets T. M. **37.МБ.144**  
 Smirnov Sergei **37.МБ.79**  
 Sone Yuji **37.МБ.57**  
 Sousa C. R. **37.МБ.62**  
 Stephan Manuel A.  
**37.МБ.145, 37.МБ.35**  
 Stevens Geoff W. **37.МБ.149**  
 Sun Wei Guo **37.МБ.75**  
 Susanto Heru **37.МБ.80**  
 Tak Tae-Moon **37.МБ.139**  
 Takase Satoshi **37.МБ.213**  
 Takayama Shuichi **37.МБ.85**  
 Takayanagi Nobutaka  
**37.МБ.104**  
 Tambe Subhashchandra M.  
**37.МБ.13**  
 Tan Xiaoyao **37.МБ.11**  
 Tang Beibei **37.МБ.141**  
 Tayeb R. **37.МБ.19**  
 Taylor Dana L. **37.МБ.39**  
 Teramae Norio **37.МБ.104**  
 Teresa Ramirez-Silva Maria  
**37.МБ.128**  
 Thokchom Joykumar S.  
**37.МБ.32**  
 Thomas S. **37.МБ.29**  
 Tinge J. T. **37.МБ.144**  
 Tingry S. **37.МБ.19**  
 Tokarev Ihor **37.МБ.101**  
 Trusek-Holownia Anna  
**37.МБ.70**  
 Tsuchihira Hiroki **37.МБ.56**  
 Tusseau-Vuillemin Marie-  
 Helene **37.МБ.8**  
 Ulbricht Mathias **37.МБ.80**  
 Vaccarone Paola **37.МБ.188**  
 Vail Sean A. **37.МБ.79**  
 van der Kooij D. **37.МБ.21**  
 van Paassen J. A. M.  
**37.МБ.127, 37.МБ.20**  
 Venkateswaran P. **37.МБ.40**  
 Vergossen F. H. P.  
**37.МБ.144**  
 Vial Christophe **37.МБ.151,**  
**37.МБ.165**  
 Viallefont X. D. **37.МБ.21**  
 Vlasiouk Ivan **37.МБ.79**  
 Vrouwenvelder J.S.  
**37.МБ.127, 37.МБ.20,**  
**37.МБ.21**  
 Wagner Ul. **37.МБ.189**  
 Waizenegger Klaus  
**37.МБ.202**  
 Wang D. **37.МБ.112**  
 Wang Jin Qu **37.МБ.75**  
 Wang Jin-Qu **37.МБ.78**  
 Wang Tonghua **37.МБ.138**  
 Wang W. P. **37.МБ.29**  
 Wang Weiping **37.МБ.30**  
 Wang Xiao-Ru **37.МБ.137**  
 Wang Xueying **37.МБ.6**  
 Wang Zuankai **37.МБ.111**  
 Wessels L. P. **37.МБ.127,**  
**37.МБ.20, 37.МБ.21**  
 Whitworth T. M. **37.МБ.133**  
 Wilkinson Kevin J.  
**37.МБ.122**  
 Williams Paul **37.МБ.88**  
 Wolf Martin **37.МБ.193**  
 Wolfson Jack M. **37.МБ.130,**  
**37.МБ.25**  
 Woo Jung K. **37.МБ.100**  
 Worrel Leah S. **37.МБ.39**  
 Xiao Chang-fa **37.МБ.136**  
 Xiao Ze-yi **37.МБ.103**  
 Xie Yunlong **37.МБ.135**  
 Xiong G. X. **37.МБ.29**  
 Xiong Guoxing **37.МБ.30**  
 Xu Hongjie **37.МБ.96**  
 Xu Li **37.МБ.58**  
 Xu Nanping **37.МБ.109,**  
**37.МБ.31**  
 Xu Tongwen **37.МБ.141**  
 Xu You-Yi **37.МБ.58**  
 Xu Zhi-Kang **37.МБ.73**  
 Yaftian M. R. **37.МБ.132**  
 Yamada Jun **37.МБ.213**  
 Yamaguchi Akira **37.МБ.104**  
 Yamashita Tomohisa  
**37.МБ.104**  
 Yang Huang-Hao **37.МБ.137**  
 Yang Jian Hua **37.МБ.75**  
 Yang Jian-hua **37.МБ.78**  
 Yang Qian **37.МБ.73**  
 Yang W. S. **37.МБ.29**  
 Yang Weihua **37.МБ.141**  
 Yang Weishen **37.МБ.30**  
 Yang Wu **37.МБ.110**  
 Yi Bao-lian **37.МБ.50**  
 Yin Xiao-Fei **37.МБ.137**

- Yin Xiong **37.МБ.134**  
 You Young G. **37.МБ.100**  
 Yu Hai-yin **37.МБ.73**  
 Yurieva T. M. **37.МБ.148**  
 Zaghbani A. **37.МБ.19**  
 Zah Jaco **37.МБ.107**  
 Zaidi S. M. J. **37.МБ.10**  
 Zamani A. A. **37.МБ.132**  
 Zemb Th. **37.МБ.74**  
 Zhai Fengxia **37.МБ.96**
- Zhang Bing **37.МБ.138**  
 Zhang Chuan-xiang **37.МБ.51**  
 Zhang Hengzhong **37.МБ.108**  
 Zhang Hua-Min **37.МБ.50**  
 Zhang Li-Zhi **37.МБ.37**  
 Zhang Qiu Gen **37.МБ.54**  
 Zhang Shouhai **37.МБ.138**  
 Zhang X. L. **37.МБ.29**
- Zhang Xiaoliang **37.МБ.30**  
 Zhang Yan **37.МБ.75**  
 Zhang Yu **37.МБ.50**  
 Zhang Yuxing **37.МБ.6**  
 Zhao Gui-wang **37.МБ.51**  
 Zhao Ji-shuang **37.МБ.51**  
 Zhao Kui **37.МБ.109**  
 Zhong Yijun **37.МБ.135**  
 Zhou Bo **37.МБ.147**  
 Zhou Jian-hua **37.МБ.51**
- Zhou Zhi Hui **37.МБ.75**  
 Zhou Zhi-hui **37.МБ.78**  
 Zhu Bao-Ku **37.МБ.58**  
 Zhu Li-Ping **37.МБ.58**  
 Zhu Weidong **37.МБ.69**  
 Zhu Xiao-Bing **37.МБ.50**  
 Zhuang Zhi-Xia **37.МБ.137**  
 Zolfonoun Ehsan **37.МБ.106**
- 
- Абдрахимов Ю.Р. **37.МБ.160**  
 Акимова Валентина Михайловна **37.МБ.187**  
 Алонцева Н. М. **37.МБ.156**  
 Антропова Т. В. **37.МБ.27**  
 Апухтина Л. В. **37.МБ.86**  
 Арсеньев А. С. **37.МБ.94**  
 Артемов Владимир Николаевич **37.МБ.180**  
 Астафьева К. И. **37.МБ.83**  
 Атаманюк В. Ю. **37.МБ.91**  
 Афонин М. А. **37.МБ.158, 37.МБ.7**  
 Бабенышев С. П. **37.МБ.118**  
 Балакина М. Н. **37.МБ.47**  
 Баторшин Г. Ш. **37.МБ.209**  
 Бахарев М. С. **37.МБ.158**  
 Белова Е. И. **37.МБ.41**  
 Беляков В. Н. **37.МБ.91**  
 Березина Н. П. **37.МБ.163**  
 Бильдюкевич А. В. **37.МБ.153, 37.МБ.167**  
 Боброва Л. П. **37.МБ.72**  
 Бон Александр Иванович **37.МБ.187**  
 Бон Галина Леонидовна **37.МБ.187**  
 Бражникова Е. Н. **37.МБ.44**  
 Бурковский С. С. **37.МБ.43**  
 Бутырская Е. В. **37.МБ.60**  
 Быковский Н. А. **37.МБ.161**  
 Василевская Т. Н. **37.МБ.27**  
 Васин С. И. **37.МБ.164**  
 Волкова А. В. **37.МБ.27**  
 Вострецов С. П. **37.МБ.162**  
 Вырелкин В. П. **37.МБ.9**  
 Гарифзянов А. Р. **37.МБ.82**
- Гасанова Л. Г. **37.МБ.102**  
 Гелис В. М. **37.МБ.209**  
 Гильмизянова А. А. **37.МБ.150**  
 Глаголенко Ю. В. **37.МБ.209**  
 Глушков С. В. **37.МБ.152, 37.МБ.166**  
 Голенко Татьяна Георгиевна **37.МБ.186**  
 Голубева Л. В. **37.МБ.120**  
 Гольцова Мария **37.МБ.28**  
 Гончарук В. В. **37.МБ.47**  
 Господинов Д. Г. **37.МБ.159**  
 Грингольц Мария Леонидовна **37.МБ.186**  
 Гужавин В. И. **37.МБ.209**  
 Денисова Г. П. **37.МБ.115**  
 Джабаров В. А. **37.МБ.150**  
 Джужа О. В. **37.МБ.14**  
 Джунусбекова С. Ш. **37.МБ.45**  
 Дзязько Ю. С. **37.МБ.91**  
 Добровольский Ю. А. **37.МБ.83**  
 Дроздова И. А. **37.МБ.27**  
 Дубяга Владимир Павлович **37.МБ.187**  
 Дымар О. В. **37.МБ.42**  
 Евдокимов И. А. **37.МБ.118**  
 Елисеев Ю. С. **37.МБ.9**  
 Елсуков С. Н. **37.МБ.209**  
 Епимахов В. Н. **37.МБ.1, 37.МБ.152, 37.МБ.166, 37.МБ.5**  
 Ермакова Л. Э. **37.МБ.27**  
 Ефремов Р. Г. **37.МБ.94**  
 Жуковский В. М. **37.МБ.84**
- Закиров Р. Н. **37.МБ.150**  
 Зенькевич В. Б. **37.МБ.102**  
 Карамнов Ю. А. **37.МБ.9**  
 Карлашук Л. В. **37.МБ.71**  
 Касперчик В. П. **37.МБ.153, 37.МБ.167**  
 Ковалев С. В. **37.МБ.46**  
 Колотыгин В. А. **37.МБ.84**  
 Кононенко Н. А. **37.МБ.163**  
 Копырин А. А. **37.МБ.158, 37.МБ.7**  
 Краснова Н. С. **37.МБ.82**  
 Красовицкий Ю. В. **37.МБ.48**  
 Кулапина Е. Г. **37.МБ.86**  
 Кученков Вячеслав Михайлович **37.МБ.180**  
 Кучерук Д. Д. **37.МБ.47**  
 Лазарев К. С. **37.МБ.46**  
 Лазарев С. И. **37.МБ.46**  
 Ларше К. **37.МБ.41**  
 Леонова Л. С. **37.МБ.83**  
 Линков В. М. **37.МБ.91**  
 Лоза Н. В. **37.МБ.163**  
 Лопаткова Г. Ю. **37.МБ.41**  
 Лысков Н. В. **37.МБ.83**  
 Маковецкий Кирилл Львович **37.МБ.186**  
 Мамонтов В. В. **37.МБ.46**  
 Мелехина Лариса Викторовна **37.МБ.187**  
 Мельникова Е.И. **37.МБ.120**  
 Метлин Ю. Г. **37.МБ.83**  
 Милютин В. В. **37.МБ.209**  
 Митрохина С. А. **37.МБ.86**  
 Модигель М. **37.МБ.102**  
 Москвин Л.Н. **37.МБ.1, 37.МБ.5**
- Напольский К.С. **37.МБ.157**  
 Нетрусов А. И. **37.МБ.102**  
 Никитенко Д. В. **37.МБ.48**  
 Никоненко В. В. **37.МБ.41**  
 Новожилова Валентина Витальевна **37.МБ.187**  
 Новоселецкий В. Н. **37.МБ.94**  
 Олейник М. С. **37.МБ.152, 37.МБ.166**  
 Пак В. Н. **37.МБ.114, 37.МБ.44**  
 Панишев Е. П. **37.МБ.9**  
 Панкина Е. Б. **37.МБ.152, 37.МБ.166**  
 Панов С. Ю. **37.МБ.48**  
 Панова О. А. **37.МБ.48**  
 Пахомова Е. Н. **37.МБ.168**  
 Пачина О. В. **37.МБ.115**  
 Письменская Н. Д. **37.МБ.41**  
 Платэ Николай Альфредович **37.МБ.186**  
 Подкорытов А. Л. **37.МБ.84**  
 Поклад В. А. **37.МБ.9**  
 Пономарева О.М. **37.МБ.125**  
 Пристинский Ю. Е. **37.МБ.209**  
 Пугачев А. К. **37.МБ.72**  
 Пурсели Ж. **37.МБ.41**  
 Рагулин В. В. **37.МБ.23**  
 Рамазаева Л. Ф. **37.МБ.115**  
 Рамзина Т. А. **37.МБ.71**  
 Ровный С. И. **37.МБ.209**  
 Роган Юлия Владимировна **37.МБ.186**  
 Рожкова А. Г. **37.МБ.60**

- Рожкова М. В. **37.МБ.60**  
 Руденко Л. И. **37.МБ.14**  
 Рябов Б. И. **37.МБ.209**  
 Савельева Т. И. **37.МБ.71**  
 Садраддинова Э. Р.-К.  
**37.МБ.102**  
 Садыхов Г. Б. **37.МБ.208**  
 Сагаев М. И. **37.МБ.45**  
 Сагаева Л. М. **37.МБ.45**  
 Седелкин В. М. **37.МБ.115**  
 Семина И. Г. **37.МБ.155**  
 Сидорова М. П. **37.МБ.27**  
 Сиса Ф. **37.МБ.41**  
 Скубченко В. Ф. **37.МБ.47**  
 Скудин В. В. **37.МБ.65**  
 Смирнов В. Д. **37.МБ.152,**  
**37.МБ.166**  
 Смирнов Л. Д. **37.МБ.33**  
 Соколова Е. В. **37.МБ.84**  
 Старанникова Людмила  
 Эриковна **37.МБ.186**  
 Стрельцов С. Г. **37.МБ.65**  
 Стримова Е. С. **37.МБ.114**  
 Судиловский П. С. **37.МБ.9**  
 Суркова А. Н. **37.МБ.115**  
 Талан А. С. **37.МБ.82**  
 Тепляков В. В. **37.МБ.102**  
 Терешкова Е. Б. **37.МБ.120**  
 Теруков Е. И. **37.МБ.72**  
 Тимофеев С. В. **37.МБ.163,**  
**37.МБ.72**  
 Третьяков Ю. Д. **37.МБ.83**  
 Фанакова Н. Н. **37.МБ.161**  
 Фатеев В. Н. **37.МБ.72**  
 Федоренко В. И. **37.МБ.43**  
 Филиппов А. В. **37.МБ.155**  
 Филиппов А. Н. **37.МБ.164**  
 Финкельштейн Евгений  
 Шмерович **37.МБ.186**  
 Фомичев А. А. **37.МБ.158,**  
**37.МБ.7**  
 Фриденберг Г. **37.МБ.119**  
 Хан В. Е. **37.МБ.14**  
 Хангильдин Р. И.  
**37.МБ.160**  
 Хван Н. В. **37.МБ.125**  
 Цветкова С. Ф. **37.МБ.92**  
 Черкасов А. Р. **37.МБ.82**  
 Черкасов Р. А. **37.МБ.82**  
 Чичиров А. А. **37.МБ.150**  
 Чугунов А. О. **37.МБ.94**  
 Шакиров Б. С. **37.МБ.45**  
 Шаповалов Ю. Н. **37.МБ.48**  
 Шапошник В. А. **37.МБ.60**  
 Шарафутдинова Г. М.  
**37.МБ.160**  
 Шаталов В. В. **37.МБ.71**  
 Шкадов В. Я. **37.МБ.156**  
 Шкарин А. В. **37.МБ.159**  
 Шутов А. А. **37.МБ.156**  
 Щепарева Ю. С. **37.МБ.161**  
 Ямпольский Юрий  
 Павлович **37.МБ.186**  
 Яскевич А. Л. **37.МБ.153,**  
**37.МБ.167**

### Указатель источников

- Actes du 4 Colloque franco-roumain de chimie appliquee  
 (COFrRoCA - 2006), Clermont-Ferrand, 28 juin-2 juill., 2006.  
 2006 **37.МБ.151, 37.МБ.165**  
 Adv. Appl. Ceram.: Struct., Funct. and Bioceram.. 2007. 106, №  
 1–2 **37.МБ.3**  
 Anal. and Bioanal. Chem.. 2007. 387, № 6 **37.МБ.64**  
 Anal. Chem.. 2007. 79, № 9 **37.МБ.85**  
 Analyst. 2007. 132, № 3 **37.МБ.122**  
 Ann. chim. Sci. mater.. 2006. 31, № 2 **37.МБ.68**  
 Appl. Surface Sci.. 2007. 253, № 14 **37.МБ.58**  
 Appl. Clay Sci.. 2006. 31, № 1–2 **37.МБ.133**  
 Braz. J. Chem. Eng.. 2007. 24, № 1 **37.МБ.15**  
 Carbon. 2006. 44, № 13 **37.МБ.138**  
 Catal. Today. 2005. 105, № 3–4 **37.МБ.148**  
 Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 4 **37.МБ.16**  
 Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 7 **37.МБ.17**  
 Chem. Eng. J.. 2007. 131, № 1–3 **37.МБ.52**  
 Chem. Plants + Process.. 2007. 40, № 1 **37.МБ.87**  
 Chem. Eng.. 2006. 113, № 6 **37.МБ.89**  
 Chem. Commun.. 2007, № 11 **37.МБ.104**  
 Chem. Lett.. 2007. 36, № 3 **37.МБ.109**  
 Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 4 **37.МБ.123**  
 Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 7 **37.МБ.124**  
 Chem. Eng. and Process.. 2007. 46, № 6 **37.МБ.144**  
 Chim. nouv.. 2006. 24, № 91 **37.МБ.4**  
 Chin. Chem. Lett.. 2007. 18, № 4 **37.МБ.75**  
 Chin. Chem. Lett.. 2007. 18, № 3 **37.МБ.110**  
 Desalination. 2007. 204, № 1–3 **37.МБ.19, 37.МБ.20, 37.МБ.21,**  
**37.МБ.36, 37.МБ.127**  
 Desalination. 2007. 206, № 1–3 **37.МБ.22**  
 Desalination. 2007. 207, № 1–3 **37.МБ.98, 37.МБ.105**  
 Dyes and Pigm.. 2007. 74, № 2 **37.МБ.53**  
 Electrochem. and Solid-State Lett.. 2006. 9, № 2 **37.МБ.50**  
 Electrochemistry. 2007. 75, № 2 **37.МБ.61**  
 Electrochim. acta. 2006. 51, № 15 **37.МБ.62**  
 Environ. Sci. and Technol.. 2006. 40, № 16 **37.МБ.25, 37.МБ.130**  
 Environ. Sci. and Technol.. 2005. 39, № 19 **37.МБ.128**  
 Eur. Polym. J.. 2007. 43, № 1 **37.МБ.35, 37.МБ.145**  
 Food Hydrocolloids. 2005. 19, № 2 **37.МБ.121**  
 Gaofenzi cailiao kexue yu gongcheng=Polym Mater. Sci. Technol.  
 Eng.. 2006. 22, № 4 **37.МБ.136**  
 Guisuananyuan xuebao=J. Chin. Ceram. Soc.. 2006. 34, № 2  
**37.МБ.135**  
 Guocheng gongcheng xuebao=Chin. J. Process Eng.. 2007. 7, № 2  
**37.МБ.78**  
 Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 3 **37.МБ.54**  
 Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 12 **37.МБ.69, 37.МБ.77**  
 Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 4 **37.МБ.116**  
 International Conference "Radiation Interaction with Material  
 and its Use in Technologies 2006", Kaunas, 28-30 Sept., 2006:  
 Program and Materials. 2006 **37.МБ.154**  
 J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 20 **37.МБ.6**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 272, № 1–2 **37.МБ.11**  
 J. Membr. Sci.. 2005. 260, № 1–2 **37.МБ.12**  
 J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, № 4 **37.МБ.13**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 277, № 1–2 **37.МБ.18**  
 J. Mater. Sci.. 2006. 41, № 20 **37.МБ.26**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 270, № 1–2 **37.МБ.31**  
 J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 4 **37.МБ.32**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 269, № 1–2 **37.МБ.37**

- J. Membr. Sci.. 2006. 279, № 1–2 **37.МБ.38**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 280, № 1–2 **37.МБ.39**  
 J. Hazardous Mater.. 2006. 131, № 1–3 **37.МБ.40**  
 J. Mater. Sci.. 2007. 42, № 1 **37.МБ.49**  
 J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 5 **37.МБ.55**  
 J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2007. 7, № 4–5 **37.МБ.59**  
 J. Food Eng.. 2007. 78, № 1 **37.МБ.63**  
 J. Biotechnol.. 2007. 130, № 1 **37.МБ.70**  
 J. Phys. Chem. B. 2007. 111, № 10 **37.МБ.74**  
 J. Phys. Chem. B. 2007. 111, № 10 **37.МБ.76**  
 J. Sol-Gel Sci. and Technol.. 2007. 43, № 1 **37.МБ.81**  
 J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 7 **37.МБ.93**  
 J. Mater. Chem.. 2007. 17, № 11 **37.МБ.96**  
 J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2006. 6, № 11 **37.МБ.100**  
 J. Membr. Sci.. 2007. 287, № 2 **37.МБ.107**  
 J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 18 **37.МБ.108**  
 J. Mater. Sci.. 2007. 42, № 6 **37.МБ.113**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 277, № 1–2 **37.МБ.126**  
 J. Mater. Sci.. 2006. 41, № 20 **37.МБ.131**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 1 **37.МБ.134**  
 J. Membr. Sci.. 2005. 266, № 1–2 **37.МБ.139**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2 **37.МБ.140, 37.МБ.141**  
 J. Membr. Sci.. 2005. 265, № 1–2 **37.МБ.142**  
 J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2 **37.МБ.147**  
 Jingxi huagong=Fine Chem.. 2007. 24, № 1 **37.МБ.103**
- JOM: J. Miner., Metals and Mater. Soc.. 2007. 59, № 5 **37.МБ.2**  
 Langmuir. 2007. 23, № 14 **37.МБ.79, 37.МБ.80**  
 Macromolecules. 2007. 40, № 6 **37.МБ.97, 37.МБ.101**  
 Macromolecules. 2006. 39, № 13 **37.МБ.137**  
 Mater. Sci. and Eng. A. 2006. 435–436 **37.МБ.146**  
 Nano Lett.. 2007. 7, № 3 **37.МБ.111**  
 Nanotechnology. 2007. 18, № 16 **37.МБ.56, 37.МБ.57**  
 Polym. Bull.. 2007. 58, № 3 **37.МБ.99**  
 Polymer. 2007. 48, № 1 **37.МБ.117**  
 Port. electrochim. acta. 2006. 24, № 3 **37.МБ.10**  
 Sci. Total Environ.. 2007. 375, № 1–3 **37.МБ.8**  
 Scr. mater.. 2007. 56, № 4 **37.МБ.112**  
 Separ. and Purif. Technol.. 2006. 52, № 1 **37.МБ.29**  
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 54, № 2 **37.МБ.30, 37.МБ.88**  
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 53, № 1 **37.МБ.73**  
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 54, № 1 **37.МБ.90, 37.МБ.106**  
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 55, № 1 **37.МБ.95**  
 Separ. and Purif. Technol.. 2006. 49, № 1 **37.МБ.132**  
 Stud. si cerc. sti. Chim. si ing. chim. Biotehnol. Ind. alim.. 2006. 7, № 2 **37.МБ.24, 37.МБ.129**  
 Trans. Nonferrous Metals Soc. China. 2007. 17, № 1 **37.МБ.51**  
 Ultrason. Sonochem.. 2006. 13, № 4 **37.МБ.34, 37.МБ.143**  
 Ultrason. Sonochem.. 2005. 12, № 1–2 **37.МБ.149**  
 Water and Waste Treat.. 2006. 49, № 12 **37.МБ.67**  
 Water, Air, and Soil Pollut.. 2007. 178, № 1–4 **37.МБ.66**

- 3 Всероссийская конференция “Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах” (ФАГРАН-2006), Воронеж, 8–14 окт., 2006: Материалы конференции. 2006 **37.МБ.163, 37.МБ.164**  
 4 Всероссийская Каргинская конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика В. А. Каргина, «Наука о полимерах 21-му веку», Москва, 29 янв.–2 февр., 2007: Тезисы устных и стендовых докладов. 2007 **37.МБ.155**  
 5 Международный конгресс по управлению отходами и природоохранными технологиями (ВэйстТэк-2007), Москва, 29 мая–1 июня, 2007: Сборник докладов. 2007 **37.МБ.159, 37.МБ.162**  
 Альтернатив. энерг. и экол.. 2007, № 2 **37.МБ.72**  
 Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2006, № 4 **37.МБ.23**  
 Драгоцен. мет. Драгоцен. камни. 2007, № 2 **37.МБ.28**  
 Ж. анал. химии. 2007. 62, № 5 **37.МБ.86**  
 Ж. общ. химии. 2006. 76, № 10 **37.МБ.82**  
 Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 2 **37.МБ.44, 37.МБ.114**  
 Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 4 **37.МБ.91**  
 Ж. физ. химии. 2007. 81, № 3 **37.МБ.60**  
 Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 3 **37.МБ.115**  
 Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 5 **37.МБ.46**  
 Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 8 **37.МБ.45**

- Конкурс научных работ молодых ученых МГУ им. М. В. Ломоносова: Сборник рефератов. 2007. N 31 **37.МБ.157**  
 Крит. технол. Мембраны. 2007, № 1 **37.МБ.94, 37.МБ.102**  
 Крит. технол. Мембраны. 2007, № 2 **37.МБ.65**  
 Ликероводоч. пр-во и виноделие. 2007, № 5 **37.МБ.43**  
 Молоч. пром-сть. 2006, № 2 **37.МБ.120**  
 Молоч. пром-сть. 2006, № 6 **37.МБ.42**  
 Национальная конференция по теплоэнергетике НКТЭ-2006, Казань, 5–8 сент., 2006: Материалы докладов. 2006 **37.МБ.150**  
 Нефтегазопереработка и нефтехимия - 2007: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 22 мая, 2007, проводимой в рамках 7 Конгресса нефтегазопромышленников России и 15 Международной специализированной выставки “Газ. Нефть. Технологии - 2007”, Уфа, 22–25 мая, 2007. 2007 **37.МБ.160, 37.МБ.161**  
 Радиохимия. 2007. 49, № 2 **37.МБ.1, 37.МБ.5, 37.МБ.14**  
 Радиохимия. 2007. 49, № 3 **37.МБ.7**  
 Структура и динамика молекулярных систем:  
 13 Всероссийская конференция (Яльчик - 2006), Яльчик, 2006: Сборник статей. 2006 **37.МБ.153, 37.МБ.167, 37.МБ.168**  
 СФЕРА - молоко, масло, мороженое. 2006, № 2 **37.МБ.119**  
 Тверд. быт. отходы. 2007, № 5 **37.МБ.92**  
 Технологии и системы обеспечения жизненного цикла

ядерных энергетических установок: Сборник научных трудов. 2006 **37.МБ.152, 37.МБ.166**  
 Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. 2006 **37.МБ.156**  
 Узб. хим. ж.. 2005, № 6 **37.МБ.125**  
 Физ. и химия стекла. 2007. 33, № 2 **37.МБ.27**  
 Хим. и нефтегаз. машиностр.. 2007, № 3 **37.МБ.48**  
 Хим. технол.. 2007, № 6 **37.МБ.71**  
 Химическая технология: Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07, Москва, 17-23 июня, 2007 и Региональной Центрально-Азиатской

международной конференции по химической технологии, Ташкент, 6-8 июня, 2007 (посвящается 100-летию со дня рождения академика Николая Михайловича Жаворонкова). 2007. Т. 4 **37.МБ.158**  
 Химия и технол. воды. 2007. 29, № 2 **37.МБ.47**  
 Хранение и перераб. сельхозсырья. 2007, № 7 **37.МБ.118**  
 Электрохимия. 2007. 43, № 3 **37.МБ.41**  
 Электрохимия. 2007. 43, № 4 **37.МБ.83, 37.МБ.84**  
 Энергосбережение и водоподгот.. 2007, № 1 **37.МБ.9**  
 Энцикл. инж.-химика. 2007, № 5 **37.МБ.33**

### Патентный указатель

|                                 |                            |                            |                            |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Германия                        | 1666131 – <b>37.МБ.217</b> | 7029518 – <b>37.МБ.181</b> | 7147777 – <b>37.МБ.176</b> |
| 102004033887 – <b>37.МБ.193</b> | 1666416 – <b>37.МБ.177</b> | 7052797 – <b>37.МБ.170</b> | 7163629 – <b>37.МБ.172</b> |
| 102004057383 – <b>37.МБ.174</b> | 1686374 – <b>37.МБ.190</b> | 7056480 – <b>37.МБ.196</b> | 7163632 – <b>37.МБ.171</b> |
| 102004057383 – <b>37.МБ.216</b> | 1688736 – <b>37.МБ.200</b> | 7074256 – <b>37.МБ.182</b> | 7169295 – <b>37.МБ.173</b> |
| 102005016039 – <b>37.МБ.212</b> | 1702668 – <b>37.МБ.188</b> | 7087211 – <b>37.МБ.195</b> | 7175763 – <b>37.МБ.194</b> |
| 102005018946 – <b>37.МБ.202</b> | Россия                     | 7087288 – <b>37.МБ.198</b> | 7176273 – <b>37.МБ.210</b> |
| 102005028140 – <b>37.МБ.189</b> | 2293017 – <b>37.МБ.180</b> | 7097926 – <b>37.МБ.169</b> | Франция                    |
| ЕПВ                             | 2294313 – <b>37.МБ.208</b> | 7108782 – <b>37.МБ.175</b> | 2890492 – <b>37.МБ.178</b> |
| 1553130 – <b>37.МБ.197</b>      | 2296611 – <b>37.МБ.187</b> | 7109140 – <b>37.МБ.207</b> | 2893623 – <b>37.МБ.211</b> |
| 1566251 – <b>37.МБ.213</b>      | 2296773 – <b>37.МБ.186</b> | 7119126 – <b>37.МБ.215</b> |                            |
| 1609491 – <b>37.МБ.185</b>      | 2301466 – <b>37.МБ.209</b> | 7125485 – <b>37.МБ.204</b> |                            |
| 1609519 – <b>37.МБ.184</b>      | США                        | 7132052 – <b>37.МБ.191</b> |                            |
| 1640057 – <b>37.МБ.192</b>      | 6986428 – <b>37.МБ.205</b> | 7141198 – <b>37.МБ.199</b> |                            |
| 1662594 – <b>37.МБ.214</b>      | 7025803 – <b>37.МБ.183</b> | 7144510 – <b>37.МБ.203</b> |                            |
| 1666131 – <b>37.МБ.179</b>      | 7025804 – <b>37.МБ.206</b> | 7144511 – <b>37.МБ.201</b> |                            |

---

**Volume 305, Issues 1-2, Pp. 1-364 (15 November 2007)**

*Rapid communications*

**Two methods for morphological characterization of internal microcapsule structures**

*Pp. 1-4*

Carles Torras, Luizildo Pitol-Filho and Ricard Garcia-Valls

**Asymmetric porous thin film preparation by controlled solvent absorption using PDMS**

*Pp. 5-12*

Seokyoung Song, Dahl-Young Khang, M. Joon Kim, Jeong-Eun Park and Hong H. Lee

**A novel ammonia-carbon dioxide osmotic heat engine for power generation**

*Pp. 13-19*

Robert L. McGinnis, Jeffrey R. McCutcheon and Menachem Elimelech

*Original research papers*

**The effect of membrane thickness on the co-sintering process of bi-layer  $ZrO_2/Al_2O_3$  membrane**

*Pp. 20-26*

Jun Feng, Minghui Qiu, Yiqun Fan and Nanping Xu

**Morphological characterization of a polymeric microfiltration membrane by synchrotron radiation computed microtomography**

*Pp. 27-35*

J.C. Remigy, M. Meireles and X. Thibault

**Simultaneous removal and recovery of cadmium (II) and  $CN^-$  from simulated electroplating rinse wastewater by a strip dispersion hybrid liquid membrane (SDHLM) containing double carrier**

*Pp. 36-47*

Dingsheng He, Shuxiang Gu and Ming Ma

**Fouling mechanisms of deflocculated sludge, normal sludge, and bulking sludge in membrane bioreactor**

*Pp. 48-56*

Fangang Meng and Fenglin Yang

**$CO_2/C_2H_6$  separation using solubility selective membranes**

*Pp. 57-68*

Scott Kelman, Haiqing Lin, Edgar S. Sanders and Benny D. Freeman

**Proton exchange membranes based on sulfonated polyarylenethioethersulfone and sulfonated polybenzimidazole for fuel cell applications**

*Pp. 69-76*

Zongwu Bai, Gary E. Price, Mitra Yoonessi, Shane B. Juhl, Michael F. Durstock and Thuy D. Dang

**The influence of hydrogen sulfide-to-hydrogen partial pressure ratio on the sulfidization of Pd and 70 mol% Pd-Cu membranes**

*Pp. 77-92*

Osemwengie Iyoha, Robert Enick, Richard Killmeyer and Bryan Morreale

**A study on membrane morphology by digital image processing**

*Pp. 93-102*

Weina Sun, Tao Chen, Cuixian Chen and Jiding Li

**Investigation of flow patterns and mass transfer in membrane module channels filled with flow-aligned spacers using computational fluid dynamics (CFD)**

*Pp. 103-117*

J.L.C. Santos, V. Geraldes, S. Velizarov and J.G. Crespo

**Preparation of zirconium phosphate (ZrP)/Nafion1135 composite membrane and  $H^+/VO^{2+}$  transfer property investigation**

*Pp. 118-124*

Shangbin Sang, Qiumei Wu and Kelong Huang

**Protein adsorption separation using glass fiber membranes modified with short-chain organosilicon derivatives**

*Pp. 125-135*

Ya-Show Chen, Chao-Shuan Chang and Shing-Yi Suen

**Synthesis, characterization, and gas permeation properties of the silyl derivatives of cellulose acetate**

*Pp. 136-145*

Ryuhei Morita, Fareha Zafar Khan, Toshikazu Sakaguchi, Masashi Shiotsuki, Yoshiyuki Nishio and Toshio Masuda

**$ZrO_2$  nanofiller incorporated PVC/PVdF blend-based composite polymer electrolytes (CPE) complexed with LiBOB**

*Pp. 146-151*

V. Aravindan, P. Vickraman and T. Prem Kumar

**Pervaporation characteristics of ethylene-vinyl acetate copolymer membranes with different composition for recovery of ethyl acetate from aqueous solution**

*Pp. 152-159*

Yunxiang Bai, Jinwen Qian, Quanfu An, Zhihui Zhu and Peng Zhang

**Gas permeation characteristics of heterogeneous ODDPA-BIS P polyimide membranes at different temperatures**

*Pp. 160-168*

- J.P.G. Villaluenga, B. Seoane, J. Hradil and P. Sysel  
**Fabrication of glassy ceramic membrane filters for filtration of spring water with clogging phenomena**  
*Pp. 169-175*  
 Osman Şan and Cem Özgür
- Impact of chemical cleaning on properties and functioning of polyethersulfone membranes**  
*Pp. 176-184*  
 Elizabeth Arkhangelsky, Denis Kuzmenko and Vitaly Gitis
- Experimental study on treatment of electroplating wastewater by nanofiltration**  
*Pp. 185-195*  
 Zhi Wang, Guangchun Liu, Zhifeng Fan, Xingtao Yang, Jixiao Wang and Shichang Wang
- Modeling of uni-axial stretching of track-etch membranes**  
*Pp. 196-202*  
 Patrick L. Hanks, Kelsie J. Kaczorowski, Eric B. Becker and Douglas R. Lloyd
- Racemic resolution of propranolol in membrane contactors: Modelling and process optimisation**  
*Pp. 203-214*  
 Rui M.C. Viegas, Carlos A.M. Afonso, João G. Crespo and Isabel M. Coelho
- Fabrication of poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) (PVDF-HFP) asymmetric microporous hollow fiber membranes**  
*Pp. 215-225*  
 Lei Shi, Rong Wang, Yiming Cao, Chunsheng Feng, David Tee Liang and Joo Hwa Tay
- Surface modification of perfluorosulfonic acid membranes with perfluoroheptane (C<sub>7</sub>F<sub>16</sub>)/argon plasma**  
*Pp. 226-237*  
 Shingjiang Jessie Lue, Shiang-Yiaw Hsiaw and Ta-Chin Wei
- Separation of dimethyl carbonate/methanol mixtures by pervaporation with poly(acrylic acid)/poly(vinyl alcohol) blend membranes**  
*Pp. 238-246*  
 Luying Wang, Jiding Li, Yangzheng Lin and Cuixian Chen
- Study on highly hydrophilic cellulose hollow fiber membrane contactors for thiol sulfur removal**  
*Pp. 247-256*  
 Xing Yang, Yi-Ming Cao, Rong Wang and Quan Yuan
- Immunoreaction-based separation of antibodies using gold nanotubules membrane**  
*Pp. 257-262*  
 Shasheng Huang, Chun Sheng, Zhifang Yin, Jian Shen, Ruina Li and Bin Peng
- Effects of carbonisation atmosphere on the structural characteristics and transport properties of carbon membranes prepared from Kapton® polyimide**  
*Pp. 263-270*  
 Jincui Su and Aik Chong Lua
- Tunable water flux of a weak polyelectrolyte ultrafiltration membrane**  
*Pp. 271-278*  
 Yanlei Su and Chao Li
- Phosphorylcholine-modified poly(ethylene-co-vinyl alcohol) microporous membranes with improved protein-adsorption-resistance property**  
*Pp. 279-286*  
 Jing Zhou, Sheng Meng, Zhang Guo, Qiangguo Du and Wei Zhong
- Fabrication and evaluation of electrospun nanofibrous antimicrobial nylon 6 membranes**  
*Pp. 287-298*  
 Kuitian Tan and S. Kay Obendorf
- Polyethersulfone (PES)/cellulose acetate phthalate (CAP) blend ultrafiltration membranes: Preparation, morphology, performance and antifouling properties**  
*Pp. 299-312*  
 A. Rahimpour and S.S. Madaeni
- Recovery of phenol from aqueous solutions using liquid membranes with Cyanex 923**  
*Pp. 313-324*  
 M. Teresa A. Reis, Ondina M.F. de Freitas, M. Rosinda C. Ismael and Jorge M.R. Carvalho
- Steady flow properties of a mixed solvent through a poly(N-isopropylacrylamide) gel**  
*Pp. 325-331*  
 S. Nosaka, T. Ishida, K. Urayama and T. Takigawa
- Recovery of hydrocarbons from mixtures containing C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> and N<sub>2</sub> using NaX membranes**  
*Pp. 332-337*  
 Ioannis G. Giannakopoulos and Vladimiro Nikolakis
- Novel copolyimide membranes for gas separation**



*Pp. 338-346*

Lina Wang, Yiming Cao, Meiqing Zhou, Shaojun James Zhou and Quan Yuan

**Gas transport properties of high free volume polyarylates based on isophthalic/terephthalic acid chloride mixtures**

*Pp. 347-352*

M.T. Guzmán-Gutierrez, F.A. Ruiz-Treviño, M. Zolutukhin, S. Hernández-López and U. Scherf

**Synthesis and properties of fluorine-containing polybenzimidazole/silica nanocomposite membranes for proton exchange membrane fuel cells**

*Pp. 353-363*

Shih-Wei Chuang, Steve Lien-Chung Hsu and Yen-Hsin Liu

**Volume 306, Issues 1-2, Pp. 1-366 (1 December 2007)**

*Rapid communication*

**Fabrication of novel Pd–Ag–Ru/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ternary alloy composite membrane with remarkably enhanced H<sub>2</sub> permeability**

*Pp. 1-7*

Linsheng Wang, Ryo Yoshiie and Shigeyuki Uemiyu

*Original research papers*

**Proton conductivity and methanol rejection by ceramic membranes derived from ferroxane and alumoxane precursors**

*Pp. 8-15*

Eliza M. Tsui, Maria M. Cortalezzi and Mark R. Wiesner

**Materials dependence of mixed gas plasticization behavior in asymmetric membranes**

*Pp. 16-28*

T. Visser, N. Masetto and M. Wessling

**Catalytic dehydrogenation of ethylbenzene to styrene in a zeolite silicalite-1 membrane reactor**

*Pp. 29-35*

Chunlong Kong, Jinming Lu, Jianhua Yang and Jinqiu Wang

**Trimesoyl chloride crosslinked chitosan membranes for CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> separation and pervaporation dehydration of isopropanol**

*Pp. 36-46*

Shude Xiao, Xianshe Feng and Robert Y.M. Huang

**Improved polybenzimidazole films for H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-doped PBI-based high temperature PEMFC**

*Pp. 47-55*

J. Lobato, P. Cañizares, M.A. Rodrigo, J.J. Linares and J.A. Aguilar

**Characterization of Pd–Ag membranes after exposure to hydrogen flux at high temperatures**

*Pp. 56-65*

María L. Bosko, David Yepes, Silvia Irusta, Pierre Eloy, Patricio Ruiz, Eduardo A. Lombardo and Laura M. Cornaglia

**Diffusion of H through Pd membranes: Effects of non-ideality**

*Pp. 66-74*

Ted B. Flanagan, Da Wang and Kirk L. Shanahan

**Pure and mixed gas CH<sub>4</sub> and n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> permeability and diffusivity in poly(dimethylsiloxane)**

*Pp. 75-92*

Roy D. Raharjo, Benny D. Freeman, Donald R. Paul, Giulio C. Sarti and Edgar S. Sanders

**Dehydration of caprolactam–water mixtures through cross-linked PVA composite pervaporation membranes**

*Pp. 93-102*

Lei Zhang, Ping Yu and Yunbai Luo

**H<sub>2</sub> production from simulated coal syngas containing H<sub>2</sub>S in multi-tubular Pd and 80 wt% Pd–20 wt% Cu membrane reactors at 1173 K**

*Pp. 103-115*

Osemwengie Iyoha, Robert Enick, Richard Killmeyer, Bret Howard, Michael Ciocco and Bryan Morreale

**Effects of molecular shape on osmotic reflection coefficients**

*Pp. 116-124*

Gaurav Bhalla and William M. Deen

**Deterministic model for matrix solidification in liquid–liquid thermally induced phase separation**

*Pp. 125-133*

Patrick L. Hanks and Douglas R. Lloyd

**Flux enhancement in membrane distillation by fabrication of dual layer hydrophilic–hydrophobic hollow fiber membranes**

*Pp. 134-146*

Sina Bonyadi and Tai Shung Chung

**Enhanced gas separation performance of dual-layer hollow fiber membranes via substructure resistance reduction using mixed matrix materials**

*Pp. 147-158*

Natalia Widjojo, Shaohua David Zhang, Tai Shung Chung and Ye Liu

**Preparation of thin Pd-based composite membrane on planar metallic substrate: Part II. Preparation of membranes by electroless plating and characterization**

*Pp. 159-165*

Anwu Li, John R. Grace and C. Jim Lim

**An experimental method to identify various oxygen species transported in oxides**

*Pp. 166-172*

Qian Dong

**Zeolite K-LTL-loaded sodium alginate mixed matrix membranes for pervaporation dehydration of aqueous-organic mixtures**

*Pp. 173-185*

Santoshkumar D. Bhat and Tejraj M. Aminabhavi

**Non-equilibrium nanoblends via forced assembly for pervaporation separation of benzene from cyclohexane: UNIFAQ-FV group contribution calculations**

*Pp. 186-195*

Sang Yong Nam and John R. Dorgan

**Numerical simulations compared against experimental results for barrier membranes with lithographically printed flakes**

*Pp. 196-208*

Christopher E. Goodyer and Annette L. Bunge

**High permeability membranes for the dehydration of low water content ethanol by pervaporation**

*Pp. 209-215*

Vasudevan V. Namboodiri and Leland M. Vane

**Ultrathin, hydrogen-selective silica membranes deposited on alumina-graded structures prepared from size-controlled boehmite sols**

*Pp. 216-227*

Yunfeng Gu and S. Ted Oyama

**Numerical study of mass transfer in three-dimensional spacer-filled narrow channels with steady flow**

*Pp. 228-243*

G.A. Fimbres-Weihs and D.E. Wiley

**Microfiltration of MS2 bacteriophage: Effect of ozone on membrane fouling**

*Pp. 244-252*

Byung Soo Oh, Ha Young Jang, Yeon Jung Jung and Joon-Wun Kang

**Preparation and characterization of poly(phthalazinone ether sulfone ketone) hollow fiber ultrafiltration membrane with high-molecular weight cut-off**

*Pp. 253-260*

Zhao Jin, Da Ling Yang, Shou Hai Zhang and Xi Gao Jian

**Long-term hydrogen permeation tests of Pd-Cu-Ni/PNS with temperature cycles from room temperature to 773 K**

*Pp. 261-266*

Shin-Kun Ryi, Jong-Soo Park, Sung-Hyun Kim, Dong-Won Kim and Jin-Wook Moon

**Prediction of permeation behavior of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> through silicalite-1 membranes in single-component or binary mixture systems using occupancy-dependent Maxwell-Stefan diffusivities**

*Pp. 267-276*

Sang Cheol Lee

**Assessing feasibility of polyarylate-clay nanocomposites towards improvement of gas selectivity**

*Pp. 277-286*

Yogesh S. Bhole, Santosh D. Wanjale, Ulhas K. Kharul and Jyoti P. Jog

**Sugarcane juice ultrafiltration: FTIR and SEM analysis of polysaccharide fouling**

*Pp. 287-297*

N.K. Saha, M. Balakrishnan and M. Ulbricht

**Fabrication and characterization of improved PFSA/ePTFE composite polymer electrolyte membranes**

*Pp. 298-306*

Haolin Tang, Xiaoen Wang, Mu Pan and Fang Wang

**Evaluation of cellulose-derived carbon molecular sieve membranes for hydrogen separation from light hydrocarbons**

*Pp. 307-317*

David Grainger and May-Britt Hägg

**Properties and performance of A-site deficient (Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>)<sub>1-x</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> for oxygen permeating membrane**

*Pp. 318-328*

Lei Ge, Wei Zhou, Ran Ran, Shaomin Liu, Zongping Shao, Wanqin Jin and Nanping Xu

**Simulation study of water gas shift reaction in a membrane reactor**

*Pp. 329-340*

A. Brunetti, A. Caravella, G. Barbieri and E. Drioli

**A Monte Carlo simulation model for vacuum membrane distillation process**

*Pp. 341-348*

A.O. Imdakm, M. Khayet and T. Matsuura

**Hydrogen-permeable membranes composed of zeolite nano-blocks**

*Pp. 349-354*

Norikazu Nishiyama, Masahiro Yamaguchi, Toru Katayama, Yuichiro Hirota, Manabu Miyamoto, Yasuyuki Egashira, Korekazu Ueyama, Koji Nakanishi, Toshiaki Ohta, Atsushi Mizusawa and Tsuneyuki Satoh

**RO module RTD analyses based on directly processing conductivity signals**

*Pp. 355-364*

Qingfeng Yang, Alexander Drak, David Hasson and Raphael Semiat

*Erratum*

**Erratum to “Pervaporation of benzene/cyclohexane mixtures using ion-exchange membrane containing copper ions” [J. Membr. Sci. 240 (2004) 149–158]**

*Pp. 365*

S. Jessie Lue, F. Joshua Wang and Shian-Yiaw Hsiaw

**Volume 307, Issue 1, Pp. 1-150 (10 January 2008)**

**Application of an organic–inorganic hybrid membrane for selective gold(III) permeation**

*Pp. 1-9*

Eduardo Rodríguez de San Miguel, Anel V. Garduño-García, María E. Núñez-Gaytán, Julio C. Aguilar and Josefina de Gyves

**Nafion/PTFE and zirconium phosphate modified Nafion/PTFE composite membranes for direct methanol fuel cells**

*Pp. 10-20*

Li-Chun Chen, T. Leon Yu, Hsiu-Li Lin and Sin-Hsien Yeh

**Synthesis and characterization of  $P_2O_5$ - $ZrO_2$ - $SiO_2$  membranes doped with tungstophosphoric acid (PWA) for applications in PEMFC**

*Pp. 21-27*

J. Mosa, G. Larramona, A. Durán and M. Aparicio

**Free-standing anion-exchange PEO– $SiO_2$  hybrid membranes**

*Pp. 28-36*

Yonghui Wu, Cuiming Wu, Fei Yu, Tongwen Xu and Yanxun Fu

**Synthesis and modeling of composite poly (styrene-co-acrylonitrile) membrane for the separation of chromic acid**

*Pp. 37-52*

Sonny Sachdeva and Anil Kumar

**Effect of carbon molecular sieve sizing with poly(vinyl pyrrolidone) K-15 on carbon molecular sieve–polysulfone mixed matrix membrane**

*Pp. 53-61*

W.A.W. Rafizah and A.F. Ismail

**Preparation and characterization of nanofiltration membranes by coating polyethersulfone hollow fibers with sulfonated poly(ether ether ketone) (SPEEK)**

*Pp. 62-72*

T. He, M. Frank, M.H.V. Mulder and M. Wessling

**Effect of chemical structures of amines on physicochemical properties of active layers and dehydration of isopropanol through interfacially polymerized thin-film composite membranes**

*Pp. 73-81*

Shu-Hsien Huang, Chao-Jen Hsu, Der-Jang Liaw, Chien-Chieh Hu, Kueir-Rarn Lee and Juin-Yih Lai

**High-performance collection of palladium ions in acidic media using nucleic-acid-base-immobilized porous hollow-fiber membranes**

*Pp. 82-87*

Takashi Yoshikawa, Daisuke Umeno, Kyoichi Saito and Takanobu Sugo

**PEG modified poly(amide-b-ethylene oxide) membranes for  $CO_2$  separation**

*Pp. 88-95*

Anja. Car, Chrtomir. Stropnik, Wilfredo Yave and Klaus-V. Peinemann

**Hydrogen permeation of thin, free-standing Pd/Ag23% membranes before and after heat treatment in air**

*Pp. 96-104*

A.L. Mejdell, H. Klette, A. Ramachandran, A. Borg and R. Bredesen

**Structural effects on metal ion migration across polymer inclusion membranes: Dependence of transport profiles on nature of active plasticizer**

*Pp. 105-116*

Eduardo Rodríguez de San Miguel, Julio César Aguilar and Josefina de Gyves

**Novel tangential-flow countercurrent cascade ultrafiltration configuration for continuous purification of humanized monoclonal antibody**

*Pp. 117-125*

Kaustubha Mohanty and Raja Ghosh

**Effects of polyaniline chain structures on proton conduction in a PEM host matrix**

*Pp. 126-135*

Haiqin Pei, Liang Hong and Jim Yang Lee

**Effect of an acidic treatment on the chemical and charge properties of a nanofiltration membrane**

*Pp. 136-148*

R. Navarro, M.P. González, I. Saucedo, M. Avila, P. Prádanos, F. Martínez, A. Martín and A. Hernández

**Volume 307, Issue 2, Pp. 151-314 (15 January 2008)**

**Electric field-enhanced assembly of polyelectrolyte composite membranes**

*Pp. 151-155*

Guojun Zhang, Xue Gao, Shulan Ji and Zhongzhou Liu

*Review article*

**Emulsion liquid membrane extraction of zinc by a hollow-fiber contactor**

*Pp. 156-168*

E.A. Fouad and H.-J. Bart

*Original research papers*

**Fouling in air sparged submerged hollow fiber membranes at sub- and super-critical flux conditions**

*Pp. 169-180*

P.R. Bérubé, H. Lin and Y. Watai

**Preparation of higher flux NaA zeolite membrane on asymmetric porous support and permeation behavior at higher temperatures up to 145 °C in vapor permeation**

*Pp. 181-195*

Kiminori Sato, Kazunori Sugimoto and Takashi Nakane

**Gas transport in TiO<sub>2</sub> nanoparticle-filled poly(1-trimethylsilyl-1-propyne)**

*Pp. 196-217*

Scott Matteucci, Victor A. Kusuma, David Sanders, Steve Swinnea and Benny D. Freeman

**Preparation of PVA-GA-CS/PVA-Fe-SA bipolar membrane and its application in electro-generation of 2,2-dimethyl-3-hydroxypropionic acid**

*Pp. 218-224*

Cai-Xia Xu, Ri-Yao Chen, Xi Zheng, Xiao Chen and Zhen Chen

**Prediction of the selectivity in the recovery of transesterification reaction products using supported liquid membranes based on ionic liquids**

*Pp. 225-232*

Antonia P. de los Ríos, Francisco J. Hernández-Fernández, Manuel Rubio, Francisca Tomás-Alonso, Demetrio Gómez and Gloria Vil-lora

**On the importance of the nature of the ionic liquids in the selective simultaneous separation of the substrates and products of a transesterification reaction through supported ionic liquid membranes**

*Pp. 233-238*

Antonia P. de los Ríos, Francisco J. Hernández-Fernández, Francisca Tomás-Alonso, Manuel Rubio, Demetrio Gómez and Gloria Vil-lora

**Transport of binary water–ethanol mixtures through a multilayer hydrophobic zeolite membrane**

*Pp. 239-248*

Marcus Weyd, Hannes Richter, Petra Puhlfürß, Ingolf Voigt, Christof Hamel and Andreas Seidel-Morgenstern

**Removal of heavy metal ions from aqueous solutions by filtration with a novel complexing membrane containing poly(ethyleneimine) in a poly(vinyl alcohol) matrix**

*Pp. 249-259*

H. Bessbousse, T. Rhlalou, J.-F. Verchère and L. Lebrun

**Crosslinked poly(ethylene oxide) fouling resistant coating materials for oil/water separation**

*Pp. 260-267*

Hao Ju, Bryan D. McCloskey, Alyson C. Sagle, Yuan-Hsuan Wu, Victor A. Kusuma and Benny D. Freeman

**Effect of electric field during gel-layer controlled ultrafiltration of synthetic and fruit juice**

*Pp. 268-276*

Biswajit Sarkar, Sunando DasGupta and Sirshendu De

**Hydrogen purification using a SAPO-34 membrane**

*Pp. 277-283*

Mei Hong, Shiguang Li, John L. Falconer and Richard D. Noble

**Liquid membrane transport of cytochrome c using a calix[6]arene carboxylic acid derivative as a carrier**

*Pp. 284-291*

Tatsuya Oshima, Akinori Suetsugu, Yoshinari Baba, Yuka Shikaze, Keisuke Ohto and Katsutoshi Inoue

**Preparation and pervaporation properties of crosslinked hyperbranched poly(amine-ester) membranes**

*Pp. 292-298*

Xiu-Zhen Wei, Xiao-Fen Liu, Li-Ping Zhu, Bao-Ku Zhu, Yan-Fei Wei and You-Yi Xu

**Chemical cleaning of oil contaminated polyethylene hollow fiber microfiltration membranes**

*Pp. 299-308*

S.K.S. Al-Obeidani, H. Al-Hinai, M.F.A. Goosen, S. Sablani, Y. Taniguchi and H. Okamura

**Dynamic optimization of chemical cleaning in dead-end ultra filtration**

*Pp. 309-313*

Edwin Zondervan and Brian Roffel

**Volume 308, Issues 1-2, Pp. 1-264 (1 February 2008)**

**Medical applications of membranes: Drug delivery, artificial organs and tissue engineering**

*Pp. 1-34*

Dimitrios F. Stamatialis, Bernke J. Papenburg, Miriam Gironés, Saiful Saiful, Srivatsa N.M. Bettahalli, Stephanie Schmitmeier and Matthias Wessling

*Original research papers*

**Multiphase flow models in quantifying constant pressure dead-end filtration and subsequent cake compression: 1. Dilute slurry filtration**

*Pp. 35-43*

Xiao-mao Wang, Sheng Chang, Peter Kovalsky and T. David Waite

**Multiphase flow models in quantifying constant pressure dead-end filtration and subsequent cake compression: 2. Concentrated slurry filtration and cake compression**

*Pp. 44-53*

Xiao-Mao Wang, Peter Kovalsky and T. David Waite

**Predicting effect of interparticle interactions on permeate flux decline in CMF of colloidal suspensions: An overlapped type of local neural network**

*Pp. 54-65*

Li-Hua Cheng, Ya-Fang Cheng and Junhui Chen

**Composite membranes based on highly sulfonated PEEK and PBI: Morphology characteristics and performance**

*Pp. 66-74*

Haiqiu Zhang, Xianfeng Li, Chengji Zhao, Tiezhu Fu, Yuhua Shi and Hui Na

**Microstructure and thermo-responsive behavior of poly(N-isopropylacrylamide) brushes grafted in nanopores of track-etched membranes**

*Pp. 75-86*

Halima Alem, Anne-Sophie Duwez, Perrine Lussis, Pascale Lipnik, Alain M. Jonas and Sophie Demoustier-Champagne

**Performance changes of composite membranes prepared from various glycidyl methacrylate derivatives and their mixtures**

*Pp. 87-95*

M.Y. Jeon, K.Y. Park and C.K. Kim

**Fuel cell membranes based on blends of PPO with poly(styrene-*b*-vinylbenzylphosphonic acid) copolymers**

*Pp. 96-106*

Chang Gi Cho, Sang Hun Kim, Young Cheol Park, Hoon Kim and Ji-Woong Park

**Unstable filtration behavior with submerged hollow fiber membranes**

*Pp. 107-114*

S. Chang, A.G. Fane, T.D. Waite and A. Yeo

**Analytical micro model for size exclusion: Pore blocking and permeability reduction**

*Pp. 115-127*

A. Santos, P. Bedrikovetsky and S. Fontoura

**Highly selective sulfonated polyethersulfone (SPES)-based membranes with transition metal counterions for hydrogen recovery and natural gas separation**

*Pp. 128-135*

Yi Li and Tai Shung Chung

**The role of the electrolyte on the mechanism of charge formation in polyamide nanofiltration membranes**

*Pp. 136-151*

Luigi Bruni and Serena Bandini

**Analyses of polysaccharide fouling mechanisms during crossflow membrane filtration**

*Pp. 152-161*

S. Nataraj, R. Schomäcker, M. Kraume, I.M. Mishra and A. Drews

**Theoretical and experimental studies of membrane wetting in the membrane gas-liquid contacting process for CO<sub>2</sub> absorption**

*Pp. 162-170*

Hong-Yan Zhang, Rong Wang, David Tee Liang and Joo Hwa Tay

**Dehydration of acetic acid using sulfonation cardo polyetherketone (SPEK-C) membranes**

*Pp. 171-179*

Jian Hua Chen, Qing Lin Liu, Ai Mei Zhu, Jun Fang and Qiu Gen Zhang

**Wetting mechanism in mass transfer process of hydrophobic membrane gas absorption**

*Pp. 180-190*

Jian-Gang Lu, You-Fei Zheng and Min-Dong Cheng

**Novel method to make a continuous micro-mesopore membrane with tailored surface chemistry for use in nanofiltration**

*Pp. 191-197*

Jinwen Wang, Zhongren Yue and James Economy

**Synthesis and characterization of a PVA/LiCl blend membrane for air dehumidification**

*Pp. 198-206*

Li-Zhi Zhang, Yuan-Yuan Wang, Cai-Ling Wang and Hui Xiang

**Modeling and optimization of a sequence of chemical cleaning cycles in dead-end ultrafiltration**

*Pp. 207-217*

Edwin Zondervan, Ben H.L. Betlem, Bastiaan Blankert and Brian Roffel

**Hollow fiber dead-end ultrafiltration: Influence of ionic environment on filtration of alginates**

*Pp. 218-229*

W.J.C. van de Ven, K. van't Sant, I.G.M. Pünt, A. Zwijnenburg, A.J.B. Kemperman, W.G.J. van der Meer and M. Wessling

**Hydrophobic zeolite-silicone rubber mixed matrix membranes for ethanol-water separation: Effect of zeolite and silicone component selection on pervaporation performance**

*Pp. 230-241*

Leland M. Vane, Vasudevan V. Namboodiri and Travis C. Bowen

**Modeling of a biphasic membrane reactor catalyzed by lipase immobilized in a hydrophilic/hydrophobic composite membrane**

*Pp. 242-249*

Yu Hu, Yujun Wang, Guangsheng Luo and Youyuan Dai

**Low temperature ethanol steam reforming in a Pd-Ag membrane reactor: Part 1: Ru-based catalyst**

*Pp. 250-257*

S. Tosti, A. Basile, F. Borgognoni, V. Capaldo, S. Cordiner, S. Di Cave, F. Gallucci, C. Rizzello, A. Santucci and E. Traversa

**Low-temperature ethanol steam reforming in a Pd-Ag membrane reactor: Part 2. Pt-based and Ni-based catalysts and general comparison**

*Pp. 258-263*

S. Tosti, A. Basile, F. Borgognoni, V. Capaldo, S. Cordiner, S. Di Cave, F. Gallucci, C. Rizzello, A. Santucci and E. Traversa

**Volume 309, Issues 1-2, Pp. 1-252 (15 February 2008)**

*Rapid communication*

**Computational analysis of transport phenomena in proton exchange membrane for polymer electrolyte fuel cells**

*Pp. 1-6*

Chi-Young Jung, Chi-Seung Lee and Sung-Chul Yi

*Original research papers*

**Mechanism of membrane fouling control by suspended carriers in a submerged membrane bioreactor**

*Pp. 7-16*

Xia Huang, Chun-Hai Wei and Kai-Chang Yu

**Three independent ways to obtain information on pore size distributions of nanofiltration membranes**

*Pp. 17-27*

J.A. Otero, O. Mazarrasa, J. Villasante, V. Silva, P. Prádanos, J.I. Calvo and A. Hernández

**Adsorptive fouling of extracellular polymeric substances with polymeric ultrafiltration membranes**

*Pp. 28-35*

Guojun Zhang, Shulan Ji, Xue Gao and Zhongzhou Liu

**Preparation, characterization and chlorine stability of aromatic-cycloaliphatic polyamide thin film composite membranes**

*Pp. 36-44*

P.R. Buch, D. Jagan Mohan and A.V.R. Reddy

**Exploration of highly sulfonated polyethersulfone (SPES) as a membrane material with the aid of dual-layer hollow fiber fabrication technology for protein separation**

*Pp. 45-55*

Yi Li and Tai-Shung Chung

**Simultaneous regeneration of formic acid and carbonic acid from oxalate discharge by using electro dialysis with bipolar membranes (EDBM)**

*Pp. 56-63*

Ni Zhang, Shuchuan Peng, Chuanhui Huang, Tongwen Xu and Yuan Li

**Surface-initiated atom transfer radical polymerization: A new method for preparation of polymeric membrane adsorbers**

*Pp. 64-72*

Nripen Singh, Jun Wang, Mathias Ulbricht, S. Ranil Wickramasinghe and Scott M. Husson

**Immobilization of lipase enzyme in polyvinyl alcohol (PVA) nanofibrous membranes**

*Pp. 73-81*

Y. Wang and Y.-L. Hsieh

**Evaluation of iron chemical coagulation and electrocoagulation pretreatment for surface water microfiltration**

*Pp. 82-93*

Ashima Bagga, Shankararaman Chellam and Dennis A. Clifford

**Removal of hormones and antibiotics by nanofiltration membranes**

*Pp. 94-101*

Ismail Koyuncu, Osman A. Arikian, Mark R. Wiesner and Clifford Rice

**Polyaniline membranes for the dehydration of tetrahydrofuran by pervaporation**

*Pp. 102-111*

Peter Chapman, X.X. Loh, A.G. Livingston, K. Li and T.A.C. Oliveira

**Membrane filtration and ozone treatment of biologically treated effluents from the pulp and paper industry**

*Pp. 112-119*

Mika Mänttari, Markku Kuosa, Juha Kallas and Marianne Nyström

**Relationship between homogeneity and oxygen permeability of composite membranes**

*Pp. 120-127*

Xuefeng Zhu, Haihui Wang and Weishen Yang

**Effects of background cations on the fouling of polyethersulfone membranes by natural organic matter: Experimental and molecular modeling study**

*Pp. 128-140*

Won-Young Ahn, Andrey G. Kalinichev and Mark M. Clark

**Determination of the effect of temperature and humidity on the O<sub>2</sub> sorption in sulfonated poly(arylene ether sulfone) membranes**

*Pp. 141-145*

Charles W. James Jr., Abhishek Roy, James E. McGrath and Eva Marand

**Study on the pervaporation performance and long-term stability of aqueous iso-propanol solution through chitosan/polyacrylonitrile hollow fiber membrane**

*Pp. 146-155*

Hui-An Tsai, Wen-Hsu Chen, Chun-Yin Kuo, Kueir-Rarn Lee and Juin-Yih Lai

**Sulfonated polystyrene/polyvinyl chloride composite membranes for PEMFC applications**

*Pp. 156-164*

Rong-Qiang Fu, Jung-Je Woo, Seok-Jun Seo, Jae-Suk Lee and Seung-Hyeon Moon

**Preparation of poly(vinylidene fluoride) microfiltration membrane with uniform surface-copolymerized poly(ethylene glycol) methacrylate and improvement of blood compatibility**

*Pp. 165-174*

Yung Chang, Yu-Ju Shih, Ruoh-Chyu Ruaan, Akon Higuchi, Wen-Yih Chen and Juin-Yih Lai

**Effects of the stripping solution concentrations on the separation degree in Donnan dialysis for binary systems of amino acids**

*Pp. 175-181*

Kazuhisa Sato

**Transport of lipophilic ligands through permeation liquid membrane in relation to natural water analysis**

*Pp. 182-188*

Nalini Parthasarathy, Michel Pelletier and Jacques Buffle

**Synthesis of sodalite octahydrate zeolite-clay composite membrane and its use in separation of SDS**

*Pp. 189-195*

Solomon Workneh and Anupam Shukla

**Effects of the thermodynamics and rheology of BTDA-TDI/MDI co-polyimide (P84) dope solutions on the performance and morphology of hollow fiber UF membranes**

*Pp. 196-208*

Jizhong Ren, Zhansheng Li and Rong Wang

**Effect of molecular weight of PEG on membrane morphology and transport properties**

*Pp. 209-221*

B. Chakrabarty, A.K. Ghoshal and M.K. Purkait

**Electro separation of chitosan oligomers by electro dialysis with ultrafiltration membrane (EDUF) and impact on electro dialytic parameters**

*Pp. 222-232*

Mohammed Aider, Serge Brunet and Laurent Bazinet

**<sup>1</sup>H nuclear magnetic resonance (NMR) cryoporometry as a tool to determine the pore size distribution of ultrafiltration membranes**

*Pp. 233-238*

Jae-Deok Jeon, Soo Jung Kim and Seung-Yeop Kwak

**Removal of cationic dye methyl violet 2B from water by cation exchange membranes**

*Pp. 239-245*

Jeng-Shiou Wu, Chia-Hung Liu, Khim Hoong Chu and Shing-Yi Suen

**Hydrogen permeation of Pd<sub>60</sub>Cu<sub>40</sub> alloy covered V-15Ni composite membrane in mixed gases containing H<sub>2</sub>S**

*Pp. 246-250*

J.Y. Yang, C. Nishimura and M. Komaki





**ВИНИТИ РАН**  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ  
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
продолжает подписку на  
Информационно-аналитический журнал  
**«Мембраны»**  
Серия Критические технологии

В информационно-аналитическом журнале «Мембраны» Серия Критические технологии представлены оригинальные статьи, рефераты публикаций ведущих российских и зарубежных периодических изданий, патентные документы, аннотации на книги по основным направлениям современного состояния и развития мембранных технологий.

Журнал «Мембраны» выпускается в полиграфической и электронной формах с программным сопровождением. Объем ~15 уч.-изд. л. Периодичность – 4 номера в год.

Индекс «Роспечати» 55813

**Стоимость подписки на 2008 г.  
в печатной или электронной форме – 1400 руб.**

**Предоставляется подписка за 1999–2007 годы**

Подписка проводится:

- в агентствах и отделениях службы почтовой связи по каталогам: Агентства «Роспечать», «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 2 на квартал и полугодие;
- в ВИНИТИ:

Все расчеты проводятся через ООО «НТИ-КОМПАКТ». Заказчики могут оформить подписку с любого номера, а также на издания журналов предыдущих лет, начиная с 1999 г.

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, ООО «НТИ-КОМПАКТ».

Телефоны: (495)152-5492, 152-6441

Факс: (495)152-5492

<http://www.viniti.ru>

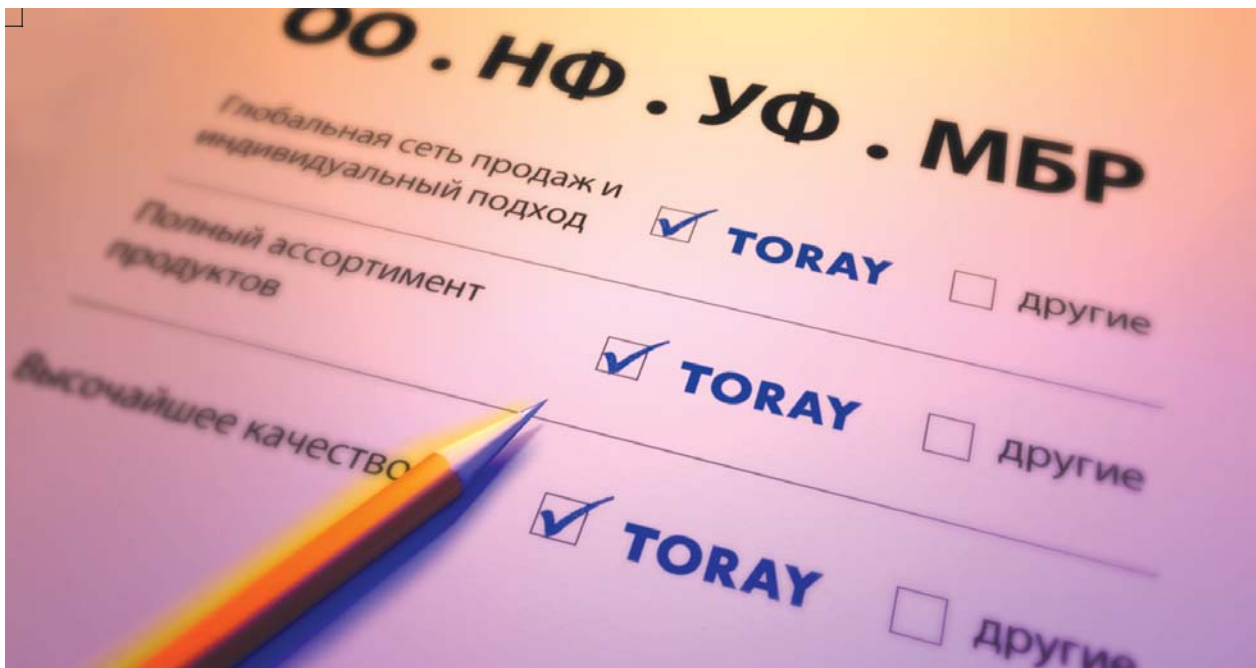
E-mail: [market@viniti.ru](mailto:market@viniti.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| <i>О.А. Козадерова, В.А. Шапошник, А.А. Резников, Т.И. Гаршина</i><br>Физико-химические характеристики опытной партии гетерогенных<br>ионообменных мембран .....   | 3   |
| <i>А.Г. Первов, А.П. Андрианов, В.В. Кондратьев, Д.В. Спицов</i><br>Разработка компьютерной программы для использования нанофильтрационных<br>мембран марки CSM (SAEHAN) для получения питьевой и технической воды ..... | 9   |
| <i>В.М. Воротынцев, П.Н. Дроздов, И.В. Воротынцев</i><br>Глубокая очистка 1,2-дихлор-3,4-дифторметана от труднопроникающих примесей<br>перфторпропана с помощью мембранного модуля с питающим резервуаром .....          | 19  |
| <i>В.В. Паращук, А.В. Волков</i><br>Полимерные материалы и мембраны для нанофильтрации органических сред .....   | 25  |
| Памяти Левона Овсеповича Парсамяна .....   | 36  |
| Реферативный раздел  |     |
| Статьи .....   | 37  |
| Патенты .....  | 67  |
| Указатели  |     |
| Предметный указатель .....   | 77  |
| Авторский указатель .....  | 103 |
| Указатель источников .....   | 107 |
| Патентный указатель .....  | 109 |
| Journal of Membrane Science, 2007–2008, VV. 305–309 .....  | 110 |

## CONTENTS

|   |     |
|---|-----|
| <i>O.A. Kozaderova, V.A. Shaposhnik, A.A. Reznikov, T.I. Garshina</i><br>Physico-chemical characteristics of thin heterogeneous ion-exchange membranes .....  | 3   |
| <i>A.G. Pervov, A.P. Andrianov, V.V. Kondratyev, D.V. Spitsov</i><br>The computer program development destined to use CSM (SAEHAN Co) nanofiltration<br>membranes for drinking and process water production .....     | 9   |
| <i>V.M. Vorotyntsev, P.N. Drozdov, I.V. Vorotyntsev</i><br>High purification of 1,2-dichloro-3,4-difluoromethane from low penetrating impurity<br>of perfluoropropane by membrane module with feeding reservoir ..... | 19  |
| <i>V.V. Parashchuk, A.V. Volkov</i><br>Polymeric materials and membranes for organic solvent nanofiltration .....   | 25  |
| In memory Levon Parsamyan .....   | 36  |
| References  |     |
| Articles .....  | 37  |
| Patents .....   | 67  |
| Indexes   |     |
| Subject Index .....   | 77  |
| Author Index .....  | 103 |
| Bibliographical Index .....   | 107 |
| Patent Index .....  | 109 |
| Journal of Membrane Science, 2007–2008, VV. 305–309 .....   | 110 |



# Разумный выбор

**...в каждой детали.**

**Глобальная сеть продаж и индивидуальный подход к каждому**  
TORAY продает и поставляет свои продукты по всему миру, обеспечивая каждого клиента индивидуальной квалифицированной технической поддержкой. Не важно, где Вам потребуется помощь, TORAY сможет обеспечить Вас компетентной поддержкой на месте установки.

**Полный ассортимент продуктов**  
Проверенное временем профессиональное высококачественное производство мембран. TORAY является единственным производителем, который предлагает все типы мембран для целей водоподготовки и очистки сточных вод для процессов обратного осмоса (ОО), нанофильтрации (НФ), ультрафильтрации (УФ), и мембранного биореактора (МБР).

**Высочайшее качество**  
Мембранные элементы TORAY производятся по новейшим технологиям из высококачественных материалов. TORAY поставляет на рынок продукты самого высокого качества. Поскольку контроль качества является необходимым условием превосходных эксплуатационных характеристик, все производимые мембраны сертифицированы согласно ISO-9001 и ISO-14001.

**TORAY – это интегральные мембранные решения и превосходное качество!**

Более подробную информацию Вы можете найти на сайте [www.toraywater.com](http://www.toraywater.com) или связаться с одним из офисов:

**Европа, Африка:**  
Toray Membrane Europe AG  
Тел. +41 61 415 87 10  
[eu@toray-membrane.com](mailto:eu@toray-membrane.com)

**Азия и Океания:**  
Toray Industries, Inc. Membrane Products Department  
Тел. +81 47 350 60 30  
[ao@toray-membrane.com](mailto:ao@toray-membrane.com)

**Ближний Восток:**  
Toray Membrane Europe - Dubai office  
Тел. +971 4 886 19 22  
[me@toray-membrane.com](mailto:me@toray-membrane.com)

**Россия и СНГ:**  
Toray International Europe GmbH - Moscow office  
Тел. +7 495 799 56 02  
[ru@toray-membrane.com](mailto:ru@toray-membrane.com)

**TORAY**

QUEST COMMUNICATIONS [www.quest-com.ch](http://www.quest-com.ch)



## ГНЦ РФ ОАО «НИИ ВОДГЕО»

### КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

1. Обследование и технологический аудит объектов водоснабжения и водоотведения, разработка альтернативных схем обработки и транспортировки воды;
2. Оценка и декларирование безопасности гидротехнических сооружений;
3. Разработка стратегии и концепций развития водопроводно-канализационного комплекса;
4. Привлечение инвестиций в строительство и развитие систем водоснабжения и водоотведения;
5. Разработка технологий очистки и выполнение проектных работ;
6. Изготовление и поставка водоочистного оборудования для систем водоснабжения и водоотведения;
7. Строительство очистных сооружений;
8. Реконструкция действующих очистных сооружений с переводом на работу по новым высокоэффективным технологиям (включая технологию мембранного биореактора (МБР));
9. Сервисное обслуживание очистных сооружений, поставка расходных материалов и реагентов, обучение персонала.

Комсомольский проспект, д. 42, строение 2,  
Москва, Г-48, ГСП-2, 119992  
Для телеграмм: Москва ВОДГЕО

Тел./Факс: (495) 708-34-47, 245-97-88, 978-26-85  
Internet: [www.watergeo.ru](http://www.watergeo.ru)  
E-mail: [vodgeo@rambler.ru](mailto:vodgeo@rambler.ru)



---

Подписано в печать 11.03.2008

Формат 60×84 1/8

15,0 печ. л.

15 уч.-изд. л.

Тираж 220 экз.

Заказ №

Печать офсетная

---

Отпечатано в типографии ФГУП ВТИ

---

## Правила и рекомендации для авторов по оформлению материалов для публикации в журнале «Критические технологии. Мембраны»

### 1. Форма представления

#### 1.1. Статья

Статья должна включать название, список авторов, место выполнения работы, резюме (реферат), ключевые слова по предметной области (с пометкой “к” - верхний уровень, “н” - нижний уровень), развернутое содержание (оглавление), тексты разделов, список использованной литературы.

#### 1.2. Краткое сообщение

Краткое сообщение должно включать название, список авторов, место выполнения работы, резюме (реферат), ключевые слова по предметной области (с пометкой “к” - верхний уровень, “н” - нижний уровень), текст сообщения, список использованной литературы (по необходимости).

**1.3. Название публикации, резюме (реферат) и ключевые слова должны быть представлены на русском и английском языках.**

### 2. Оформление материалов

#### 2.1. Текст

Текст набирается в редакторе MS Word 97 с использованием в качестве основного шрифта “Times New Roman” размер 12, с одинарным интервалом, абзацный отступ 0,5 см, формат листа А4, поля стандартные. При необходимости допускается использование других стандартных шрифтов и вставка специальных символов. Форматирование текста осуществлять только программными средствами Word, предусмотренными для этих целей. Запрещается использовать для форматирования пробелы, перевод строки (Enter), ручную расстановку переносов, табуляцию и т.п.

#### 2.2. Таблицы

Таблицы формируются средствами Word. При этом запрещается склеивание двух различных таблиц и перенос таблицы на другой лист без шапки.

#### 2.3. Рисунки

Графики представляются на бумажном носителе и в электронном виде в формате WMF (все шрифты в кривых). При этом желательно представлять таблицы исходных данных для построения графиков.

Полутонные рисунки (фотографии) представляются на бумажном носителе и в электронном виде в форматах BMP, GIF, JPG, PCX, TIF с разрешением не менее 200 dpi при установлении ширины рисунка до ширины журнальной колонки ~8 см.

Рисунки должны быть четкими и не очень мелкими, надписи и обозначения на них должны быть разборчивыми (желательно, 7–9 пунктов, но не менее 5 пунктов) при установлении ширины рисунка до ширины журнальной колонки ~8 см. Обозначения в подрисуночных подписях должны строго соответствовать обозначениям на рисунках.

Каждый рисунок желательно представлять в виде отдельного файла с указанием в тексте статьи места для его вставки.

Подписи к рисункам должны содержать подробное описание рисунка. При этом желательно ограничить использование текста на рисунке, оставив на нем только обозначения, а текст с объяснениями и комментариями перенести в подрисуночную подпись. Не рекомендуется оформлять схемы, таблицы и другой насыщенный текстом материал в виде рисунка. При отсутствии возможности исключить использование текста на рисунке рекомендуется продублировать его в виде примечания к подрисуночной подписи.

Подписи к рисункам оформляются как дополнение к статье.

#### 2.4. Список использованной литературы

Библиографические описания цитируемых источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1-84 или CAS.

2.5. Все материалы представляются на бумажном носителе и в электронном виде (две копии на разных дискетах).

### 3. Дополнительные рекомендации по оформлению материалов

Математические формулы и выражения желательно набирать символами, а использовать программу Microsoft Equation нужно только в тех случаях, когда этого нельзя избежать (отсутствие подходящего символа). Следует учитывать, что формулы должны укладываться в ширину журнальной колонки ~8 см, иначе возникают дополнительные проблемы при верстке статьи.

Верхние и нижние индексы в химических, математических и других формулах и выражениях желательно создавать с помощью опций “Верхний индекс”, “Нижний индекс” команды “Формат”->”Шрифт”, а не заданием параметра “Смещение” (вверх или вниз) на вкладке “Интервал” окна “Шрифт”.

Желательно использовать кавычки одного образца ( “ ).

В числах требуется использовать десятичную запятую (не точку).

