

---

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

---

**Серия. КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

# МЕМБРАНЫ



**информационно - аналитический журнал**

**№3 (35)**

Москва 2007

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.

№ 3 (35)

Выходит 4 раза в год



Москва, 2007

## **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.

## ОДНОВОЛОКОННЫЙ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕМБРАННЫЙ КОНТАКТОР/ РЕАКТОР ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА ИЗ ВОДЫ

*И.А. Романова<sup>1</sup>, И.В. Петрова<sup>1</sup>, В.И. Лебедева<sup>1</sup>, В.В. Волков<sup>1</sup>, Г.Ф. Терещенко<sup>1</sup>,  
Р. ван дер Ваарт<sup>2</sup>, Дж. ван Эркель<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>TNO Science and Industry, Apeldoorn, the Netherlands

Для изучения удаления растворенного кислорода из воды создана экспериментальная установка с одноволоконным каталитическим мембранным контактором/реактором. Мембранный катализатор представляет собой пористую полипропиленовую гидрофобную полуволоконную мембрану с нанесенным на внешнюю поверхность палладием. Для изучения Pd-содержащих мембран применялись методы оптической и электронной микроскопии с последующим компьютерным анализом графических данных с целью определения поверхностной пористости образцов. Концентрация растворенного кислорода в системе из трех последовательно соединенных одноволоконных реакторов снижается с 8 ppm до 90 ppb за 7 часов (время одного рабочего дня) при комнатной температуре.

*Ключевые слова:* каталитический мембранный контактор/реактор, палладий, полипропиленовые полуволоконные мембраны, удаление растворенного кислорода, ультрачистая вода.

Removal of dissolved oxygen from water was investigated using the experimental setup with single hollow fiber catalytic membrane contactor/reactor. Catalytic membrane represents a porous polypropylene hydrophobic hollow fiber membrane with palladium loaded on the outer surface. Pd-loaded membranes were studied using optical and scanning electron microscopy with following computer analysis of obtained graphical data for membrane surface porosity determination. The amount of dissolved oxygen in water was decreased from 8 ppm to 90 ppb in the membrane reactor with three single hollow fiber cells, connected in series, during 7 hours (workday duration) at room temperature.

*Key words:* catalytic membrane contactor/reactor, palladium, polypropylene hollow fiber membranes, dissolved oxygen removal, ultra pure water.

### 1. Введение

Растворенный в воде кислород является одной из основных примесей, которую необходимо удалять для получения ультрачистой воды. Несмотря на то, что равновесное значение концентрации растворенного кислорода в воде при нормальных условиях около 8 мг/л (8 ppm), для многих современных широкомасштабных производств его содержание в воде должно быть существенно снижено. Так, степень очистки воды от растворенного кислорода является важным фактором в энергетической промышленности, поскольку от состояния подпиточной воды в значительной степени зависит экономичность и надежность работы тепловых сетей. В пищевой промышленности кислород, содержащийся в воде, ухудшает

качество ряда продуктов. Наиболее строгие требования к качеству ультрачистой воды предъявляет микроэлектроника, так как присутствие растворенного кислорода в воде является причиной образования поверхностного оксидного слоя, резко ухудшающего рабочие характеристики полупроводниковых приборов. Поэтому в ряде случаев содержание растворенного кислорода в воде должно быть на уровне 0,1 мкг/л (0,1 ppb) [1].

Удаление растворенного кислорода из воды может быть достигнуто как физическими, так и химическими методами. Традиционные физические методы, такие как термическая или вакуумная дегазация, а также азотная пузырьковая деаэрация, являются дорогостоящими, энергоемкими и имеют небольшую площадь

активной поверхности на единицу объема установки. Кроме того, этими методами достаточно сложно снизить концентрацию растворенного кислорода в воде до уровня нескольких частей на миллиард [2, 3].

Альтернативой физическим методам могут служить химические методы, которые позволяют проводить глубокую реагентную очистку воды от растворенного в ней кислорода. Однако, традиционные химические методы, такие как восстановление гидразингидратом или сульфитом натрия при повышенных температурах, имеют ряд недостатков, связанных с токсичностью используемых продуктов на основе гидразина или нежелательным присутствием дополнительных взвешенных твердых частиц в воде в случае использования сульфита натрия [4].

Весьма эффективным способом глубокой очистки воды от растворенного кислорода является каталитическое восстановление кислорода водородом на палладиевом катализаторе с образованием воды. Известно, что существующие каталитические методы с использованием данной реакции требуют проведения процесса очистки в две стадии: предварительное растворение водорода в воде и последующее восстановление кислорода водородом на палладиевом катализаторе [5].

Известно, что российским ученым принадлежат пионерские работы в области мембранного катализа и каталитических мембранных реакторов [6]. Институтом нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева совместно с Голландской организацией прикладных научных исследований был разработан и запатентован метод нанесения палладия на поверхность полимерных мембран для создания одностадийного процесса удаления растворенного кислорода из воды с использованием каталитического мембранного контактора/реактора [7, 8].

Нанесенный палладий представляет собой не сплошной слой металла на поверхности пористых полволоконных мембран, а дисперсную систему кластерных образований, обеспечивая развитую поверхность катализатора, что является одним из условий эффективности его использования [9].

Каталитическая активность палладия в отношении осуществляемой реакции дает возможность глубокого очищения воды от растворенного в ней кислорода. А пористая подложка обеспечи-

вает необходимую механическую прочность и высокую скорость переноса водорода к рабочей поверхности. Таким образом, применение мембранного катализатора дает ряд преимуществ, таких как одностадийность процесса удаления растворенного кислорода из воды и широкие возможности модульной конструкции реактора.

Возможность удаления растворенного кислорода из воды с помощью Pd-содержащих полволоконных мембран была продемонстрирована на примере негерметичного стационарного каталитического контактора/реактора [10], а затем запатентованный метод нанесения палладия на поверхность полимерных мембран был успешно реализован на коммерческом неразборном проточном мембранном контакторе фирмы Celgard (Liqui-Cel contactor). С использованием полученного пилотного модуля содержание растворенного кислорода в воде было снижено до уровня одна часть на миллиард и ниже [11].

Следует отметить, что многоволоконные системы слишком сложны для детального изучения механизма удаления растворенного кислорода из воды. Неравномерное расположение мембран в многоволоконном реакторе ведет к значительному усложнению решения уравнений, описывающих данную систему.

В связи с этим возникла необходимость разработки одноволоконного мембранного контактора/реактора с четко определенными геометрическими параметрами для теоретического описания процесса удаления растворенного кислорода из воды с помощью каталитических мембран. Параллельное или последовательное соединение одинаковых одноволоконных модулей дает возможность моделирования различных типов многоволоконных систем.

Цель данной работы – создание экспериментальной установки с одноволоконным мембранным контактором/реактором, позволяющей варьировать как геометрические параметры модуля, так и условия эксперимента для создания теоретической модели «единичного волокна».

## 2. Экспериментальная часть

### 2.1. Получение мембранных катализаторов

В качестве исходного инертного материала для нанесения палладия использовались гидрофобные полипропиленовые пористые полволоконные мембраны Accurel Q 3/2 («Membrane»), Гер-

мания) с внешним диаметром 1,0 мм, толщиной стенок 0,2 мм, номинальным размером пор 0,265 мкм и объемной пористостью 79%.

С целью увеличения шероховатости поверхности для обеспечения максимальной и равномерной адгезии между металлом и полимером проводилось предварительное травление поверхности мембран смесью минеральных кислот. Метод нанесения палладия заключался в восстановлении  $\text{PdCl}_2$  алифатическими спиртами, которые являются восстановителем и растворителем для данного процесса. Палладиование проводилось при постоянном перемешивании при температуре 311 К в течение 25 часов. Полученные мембраны промывали дистиллированной водой и сушили на воздухе при 293 К.

Содержание палладия на поверхности при нанесении описанным выше методом составило 0,94% масс. Количество нанесенного палладия определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре AAS-30 Carlzeiss Yena.

## 2.2. Анализ поверхностной пористости мембран

### 2.2.1. Оптическая микроскопия

Исходная и полученная описанным выше методом палладированные мембраны были исследованы с помощью большого инвертированного фотомикроскопа отраженного света Neophot 30.

### 2.2.2 Электронная микроскопия

Для изучения структуры поверхности мембран исходный и палладированный образцы исследовались также с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Просмотр образцов производился в режиме вторичных электронов при помощи растрового электронного микроскопа JSM-840 производства JEOL (Japan Electron Optics Laboratory, Япония). Участки поверхностей и сколов сфотографированы при помощи системы оцифровки изображений GALLERY-512 (Лаборатория перспективных разработок, Москва).

Сколы выполнены после замораживания полволоконных мембран в жидком азоте. Поверхность образцов была запылена слоем золота толщиной около 30–35 нм. Для этой цели использована напылительная установка катодного распыления (Ion Sputter) JFC-1100 (JEOL).

### 2.2.3. Компьютерный анализ

Полученные на электронном и оптическом микроскопах изображения поверхности явились исходным материалом компьютерного анализа для определения поверхностной пористости образцов.

Анализ проводился при помощи двух различных пакетов обработки данных TopoMetrix SPMLab NT Ver.5.0 и IMAQ Vision Builder (Texas Instruments).

## 2.3. Одноволоконный мембранный реактор

Полученные пористые мембранные катализаторы использовались для создания одноволоконного каталитического мембранного реактора.

Одним из основных требований при конструировании мембранного реактора являлось эффективное использование всего внутреннего объема, то есть, недопущение образования так называемых «мертвых зон». Наряду с герметичностью модуля и возможностью замены мембранного волокна, конструктивные особенности также предусматривали использование антикоррозионных и теплопроводящих материалов для обеспечения идентичности температур в термостатируемом боксе и мембранном реакторе.

Разработанный мембранный контактор/реактор, приведенный на *рис. 1*, представляет собой стеклянный капилляр с внутренним диаметром 2,2 мм и длиной 450 мм (1), в котором герметично закреплена одна полволоконная мембрана (2). Для этой цели использовался прозрачный герметик Done Deal™ Adhesives



**Рис. 1.** Одноволоконный каталитический мембранный контактор/реактор для удаления растворенного кислорода из воды: 1 – стеклянный капилляр, 2 – Pd-содержащая полволоконная мембрана.

Lab, Inc., USA. Водород подавался внутрь полого волокна, в то время как вода, содержащая растворенный кислород, – внутрь стеклянного капилляра и омывала мембрану с внешней стороны. При последовательном соединении трёх одинаковых реакторов общая геометрическая площадь поверхности каталитических мембран составила 43,7 см<sup>2</sup>.

#### 2.4. Экспериментальная установка

Принципиальная схема экспериментальной установки для изучения удаления растворенного кислорода из воды в мембранном каталитическом реакторе представлена на рис. 2.

Одним из важных требований при разработке установки была ее модульность, означающая взаимозаменяемость мембранных реакторов различных типов (1).

Важным элементом установки является термостатированный азотный бокс (2), предназначенный для предотвращения контакта очищаемой воды с атмосферным кислородом. Воздушный термостат включает в себя датчик температуры в виде контактного ртутного термометра, воздушный нагреватель и вентилятор. Благодаря двухпозиционной системе регулирования температура в термостате выдерживается с точностью до 1°C.

Подача дистиллированной воды в мембранный модуль осуществлялась в прямоточном режиме с помощью перистальтического насоса с шаговым электродвигателем (3). Как только насыщенная кислородом вода из резервуара (4) заполняла систему, контур замыкался, и вода циркулировала, многократно проходя через мембранный модуль (1). В установке предусмотрена возможность как последовательного, так и параллельного соединений мембранных реакторов. Изменение концентрации растворенного кислорода измерялось на выходе из мембранного реактора с помощью портативного оксиметра Oxi 330i («WTW», Германия) (5), включенного в контур с водой. Для определения потока водорода на входе и выходе из системы использовались расходомеры (6). Содержание растворенного водорода в воде определялось с помощью малогабаритного проточного анализатора «МАВР-502» («Взор», Н.Новгород, Россия) (7).

Характеристики используемого технического водорода и проверочного нулевого газа («Азот», ОАО «Балашинский кислородный завод») представлены в таблице 1.

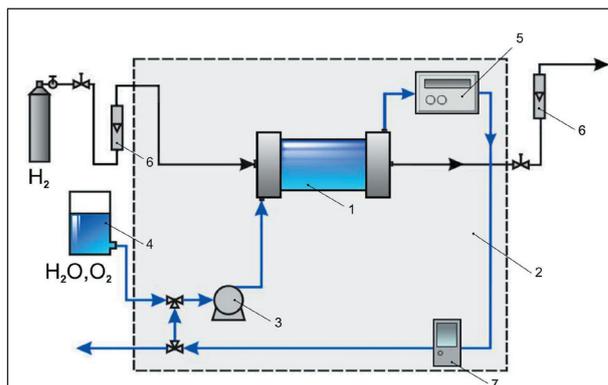


Рис. 2. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 – мембранный модуль, 2 – термостатированный азотный бокс, 3 – перистальтический насос, 4 – резервуар с водой, насыщенной кислородом, 5 – оксиметр, 6 – расходомеры, 7 – анализатор растворенного водорода в воде.

Газ Водород:			
O <sub>2</sub> + Ar	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	Массовая концентрация водяного пара
0,01%	0,01%	99,98%	0,030 г/м <sup>3</sup>
Газ ПНГ «Азот»:			
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	
3,0 ppm	5,0 ppm	2,0 ppm	

Табл. 1. Состав используемых газов

### 3. Результаты и обсуждения

#### 3.1. Оптическая микроскопия

Оптические снимки с 500-кратным увеличением демонстрируют состояние поверхностей исходной (рис. 3, а) и применяемой в данной работе Pd-содержащей (рис. 3, б) мембран.

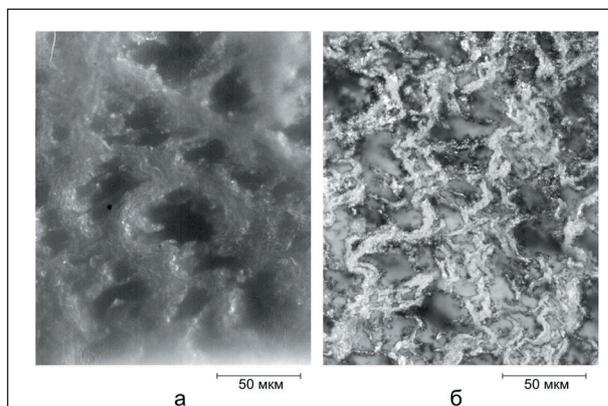


Рис. 3. Оптическая микроскопия. Фотографии внешних поверхностей мембран: а) исходная мембрана, б) Pd-содержащая мембрана

### 3.2. Электронная микроскопия

Фотографии внешних поверхностей и сколов мембран, полученных с помощью электронного микроскопа, представлены на *рис. 4* и *рис. 5*, соответственно.

На представленных снимках видны различия в изображении поверхностей исходной и Pd-содержащей мембран (*рис. 4*). Палладированный образец имеет большее значение поверхностной пористости, что возможно является результатом предварительной очистки и травления поверхности мембраны, приводящие к увеличению размера пор на поверхности.

В отличие от изображений внешней поверхности, сколы образцов различаются несильно (*рис. 5*). Это возможно связано с тем, что палладий преимущественно находится на поверхности и при нанесении не проникает в объем мембраны.

### 3.3. Компьютерный анализ

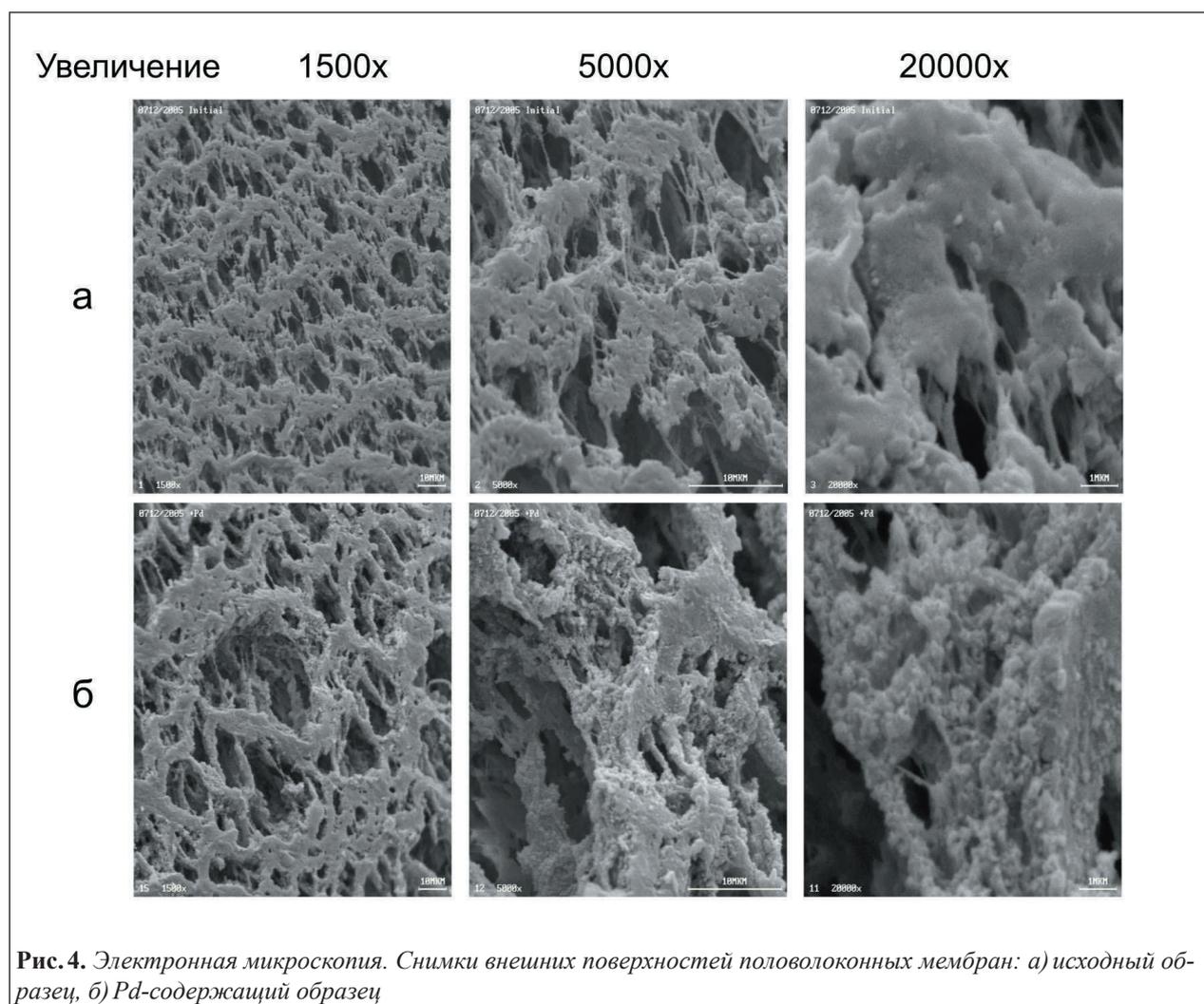
В результате компьютерного анализа полученных изображений значения поверхностной

пористости исходного и палладированного образцов составили  $(46 \pm 1)\%$  и  $(55 \pm 1)\%$ , соответственно. Таким образом, процедура нанесения палладия приводит к увеличению поверхностной пористости мембраны.

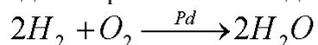
### 3.4. Удаление растворенного кислорода из воды

Применяемый в данной работе метод удаления растворенного кислорода из воды схематично представлен на *рис. 6*.

Вода, содержащая растворенный кислород, омывает гидрофобную Pd-содержащую полволоконную мембрану с внешней стороны, в то время как водород проточным способом подается внутрь полого волокна и через поры мембраны поступает к работающей палладированной поверхности. За счет каталитической активации водорода, адсорбированного на поверхности палладия, осуществляется гетерогенно-каталитическая реакция восстановления растворенного



в воде кислорода с образованием воды:



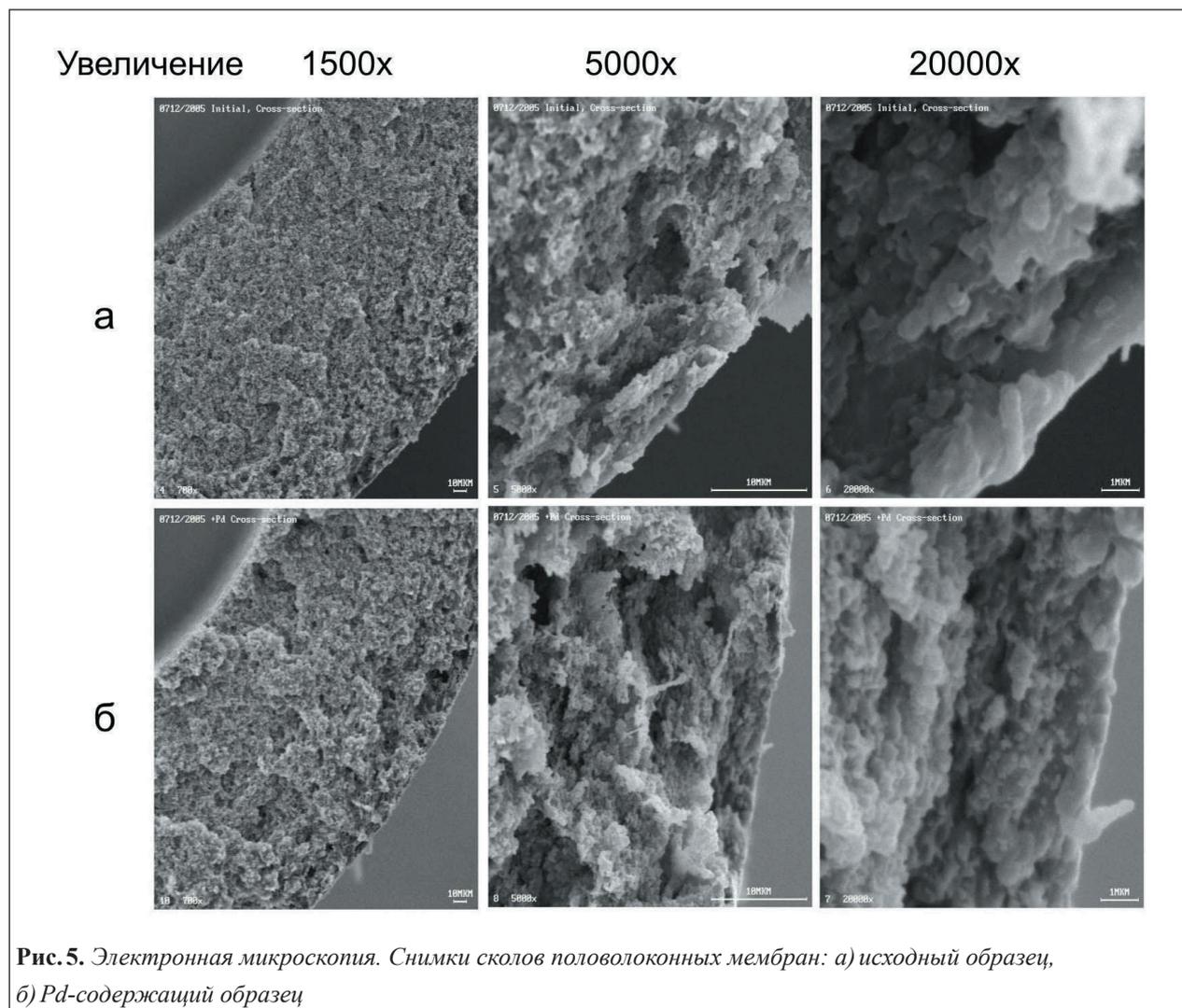
Одновременно при проточном способе подачи водорода идет процесс физической сдвухи кислорода. Таким образом, удаление растворенного кислорода из воды включает в себя два параллельно идущих процесса: каталитическая реакция и физическая сдвуха.

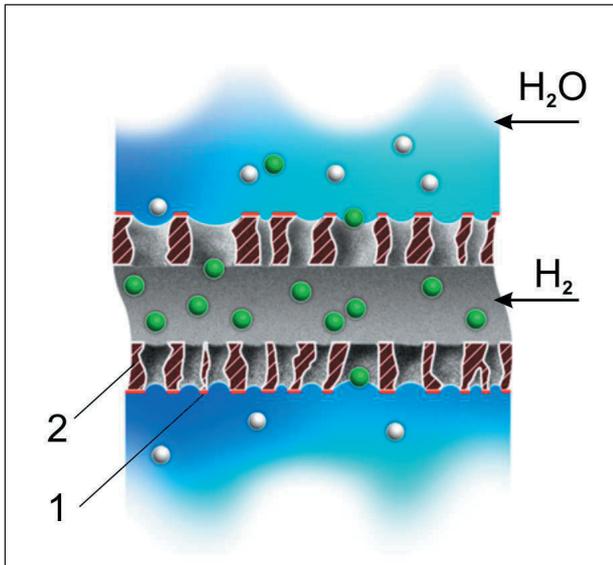
Для более детального изучения удаления растворенного кислорода из воды каталитическим методом необходимо уменьшить вклад физической сдвухи, минимизируя поток водорода. На *рис. 7* представлены показания анализатора растворенного водорода в воде при минимальном объемном расходе водорода 0,12 л/ч. В течение эксперимента концентрация растворенного в воде водорода увеличивается и достигает равновесного значения, соответствующего температуре 300 К. Отсюда следует, что концентрация

водорода в воде не является лимитирующей стадией процесса удаления растворенного кислорода из воды.

### 3.4.1. Влияние скорости подачи воды на скорость удаления кислорода

При варьировании потока воды величина объемного потока водорода оставалась неизменной и равной минимальному значению 0,12 л/ч. С помощью воздушного термостата поддерживалась температура в азотном боксе ( $300 \pm 1$ ) К. На *рис. 8* приведены зависимости концентрации растворенного кислорода от времени эксперимента при объемных потоках воды 0,5 л/ч, 1,5 л/ч и 2,3 л/ч. Измерение концентрации растворенного кислорода проводилось с помощью портативного оксиметра в режиме автоматического сохранения данных. При этом погрешность измерения концентрации растворенного кислорода составила  $\pm 0,5\%$  от измеренного значения.





**Рис. 6.** Процесс удаления растворенного кислорода из воды с помощью Pd-содержащей пористой полуволоконной мембраны: 1 – нанесенный Pd, 2 – полипропиленовая пористая подложка

Очевидно, что наиболее эффективно удаление протекало при объемном потоке воды 2,3 л/час, позволяющем при комнатной температуре снизить концентрацию растворенного кислорода с 8,5 мг/л до 90 мкг/л за 370 минут.

Этот режим был выбран как основной для дальнейшего исследования процесса удаления растворенного кислорода из воды.

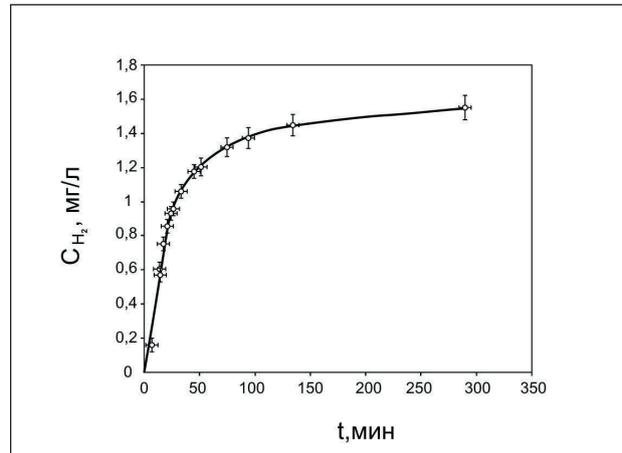
### 3.4.2. Вклад физической сдвжки в процесс удаления растворенного кислорода из воды

Для определения количества кислорода, удаляемого физической сдвжкой, в мембранный контактор при тех же входных параметрах вместо водорода подавался азот, являющийся химически инертным по отношению к данной реакции. Это позволило получить кривые удаления кислорода, обусловленные только физической сдвжкой при минимальном потоке азота. Из графика, представленного на рис. 9, видно, что нижним порогом удаления физическим методом при данных условиях является значение 2,7 мг/л.

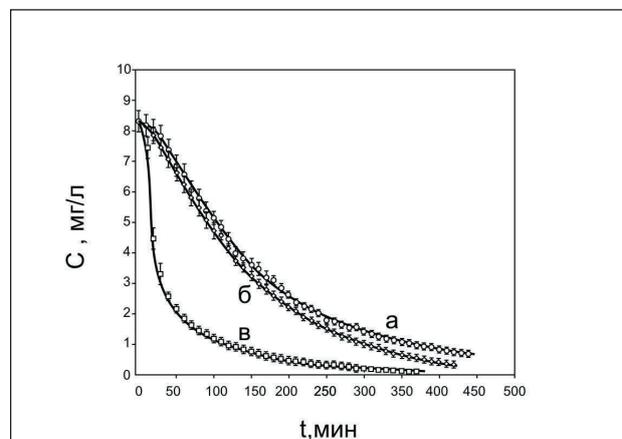
При сопоставлении результатов комбинированного процесса удаления и физической сдвжки вклад каталитической реакции в процесс удаления растворенного кислорода из воды становится очевидным.

## 4. Заключение

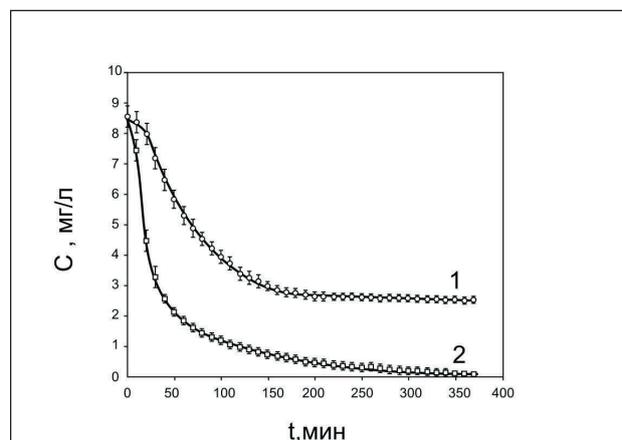
Создана экспериментальная установка с одноволоконным каталитическим мембранным



**Рис. 7.** Изменение концентрации растворенного водорода в вводе в течение эксперимента



**Рис. 8.** Изменение концентрации растворенного кислорода в воде в течение эксперимента для различных объемных потоков воды: а) – 0,5 л/ч, б) – 1,5 л/ч, в) – 2,3 л/ч



**Рис. 9.** Вклад физической сдвжки в процесс удаления растворенного кислорода из воды в одноволоконном каталитическом мембранном контакторе/реакторе: 1 – физическая сдвжка азотом, 2 – физическая сдвжка водородом и каталитическая реакция

контактором/реактором для изучения механизма удаления растворенного кислорода из воды с помощью Pd-содержащей пористой полуволоконной мембраны. Концентрация растворенного кислорода в системе из трёх последовательно соединенных одноволоконных реакторов снижается с 8 ppm до 90 ppb за 7 часов (время одного рабочего дня) при комнатной температуре.

В настоящее время на основании полученных экспериментальных результатов ведется разработка теоретической модели «единичного волокна», которая позволит детально и исчерпывающе изучать все процессы происходящие в системе при различных режимах ее работы. И в дальнейшем учет особенностей одноволоконной системы позволит осмысленно внедрять зрелые конструктивные промышленные решения.

### Литература

1. Nagel Rolf, Will Thomas. Membrane processes for water treatment in the semiconductor industry// Ultrapure water, October 1999.
2. Kasama Y., Yagi Y., Imaoka T., Kawakami M., & Ohmi T. Advanced DI water system with low dissolved oxygen for ULSI processing //Proceedings of Institute of Environmental Science. 1991. p. 344–349.
3. Sato H., Hashimoto N., Shinoda T., Takino K. Dissolved oxygen removal in ultrapure water for semiconductor processes //In M.K. Balazs (Ed.), Proceedings of the 10th annual semiconductor pure water conference, Santa Clara, CA, 1991, February 26–28. p. 47–164.
4. Kim J.-H., Moon J.-S., Seo G., Park K.-K. The reduction reaction of dissolved oxygen in water by hydrazine over platinum catalyst supported on activated carbon fiber//Applied Catalysis A: General. 1999. V. 184. p.41–48.
5. Патент № EP0145262, B1, 1985.
6. Грязнов В.М. Катализ на водородопроницаемых мембранах. Мембраны и сплавы как мембранные катализаторы, М.: Наука, 1981, с. 4.
7. Van der Vaart R., Hafkamp B., Koele P.J., Querrevel M., Jansen A.E., Volkov V.V., Lebedeva V.I., Gryaznov V.M.. Proc. of the International Conference “Euromembrane 2000”, Jerusalem, Israel, September 24–27, 2000, p. 359.
8. Van der Vaart R., Elizarova A.V., Volkov V.V., Lebedeva V.I., Gryaznov V.M., Патент NL 1023364.
9. Лебедева В.И., Грязнов В.М., Петрова И.В., Волков В.В., Терещенко Г.Ф., Школьников Е.И., Плясова Л.М. Кочубей Д.И., Вандер Ваарт Р., Ван Соест-Веркаммен Э.Л. Д. Полипропиленовые пористые Pd-содержащие мембраны для каталитических процессов удаления растворенного кислорода из воды. Кинетика и катализ, 2006, том 47, №6, с. 1–7.
10. Лебедева В.И., Петрова И.В., Волков В.В., Терещенко Г.Ф., Плясова Л.М., Кривенцов В.В., Рудина Н.А., Кочубей Д.И., R. van der Vaart, E. L. J. van Soest-Verkammen. Новые гидрофобные пористые Pd-содержащие каталитические мембраны для процессов гидрогенизации в водных средах. Мембраны-2004, Москва, Россия, с. 85
11. Петрова И.В., Вандер Ваарт Р., Лебедева В.И., Волков В.В., Терещенко Г.Ф. Каталитический мембранный контактор/реактор для глубокой очистки воды от растворенного кислорода. Ионный перенос в органических и неорганических мембранах, Краснодар, 2006, с. 121.

## ВЛИЯНИЕ АРМИРУЮЩЕЙ ТКАНИ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ПЕРФТОРИРОВАННЫХ МЕМБРАН НАФИОН И МФ-4СК

*О.А. Дёмина<sup>1</sup>, Н.П. Березина<sup>1</sup>, Л.А. Анникова<sup>1</sup>, А.В. Дёмин<sup>1</sup>, С.В. Тимофеев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Кубанский государственный университет, Краснодар, 350040, Ставропольская, 149  
e-mail: *berezina@chem.kubsu.ru*

<sup>2</sup>ОАО «Пластполимер», Санкт-Петербург, 195197, Полюстровский проспект, 32

В работе изучены концентрационные зависимости электропроводности, электроосмотической и диффузионной проницаемости армированных и неармированных сульфокатионитовых перфторированных мембран отечественного и зарубежного производства. Установлено, что введение армирующей ткани приводит к снижению проводящих и диффузионных характеристик материалов и практически не изменяет их электроосмотическую проницаемость. На основе этих зависимостей выполнены расчеты ряда транспортно-структурных параметров мембран в растворах NaCl. Выявлена взаимосвязь между геометрическими параметрами двухфазной модели ионообменных сульфокатионитовых мембран с разной природой полимерных матриц.

*Ключевые слова:* перфторированная мембрана, армирующая ткань, электропроводность, диффузионная и электроосмотическая проницаемость, транспортно-структурные параметры мембран

Concentration dependences of conductivity, diffusion and electroosmotic permeability of reinforced and unreinforced perfluorinated membranes of domestic and foreign membranes have been investigated in this work. Reinforcing fibers reduce conducting and diffusion properties of materials, however does not change practically their electroosmotic permeability. On the base of this dependences a set of transport and of structural parameters of membranes in sodium chloride solutions have been calculated. The interrelation between geometrical parameters of twophase model of ion-exchange membranes with different nature of polymer matrixes has been revealed.

*Key words:* perfluorinated membrane, reinforcing fibers, electroconductivity, diffusion and electroosmotic permeability of a membranes, transport and structural parameters of membranes

### Введение

В настоящее время ионообменные материалы на основе перфторированных полимерных пленок находят широкое применение в мембранном электролизе, в топливных элементах, для создания различных композиционных материалов и сенсорных систем [1]. Кроме того, сульфокатионитовые перфторированные мембраны типа Нафион фирмы Du Pont de Nemour (США) часто применяют в качестве эталона при создании полимерных ионообменных мембран новых поколений. Это связано с их исключительно высокой химической и термической устойчивостью и селективностью. Сравнимые физико-химические и транспортные характеристики с мембранами Нафион имеют перфторированные мембраны типа МФ-4СК, выпускаемые ОАО «Пластполимер»

(г. Санкт-Петербург, Россия) в достаточно широком ассортименте.

В технологических процессах, проводимых при повышенных температурах и в концентрированных растворах кислот и щелочей, применяют армированные фторэтиленовыми тканями и волокнами различной толщины перфторированные полимерные мембраны в основном с целью повышения механической прочности [1]. Несмотря на то, что электрохимические свойства мембран Нафион и МФ-4СК уже достаточно хорошо исследованы [2–6], до сих пор нет достаточно полной информации о влиянии армирующих тканей на равновесные и транспортные характеристики этих материалов.

Целью настоящей работы было исследование концентрационных зависимостей электропро-

водности, электроосмотической и диффузионной проницаемости мембран типа Нафион и МФ-4СК с армирующей тканью и без неё в стандартных растворах NaCl. Для характеристики этих мембран представляло интерес применить метод оценки транспортно-структурных параметров в соответствии с подходом, развитым в работах [2, 5, 6], и выявить влияние на них армирующей ткани.

**Объекты исследования и методики эксперимента**

В качестве объектов исследования были выбраны гомогенные перфторированные сульфокатионитовые мембраны типа МФ-4СК и Нафион. Они имеют одну и ту же природу полимерной матрицы, фиксированных групп и армирующей ткани (фторэтилен). Совместно с физико-химическими характеристиками исследуемых мембран в *табл. 1* также представлена частота плетения нитей. Расчет эквивалентной массы полимера (EW) показал, что для мембраны Нафион он согласуется со значениями приведенными в технической документации фирмы Du Pont de Nemour [1] и ОАО «Пластполимер». Как видно из *табл. 1*, все мембраны имеют близкие значения обменной ёмкости отнесенные к 1г набухшего полимера (Q), но заметно отличаются значениями влагоёмкости (W).

**Технология армирования перфторированных мембран**

Известно [1], что армирование перфторированных мембран производится в две стадии. На

первой стадии в армирующую ткань путём прокатывания, при температуре 240–320 °С внедряют слой полимера предпочтительно в сульфонильной форме (содержащей группы –SO<sub>2</sub>F), как наиболее термопластичной. При этом армирующая ткань только одной стороной внедряется в слой полимера. Затем в пленке, армированной тканью, делают отверстия, свободное сечение которых составляет 5–20% от площади мембраны. На второй стадии на армированную пленку с отверстиями накладывают вторую полимерную пленку и прокатывают её при 150–350 °С с образованием пленки, не содержащей отверстий. При прокатывании в условиях вакуума вторая пленка притягивается в отверстиях к армирующей ткани и первой пленке таким образом, что армирующая ткань оказывается расположенной между слоями полимера. Другой способ приведет к одностороннему армированию. В этом случае армирующая сетка с одной стороны находится на поверхности мембраны (Нафион-425).

Следует отметить, что в процессе армирования во всех случаях полимерная пленка испытывает дополнительное воздействие температуры и давления. Эта технология приводит к снижению удельной влагоемкости материала и незначительному уменьшению обменной ёмкости армированного образца по сравнению с исходным полимером (*табл. 1*). Как следует из работы [1], величина обменной ёмкости армированной мембраны Нафион-425, пересчитанная на 1г сухой мембраны, составляет 0,81 ммоль/г<sub>сух.</sub>, а обменная ёмкость исходного полимера Нафион-120 равна 0,83 ммоль/г<sub>сух.</sub>.

№	Мембрана	l, см	W <sub>наб.</sub> , %	Q, ммоль/г <sub>наб.</sub>	EW, г <sub>сух.</sub> /ммоль	n, ммоль H <sub>2</sub> O/ммоль SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	частота плетения нитей/число нитей/10 см
1	Нафион-117	0,018	15,5	0,78	1100	11,3	–
2	Нафион-425	0,031	15,8	0,68	1200	12,9	170
3	МФ-4СК	0,021	15,8	0,78	1100	9,4	–
4	МФ-4СК	0,034	15,6	0,78	1100	11,1	100
5	МФ-4СК 101	0,032	12,5	0,70	1200	9,9	170
6	МФ-4СК	0,031	11,0	0,78	1100	7,8	160

**Табл. 1.** Физико-химические характеристики мембран<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Нумерация мембран, представленная в таблице, сохраняется на всех рисунках

### Исследование электротранспортных свойств перфторированных мембран

Для исследования диффузионных, электропроводных и электроосмотических характеристик мембраны МФ-4СК переводились в солевую форму путём выдерживания в течение двух суток в 10% растворе NaCl. Затем образцы отмывали дистиллированной водой и уравнивали с раствором заданной концентрации, контролируя достижение равновесия кондуктометрическим методом. В ряде наших работ [2, 4, 6] для кондиционирования перфторированных полимеров применяется окислительно-термическая подготовка, которая приводит к увеличению влаго содержания по сравнению с солевой подготовкой. В данной работе мы не применяли окислительно-термическую подготовку, чтобы выявить только воздействие технологии армирования на свойства мембран.

Удельную электропроводность мембран ( $\kappa_m$ ) рассчитывали из электросопротивления образцов, измеренного ртутно-контактным методом на частоте переменного тока порядка 200 кГц [7].

$$\kappa_m = \frac{l}{R \cdot S}, \quad (1)$$

где  $l$  – толщина мембраны,  
 $S$  – площадь,  
 $R$  – сопротивление

Интегральный коэффициент диффузионной проницаемости мембран ( $P_m$ ) определяли с помощью ячейки периодического действия с кондуктометрическим определением концентрации соли в камере с водой [8, 9].

$$P_m = \frac{V \cdot l \cdot \Delta C}{S \cdot C \cdot \Delta \tau}, \quad (2)$$

где  $V$  – объем камеры,  
 $C$  – концентрация,  
 $\tau$  – время

Электроосмотическую проницаемость ( $t_w$ ) определяли объёмным методом с помощью ячейки с горизонтально расположенными измерительными капиллярами и поляризующими хлорсеребряными электродами [2].

$$t_w = \frac{v \cdot F}{S \cdot i \cdot \Delta \tau \cdot 18}, \quad (3)$$

где  $v$  – объем перенесенной жидкости,  
 $i$  – плотность тока,

$F$  – число Фарадея,

18 – объем, занимаемый 1 моле  $H_2O$

Все опыты проводили при 25°C. В качестве равновесных использовали растворы NaCl. Относительная ошибка используемых методов не превышала  $\pm 5\%$ .

На рис. 1 приведены концентрационные зависимости электропроводности мембран совместно с концентрационной зависимостью удельной электропроводности раствора NaCl, позволяющей графически определить значения электропроводности мембраны в точке изоэлектропроводности ( $\kappa_{iso}$ ). В этой точке электропроводность раствора равна электропроводности мембраны. Дополнительно на этом же рисунке схематически изображен тип исследуемых мембран: 1, 3 – неармированные мембраны, 4 – армированная мембрана с редким плетением нитей, 2, 5, 6 – армированные образцы с плотным плетением. Как следует из рис. 1, изменения значений удельной электропроводности для всех исследуемых образцов находятся в пределах от 0,2 до 0,8 См/м, причем более высокую электропроводность имеют неармированные образцы. Снижение электропроводности имеет место у всех армированных мембран по сравнению с неармированными. На рис. 2 изображена взаимосвязь между параметром  $\kappa_{iso}$  исследуемых мембран и их удельной влагоемкости ( $n$ ), подтверждающая пропорциональную зависимость между этими характеристиками.

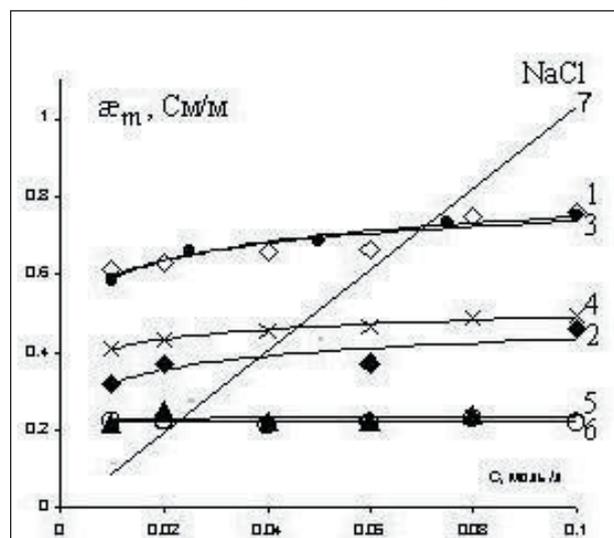
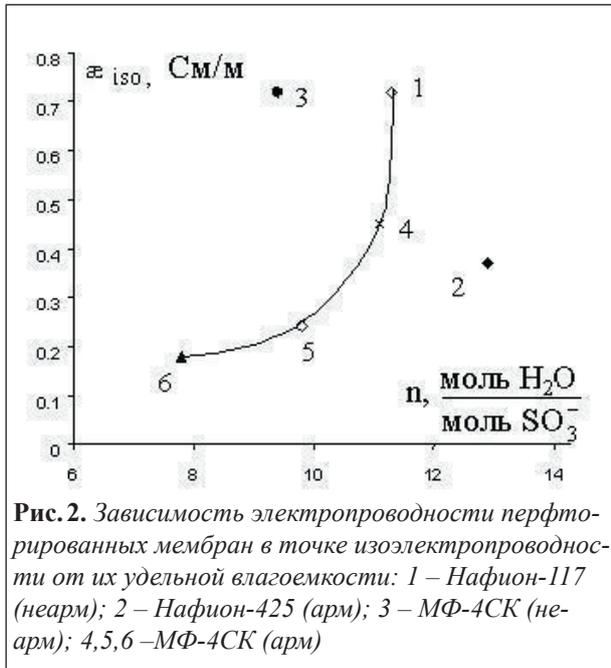
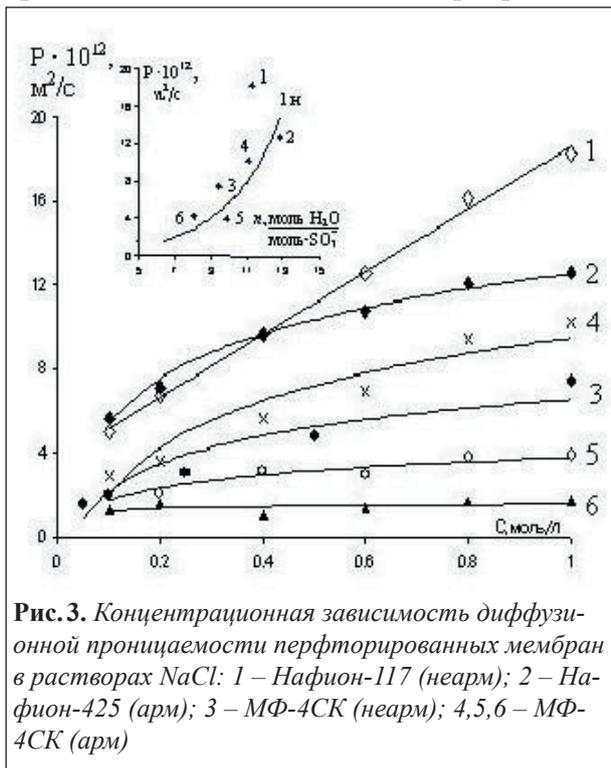


Рис. 1. Концентрационные зависимости удельной электропроводности перфторированных мембран в растворах NaCl: 1 – Нафион-117 (неарм); 2 – Нафион-425 (арм); 3 – МФ-4СК (неарм); 4, 5, 6 – МФ-4СК (арм), 7 – электропроводность раствора NaCl



**Рис. 2.** Зависимость электропроводности перфторированных мембран в точке изоэлектропроводности от их удельной влагоемкости: 1 – Нафион-117 (неарм); 2 – Нафион-425 (арм); 3 – МФ-4СК (неарм); 4, 5, 6 – МФ-4СК (арм)

Для более полной характеристики мембран в данной работе были изучены и их диффузионные свойства (рис. 3). Как видно из рис. 3, интегральный коэффициент диффузионной проницаемости у мембран Нафион выше, чем у МФ-4СК. Причем, в диапазоне концентраций от 0,1 до 0,4 М NaCl мембраны Нафион-117 и Нафион-425 имеют практически равную диффузионную проницаемость, а в области умеренно концентрированных растворов диффузионная проницаемость более влагоемкой армированной



**Рис. 3.** Концентрационная зависимость диффузионной проницаемости перфторированных мембран в растворах NaCl: 1 – Нафион-117 (неарм); 2 – Нафион-425 (арм); 3 – МФ-4СК (неарм); 4, 5, 6 – МФ-4СК (арм)

мембраны Нафион-425 ниже в 1,5 раза проницаемости неармированной Нафион-117. Для комплекта мембран МФ-4СК также можно отметить снижение диффузионной проницаемости во всем интервале концентраций для армированных образцов (№5 и №6) по сравнению с мембраной без армировки (№3). Более влагоемкая пленка с армирующей сеткой (№4), имеет большую диффузионную проницаемость по сравнению с образцом №3. В этом случае значительная разница в удельной влагоемкости превышает влияние армирующей ткани. На этом же рисунке приведены зависимости диффузионной проницаемости мембран от их удельной влагоемкости в растворах 1 М хлорида натрия. Из рисунка видно, что с увеличением удельной влагоемкости мембран, увеличивается и коэффициент диффузионной проницаемости [3]. Закономерности в изменении интегрального коэффициента диффузионной проницаемости согласуются с порядком изменения удельной электропроводности мембран от концентрации равновесного раствора и удельной влагоемкости.

Сравнение приведенных результатов указывает на общую закономерность в транспортных свойствах мембран: армирующая ткань в полимере снижает эффективную площадь полимерной пленки как при переносе ионов (электропроводность), так и в процессе диффузии электролита, создавая «эффект препятствий» на пути движения потоков частиц.

Для количественной оценки изменения транспортных свойств происходящих в результате армирования мембран были рассчитаны безразмерные коэффициенты равные отношению соответствующих характеристик армированных мембран к неармированным. При этом относительное значение электропроводности были взяты в изопроводящих точках, относительные значения коэффициентов диффузионной проницаемости в 1 М растворах NaCl. Как видно из табл. 2, несмотря на близкие значения обменной емкости и влагоемкости, значения величин электропроводности мембран уменьшается примерно в 2 раза, по сравнению с неармированными мембранами, а диффузионная проницаемость не является постоянной и изменяется в пределах от 0,2 до 1,4.

Параллельно с исследованием диффузионной проницаемости и электропроводности перфторированных мембран МФ-4СК и Нафион, было

выполнено изучение их электроосмотической проницаемости (рис. 4). Как видно из рис. 4, практически для всех образцов мембран наблюдается уменьшение числа переноса воды с ростом концентрации. Исключением является мембрана МФ-4СК, с низкой удельной влагоёмкостью, равной 7,8 моль  $H_2O$ /моль  $-SO_3^-$ , для которой числа переноса воды практически не зависят от концентрации равновесного раствора. В 3 М растворе NaCl все образцы имеют близкие значения чисел переноса воды, равные числу гидратации иона  $Na^+$  в растворе [10–12]. С разбавлением растворов, числа переноса воды в мембранах слабо зависят от концентрации (при  $C < 1$  М) и определяются содержанием воды в мембране. На рис. 5, представлена зависимость значений  $t_w$  при концентрации NaCl 0,1 моль/л от удельной влагоёмкости мембраны. Характер зависимости аналогичен результатам, полученным при исследовании электропроводности и диффузионных свойств мембран (см. рис. 2, 3). Для выявления влияния армирующей ткани были рассчитаны безразмерные отношения чисел переноса воды армированных мембран к неармированным, которые оказались практически равными 1, в отличие от подобных характеристик в табл. 2. Это можно объяснить тем, что это свойство зависит от количества пропущенного электричества, а не от площади поперечного сечения мембраны.

### Расчет транспортно-структурных параметров мембран

Полученные характеристики проводящих, диффузионных и электроосмотических свойств мембран дают возможность выявить влияние армирующей ткани на структуру набухшего полимера, в предположении, что армирующие волокна приводят к гетерогенности мембран. Метод оценки транспортно-структурных параметров (ТСП), разработанный Гнусным Н.П. и сотрудниками, на основе модельного подхода к ионообменной мембране как к структурно-неоднородной среде [2, 5, 6], был применен в данной работе. Две гипотетические фазы: фаза геля и межгелевого раствора внутри мембраны, содержащего равновесный раствор, выделяются в мембране по механизму проводимости. При этом вводятся геометрические параметры системы, характеризующие объемные доли фаз ( $f_1$  и  $f_2$  соответственно) и их пространственную ори-

мембрана армированная/ мембрана неармированная	характеристики			
	равновесные		транспортные	
	$Q_{арм}/Q_{неарм}$	$p_{арм}/p_{неарм}$	$a_{iso}^{арм}/a_{iso}^{неарм}$	$P_{1и}^{арм}/P_{1и}^{неарм}$
Нафион-425 (2) / Нафион-117	0,87	1,14	0,51	0,70
МФ-4СК (4) / МФ-4СК (3)	1,00	1,18	0,63	1,43
МФ-4СК (5) / МФ-4СК (3)	0,79	1,05	0,30	0,54
МФ-4СК (6) / МФ-СК (3)	1,00	0,83	0,30	0,24

Табл. 2. Отношения равновесных и транспортных характеристик армированных мембран к неармированным

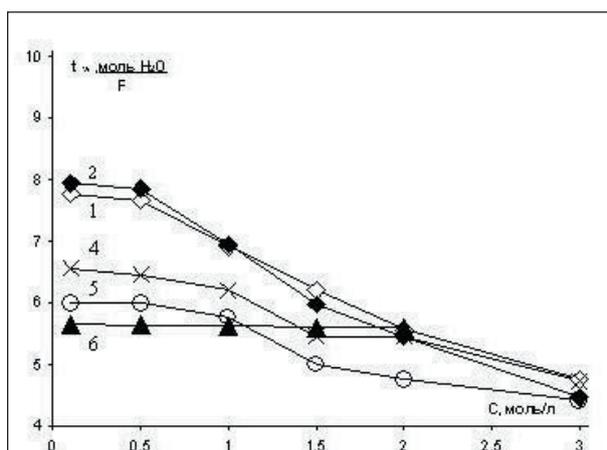


Рис. 4. Концентрационная зависимость электроосмотической проницаемости перфторированных мембран в растворах NaCl: 1 – Нафион-117 (неарм); 2 – Нафион-425 (арм); 4, 5, 6 – МФ-4СК (арм)

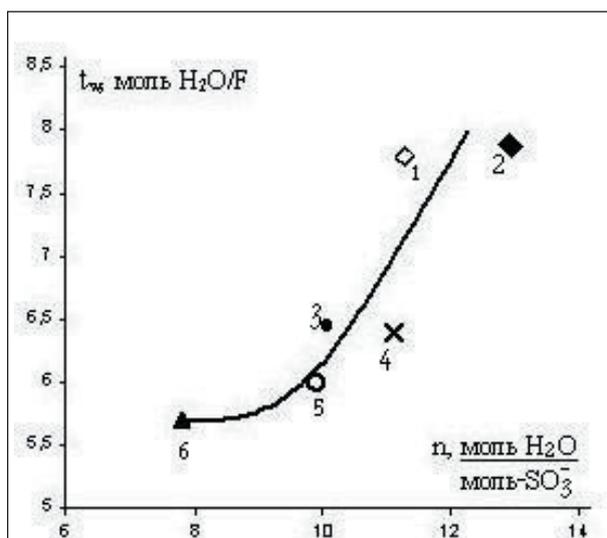


Рис. 5. Зависимость чисел переноса воды от удельной влагоёмкости перфторированных мембран в растворах NaCl: 1 – Нафион-117 (неарм); 2 – Нафион-425 (арм); 3 – МФ-4СК (неарм); 4, 5, 6 – МФ-4СК (арм)

ентацию по отношению к направлению потоков заряда и массы (параметр  $\alpha$ ). Установлено, что расчет этих параметров, а также расчет проводящих ( $\alpha_{\text{iso}}$ ) и диффузионных ( $G$ ) характеристик фазы с униполярной проводимостью (то есть гелевой) можно проводить путем соответствующей обработки концентрационных зависимостей удельной электропроводности и диффузионного потока соли. Согласно этой модели, свойства второй проводящей фазы, то есть фазы внутреннего равновесного раствора электролита, находящегося в структурных полостях мембран, идентичны свойствам внешнего раствора электролита. Таким образом, информация о свойствах второй фазы является полной для любой концентрации внешнего раствора, так как все характеристики раствора данной концентрации можно извлечь из справочной литературы. В точке изоэлектропроводности результирующее значение электропроводности мембраны равно электропроводности гелевой фазы и равно электропроводности равновесного раствора.

Перфторированные ионообменные неармированные мембраны относятся по типу изготовления к гомогенным несшитым полимерам. Эта гомогенность имеет условный характер, и для более корректного учета структурных факторов следует рассматривать эти пленки как полифазные системы, состоящие из кристаллитных, водно-кластерных областей и включений равновесного раствора.

Однако введение армирующей ткани из фторэтиленовых волокон различной толщины приводит к получению гетерогенной полимерной композиции. Для сравнительной характеристики армированных и неармированных мембран был применен выше указанный набор ТСП ( $\alpha_{\text{iso}}$ ,  $f_2$ ,  $G$  и  $\alpha$ ). Согласно условиям моделирования, мы сохраняем принцип выделения двух фаз, включив армирующую непроводящую сетку в состав гипотетической первой фазы. Кристаллитные участки фторэтиленовых цепей основной мембраны объединены с армирующими волокнами, образуя непроводящую и ненабухающую «псевдофазу», которая условно включена в первую фазу. Таким образом, проводящие свойства первой фазы определяются миграцией противоионов, а диффузионные свойства – диффузией коионов через кластерные зоны перфторированных мембран [9].

Значения транспортно-структурных параметров, рассчитанные с помощью компьютерной программы, представлены в *табл. 3*.

Из *табл. 3* видно, что армированные мембраны, как правило, имеют более низкие значения кинетических параметров в первой фазе  $\alpha_{\text{iso}}$  и  $G$ , а значения параметра  $f_2$ , в зависимости от удельной влагоемкости исследуемых мембран, изменяются от 0 до 0,15. Для всех армированных мембран, у которых  $n$  около 10 моль  $\text{H}_2\text{O}$ /моль  $-\text{SO}_3^-$ , значение параметра  $f_2$  практически равно нулю. Увеличение  $n$  до 11,3 моль  $\text{H}_2\text{O}$ /моль  $-\text{SO}_3^-$  и выше приводит к росту параметра  $f_2$ , что, по-видимому, отражает изменения, происходящие в структуре перфторированных мембран в результате деформации полимерных цепей и заполнения образующихся полостей равновесным раствором. Следует отметить, что сравнение всех полученных параметров показало, что наличие армирующей сетки не приводит к увеличению доли структурных полостей, заполненных раствором. Это значит, что на стыке гидрофобных участков (армирующая ткань) и гидрофильных (кластеры) не образуется дефектов структуры, обнаруживаемых в рамках нашей модели, в отличие от гетеропористой структуры электродиализных мембран типа МК-40.

Как следует из литературы [2, 5, 6], значения параметра  $\alpha$  у гомогенных неармированных мембран находится в пределах от 0,1 до 0,5. Как видно из *табл. 2*, для большинства исследованных армированных мембран параметр  $\alpha$  находится в указанном диапазоне. Однако в данной работе у армированных образцов с низким значением удельной влагоемкости и высокой частотой плетения нитей (№5 и №6 в *табл. 1*) впервые обнаружены высокие значения параметра  $\alpha$ . Эти образцы обладают очень низкой долей включений внутреннего раствора ( $f_2 \rightarrow 0$ ), что приводит, согласно двухфазной модели, к более упорядоченному, практически параллельному, расположению проводящих участков.

Представляет интерес выявить влияние природы полимерной матрицы на взаимосвязь этих геометрических параметров. На *рис. 6* приведены результаты расчетов параметров  $\alpha$  и  $f_2$ , выполненные для исследованных в данной работе перфторированных мембран типа МФ-4СК и Нафион, а также для гомогенных мембран с различной природой полимерных матриц [3], жес-

ткцепных ароматических полисульфольных, полиэфиркетольных, полиамидных [2], полиариленсульфамидных [4] и полистерольных [5] полимерных матриц. Расчеты выполнялись по данным измерений концентрационных зависимостей электропроводности и диффузионной проницаемости с помощью одних и тех же методов и расчетных программ. Как видно из рис. 6, у всех мембран, не зависимо от природы их матрицы, с уменьшением параметра  $f_2$  происходит увеличение параметра  $\alpha$ . Полученные данные подтверждают тенденцию возрастания параметра  $\alpha$  с уменьшением параметра  $f_2$ , которая ранее была отмечена в работах [2,3] для серии неармированных мембран МФ-4СК. Для армированных образцов существенно уменьшается доля внутреннего раствора, что можно объяснить изменением состава кластерных участков за счет внедрения армирующей сетки.

### Заключение

Таким образом, установлено, что армирование перфторированных сульфокатионитовых мембран типа МФ-4СК (Россия) и Нафион (США) приводит к уменьшению удельной влагоемкости в среднем на 30%, проводящих и диффузионных свойств в растворах NaCl (примерно в 2–3 раза). Снижение удельной электропроводности и коэффициента диффузионной проницаемости объясняется соответствующим уменьшением площади поперечного сечения армированных пленок, а не изменением электрохимических свойств кластерных зон. Электроосмотические характеристики мембран не изменяются для армированных образцов, потому что это свойство зависит от количества пропущенного электричества, а не от площади поперечного сечения мембраны.

Применение модельного подхода для оценки набора транспортно-структурных параметров показало, что на стыке армирующих волокон из фторэтилена и перфторированного сульфополимера не образуется дефектов структуры (пор), заполненных равновесным раствором (уменьшение параметра  $f_2$ ) для армированных образцов. Возрастание параметра  $\alpha$  в результате армирования до предельных значений ( $\alpha=0,9$ ) связано с ростом доли инертного полимера (фторэтилена) в кластерной фазе.

Полученная в работе информация будет полезна как для технологии изготовления новых

№	Мембрана	$\alpha_{iso}$ , См/м	$f_2$	$G \cdot 10^{15}$ , м <sup>5</sup> /(моль·с)	$\alpha$
1	Нафион-117	0,72	0,15	7,0	0,23
2	Нафион-425	0,37	0,05	5,3	0,54
3	МФ-4СК	0,72	0,11	2,5	0,25
4	МФ-4СК	0,45	0,08	6,5	0,25
5	МФ-4СК 101	0,22	~0	4,4	0,89
6	МФ-4СК	0,21	0,02	0,1	0,53

Табл. 3. Транспортно-структурные параметры исследованных мембран

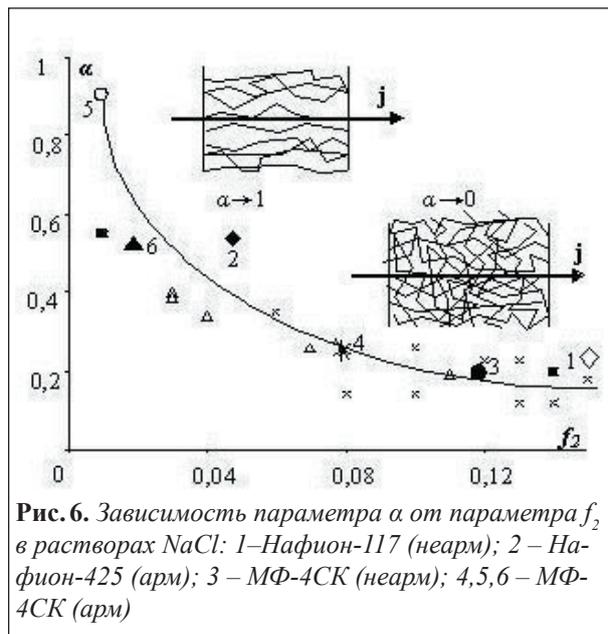


Рис. 6. Зависимость параметра  $\alpha$  от параметра  $f_2$  в растворах NaCl: 1–Нафион-117 (неарм); 2 – Нафион-425 (арм); 3 – МФ-4СК (неарм); 4,5,6 – МФ-4СК (арм)

полимерных пленок, так и при выборе этого типа перфторированных мембран для электромембранных процессов разделения промышленных растворов.

### Литература

1. Мазанько А.Ф., Камарьян Г.М., Ромашин О.П. Промышленный мембранный электролиз. М: Химия, 1989. 240 с.
2. Березина Н.П., Кононенко Н.А., Демина О.А., Гнусин Н.П. Применение модельного подхода для описания физико-химических свойств ионообменных мембран // Высокомолекуляр. соединения. 2004. Т. 46 А. № 6. С. 1071–1081.
3. Ивина О.П., Шохман М.Я., Березина Н.П. и др. Влияние условий получения мембран МФ-4СК на их электродиффузионные свойства // Журн. физ. химии. 1992. Т. 68. №10. С. 2758–2762.
4. Березина Н.П., Карпенко Л.В., Демина О.А., Кириш Ю.Э., Комкова Е.Н. Электротранспортные свойства полиариленсульфамидных мембран в зависимости

- от их химического состава и концентрации равновесного электролита // Электрохимия. 1997. Т. 33. № 5. С. 596–601.
5. Гнусин Н.П., Дёмина О.А., Березина Н.П., Кононенко Н.А. Моделирование электромассопереноса на основе транспортно-структурных характеристик ионообменных мембран // Теор. основы хим. технол. 2004. Т. 38. № 3. С. 419–424.
  6. Gnusin N.P., Berezina N.P., Kononenko N.A., Dyomina O.A. Transport structural parameters to characterize ion exchange membranes // J. of Membrane Science. 2004. V. 243. P. 301–310.
  7. Мешечков А.И., Демина О.А., Гнусин Н.П. Годограф импеданса ртутно-контактной ячейки с ионообменной мембраной // Электрохимия. 1987. Т. 23. № 5. С. 1452–1454.
  8. Дёмина О. А, Березина Н.П., Сага Т., Демин А.В. Сравнение транспортно-структурных параметров анионообменных мембран отечественного и зарубежного производства // Электрохимия. 2002. Т. 38. №8. С. 1002–1008.
  9. Березина Н.П., Кубайси А.А.Р. Особенности электротранспортных свойств композитных мембран ПАн/МФ-4СК в растворах серной кислоты // Электрохимия. 2006. Т. 42. №1. С. 91–99.
  10. Гнусин Н.П., Дёмина О.А., Березина Н.П. Транспорт воды в ионообменных мембранах во внешнем электрическом поле // Электрохимия. 1987. Т. 23. №9, С.1247–1249.
  11. Berezina N.P., Gnusin N.P., Dyomina O.A., Timofeev S.V. Water electrotransport in membrane systems. Experiment and model description // J. of Membrane Science. 1994. V. 86. P. 207–229.
  12. Березина Н.П., Комкова Е.Н. Сравнительное изучение электротранспорта ионов и воды в сульфокатионитовых полимерных мембранах нового поколения // Коллоидный журнал. 2003. Т.65.№1, С.5–15.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края (грант № 06–03–96607, грант № 06–03–96675).*

## ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ПОЛИСУЛЬФОНОВ НА СТРУКТУРУ И ПРОНИЦАЕМОСТЬ КАПИЛЛЯРНЫХ МЕМБРАН

*А.В. Бильдюкевич, М.А. Мовчанский, Е.С. Варслован*

Государственное научное учреждение «Институт физико-органической химии»  
Национальной академии наук Беларуси

Исследовано влияние молекулярной массы полисульфонов марок Udel P-3500, Udel LCD, Ultrason-S и образца, полученного переосаждением Ultrason-S из растворов в ДМАА (Ultrason-R), на структуру и свойства капиллярных мембран. Установлено, что коммерческие образцы полисульфонов разных фирм-изготовителей различаются по молекулярной массе, что сказывается на свойствах их разбавленных и концентрированных растворов: вязкости, активационных параметрах вязкого течения, числах осаждения. Наибольшей молекулярной массой характеризуется переосажденный полимер Ultrason-R. Электронно-микроскопическое изучение структуры капиллярных мембран выявило существенные различия в морфологии поперечного сечения. Мембраны на основе высокомолекулярного Ultrason-R характеризуются плотным селективным слоем на внутренней поверхности волокна, а у остальных образцов наблюдается два селективных слоя: с внутренней и внешней сторон. Различия в структуре обуславливают повышенную гидравлическую проницаемость мембран на основе Ultrason-R.

*Ключевые слова:* полисульфон, молекулярная масса, полые волокна, получение, структура, проницаемость

Effect of molecular mass of commercial polysulfones: Udel P-3500, Udel LCD, Ultrason-S, as well as the sample of the Ultrason-S precipitated from DMA solutions (Ultrason-R) on morphology and performance of hollow fiber membranes was investigated. The differences in molecular masses of polymers lead to sharp distinction in viscosity, precipitation numbers and activation parameters of viscose flow of the polymer solutions and sharply effect on the membrane morphology and permeability. The SEM images revealed the double skin structure for low molecular weight samples (Udel P-3500, Udel LCD, Ultrason-S). inside and outside of hollow fiber. For high molecular weight Ultrason-R the single inside skin was found.

*Key words:* polysulfone, molecular mass, hollow fibers, spinning, structure, permeability

Влияние молекулярной массы полимера на структуру и свойства мембран до сих пор остаются невыясненным, а в литературе практически отсутствуют сведения о влиянии молекулярной массы полимера на свойства пористых материалов, получаемых методом инверсии фаз [1]. В тоже время от длины молекулярной цепочки зависят растворимость полимера в данном растворителе, вязкость разбавленных и концентрированных растворов, степень их дисперсности и изменение свойств под действием температуры или добавок осадителей. Топологический анализ диаграмм фазового состояния систем «полимер-растворитель» свидетельствует, что

при увеличении молекулярной массы область существования однофазных растворов смещается по направлению к оси растворителя и к более высоким значениям критической температуры смешения [2, 3]. Каждый из параметров системы, зависящих от молекулярной массы полимера, например, вязкость раствора или качество растворителя, сам по себе может существенно влиять на характеристики полимерной плёнки, что затрудняет выявление вклада молекулярной массы полимера в структуру и свойства мембраны. Очевидно при этом, что факторы, увеличивающие скорость осаждения полимера, такие как жесткость осадительной ванны, понижение

температуры, повышение концентрации полимера и/или его молекулярной массы, должны приводить к росту асимметрии мембраны в поперечном сечении [4]. Кестинг [5] отмечает, что вопросы, связанные с молекулярной массой и молекулярно-массовым распределением полимеров, имеют огромную важность для практики совершенствования синтетических полимерных мембран. В частности, механические характеристики (прочность, эластичность, модуль упругости) существенно зависят от молекулярной массы [6], что имеет особое значение в случае асимметричных мембран с тонким поверхностным слоем. С другой стороны, высокая молекулярная масса ограничивает растворимость полимера в данном растворителе, приводит к усадке мембран в направлении, перпендикулярном перемещению полимерного раствора при их изготовлении, и образованию микродефектов. Для мембран, получаемым методом сухого или сухо-мокрого формования обычно используются полимеры с большей молекулярной массой, чем в случае мокрого формования. Особенно важна высокая молекулярная масса полимера при формовании неармированных мембран, к которым относятся полые волокна и капиллярные мембраны.

Одним из полимеров, широко используемым для получения капиллярных мембран для ультра- и микрофльтрации, является полисульфон (ПС) [7-10]. ПС обладает универсальными характеристиками: высокой механической прочностью, эластичностью, химической и термической устойчивостью. ПС характеризуется отличными пленкообразующими свойствами, а также хорошей биосовместимостью. Эти полимеры широко используются как базовые материалы для изготовления ультра- и микрофльтрационных мембран и как подложки для композиционных материалов [11].

Целью данной работы является изучение структуры и транспортных характеристик ультрафльтрационных мембран, полученных на основе ПС различной молекулярной массы и фирм-изготовителей.

В качестве исходных реагентов для приготовления формовочных растворов использовали полисульфоны четырех марок: Udel P-3500 (производства Union Carbide), Udel LCD (производства Solway с низким содержанием циклического

димеров), Ultrason-S марки 6010 (производства BASF, Германия NT11 MB 1) и отходы производства гемодиализных мембран СП «Фребор» (г. Борисов, Беларусь), обозначенные нами как Ultrason-R (Ultrason-R, можно рассматривать как переосажденный Ultrason-S); ДМАА (ТУ 09537-73) и полиэтиленгликоль (ПЭГ<sub>400</sub>, polyglycol 400, Clariant, Германия) в качестве порообразователя.

Приготовление растворов для формования мембран осуществлялось в лабораторном реакторе из нержавеющей стали, снабженным рубашкой и мешалкой рамного типа, при температуре 100С<sup>0</sup>. Полученный раствор фильтровали для удаления механических примесей и обезвоздушивали.

Определение вязкости разбавленных растворов ПС в хлороформе проводили с использованием вискозиметра Уббелодде. Для определения характеристической вязкости измерения проводили для 5 различных концентраций полимера (0,2–1,0%) полученных непосредственным разбавлением исходных растворов в вискозиметре. Характеристическую вязкость определяли экстраполяцией концентрационной зависимости вязкости к нулевой концентрации. Зная значение характеристической вязкости  $\eta$ , определяли молекулярную массу  $M$  по формуле:

$$[\eta] = kM^a \quad (1)$$

где  $k = 2,3 \times 10^4$ ,  $a = 0,71$  [12]

Для измерения вязкости концентрированных растворов использовали вискозиметр Гепплера тип ВН-2. Измерения для каждого из растворов проводились в температурном интервале 20–80С<sup>0</sup>.

Вязкость рассчитывали по формуле:

$$\eta = 0,1725 \times T \quad (2)$$

где 0,1725 – константа вискозиметра,  $T$  – температура.

Свободную энергию активации вязкого течения  $\Delta G$  рассчитывали по формуле [13]:

$$\Delta G = 2,303RT(\ln \eta + 4) \quad (3)$$

Теплоту активации вязкого течения  $\Delta H$  определяли как производную в любой точке экспериментальной кривой  $\lg \eta = f(1/T)$ , которая в исследуемом интервале температур была прямо-

линейной. По разности  $\Delta G$  и  $\Delta H$  рассчитывали энтропию активации вязкого течения  $T\Delta S$ .

Стендовое оборудование для получения полых волокон включало систему приготовления формовочных растворов, термостатируемые приемно-подающие емкости для формовочного раствора и осадителя, стойку с фильерным узлом, приемную ванну (рис. 1) и промывочные барки. Регулируемая подача формовочного раствора и осадительной ванны в фильеру осуществляется сжатым азотом и контролируется образцовым манометром.

В этом случае, по сравнению с традиционным процессом мокрого формования химических волокон, имеются следующие принципиальные отличия:

- формование волокна происходит под действием силы тяжести и “движущая” сила процесса определяется давлением в емкости полимерного раствора и расстоянием от фильеры до зеркала приемной ванны;
- фазовое разделение формовочной композиции осуществляется при контакте с “внутренней” осадительной ванной;
- структура волокна практически полностью формируется за время прохождения волокна от фильеры до приемной ванны, в приемной ванне происходит отмывка волокна от остаточного растворителя;
- формирование структуры происходит в режиме одноосной (фильерной) вытяжки.

Поскольку в используемом методе формования отсутствуют дозирующее оборудование (насос подачи прядильного раствора) и приемная бобина, то определение фильерной вытяжки (ФВ) проводили следующим образом. ФВ определяется как отношение разности между скоростью поступления сформованной нити в приёмную ванну и скоростью истечения прядильного раствора из отверстий фильеры к скорости истечения раствора [15]

$$ФВ = (v_2 - v_1) / v_1 \times 100\% \quad (4)$$

где  $v_2$  – скорость приема сформованной нити на бобину (скорость формования волокна, м/мин;  
 $v_1$  – скорость истечения прядильного раствора из отверстий фильеры, м/мин.

Для определения скорости ( $v_2$ ) формования волокна измеряли длину волокна, сформованного

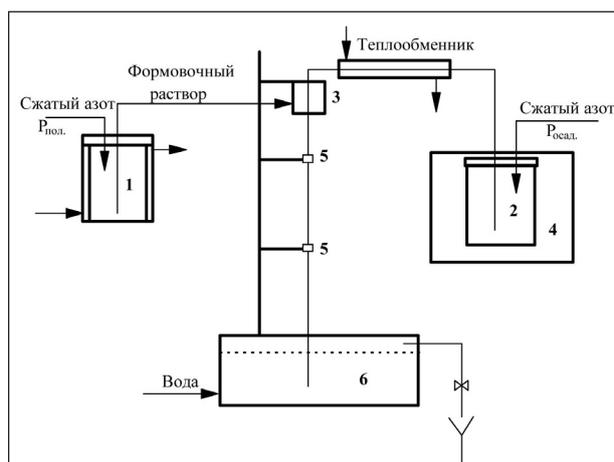


Рис. 1. Схема лабораторного стенда для формования ПВ: 1 – термостатируемая емкость для формовочного раствора; 2 – емкость для внутренней осадительной ванны; 3 – фильера; 4 – термостат; 5 – нитеводители; 6 – приемная ванна

за 1 минуту при фиксированном расстоянии от фильеры до ванны.

Т.к. в качестве движущей силы для подачи формовочного раствора использовалось рабочее давление, а не дозирующий насос, для определения скорости истечения прядильного раствора из отверстий фильеры поступили следующим образом. Измеряли массу сформованного высушенного волокна за единицу времени. Затем, зная плотность и концентрацию раствора, определяли его объемную подачу ( $W$ ). С учетом площади кольцевого отверстия фильеры  $S$  рассчитывали скорость истечения прядильного раствора из отверстия фильеры ( $v_1$ )

$$v_1 = W/S \quad (5)$$

Подставляя значения  $v_2$  и  $v_1$  в (1), рассчитывали ФВ.

В ходе эксперимента определялись геометрические размеры (диаметр канала и толщина стенки), удельная производительность и задерживающая способность получаемых волокон. Измерение внутреннего диаметра ( $d_{вн}$ ) и толщины стенки волокна ( $L$ ) производилось при помощи оптического микроскопа при 24-кратном увеличении с использованием объектива с ценой деления шкалы 2,2 мкм. Измерения производили выборочно для 3–5 волокон из каждой партии. На основании полученного значения внутреннего диаметра вычисляли удельную производительность волокна по воде.

Измерение удельной производительности (J) индивидуальных волокон производилось на специально разработанном стенде, включающем диафрагменный насос MEDO-II (BWT, Австрия) и ячейку проточного типа, состоящую из входного и выходного капилляров и нанизанного на них образца волокна определенной длины. Давление на входе в волокно составляло 1,7 атм, на выходе 0,7 атм. Разность давления контролировалась манометром. Объемная подача раствора на волокно составляла 3 л/ч. Значение производительности вычислялось по формуле:

$$J = K \times v / (d \times t) \quad (6)$$

где  $v$  – объём фильтрата,  $d$  – внутренний диаметр волокна,  $t$  – время фильтрации,  $K$  – коэффициент пересчёта, учитывающий размерность и длину волокна.

Для определения задерживающей способности мембран в качестве калибранта использовался водный раствор полиэтиленгликоля с молекулярной массой 40000 кг/моль (Fluka, Германия). Концентрацию ПЭГ измеряли на интерферометре ИТР-2 по заранее построенным калибровочным кривым.

Поскольку капиллярные мембраны представляют собой безопорную конструкцию, работающую под давлением, для характеристики механической прочности волокон определяли давление разрыва волокна в набухшем состоянии ( $P_{\text{разр}}$ ).  $P_{\text{разр}}$  определяли на стенде, включающем в себя баллон со сжатым газом, прецизионный манометр и специальные капилляры для крепления волокна. Смоченное в воде волокно закрепляли на капилляре и подавали газ, постепенно увеличивая давление до разрыва волокна.

Структуру поперечных сколов мембран изучали на сканирующем электронном микроскопе LEO 1420. Сколы образцов мембран готовили методом криогенного разлома с последующим нанесением слоя золота методом катодного распыления в вакуумной установке EMITECH K 550X (Германия).

Как уже отмечалось выше, объектами исследования были образцы трех промышленно выпускаемых марок полисульфона и отходы производства гемодиализных мембран СП «Фребор» (г.Борисов), обозначенные нами как Ultrason-R. Udel LCD с низким содержанием

циклических димеров, по данным изготовителя [15], специально разработан для получения полупроницаемых мембран. Молекулярно-массовые характеристики промышленных полимеров, приведенные в технической документации изготовителями, определены различными методами и в разных растворителях (табл. 1). Поэтому, для получения сопоставимых значений молекулярной массы полимеров, первым этапом работы являлось вискозиметрическое определение молекулярной массы образцов. Результаты вискозиметрии разбавленных растворов исследуемых полимеров в хлороформе представлены на рис. 2. Экстраполяцией зависимости удельной вязкости к нулевой концентрации полимера определены значения характеристической вязкости, на основании которых по уравнению Марка-Куна-Хаувинка рассчитана молекулярная масса образцов. Результаты представлены в табл. 1. В качестве дополнительных характеристик образцов определены константы Хаггенса и числа осаждения по воде для 1% растворов полимеров в ДМАА.

Как видно из таблицы, значения молекулярной массы для Udel P-3500 и Udel LCD отличаются незначительно, хотя ожидалось, что молекулярная масса Udel LCD будет существенно выше, чем для Udel P-3500 за счет более низкого содержания низкомолекулярных фракций. Молекулярная масса двух других образцов существенно отличается. Ultrason-S в технической документации изготовителя характеризуется как «высоковязкий» [16] и действительно его молекулярная масса почти на 10% превышает значения для Udel P-3500. Но наиболее неожиданные результаты получены для Ultrason-R, молекулярная масса которого на 15000 превышает

Марка полисульфона	$[\eta]$ , дл/г	K	$M_w$	$M_n$	$M_n$	Число осаждения, мл
Udel P-3500	0,65	0,265	77000*	20000*	72 000	4,24
Udel LCD	0,66	0,284	75000*	22000*	74 000	4,20
Ultrason-S	0,68	0,426	45–55000**	–	77 000	4,18
Ultrason-R	0,77	0,405	–	–	92 000	4,16

**Табл. 1.** Сравнительные характеристики различных марок ПС

\* Данные [15], эксклюзионная хроматография в метиле-нхлориде

\*\*Данные [16], светорассеяние в N-МП

массу исходного полимера. По-видимому, при переосаждении полимера из амидных растворителей происходит эффективное освобождение от низкомолекулярных примесей, которое можно рассматривать как фракционирование дробным осаждением, вследствие чего молекулярная масса переосажденного образца существенно возрастает. Значения чисел осаждения для 1% растворов исследованных полимеров в ДМАА показывают, что с увеличением молекулярной массы образца пороговая концентрация осаждения уменьшается.

Различия в молекулярной массе образцов оказывают влияние на вязкость концентрированных растворов (табл. 2). Эквипонцентрированные растворы полисульфонов в ДМАА имеют достаточно близкие значения вязкости, а введение добавок ПЭГ<sub>400</sub> приводит к появлению существенных различий в вязкости растворов. Известно, что увеличение молекулярной массы при прочих равных условиях (концентрация, температура раствора) увеличивает вязкость концентрированных растворов полимеров, что особенно выражено при ухудшении качества растворителя. Так как используемый порообразователь ПЭГ<sub>400</sub> является слабым осадителем для полисульфона (осадительное число 40 мл/дл), то его добавление в систему приводит к ухудшению качества растворителя и, как следствие, резкому увеличению вязкости растворов. Наибольший рост вязкости наблюдается для наиболее высокомолекулярного образца Ultrason-R.

Температурная зависимости вязкости в координатах  $\lg \eta = (1/T)$  в изученном интервале температур (20–80 °С) линейна. Из температурной

Марка полисульфона	Содержание ПЭГ <sub>400</sub> масс. %	$\eta$ , Пз	Активационные параметры вязкого течения		
			$\Delta G$ , кДж/моль	$\Delta H$ , кДж/моль	$\Delta S$ , кДж/моль
Ultrason-R	0	15	6,9	27,1	20,2
	20	181	10,2	31,2	21,0
Ultrason-S	0	18	6,4	19,7	13,3
	20	66	8,2	26,4	18,2
Udel LCD	0	17	6,1	20,2	14,1
	20	93	8,9	26,5	17,6
Udel P-3500	0	14	6,2	19,6	13,4
	20	70	8,3	27,6	19,3

Табл. 2. Вязкость и активационные параметры вязкого течения 22% растворов ПС

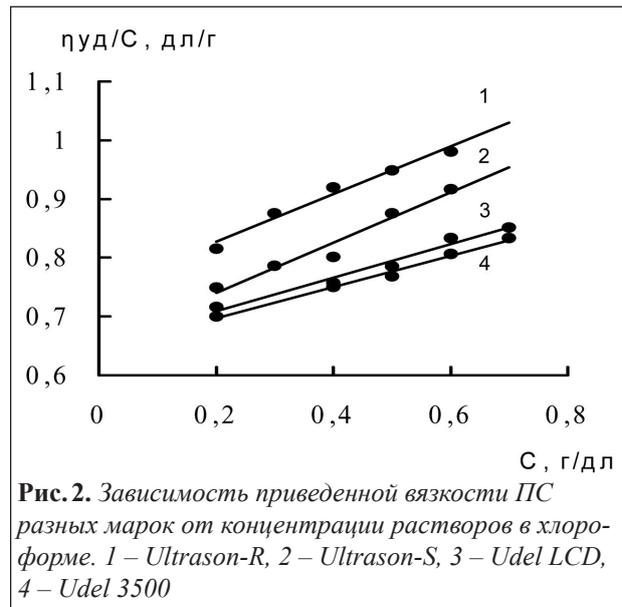


Рис. 2. Зависимость приведенной вязкости ПС разных марок от концентрации растворов в хлороформе. 1 – Ultrason-R, 2 – Ultrason-S, 3 – Udel LCD, 4 – Udel 3500

зависимости вязкости рассчитаны активационные параметры вязкого течения. Известно, что активационные параметры вязкого течения более чувствительны к структуре раствора, чем вязкость и характеризуют прочность (теплота активации вязкого течения) и упорядоченность (энтропия активации вязкого течения) структурных образований в растворах [13]. Из представленных данных видно, что в растворах, не содержащих осадителя, наибольшие значения  $\Delta H$  и  $\Delta S$  наблюдаются для образца с большей молекулярной массой, и уменьшаются с ее понижением. В случае трехкомпонентных составов ухудшение качества растворителя при введении в раствор порообразователя приводит к большему увеличению степени структурирования для образцов с меньшей молекулярной массой.

Таким образом, проведенные исследования показали, что даже незначительные различия в молекулярной массе коммерческих образцов ПС разных фирм-изготовителей, существенно сказывается на структуре и свойствах их разбавленных и концентрированных растворов.

Следующим этапом работы явилось получение капиллярных мембран на основе исследуемых полимеров и изучение их структуры, механических и транспортных свойств. Основные режимы формирования мембран: температура, давление подачи полимерного раствора и осадительной ванны были постоянными, варьировали только фильерную вытяжку волокна. Значение фильерной вытяжки определяется объемной подачей раствора полимера и скоростью формирования волокна. От соотношения этих параметров за-

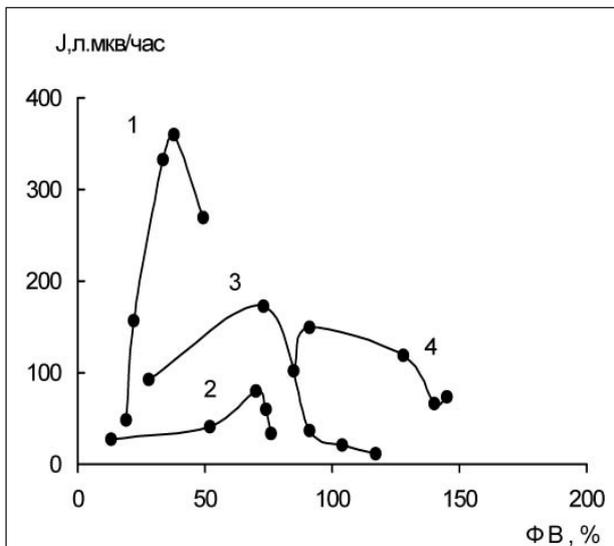
Марка ПС	$\eta$ , Пз	Объемная подача формо- вочного раствора, мл/мин	Скорость формова- ния волок- на, м/мин	ФВ, %	$d_{\text{вн}}$ , мм	L, мм
Ultrason-R	181	1,8	6,8	49	0,86	0,28
Udel LCD	93	3,5	23,8	145	0,80	0,22
Udel P-3500	70	3,8	19,4	117	0,93	0,20
Ultrason-S	66	4,2	19,9	76	0,64	0,24

**Табл. 3.** Зависимость объемной подачи формовочного раствора и скорости формования волокна и его геометрических размеров от вязкости формовочного раствора

висит конкретное значение фильерной вытяжки. В табл. 3 приведены сравнительные данные для исследуемых образцов.

В используемом нами способе формования при постоянном давлении в емкости полимерного раствора объемная подача раствора полимера будет зависеть от его вязкости. Как видно из таблицы, имеется очень четкая закономерность: чем выше вязкость формовочного раствора, тем меньше его объемная подача. Зависимость скорости формования волокна от вязкости полимерного раствора менее однозначна. Минимальная скорость формования наблюдается в случае переработки раствора наиболее высокомолекулярного Ultrason-R, а для остальных полимеров взаимосвязь между вязкостью растворов и скоростью формования отсутствует.

Это связано с тем, что скорость формования волокна определяется не только объемной подачей

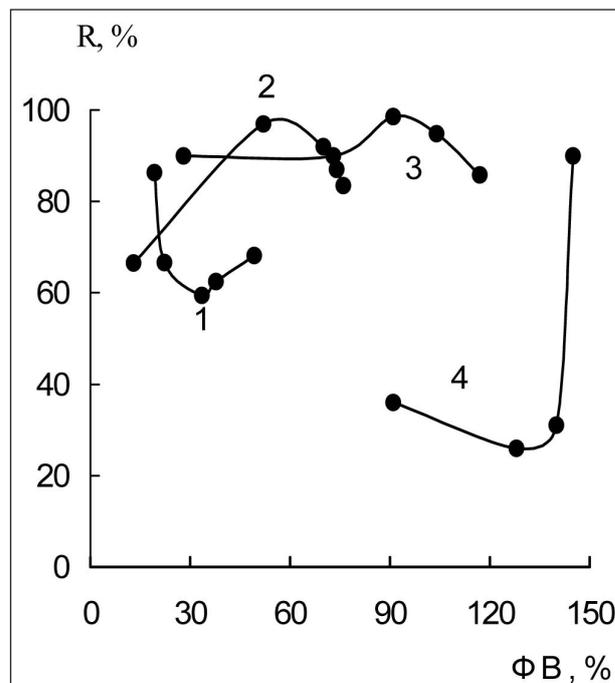


**Рис. 3.** Зависимость производительности капиллярных мембран от фильерной вытяжки. 1 – Ultrason-R, 2 – Ultrason-S, 3 – Udel 3500, 4 – Udel LCD

формовочного раствора в фильеру, но и кинетикой отверждения полимера (роста вязкости) при фазовом разделении, поскольку вытягивание жидкой нити происходит под действием веса самого волокна. Чем в меньшей степени выражен рост вязкости при отверждении волокна, тем выше ФВ и скорость его формования. Исходя из этого, можно предположить, что наиболее быстро фазовое разделение протекает в случае высокомолекулярного Ultrason-R, а наиболее медленно в случае Udel LCD, для которого характерна максимальная фильерная вытяжка и, соответственно, скорость формования.

Влияние фильерной вытяжки на транспортные характеристики полученных мембран иллюстрируется данными на рис. 3 и 4. Из рисунков следует, что для всех образцов гидравлическая проницаемость мембран в зависимости от ФВ проходит через максимум. Положение максимума и абсолютные значения проницаемости для исследуемых образцов полимеров существенно различаются. Это, по-видимому, можно объяснить следующим образом.

В [6] указано, что увеличение молекулярной массы ухудшает совместимость полимера с растворителем, что подтверждается нашими данными (табл. 2). При фазовом разделении ухудшение



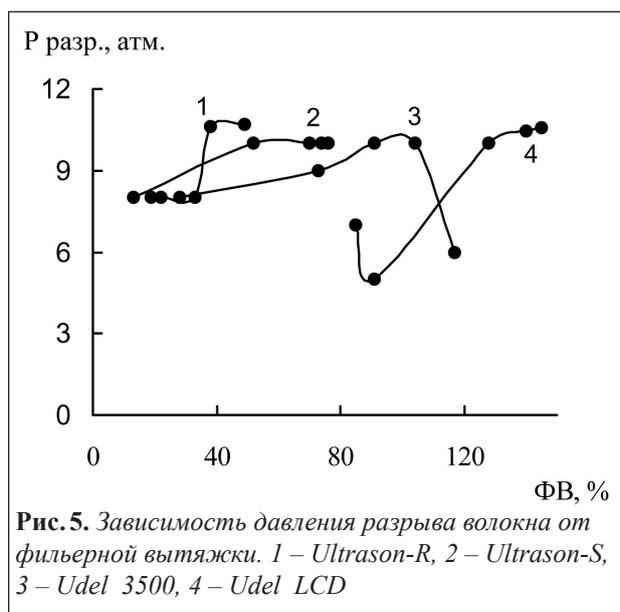
**Рис. 4.** Зависимость коэффициента задерживания капиллярных мембран от фильерной вытяжки. 1 – Ultrason-R, 2 – Ultrason-S, 3 – Udel 3500, 4 – Udel LCD

качества растворителя приводит к более раннему образованию геля, увеличению его пористости, а, следовательно, к возрастанию производительности получаемой мембраны. По-видимому, это одна из причин повышенной гидравлической проницаемости наиболее высокомолекулярного образца Ultrason-R.

С другой стороны, формирование пористой структуры мембран в данном случае идет в режиме одноосной вытяжки. При наложении внешних механических воздействий на формирующийся полимерный студень может происходить частичное разрушение полимерного каркаса, сопровождающееся увеличением доли взаимосвязанных пор и, соответственно, возрастанием гидравлической проницаемости стенок волокна. Кроме того, в результате ориентации может также изменяться геометрия пор: переход от цилиндрических пор к щелевидным. Известно, что такое изменение геометрии пор, приводит к повышению гидравлической проницаемости мембран. Исследование, выполненное на ядерных фильтрах в работе [17], показывает, что переход от пор круглого сечения к щелевидным с отношением диаметров полуосей, равным 2, сопровождается двух-, трехкратным возрастанием гидравлической проницаемости мембран. Дальнейшее увеличение фильерной вытяжки приводит к противоположному процессу – уменьшению пористости каркаса в результате ориентации и захлопывания пор, вследствие чего наблюдается уменьшение объемного потока через мембрану для всех образцов.

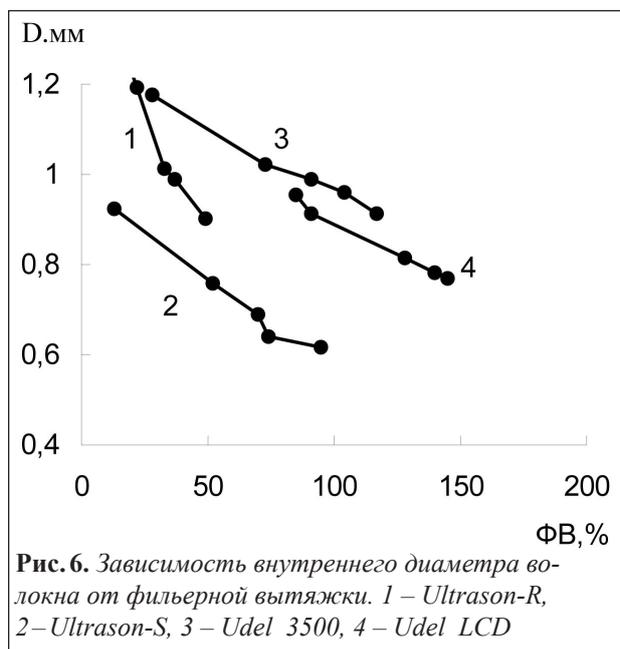
Зависимость коэффициента задерживания от фильерной вытяжки также экстремальна, однако для Ultrason-R и Udel LCD проходит через минимум, а для других образцов – через максимум. Положение экстремума задерживающей способности мембран не совпадает с их максимальной производительностью.

Фильерная вытяжка оказывает влияние на геометрические характеристики капиллярных мембран: диаметр и толщину стенки волокна и его механические характеристики. С увеличением фильерной вытяжки для всех образцов, за исключением Udel 3500, возрастают прочностные характеристики мембран (рис. 5). Следует отметить, что свыше 11 атм давление разрыва не измерялось, т.к. испытательное оборудование не было рассчитано на использование более высоко-



го давления. Поэтому значения давления разрыва волокна для Ultrason-R и Udel LCD при высоких значениях ФВ являются заниженными.

Чем сильнее вытягивается волокно в процессе формования, тем меньше должен быть внутренний диаметр капилляра и толщина его стенок. Как видно из рис. 6, с увеличением ФВ внутренний диаметр капилляра закономерно уменьшается для всех исследованных образцов и в наибольшей степени это уменьшение выражено для Ultrason-R. Значения толщины стенок капилляров при ФВ, отвечающей максимальной производительности, приведены в табл. 3. Наибольшая толщина стенок характерна для высокомолекулярного Ultrason-R, для которого значения ФВ минимальны, что согласуется с



приведенными выше рассуждениями. Однако для Ultrason-S фильерная вытяжка имеет среднее значение, а размеры внутреннего диаметра капилляра минимальны при достаточно толстых стенках. Формирование пористой структуры мембран при инверсии фаз включает несколько стадий [2]:

- образование зародышей низкомолекулярной фазы, так называемых коацерватных капель;
- рост зародышей и их слияние с одновременным формированием полимерного каркаса;
- уплотнение полимерного каркаса, сопровождающееся синергетическим отделением низкомолекулярной фазы.

По-видимому, именно различная степень усадки стенок волокна в поперечном направлении, которая сложным образом связана с молекулярной массой полимера, обуславливает различную геометрию капилляра.

При удалении воды из полимерного каркаса (сушке) возникают дополнительные усадочные деформации, приводящие к стягиванию каркаса, т.е. к усадке всего материала [6]. В пористых телах при этом происходит частичное смыкание стенок пор, а в некоторых случаях – полное их захлопывание. Было изучено влияние фильерной вытяжки на усадку волокон в продольном направлении. Результаты представлены на рис. 7. Зависимость усадки от ФВ имеет сложный характер. На рисунке видно, что максимальное значение усадки для образца Udel 3500 наблюдается, при значении ФВ=73%. Этому же значению ФВ соответствует максимальная производительность, а минимальному значению усадки – наименьшая производительность. Для Ultrason-R максимальная усадка также наблюдается для образца с наибольшей производительностью, но значение усадки значительно меньше, чем для Udel 3500, для которого такой зависимости не наблюдается. В целом, образцы с более высокой молекулярной массой характеризуются меньшими значениями усадки и более высокими прочностными показателями, что позволяет сделать вывод о более стабильной структуре полученных мембран.

Электронно-микроскопические исследования поперечных сколов исследованных образцов (рис.8) показали достаточно резкие структурные различия в морфологии стенок волокна. Ultrason-R значительно отличается от остальных образцов. Стенка волокна в поперечном сечении

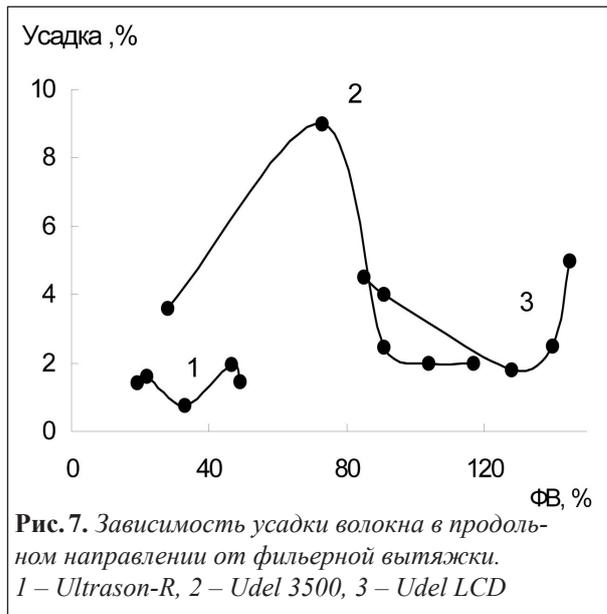


Рис. 7. Зависимость усадки волокна в продольном направлении от фильерной вытяжки. 1 – Ultrason-R, 2 – Udel 3500, 3 – Udel LCD

характеризуется выраженной асимметричной структурой. Скин-слой расположен в канале полого волокна и имеет толщину порядка 1–5 мкм. Строение скин-слоя определяет основные транспортные свойства мембран: производительность и селективность. За ним следует высокопористый дренажный слой, выполняющий роль поддерживающей подложки. Структура дренажного слоя представляет собой пенивидную матрицу, пронизанную штифтообразными вакуолями. У остальных образцов: Udel 3500, Udel LCD и Ultrason-S наблюдается два скин-слоя: с внутренней и вне-

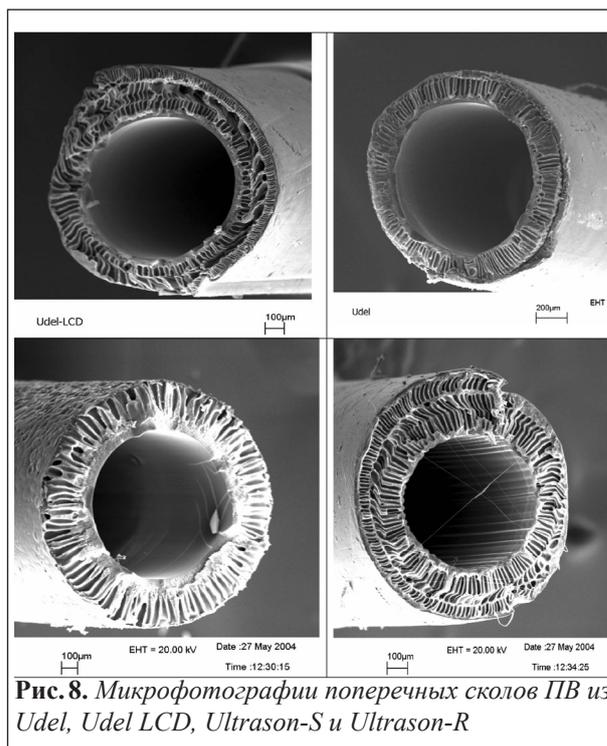


Рис. 8. Микрофотографии поперечных сколов ПВ из Udel, Udel LCD, Ultrason-S и Ultrason-R

шней сторон волокна, при этом их толщина существенно меньше, чем для Ultrason-R. Это связано с тем, что скорость формования растворов этих полимеров в 2,5–3 раза превышает скорость формования Ultrason-R, и, по-видимому, процесс формирования структуры волокна не успевает полностью завершиться до соприкосновения с приемной ванной. После погружения волокна в приемную ванну с внешней стороны волокна формируется плотный слой. Такое различие в структуре коррелирует с производительностью мембран. Для мембран из Ultrason-R характерна наибольшая производительность по сравнению с остальными образцами. Это объясняется тем, что гидравлическое сопротивление потоку воды оказывает только один скин-слой. Наличие второго скин-слоя у остальных образцов можно рассматривать как дополнительное сопротивление и их гидравлическая проницаемость ниже.

Таким образом, проведенные исследования показали, что различия в молекулярной массе коммерческих образцов ПС разных фирм-изготовителей, существенным образом влияют на вязкостные свойства их разбавленных и концентрированных растворов, определяют основные закономерности формирования пористой структуры при инверсии фаз и оказывают существенное влияние на механические и транспортные свойства получаемых продуктов. Увеличение молекулярной массы мембранообразующего полимера позволяет получить более производительные капиллярные мембраны, стабилизировать их структуру и повысить прочностные показатели.

## Литература

1. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. М.: Мир. 1999. 573с.
2. Папков С.П. Физико-химические основы переработки растворов полимеров. М.: Химия, 1971. 372 с.
3. Папков С.П. Равновесие фаз в системе полимер-растворитель. М.: Химия, 1983.
4. Дубяга В.П., Перепечкин Л.П., Каталевский Л.П. Полимерные мембраны.- М.: Химия, 1981. 232 с.
5. Кестинг Р.Е. Синтетические полимерные мембраны, структурный аспект. М.: Химия, 1991, 335 с.
6. Начинкин О.И. Полимерные фильтры. М.: Химия. 1985.с.19–20.
7. Болотина Л.М., Чеботарёв В.П. Развитие исследований в области химии и технологии ароматических полисульфонов // Пластические массы. 2003. №11.
8. Liu Y., Koops G.H., Strathmann H. Characterization of morphology controlled polyethersulfone hollow fiber membranes by the addition of polyethylene glycol to the dope and bore liquid solution.//Journal of Membrane Science., 2003, vol.223, p.187–199.
9. Hayama M., Yamamoto K-I., Kohori F., Sakai K. How polysulfone dialysis membranes containing polyvinylpyrrolidone achieve excellent biocompatibility?// Journal of Membrane Science, 2004, vol.234, p.41–49.
10. Пат. 2086296 Россия, МКИ<sup>6</sup> В 01 D 71/68. Способ получения ассиметричных микропористых полых волокон. Вентхолд Р.М., Репин Р.Ф. Заявл. 30.03.1992. Оpubл. 10.08.1997.
11. Кестинг Р.Е. Синтетические полимерные мембраны. М.: «Химия», 1991.
12. Рафиков С.Р., Будтов В.П., Монаков Ю.Б. Введение в физико-химию растворов полимеров. – М.: Наука. 1978. 328 с.
13. Тагер А.А., Ботвинник Г.О. // Высокомолекул. соед. 1974. Т.(А)16. №6. – с. 1284–1288.
14. Зазулина З.А., Дружинина Т.В., Конкин А.А. Основы технологии химических волокон. М. Химия. 1985. 303 с.
15. [http://www.solvaymembranes.com/static/wma/pdf/7/9/LCD\\_paper\\_RAJ\\_SAVARIAR.pdf](http://www.solvaymembranes.com/static/wma/pdf/7/9/LCD_paper_RAJ_SAVARIAR.pdf)
16. [http://www2.basf.de/basf2/html/plastics/images/pdfs/engl/konst/Ultrason\\_Wasserfilter\\_e.pdf#search=%22Ultrason%20S%206010%22](http://www2.basf.de/basf2/html/plastics/images/pdfs/engl/konst/Ultrason_Wasserfilter_e.pdf#search=%22Ultrason%20S%206010%22)
17. Станкевич В.М., Реутов В.Ф., Плещачевский Ю.М., Макаренко Ф.В. /Изв. НАН Республики Казахстан. Сер. физ.-мат. – 2003. №6 с. 139–142.

---

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*А.В. Десятов<sup>1</sup>, А.В. Асеев<sup>2</sup>, О.А. Подымова<sup>1</sup>, А.Е. Баранов<sup>1</sup>, А.В. Егоров<sup>1</sup>, Н.Н. Казанцева<sup>1</sup>,  
И.А. Прохоров<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский Центр имени М.В. Келдыша», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Открытое акционерное общество «Мангистаумунайгаз», г. Актау, Республика Казахстан

В работе приведены результаты исследований по влиянию температуры на производительность, потребление электроэнергии и качество обессоленной воды при обратноосмотическом опреснении воды Каспийского моря. Для расчета гидравлических характеристик мембранных элементов в разветвленной гидравлической системе и основных проектных параметров опреснительных комплексов разработана программа Caspy. С ее помощью проведена серия имитационных экспериментов, которая позволила моделировать работу Каспийского опреснительного комплекса при изменении большого количества факторов. Определены количественные зависимости влияния основных факторов – температуры исходной воды и режима работы второй ступени обессоливания – на технико-экономические показатели процесса. Выбраны оптимальные режим работы и дизайн комплекса с учетом ограничений на концентрацию бора в питьевой воде. Анализ результатов эксплуатации установок обессоливания Каспийского опреснительного комплекса мощностью 20 тыс. м<sup>3</sup>/сутки (г. Актау, Республика Казахстан) за пуско-наладочный период и первый год эксплуатации показал удовлетворительную сходимость расчетных и реальных характеристик. В заводских условиях впервые получена зависимость селективности по бору от температуры для низконапорных мембран в области низких температур (6...17°C).

*Ключевые слова:* обратный осмос, программа расчета, температура, бор, вода Каспийского моря, опреснительный комплекс, результаты эксплуатации

This paper represents the results of temperature influence on capacity, energy consumption and product water quantity in the process of Caspian seawater reverse osmosis desalination. The Caspy program for calculation of membrane elements in the branchy hydraulic system and the main plant design characteristics has been developed. This program was used for the series of imitation experiments to simulate the work of Caspian desalination plant depended on different factors. Numerical functional dependence of performance characteristics on the main permanent factors – temperature and second pass conditions – was determined. The best performance and design of the plant was chosen taking into account the boron concentration limit in drinking water. The performance of Aktau seawater desalination plant (Kazakhstan republic) with capacity of 20,000 m<sup>3</sup>/day during the balancing and commissioning time and first working year good coincides with calculated data. At the plant the boron selectivity of low-pressure membrane – temperature dependence in the field of low temperature (6..17°C) was obtained in the first time.

*Key words:* Reverse osmosis, imitation experiment, temperature dependence, boron, Caspian seawater, desalination plant, performance

- |  |   |
|--|---|
| 1. Введение  | 3.1. Программа расчета гидравлических характеристик мембранных элементов Caspy                                  |
| 2. Экспериментальная часть   | 3.2. Имитационный эксперимент по выявлению параметрических зависимостей   |
| 2.1. Описание лабораторной установки                                       | 4. Влияние температурного фактора на эксплуатационные характеристики завода обессоливания воды Каспийского моря |
| 2.2. Исследование влияния температуры и pH на селективность мембран к бору |   |
| 3. Изучение влияния температуры на процесс обессоливания с помощью ЭВМ     |   |

Выводы  
Литература

### Введение

В настоящее время метод обратноосмотического опреснения стал преобладающим для получения питьевой воды путем обессоливания вод со средней и низкой соленостью, вытесняя традиционные методы опреснения. Так, если в 1980 году мощность установок обратного осмоса составляла 20,3 %, дистилляционных установок – 75,9 % и электродиализа – 3,8 % от общего производства обессоленной воды [1], то в 2004 году распределение мощностей совершенно иное: обратный осмос 43 %, дистилляция 48 %, электродиализ 5 % [2].

Проблема дефицита водных ресурсов особенно остро стоит в районах с аридным климатом, где запасы пресной воды отсутствуют или весьма незначительны, а запасы морских и подземных минерализованных вод велики. В настоящее время опреснение этих вод является основным источником получения воды в пустыне. Восточное побережье Каспийского моря является типичным представителем такого района: дефицит пресной воды в перспективе на 15–20 лет составляет до 50 тыс.м<sup>3</sup>/сутки. Ранее снабжение пресной водой г. Актау с прилегающими поселками и промышленными предприятиями (Республика Казахстан), а также близлежащей территории Туркменистана осуществлялось комплексом дистилляционных опреснительных установок, но в последние годы этих мощностей стало недостаточно. Для удовлетворения растущей потребности в пресной воде в 2004 г. в г. Актау пущена первая очередь завода по обратноосмотическому опреснению воды Каспийского моря производительностью 20 тыс.м<sup>3</sup> в сутки.

Основными параметрами, обуславливающими эффективность опреснения воды методом обратного осмоса, являются состав исходной воды и температура. Большинство установок обратноосмотического опреснения расположено на побережьях теплых морей и океанов, в районах с жарким климатом; как следствие опыт эксплуатации заводов накоплен для вод с минерализацией 26–40 г/л и температурой выше 15°С. Вода Каспийского моря имеет существенные отличия от вод мирового океана, поэтому при разработке технологии ее опреснения возникла

необходимость в проведении дополнительных исследований.

Общая концентрация солей в Каспийском море не превышает 15 г/л. Этот факт позволяет использовать для опреснения низконапорные мембраны марки ВW, а также насосы с напором до 3,5 МПа. При этом достигается достаточно высокий выход обессоленной воды (около 50%) [3].

Концентрация бора в воде Каспийского моря высока по сравнению с общим содержанием солей и достигает 4 мг/л, что сопоставимо с содержанием бора в воде мирового океана. Низконапорные мембраны обладают невысокой селективностью к бору: при стандартных условиях их номинальная селективность может составлять от 65 до 80%, а для мембраны ВW30LE-440 с повышенной проницаемостью не превышает 54% [4]. Это означает, что при исходном значении рН 8,10–8,15, характерном для каспийской морской воды, концентрация бора в обессоленной воде будет достигать 0,8–2,0 г. Данная величина значительно выше предельно допустимой концентрации бора в питьевой воде, равной 0,5 мг/л. Существенно повысить селективность мембран к бору позволяет повышение рН исходной воды, что обусловлено переходом негидратированной формы борной кислоты Н<sub>3</sub>ВO<sub>3</sub>, имеющей структуру, близкую к структуре воды, в гидратированный моноборат-ион В(ОН)<sub>4</sub><sup>-</sup>, который благодаря большим размерам и отрицательному заряду хорошо задерживается мембраной [5, 6]. Проведенные ранее исследования показали, что при величине рН > 10 селективность низконапорных мембран выше 90%, что достаточно для глубокой очистки воды [7]. Предполагалось, что введение ингибиторов позволит предотвратить образование осадков солей жесткости, и, проводя процесс обессоливания при значениях рН 8,8–9,5, можно получить пермеат требуемого качества [3, 7]. Впоследствии нами было установлено, что высокая концентрация ионов жесткости не позволяет повышать рН воды Каспийского моря до требуемой величины даже в присутствии ингибиторов. На основании проведенных исследований предложена двухступенчатая схема обессоливания с применением низконапорных мембран с подщелачиванием воды между ступенями [8], которая и была реализована на заводе в г. Актау. Следует отметить, что на данном этапе развития мембранной промышленности необходимость при-

менения двухступенчатой схемы обессоливания морской воды для получения воды с содержанием бора, соответствующим требованиям ВОЗ, декларируется практически всеми ведущими производителями мембран [5, 6, 7].

Важной особенностью Каспийского моря является относительно низкая температура воды от 2 до 26°C; средняя температура 15°C (вместо 22–25°C для теплых морей). Поскольку процесс опреснения распространен главным образом в регионах с жарким климатом, при исследовании свойств мембран акцент сделан на температурный диапазон 15–35°C и практически все имеющиеся в литературе сведения получены в этом диапазоне температур. Известно, что селективность обратноосмотических мембран с понижением температуры возрастает, причем для низконапорных мембран эта зависимость выражена гораздо ярче. Можно предположить, что в условиях Каспийского моря селективность мембран BW может оказаться достаточно высокой.

В настоящей работе представлены результаты исследования воздействия температурного фактора в диапазоне температур Каспийского моря на производительность низконапорных мембран и их селективность к бору, полученные на лабораторной установке, расчетным путем с применением специально разработанной программы и на начальном периоде эксплуатации завода опреснения в г. Актау.

## 2. Экспериментальная часть

### 2.1. Описание лабораторной установки

На лабораторной обратноосмотической установке в Центре Келдыша исследовали влияние температуры исходной воды на селективность низконапорной обратноосмотической мембраны Filmtec FT-30 к бору. Принципиальная схема обратноосмотического обессоливания воды представлена на *рис. 1*. Исходная вода из емкости E1 подается под давлением насосом Н в обратноосмотический элемент Ф2, заключенный в корпус. Регулирование расхода воды осуществляется при помощи вентиля регулировочного ВНЗ. Давление исходной воды, а также потоков пермеата и концентрата контролируются манометрами на соответствующих трубопроводах. Пермеат и концентрат возвращаются в емкость исходной воды.

При моделировании условий работы первой ступени обратного осмоса эксперименты прово-

дились на реальной морской воде Каспийского моря, которая охлаждалась от внешнего источника. Для моделирования условий работы второй ступени в качестве исходной воды использовался пермеат, полученный при работе первой ступени. Значение рН устанавливали введением едкого натра.

Анализ проб производился по стандартным методикам [9]:

- содержание ионов водорода — с помощью рН-метра;
- общее солесодержание исходной воды, пермеата и концентрата — по электропроводности (кондуктометром) и сухому остатку;
- содержание бора — фотометрическим методом с азометином-Н при длине волны 410–420 нм согласно ИСО 9390.

### 2.2. Исследование влияния температуры и рН на селективность мембран к бору

Решающее значение для селективного извлечения бора на мембранах имеет значение рН (*рис. 2*). Зависимость селективности от рН имеет нелинейный вид, ее характер обусловлен присутствием различных форм бора в растворе (при рН ниже 8 преимущественно в виде борной кислоты  $H_3BO_3$  и при переходе в щелочную среду в виде моноборат-иона  $B(OH)_4^-$ ). С понижением температуры селективность мембраны по бору возрастает. Данный эффект вызван уменьшением размера пор мембранного элемента, что приводит к снижению проникающей способности молекул борной кислоты через поры мембраны.

Наибольший эффект приходится на область значений  $pH < 8,8$ . В области высоких значений рН влияние температуры на селективность незначительно. При величине  $pH \geq 10,4$  селективность к бору в диапазоне температур от 5 до 25°C составляет 92% и выше.

В результате лабораторных исследований получены следующие эмпирические зависимости, позволяющие рассчитать селективность мембран BW30 по отношению к бору для развитого турбулентного течения и концентраций бора в исходной воде до 5 мг/л:

$$\text{если } 1 \leq pH \leq 5, \quad \text{то } R_B = 75,4 - 1,2(T - 15) \quad (1)$$

$$\text{если } 5 \leq pH \leq 8,8, \quad \text{то } R_B = 83 + 2(pH - 8,8) - 1,2(T - 15) \quad (2)$$

если  $8,8 \leq \text{pH} \leq 10,4$ , то  
 $R_B = 83 + 9,5(\text{pH} - 8,8) - 1,2(T - 15) / (1 + \text{pH} - 8,8)$  (3)

если  $10,4 \leq \text{pH} \leq 12$ , то  
 $R_B = 95,2 + 9,5(\text{pH} - 10,4) - 1,2(T - 15) / (1 + \text{pH} - 8,8 + \text{pH} - 10,4)$  (4)  
 где  $R_B$  – селективность, %;  
 Т – температура, °С.

Представленные зависимости использованы в программе расчета мембранных элементов.

### 3. Изучение влияния температуры на процесс обессоливания с помощью ЭВМ

#### 3.1. Программа расчета гидравлических характеристик мембранных элементов Caspy

Изучение влияния температуры на характеристики процесса обессоливания производилось на ЭВМ с помощью программы расчета гидравлических характеристик мембранных элементов в разветвленной гидравлической системе Caspy, разработанной сотрудниками ФГУП «Центр Келдыша». Обычно определение оптимальных параметров и характеристик процесса обессоливания с целью получения воды необходимого качества проводятся с помощью программного обеспечения, рекомендованного производителем мембранных элементов (например, FILMTEC® Reverse Osmosis System Analysis — сокращенно ROSA). Указанная программа удобна при первоначальном проектном расчете аппарата обратного осмоса. Для анализа работы обратнoосмотического аппарата в конкретном гидравлическом контуре применение программы ROSA не оправдывает себя, так как не позволяет учесть взаимное влияние изменения гидравлического сопротивления сети, расходно-напорных характеристик насосов и рабочих параметров обратнoосмотического процесса.

Программа Caspy позволяет моделировать стационарные режимы работы завода опреснения воды на основе полупроницаемых мембран. В основу программ ROSA и Caspy заложены одни и те же физические законы и параметрические зависимости, описывающие особенности процесса обратнoосмотического обессоливания, причем для сходных режимов течения, температур и диапазонов изменения давлений. Главной отличительной особенностью программы Caspy является дополнение системы основных уравнений расходно-напорными характери-

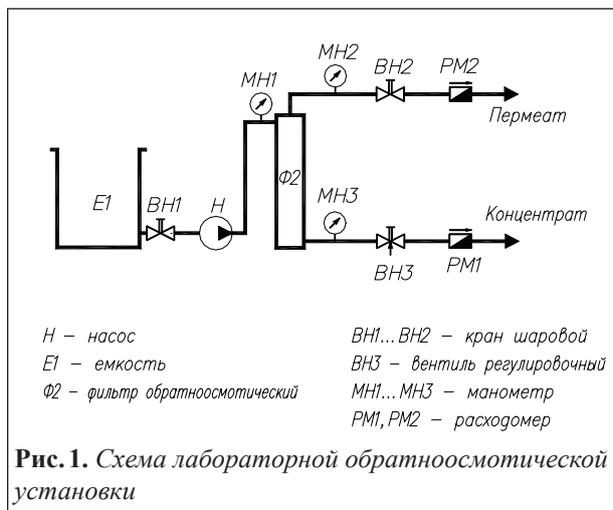


Рис. 1. Схема лабораторной обратнoосмотической установки

ками насосов и уравнениями, связывающими гидравлическое сопротивление сети с расходами на ее участках. Совместное решение уравнений, описывающих обратнoосмотический процесс, и уравнений гидравлики позволяет моделировать работу аппарата обратного осмоса в составе реального гидравлического контура. Благодаря этому Caspy позволяет прогнозировать изменение рабочих параметров системы в случаях проявления возмущающих воздействий, т.е. моделировать реальные условия эксплуатации обратнoосмотического аппарата. Кроме того, существует возможность выделить с помощью программы различные режимы работы комплекса в зависимости от меняющихся условий эксплуатации (например, изменение температуры исходной воды).

Сезонные изменения температуры исходной воды существенно влияют на производительность осмотических аппаратов и концентрацию бора в обессоленной воде. Для того, чтобы в таких условиях поддержать производительность

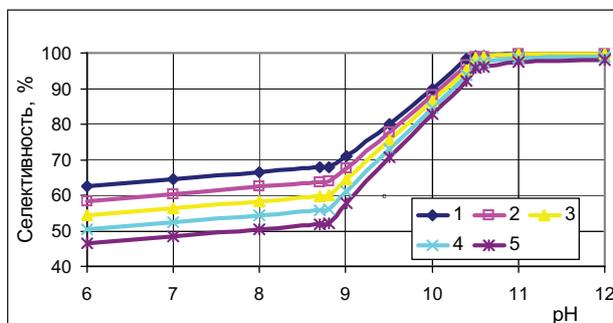


Рис. 2. Зависимость селективности низконапорной мембраны TW30 к бору от pH при температурах от 5 до 25°C (1–5°C; 2–10°C; 3–15°C; 4–20°C; 5–25°C)

опреснительного комплекса и качество обессоленной воды на заданном уровне, необходимо выделить несколько режимов работы системы. Программа Caspy позволяет просчитать множество возможных вариантов работы, определить границы предполагаемых рабочих режимов, подобрать количество и тип насосных групп, выбрать точность регулирования расходов и давлений в контуре и соответственно тип запорно-регулирующей арматуры.

Модель, предложенная программой, позволяет исследовать влияние различных возмущающих воздействий на работу системы:

- наглядно продемонстрировать направление изменений, произошедших в системе под влиянием возмущающих факторов;
- соотнести интенсивность возмущающего воздействия с уровнем ответной реакции на него;
- определить максимально допустимую величину возмущающего воздействия, которую система в состоянии компенсировать.

Программа Caspy включает в себя гидравлический расчет, расчет обратноосмотических процессов, процессов фильтрации и кондиционирования, а также расчет химического состава и критериев возможного образования осадков в воде на всех этапах очистки и кондиционирования.

В рамках существующей функциональной схемы пользователь имеет возможность изменять количество параллельно подключенных стандартных элементов (фильтров, насосов, блоков обессоливания, стволов из обратноосмотических элементов); тип установленных насосов и кранов. Помимо этого, существует возможность корректировать химический состав исходной воды по концентрациям ионов и рН, а также температуру. Пользователь может изменить уровень жидкости в рабочих емкостях и величину гидравлического сопротивления отдельных магистралей. Подбирая углы открытия кранов, можно выставить заданные значения расходов через основные магистрали контура.

В случае необходимости программа позволяет корректировать функциональную схему участка обессоливания, либо отключив 2-ую ступень, либо направив часть концентрата 2-ой ступени или весь концентрат в сливной трубопровод.

На участке обессоливания проводится расчет обратноосмотического процесса с учетом гидравлических характеристик контура (насоса и

кранов, регулирующих расход концентрата и пермеата). Расчет рабочих параметров обратноосмотического процесса основан на эмпирических корреляциях и базируется на экспериментально изученных зависимостях проницаемости от температуры, концентрации и гидродинамических условий в аппаратах обратного осмоса. Влияние температуры на величину проницаемости учитывается благодаря введению температурного коэффициента, рассчитанного по эмпирическим зависимостям.

В расчет заложена избирательная селективность обратноосмотических мембран по отношению к ионам, присутствующим в исходной воде. Считается, что изменение давления в пределах от 0 до 7 МПа и температуры в интервале от 0 до 30°C не оказывает существенного влияния на величину селективности по всем рассматриваемым ионам кроме бора [2, 10]. Для бора введены зависимости селективности мембран от температуры и рН, полученные экспериментально. Температурный фактор при оценке стабильности воды (распределение углекислого газа, карбонатов и гидрокарбонатов, индекс Ланжелье) и констант, характеризующих возможность образования осадков, учитывается вводом зависимостей, составленных на основе справочных данных [10–12].

В систему уравнений включены функции, характеризующие работу насосов и гидравлическое сопротивление сети. Коэффициенты расхода распределительной системы и местных сопротивлений взяты из справочной литературы для развитого турбулентного режима течения [13].

Решение системы уравнений позволяет рассчитать рабочие параметры любой обратноосмотической установки со следующими граничными условиями:

- температура — от 0 до 30°C;
- давление — от 0 до 7 МПа;
- концентрация растворенных веществ на входе в аппарат ограничивается функцией, отражающей влияние на селективность концентрации исходной воды (в предложенном расчете селективность не зависит от концентрации раствора у поверхности мембраны);
- состав ионов в исходной воде ограничивается несколькими параметрами. Среди них функция, определяющая характер изменения и величину коэффициента концентрационной поляризации;
- рН на входе – от 1 до 12;

- минимально возможное значение расхода концентрата нормируется так, чтобы режим движения разделяемого потока в каналах соответствовал развитому турбулентному течению. Для разных обратноосмотических элементов величина минимально допустимого расхода зависит от геометрии, площади проходного сечения, а также типа турбулизатора;
- ограничения на проницаемость и степень конверсии мембраны приняты согласно паспортным данным.

### 3.2. Имитационный эксперимент по выявлению параметрических зависимостей

Программа Caspy использована для проведения серии имитационных экспериментов, позволяющих моделировать функционирование сложного объекта при изменении большого количества факторов [14]. Рассматриваемый опреснительный комплекс относится к классу сложных систем, характеризующихся значительным числом взаимосвязанных параметров. В программе Caspy связь между параметрами комплекса описывается системой дифференциальных уравнений и системой аналитических и эмпирических зависимостей, отражающих механизм явлений. Изменение какого-либо выходного параметра является результатом сложного расчета, и однозначно сделать вывод о силе воздействия того или иного фактора на конечный результат сложно. Имитационный эксперимент позволяет наглядно продемонстрировать характер изменения выходных параметров для различного сочетания воздействующих факторов.

Основными параметрами, позволяющими оценить работу опреснительного комплекса, являются производительность (количество питьевой воды, получаемое в единицу времени) и удельное энергопотребление (количество энергии, затрачиваемое на производство единицы питьевой воды). Кроме того, важным выходным параметром является концентрация бора в питьевой воде. Ограничения, наложенные на эту величину, во многом определяют выбор технологических режимов работы участка обессоливания, а, следовательно, и остальных участков опреснительного комплекса.

Факторы, воздействующие на объект: температура исходной воды и режим работы второй ступени обессоливания (необходимость его исполь-

зования в качестве основного фактора обусловлена ограничениями на предельную концентрацию бора в обессоленной воде). Область определения температурного фактора ограничена диапазоном от 0°C до 25°C, так как температура воды Каспийского моря редко выходит за обозначенный интервал. Область определения факторов количества работающих блоков и насосов определена существующей конфигурацией участка обессоливания и ограничениями на режимы работы обратноосмотических элементов (минимальный расход концентрата и т.д.). Согласно конфигурации участка обессоливания, количество включенных блоков второй ступени может изменяться от 0 до 3, количество работающих насосов в одном блоке от 1 до 6. Количество и значения уровней, интервалы варьирования каждого из факторов и результаты расчета выходных параметров представлены в *таблице 1* (стр. 34).

Анализ полученных результатов позволяет установить качественную и количественную связь между уровнем воздействия различных факторов и изменением выходных параметров, т.е. построить основные параметрические зависимости опреснительного комплекса. Кроме того, появляется возможность выбрать из рассмотренных вариантов работы системы наилучший по критериям производительности и энергопотребления в условиях существующих ограничений.

Прямое воздействие температурного фактора можно проследить по работе опреснительного комплекса без включения второй ступени обессоливания. Производительность системы увеличивается прямо пропорционально с ростом температуры исходной воды (*рис. 3*). Скорость роста составляет примерно 500 м<sup>3</sup>/сутки при увеличении температуры на один градус. Математическое описание указанной параметрической зависимости имеет следующий вид:

$$Q(T) = 0,5T + 16,4 \quad (5)$$

где T – температура исходной воды, °C;

Q(T) – производительность опреснительного комплекса, тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

Количество энергии, затрачиваемое на получение одного метра кубического питьевой воды, уменьшается с ростом температуры (*рис. 4*). Удельное энергопотребление опреснительного комплекса прямо пропорционально потреб-

Номер опыта	Факторы			Выходные параметры		
	Температура °С	Число включенных блоков 2-ой ступени	Число насосов в одном блоке	Производительность м <sup>3</sup> /сутки	Удельное потребление энергии кВтч/м <sup>3</sup>	Концентрация бора в питьевой воде мг/л
1	0	0	0	16 018	3,90	0,04
2	5	0	0	18 545	3,50	0,19
3	10	0	0	21 117	3,20	0,48
6	15	0	0	23 679	2,90	0,78
5	20	0	0	26 197	2,70	1,08
6	25	0	0	28 616	2,50	1,38
9	10	1	3	19 830	3,49	0,41
10	10	1	4	19 697	3,55	0,40
11	10	1	5	19 615	3,60	0,39
12	10	1	6	19 560	3,64	0,38
16	18	1	4	23 930	3,06	0,84
17	18	1	5	23 848	3,10	0,82
18	18	1	6	23 790	3,14	0,77
23	25	1	5	27 376	2,80	1,16
24	25	1	6	27 319	2,83	1,14
27	10	2	3	18 513	3,85	0,32
28	10	2	4	18 294	3,97	0,29
29	10	2	5	18 129	4,08	0,27
30	10	2	6	18 006	4,17	0,25
34	18	2	4	22 682	3,35	0,64
35	18	2	5	22 520	3,45	0,59
36	18	2	6	22 397	3,52	0,56
41	25	2	5	26 169	3,06	0,87
42	25	2	6	26 046	3,13	0,82
45	10	3	3	17 217	4,25	0,23
46	10	3	4	16 864	4,48	0,19
47	10	3	5	16 637	4,65	0,15
48	10	3	6	16 450	4,81	0,12
52	18	3	4	21 441	3,70	0,45
53	18	3	5	21 195	3,82	0,37
54	18	3	6	21 032	3,95	0,32
59	25	3	5	24 957	3,40	0,60
60	25	3	6	24 770	3,47	0,52

**Табл. 1.** Результаты имитационного эксперимента по влиянию температуры и режима работы второй ступени обессоливания на параметры опреснительного комплекса

ляемой мощности насосных групп и обратно пропорционально производительности по питьевой воде. С ростом температуры растет потребляемая мощность, но одновременно увеличивается производительность. Определяющим процессом в данном случае является рост производительности комплекса. Поэтому график зависимости удельного энергопотребления от температуры, вообще говоря, должен быть близок к гиперболе. В тоже время, на *рис. 4* видно, что в рассматриваемом температурном диапазоне представленная функция достаточно точно аппроксимируется линейной зависимостью:

$$W(T) = -0,055T + 3,81 \quad (6)$$

где  $W(T)$  – энергопотребление опреснительного комплекса, затраченное на получение одного кубического метра питьевой воды, кВт·ч/м<sup>3</sup>;

$T$  – температура исходной воды, °С.

Следовательно, при увеличении температуры на один градус удельное энергопотребление комплекса падает на 50–60 Вт·ч/м<sup>3</sup>.

Поскольку селективность обратноосмотических мембран по бору уменьшается по мере увеличения температуры, концентрация бора в питьевой воде с ростом температуры прямо пропорционально возрастает (*рис. 5*). Скорость

роста составляет 0,06 мг/л при повышении температуры исходной воды на один градус:

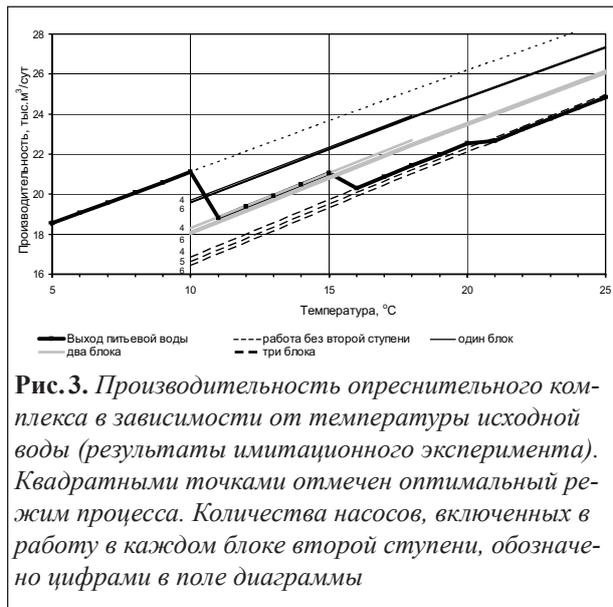
$$C_B(T) = 0,06T - 0,12 \quad (7)$$

где  $C_B$  – концентрация бора в питьевой воде, мг/л;  
 $T$  – температура исходной воды, °C ( $5^\circ\text{C} < T < 25^\circ\text{C}$ )

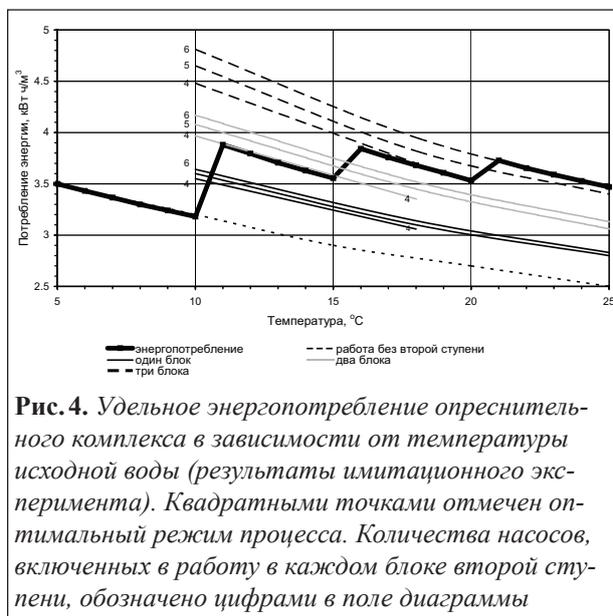
В условиях работы опреснительного комплекса без второй ступени обессоливания концентрация бора в питьевой воде достигает величины 0,48 мг/л при температуре исходной воды 10°C, т.е. приближается к величине ПДК 0,5 мг/л. Этот параметр как раз и ограничивает температурный интервал, для которого включение второй ступени обессоливания не требуется. При температуре выше 10°C появляется необходимость подключения второй ступени. Последующий рост температуры влечет за собой увеличение числа обратноосмотических блоков второй ступени обессоливания, насосов и соответственно энергозатрат, необходимых для обеспечения требуемого содержания бора.

Рассмотрим серию имитационных экспериментов в диапазоне температур от 10°C до 25°C с условием включения второй ступени обессоливания. Расчеты проведены для трёх уровней изменения фактора температуры, трёх уровней изменения числа обратноосмотических блоков, шести уровней изменения количества насосов в одном блоке.

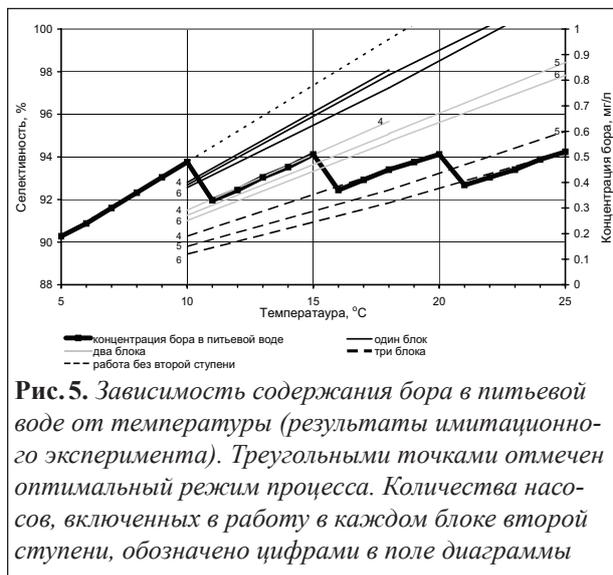
Расчёты показали, что при температуре 10°C вторая ступень не может работать менее, чем с тремя насосами. В противном случае расход концентрата через обратноосмотические элементы падает ниже допустимого, и резко уменьшаются коэффициенты проницаемости мембран. Поэтому при температуре 10°C количество одновременно включенных насосов в одном блоке второй ступени изменяется от трех до шести. При температуре 18°C производительность обратноосмотических элементов возрастает, минимально допустимое количество включенных насосов в одном блоке увеличивается до четырех по той же причине. При температуре 25°C насосов в одном блоке должно быть уже не менее пяти. Для того, чтобы окончательно определить диапазоны температур, в которых минимально допустимое количество насосов не изменяется, следует провести расчеты на нескольких дополнительных температурных уровнях.



**Рис. 3.** Производительность опреснительного комплекса в зависимости от температуры исходной воды (результаты имитационного эксперимента). Квадратными точками отмечен оптимальный режим процесса. Количества насосов, включенных в работу в каждом блоке второй ступени, обозначено цифрами в поле диаграммы



**Рис. 4.** Удельное энергопотребление опреснительного комплекса в зависимости от температуры исходной воды (результаты имитационного эксперимента). Квадратными точками отмечен оптимальный режим процесса. Количества насосов, включенных в работу в каждом блоке второй ступени, обозначено цифрами в поле диаграммы



**Рис. 5.** Зависимость содержания бора в питьевой воде от температуры (результаты имитационного эксперимента). Треугольными точками отмечен оптимальный режим процесса. Количества насосов, включенных в работу в каждом блоке второй ступени, обозначено цифрами в поле диаграммы

Включение второй ступени обессоливания изменяет ряд параметров системы, которые оказывают влияние на производительность опреснительного комплекса. Изъятие из общего расхода обессоленной воды доли, равной по величине расходу концентрата второй ступени, снижает производительность системы. Однако концентрат второй ступени поступает на вход установок первой ступени обессоливания. Смешение исходной воды с концентратом второй ступени снижает общее солесодержание раствора на входе в первую ступень и увеличивает выход пермеата. Это в свою очередь влечет за собой рост производительности комплекса.

Зависимости, построенные по результатам расчетов, добавлены на *рис. 3–5* к графикам, характеризующим работу опреснительного комплекса без второй ступени. Полученные таким образом диаграммы позволяют оценить, насколько включение второй ступени влияет на производительность системы. Как видно из *рис. 3*, главным образом на производительность комплекса влияет отбор части пермеата первой ступени. Снижение общего солесодержания на входе в первую ступень позволяет частично компенсировать уменьшение производительности комплекса. Включение одного блока влечет за собой уменьшение производительности на  $1400 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , включение двух блоков приблизительно на  $2800 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , трех блоков в среднем на  $4200 \text{ м}^3/\text{сутки}$ . В то время как расход концентрата второй ступени для одного блока составляет в среднем  $1900 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , для двух блоков –  $3800 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , для трех блоков –  $5700 \text{ м}^3/\text{сутки}$ . Величина компенсации общей производительности комплекса после включения второй ступени оказывается прямопропорциональна количеству работающих блоков. Следует отметить, что сравнение проводилось для одинакового числа включенных насосов в каждом блоке. В целом снижение общего солесодержания на входе в первую ступень позволяет на 30% компенсировать уменьшение производительности комплекса.

Включение второй ступени не изменило скорости роста производительности комплекса с увеличением температуры. Во всех случаях при увеличении температуры на один градус производительность увеличивается приблизительно на  $500 \text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Рассмотрим влияние режимов работы второй ступени на удельное энергопотребление опреснительного комплекса. Увеличение количества включенных блоков влечет за собой рост энергопотребления за счет работы насосов второй ступени (*рис. 4*). Кроме того, из-за падения производительности комплекса удельные затраты энергии на производство единицы питьевой воды возрастают. Добавление концентрата второй ступени на вход в первую ступень в свою очередь увеличивает потребляемую мощность насосов первой ступени из-за увеличения расхода через них. Все параметры, влияющие на энергопотребление системы, стремятся увеличить энергозатраты. Чем больше включено насосных групп, тем круче идет кривая удельного энергопотребления.

Вместе с тем, следует отметить, что характер зависимости энергопотребления от температуры приобретает выраженную квадратичную зависимость. При включенной второй ступени усиливается рост потребляемой мощности насосов за счет роста расхода на входе в первую ступень.

На *рис. 4* видно, что графики, характеризующие работу блоков, не перекрываются. Несмотря на то, что общее количество включенных насосов совпадает, удельное энергопотребление при большем количестве работающих блоков выше. Поэтому энергетически выгоднее работать при большем количестве насосов и меньшем количестве блоков.

Включение второй ступени приводит к изменению ряда параметров, влияющих на концентрацию бора в питьевой воде. Появляется поток пермеата второй ступени, увеличение расхода которого ведет к снижению концентрации бора в питьевой воде. Растет расход пермеата первой ступени из-за увеличения потока на входе в первую ступень обратного осмоса, что ведет к увеличению концентрации бора в питьевой воде. Изменяется концентрация бора на входе в первую ступень в результате смешения потоков исходной воды и концентрата второй ступени. Следствием этого является изменение концентрации бора в пермеате первой, второй ступеней и питьевой воде. Включение большего количества насосов ведет к увеличению степени конверсии второй ступени и, соответственно, к увеличению концентрации бора в пермеате второй ступени, увеличению расхода пермеата второй ступени

и некоторому изменению концентрации бора в питьевой воде.

Рассмотрим характер изменения концентрации бора в питьевой воде как функцию температуры, количества работающих блоков и насосов на второй ступени обессоливания (рис. 5). Анализ представленных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что определяющим для концентрации бора в питьевой воде является расход пермеата второй ступени. В любой точке из температурного интервала от 10 до 25°C зависимость между содержанием бора в питьевой воде и расходом пермеата второй ступени носит линейный характер. Следует отметить, что не имеет значения, каким сочетанием работающих блоков и насосов достигается рассматриваемая величина расхода пермеата второй ступени.

Изменение уровня температурного фактора при неизменном количестве блоков и насосов прямо пропорционально изменяет величину концентрации бора в питьевой воде.

При выводе параметрической зависимости для концентрации бора в питьевой воде следует учитывать значения коэффициента конверсии на второй ступени. Введение этого параметра позволяет оценить долю расхода пермеата первой ступени, поступающего на смешение. Таким образом, для оценки концентрации бора в питьевой воде предлагается следующая параметрическая зависимость:

$$C_B = f(T, Q_{n2}, Y_2),$$

$$C_B = b_0 + b_1 T + b_2 Q_{n2} + b_3 Y_2 \quad (8)$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – расчетные коэффициенты;

$T$  – температура исходной воды, °C;

$Y_2$  – коэффициент конверсии второй ступени;

$Q_{n2}$  – расход пермеата второй ступени

Данная параметрическая зависимость позволяет определить требуемые расходные характеристики второй ступени при соблюдении некоторых ограничений на концентрацию бора для заданного температурного диапазона.

Величина концентрации бора в питьевой воде накладывает ограничения на область оптимизации основных критериев системы: производительности и удельного энергопотребления комплекса. Концентрация бора в питьевой воде не должна превышать 0,5 мг/л. Сопоставление диаграмм на рис. 3–5 позволяет выбрать из боль-

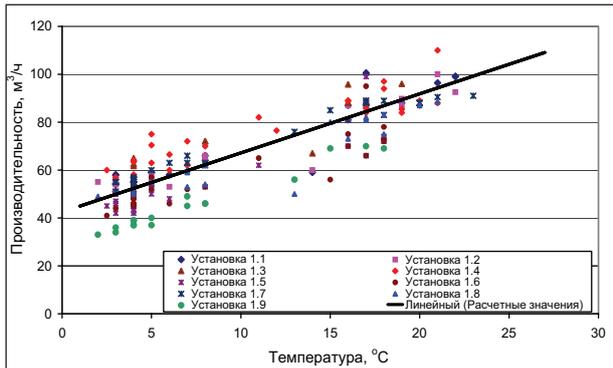
шого количества вариантов работы комплекса наилучший. Критериями выбора являются удельное энергопотребление и производительность по питьевой воде. Главным ограничивающим условием следует считать концентрацию бора в питьевой воде.

При температурах до 10°C работа опреснительного комплекса без включения второй ступени позволяет соблюдать данное условие. При температурах выше 10°C включение одного блока наиболее экономично и производительно, но допускает работу без превышения концентраций бора только в температурном интервале от 10°C до 12°C. Поэтому более целесообразно включить два блока по четыре насоса в температурном диапазоне от 10°C до 15°C. При температурах выше 15°C возникает необходимость включения третьего блока с четырьмя насосами и т.д. Описанный вариант работы опреснительного комплекса представлен на рис. 5 в виде ломаной линии. Он является наиболее рациональным с точки зрения энергопотребления, производительности и удобства регулирования.

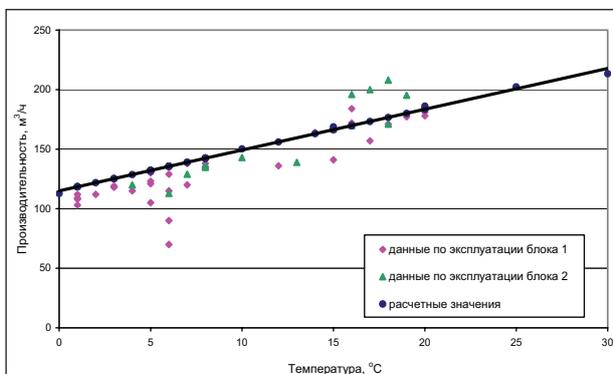
Таким образом, проведенный параметрический многофакторный анализ выявляет сложный характер влияния температуры на работу опреснительного комплекса и позволяет выбрать оптимальный режим работы последнего по основным критериям с учетом ограничений на концентрацию бора в питьевой воде.

#### 4. Влияние температурного фактора на эксплуатационные характеристики завода обессоливания воды Каспийского моря

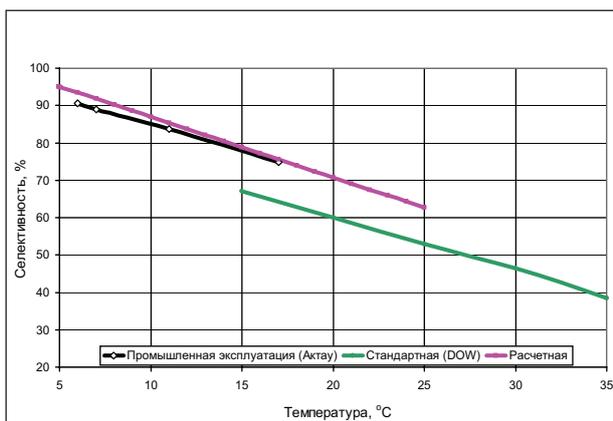
Анализ результатов эксплуатации Каспийского опреснительного комплекса за пуско-наладочный период и первые годы эксплуатации (период с ноября 2004 г. по декабрь 2005 г.) показывает, что температура действительно оказывает определяющее влияние на работу блоков обратноосмотических установок. Отмечается общая тенденция роста производительности по мере увеличения температуры (рис. 6). При изменении температуры от 2 до 26°C диапазон варьирования величин потока от 33 до 110 м<sup>3</sup>/сутки. Согласно расчету, на первой ступени опреснения воды Каспийского моря применение обратноосмотических мембран Filmtec BW30-400 должно дать при средней температуре 15°C поток пермеата 86,6 м<sup>3</sup>/сутки на каждом блоке. Усредненная для всех блоков



**Рис. 6.** Зависимость производительности от температуры для блоков 1-ой ступени обессоливания морской воды на Каспийском опреснительном комплексе (г. Актау, Республика Казахстан)



**Рис. 7.** Зависимость производительности от температуры для блоков 2-ой ступени обессоливания морской воды на Каспийском опреснительном комплексе (г. Актау, Республика Казахстан)



**Рис. 8.** Зависимость селективности удаления бора от температуры при значении pH исходной воды 8,1 ÷ 8,5 на первой ступени обессоливания с применением мембран BW30-400. Для сравнения приведены справочные данные фирмы DOW для промышленных BW мембран и расчетная зависимость, используемая в программе Caspy

производительность по пермеату, приведенная к температуре 15°C, составляет 76,1 м³/сутки, что отличается от расчетной величины на 12%.

Вторая ступень обессоливания снабжена мембранными элементами Filmtec BW30LE-400 (3 блока по 14 мембран). Средняя расчетная производительность одного блока 168 м³/сутки при средней температуре 15°C, при изменении температуры от 0 до 30°C диапазон изменения потока пермеата от 112 до 213 м³/сутки. На рис. 7 построена расчетная зависимость производительности второй ступени от температуры при условии, что работают два обратноосмотических блока с четырьмя включенными насосами в каждом. Отдельными точками обозначены данные по эксплуатации 1-ого и 2-ого блоков второй ступени. Представленные данные свидетельствуют, что ожидаемая и реальная скорости роста производительности по мере увеличения температуры совпадают удовлетворительно.

Расчетная селективность извлечения бора на первой ступени обессоливания в диапазоне изменения температуры от 0 до 25°C составляет от 99 до 60%. Согласно сведениям специалистов фирмы DOW, селективность мембраны BW30-400 по бору в диапазоне температур от 15 до 35°C возрастает на 1,45% при снижении температуры на один градус. В заводских условиях при снижении температуры на 1°C селективность мембраны по бору возрастает на 1,4%, что, практически, совпадает со стандартной производной для BW30-400 (рис. 8). Следует отметить, что диапазон исследованных в промышленных условиях температур от 6 до 17°C не входит в интервал температур, входящих в предоставленную DOW зависимость. Следовательно, получены данные, позволяющие интерпретировать стандартную зависимость для низконапорных мембран в область более низких температур, где селективность по бору значительно выше. Данные получены впервые и могут использоваться как справочные.

В зависимости от температуры концентрация бора в пермеате первой ступени обессоливания при значении pH исходной воды 8,1 ÷ 8,5 колеблется от 0,2 до 0,8 мг/л (рис. 9). При температуре ниже 12°C и значениях pH 8,1 ÷ 8,5 на первой ступени обессоливания получен пермеат с содержанием бора ниже предельно допустимой концентрации в питьевой воде. Следовательно, в

течение длительного времени (ориентировочно в период с ноября по апрель) нет необходимости подключать вторую ступень обессоливания, что позволит увеличить выход питьевой воды и значительно снизить затраты.

На второй ступени обессоливания при температуре воды 11–17°C и значениях рН поступающей воды от 10,3 до 9,8 обеспечивается очистка пермеата от бора до концентрации  $0,03 \pm 0,05$  мг/л соответственно.

Удельные затраты электроэнергии всего опреснительного комплекса составляют 3,5–4,0 кВтч/м<sup>3</sup>, в том числе на обессоливание 2,0–2,3 кВтч/м<sup>3</sup>. В мировой практике энергозатраты на опреснение морской воды составляют 3,4–5,0 кВтч/м<sup>3</sup>, в том числе на стадию обратноосмотического опреснения 2,9–3,9 кВтч/м<sup>3</sup>; солоноватых вод – 1,0–1,1 кВтч/м<sup>3</sup> [15–21]. Для сравнения можно привести затраты на стадии ОО опреснения морской воды для заводов с самой современной технологией: Ашкелон, Израиль – 3,9 кВтч/м<sup>3</sup> [15], Фуджейрах, ОАЭ – 2,9–3,0 кВтч/м<sup>3</sup> на первой ступени, 3,7–3,9 кВтч/м<sup>3</sup> на 1 и 2 ступенях [16]. Уровень удельных энергозатрат определяется в основном минерализацией опресняемой воды. Концентрация солей в воде Каспийского моря занимает промежуточное положение между водой мирового океана и солоноватыми водами, следовательно, достигнутый показатель находится на одном уровне с современными заводами.

Таким образом, основные технологические характеристики, полученные в процессе эксплуатации обратноосмотических установок завода, удовлетворительно совпадают с результатами расчетов по программе Casru, которые явились основой для составления проекта.

На представленном примере показано, что при опреснении воды с минерализацией до 15 г/л использование низконапорных обратноосмотических мембран для проведения глубокой очистки от бора и получения питьевой воды, соответствующей стандартным требованиям, полностью оправдано.

Продемонстрированная в настоящей работе высокая селективность низконапорных мембран по бору при низких температурах расширяет возможности получения питьевой воды из природных источников с относительно низкой минерализацией и высоким содержанием бора.

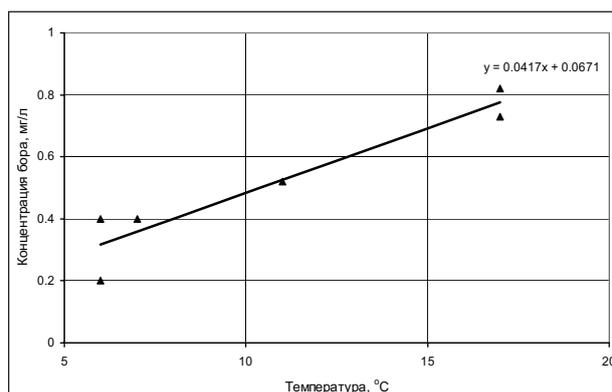


Рис. 9. Концентрация бора в пермеате на первой ступени обессоливания в зависимости от температуры (при значении рН исходной воды  $8,1 \div 8,5$ )

## Выводы

1. В результате лабораторных исследований установлено влияние температуры в диапазоне от 5 до 25°C, величины рН в диапазоне 6–12 на селективность низконапорных обратноосмотических мембран к бору. Эмпирические зависимости, полученные при обработке экспериментальных данных, использованы для разработки программы расчета гидравлических характеристик мембранных элементов в разветвленной гидравлической системе Casru и расчета основных проектных параметров опреснительных комплексов.

2. Проведена серия имитационных экспериментов с применением программы Casru, которая позволила моделировать функционирование Каспийского опреснительного комплекса при изменении большого количества факторов. Определены количественные зависимости основных факторов, воздействующих на объект (температура исходной воды, режим работы второй ступени обессоливания) на производительность по пермеату, удельное энергопотребление и концентрацию бора в питьевой воде. Проведенный параметрический многофакторный анализ работы опреснительного комплекса позволил выбрать оптимальный режим работы последнего по основным критериям с учетом ограничений на концентрацию бора в питьевой воде. Выбран оптимальный дизайн завода для обессоливания воды во всем диапазоне изменения температуры исходной воды.

3. Проведен анализ результатов эксплуатации установок обессоливания Каспийского опреснительного комплекса за пуско-наладочный период и первые годы эксплуатации (период с ноября 2004 г. по декабрь 2005 г.). Показана удовлетворительная сходимость основных эксплуатационных

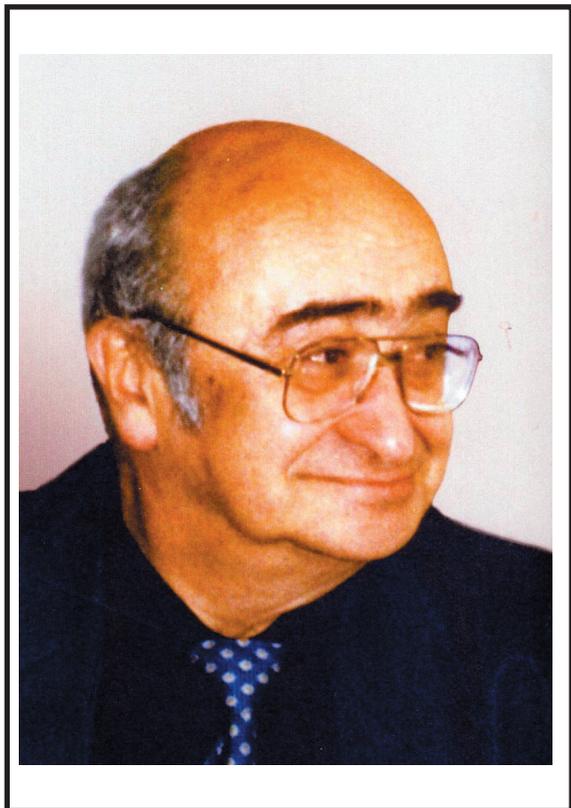
характеристик с расчетными данными, что доказывает перспективность применения разработанной в Центре Келдыша программы расчета для проектирования заводов обратноосмотического опреснения и моделирования реальных условий их эксплуатации.

4. В заводских условиях впервые получена зависимость селективности по бору от температуры для низконапорных мембран в области низких температур (6...17°C). При снижении температуры на 1°C селективность мембран по бору возрастает на 1,4%, что практически совпадает со стандартной производной для BW30-380. Следовательно, получены данные, позволяющие интерпретировать стандартную зависимость для низконапорных мембран в область более низких температур, где селективность по бору значительно выше.

### Литература

1. Колодин М.В. Опреснительная технология: энергетика и экономика. Химия и технология воды. 1986, Т. 8, № 7, с. 35–43.
2. Desalination markets 2005–2015. Report of Christofer Gasson and Peter Alisson for Global Water Intelligence. Media Analytics Ltd., Oxford, United Kingdom. 2004. Интернет-сайт [www.globalwaterintel.com](http://www.globalwaterintel.com). 302 p.
3. Pervov A.G., Adrianov A.P., Efremov R.V., Desyatov A.V., Baranov A.E. A new solution for the Caspian Sea desalination: low-pressure membranes. *Desalination*, 157 (2003), 377–384.
4. Dow Liquid Separations. FILMTEC® Reverse Osmosis Membranes. Technical Manual. January 2004, 179 p. Интернет-сайт [www.filmtec.com](http://www.filmtec.com), <http://www.dow.com>.
5. Redondo J., Bush M., De Witte J.-P. Boron removal from seawater using FILMTEC™ high rejection membranes. *Desalination*, 156 (2003), 229–238.
6. Bush M., Mickols W.E., Prabhakaran S., Lomax I., Tonner J. Boron Removal at the Lowest Cost. IDA World Congress 2005: SP05-024.
7. Bartels C., Hirose M., Seah H., Wilf M.. Optimization of Permeate Quality in RO Seawater Systems. IDA World Congress 2005: SP05-015.
8. Крымкулов С.Е., Асеев А.В., Десятов А.В., Прохоров И.А., Какуркин Н.П.. Технология удаления соединений бора при опреснении морской воды. Технология и оборудование для опреснения морской воды применительно к условиям Каспийского региона: Материалы Международной научно-практической конференции. Актау, 2003, с. 38–50.
9. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. 3-е изд. М., Издательство «Протектор», 2000, 848 с.
10. Дытнерский Ю.И. «Мембранные процессы разделения жидких смесей», М., «Химия», 1975. 229 с.
11. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М., Химия, 1989. 447 с.
12. Рабинович В.А. Краткий химический справочник. Изд. 2-е, испр. и доп.. М., Химия, 1978. 392 с.
13. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М., Машиностроение, 1992.
14. Зедгинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М., «Наука», 1975. 390 с.
15. Sauvet-Goichon B. Ashkelon desalination plant – A successful challenge. *Desalination* 203 (2007) 75–81.
16. Sanz M. A., Bonnelyea V.E., Cremer G., Fujairah reverse osmosis plant: 2 years of operation. *Desalination* 203 (2007) 91–99.
17. Khawaji A.D., Kutubkhanah I.K., Wie J.-M. A 13.3 MGD seawater RO desalination plant for Yanbu Industrial City. *Desalination* 203 (2007) 176–188.
18. Fethi K. The RO 22500m<sup>3</sup>/D Gabis Plant: 10 Years of Operation without Membrane Replacement. IDA World Congress 2005: SP05-032.
19. Интернет-сайт <http://www.water-technology.net/projects/>.
20. Saline Water Conversion Corp (SWCC). Ionics, Incorporated. Reverse osmosis desalination, water reuse and BOO/BOOT capabilities. Интернет-сайт <http://www.aie.org.au/syd/downloads/carter.pdf>.
21. Интернет-сайт <http://www.globalwaterawards.com/index.php>

## Памяти Элизбара Михайловича Балавадзе (1939 – 2007)



22 июня 2007 года после тяжелой болезни ушел из жизни видный ученый и технолог в области мембранных процессов Элизбар Михайлович Балавадзе.

Элизбар Михайлович родился в Тбилиси 16 января 1939 года. После окончания средней школы и двух курсов Тбилисского политехнического института он приехал в Москву и был принят для продолжения учебы на второй курс Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, который окончил в 1963 году. В июле этого же года он был принят на работу в Научно-исследовательский институт пластических масс, где проработал без малого сорок лет. В 1973 году успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук. Основные направления исследований и разработок Элизбара Михайловича – электродиализные процессы и установки для очистки и обессоливания природных, солоноватых, сточных вод и технологических сред. Успех проведенных им исследований объяснялся не только обширными познаниями в области химии и химической технологии, но и тесным сотрудничеством с организациями фундаментальной, отраслевой науки и промышленными предприятиями. Результатом этих разработок, в которых Элизбар Михайлович принимал непосредственное участие, стало создание на Производственном объединении

«Тамбовмаш» серийного производства отечественных электролиализных аппаратов серии «Родник» для получения питьевой воды и других целей. В 70-х – 80-х годах прошлого века в СССР было произведено около 2-х тысяч аппаратов, которые были смонтированы и пущены в эксплуатацию в районах, испытывающих дефицит высококачественной питьевой воды (юг Украины, Крым, Нижнее Поволжье, Казахстан, Узбекистан и др.). В последнее десятилетие под руководством Э.М. Балавадзе совместно с Воронежским государственным университетом был разработан и реализован уникальный мембранно-сорбционный процесс очистки и выделения аминокислот из технических продуктов. Полученный при этом высокочистый лизин составил основу «Витализина» – эффективного сертифицированного средства для комплексной профилактики атеросклероза, остеопороза и варикозного расширения вен. Эти работы были выполнены совместно с ГНЦ РФ «ГОСНИИОХТ».

Элизбар Михайлович принимал самое активное и непосредственное участие в общественной деятельности. Он многие годы успешно работал в Научном совете по мембранным процессам при ГКНТ СССР, не оценим его вклад в работы по экспертизе проектов и разработок в области мембранной технологии. Системность, независимость и объективность его заключений высоко оценивались мембранным сообществом. Значительное время он уделял работе в организационных и программных комитетах по подготовке и проведению российских научных конференций по мембранным процессам, а также в Менделеевском обществе.

Если говорить о его личных качествах, то это, прежде всего, постоянное стремление и готовность помочь, сделать доброе, полезное и необходимое для других, полностью забывая о себе. Он всегда, в любое время, был готов оказать помощь, поддержать, проявить искреннее участие в решении проблем своих близких, друзей и коллег.

Круг интересов Элизбара Михайловича замыкался не только на химии и мембранах. Его обширные знания в области литературы, философии, искусства, спорта вызывали искреннее восхищение людей, общавшихся с ним. Эти незабываемые качества навсегда останутся в памяти всех тех, кому выпала радость общения и работы с Элизбаром Михайловичем.

## РЕФЕРАТИВНЫЙ РАЗДЕЛ<sup>1</sup>

### Статьи

**35.МБ.1. Применение мембранных технологий при очистке промышленных сточных вод.** *Xu Dezhi, Xiang Bo, Shao Jianying, Li Yijiu.* Gongyeshui chuli=Ind. Water Treat.. 2006. 26, № 4, с. 1–3. Библ. 18. Кит.; рез. англ.

Обзорная публикация, указывается, что технологии мембранной обработки промышленных СВ получают все большее распространение, что объясняется целым рядом причин. В частности, при этом упрощаются схемы очистки по причине исключения стадий коагуляции/осаждения, флотации, сорбции и т. д., при этом могут удаляться концентрированные и токсичные загрязнители. Называются различные способы применения мембранных технологий, например, мембраны используются в электродиализаторах, для разделения иловой смеси в мембранных биореакторах; в зависимости от концентрации загрязнителей в СВ и необходимого уровня очистки могут использоваться мембраны для микро-, ультра-, нанофильтрации, обратного осмоса и т. д..

**35.МБ.2. Современные отечественные конкурентоспособные обратноосмотические, нанофильтрационные и микрофильтрационные мембранные элементы, установки и технологии для ликероводочной и спиртовой промышленности.** *Кудряшов В. Л., Бурачевский И. И., Дубяга В. П., Дзюбенко В. Г., Тарасов А. В., Поворов А. А.* Водоочистка. 2006, № 10, с. 7–13. Рус.

Обзор. Изложены современные методы подготовки воды в ликероводочной промышленности с применением микро-, ультра-, нанофильтрации и обратного осмоса. Обсуждены результаты фильтрации спиртосодержащих напитков и методов утилизации спиртовой барды. Приведены примеры действующих мембранных установок в ликероводочной промышленности и получении питьевой воды.

**35.МБ.3. Энтропийные взаимодействия в мягких материалах.** *Entropic interactions in soft nanomaterials. Bickel T., Marques C. M.* J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2006. 6, № 8, с. 2386–2395. Англ.

Обзор сил, которые определяют взаимодействия между фосфолипидными мембранами и другими мягкими наноматериалами, такими как полимеры и коллоиды. В противоположность традиционным наноструктурам, мягкие материалы показывают высокую чувствительность к флуктуациям термической окружающей среды, приводящим к новым силам в основном энтропийной природы.

**35.МБ.4. Закономерности протекания реакций C<sub>1</sub>-субстратов в каталитических нанореакторах.** *Магсумов М. И., Федотов А. С., Цодиков М. В., Тепляков В. В., Шкробко О. А.*

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

*Уваров В. И., Трусов Л. И., Моисеев И. И.* Рос. нанотехнол.. 2006. 1, № 1–2, с. 142–152. Библ. 32. Рус.; рез. англ.

Обзор. В последнее время большой интерес заслуживают новые разработки, относящиеся к гибридным мембранно-каталитическим системам на основе пористой керамики, главным образом используемых в качестве микрореактора для реакции C<sub>1</sub>-субстратов. В работе представлены результаты по разработке градиентно-пористых систем с градиентом пор от 2 и до 3000 нм. Исследована структура таких систем, а также взаимосвязь между проницаемостью газообразных реагентов и закономерностями протекания каталитических реакций окисления CO, дегидрирования метанола, а также превращения метана и CO<sub>2</sub>.

**35.МБ.5. Перспективы применения процессов мембранного газоразделения для подготовки и переработки природного и попутного газов.** Ч. 1. *Соловьев С. А., Поляков А. М.* Крит. технол. Мембраны. 2006, № 3, с. 3–13. Библ. 33. Рус.; рез. англ.

В обзоре представлен критич. анализ современного состояния и перспектив развития газо- и нефтеперерабатывающих отраслей промышленности с позиций увеличивающейся роли природного и попутного газов в качестве энергоресурсов и сырья. Представлены физ.-хим. основы мембранных процессов газоразделения, а также элементы мембранного материаловедения, позволяющие квалифицированно использовать мембранные системы для переработки природного и попутных газов. Приведены некоторые примеры эффективного применения процессов мембранного газоразделения, а также намечены основные пути и схемы их перспективной индустриализации.

**35.МБ.6. Фильтрация через мембрану с перекрестными потоками.** *Crossflow-Membranfiltration. Kiefer Johannes*(Германия, TU Munchen). Getrankeindustrie. 2006. 60, № 11, с. 40–47. Нем.

Изложен способ фильтрации через мембрану для отделения нежелательных примесей от напитков. Дан обзор способов фильтрации через мембраны; указаны параметры, влияющие на фильтрацию, в частности перепад давлений через мембрану, размер пор мембраны. Указаны также виды и способы фильтрации, в частности ультра- и микрофильтрация; рассмотрен принцип фильтрации. Описаны материалы для изготовления мембран и перечислены достоинства и недостатки этих материалов. Отмечено применение модульных мембранных секций при фильтрации с перекрестными потоками. Кратко рассмотрена механика движения потоков при фильтрации и представлены формулы для определения скорости фильтрации. Приведены схема мембраны из разных материалов, схема фильтрации с перекрестными

потоками и графики зависимости: числа Рейнольдса от диаметра мембраны и скорости фильтрации; потери давления от скорости фильтрации и диаметра мембраны; перепада давлений через мембрану от длины модульной секции и сопротивления мембраны от сопротивления ее покровного слоя в исследованных условиях.

**35.МБ.7. Керамические мембраны для разделения газов - последние разработки и состояние вопроса.** Ceramic membranes for gas separation - recent developments and state on the art. *Meinema H. A., Dirrix R. W. J., Brinkman H. W., Terpstra R. A., Jekerle J., Kusters P. H.* (Нидерланды, СЕРАration). *Inter-ceram.* 2005. 54, № 2, с. 86–91. Библ. 27. Англ.

Представлен обзор литературных данных и последних достижений в области керамических мембран для разделения газов, в частности, для отделения водорода. Рассмотрена технология полых волокнистых керамич. мембран.

**35.МБ.8. Извлечение коллоидного кремнезема из гидротермальных растворов мембранными методами.** *Потапов В. В., Зеленков В. Н., Горбач В. А., Кашира В. Н., Мин Г. М.* М., РАЕН. 2006, 227 с., ил. Библ. 137. Рус.

Приведены данные лабораторных экспериментов и испытаний установок с мембранными фильтрами по извлечению коллоидных частиц кремнезема из гидротермальных растворов. Выполнен обзор извлечения кремнезема из гидротермальных растворов, включающий методы, использующие фильтрационные процессы: ультрафильтрацию, микрофильтрацию, обратный осмос и псевдооживленный слой. Приведены основные типы мембранных аппаратов для очистки водных сред. Эксперименты по извлечению коллоидных частиц кремнезема сопровождались определением размеров частиц методом динамич. светорассеяния. Исследована селективность мембранных слоев по коллоидным частицам кремнезема при различных температурах, pH раствора и концентрации введенных катионов металлов. Мембранным фильтрованием получены концентраты в виде стабильных водных гидрозолей кремнезема с содержанием  $\text{SiO}_2$ , значительно превышающим начальное.

**35.МБ.9. Очистка жидкостей и газов.** *Вержбицкий Я. В., Толтегин П. В., Потапов И. И.* (Всероссийский институт научной и технической информации, Москва). Экол. системы и приборы. 2006, № 7, с. 6–7, 2 ил. Библ. 1. Рус.

Проблема очистки жидкостей и газов весьма актуальна, особенно в последние годы. Речь пойдет о фильтре, основа фильтрующего элемента которого покрыта сверхтонкой металлической нитью. Зазор между нитью обеспечивает пропускание до 3 мкм.

**35.МБ.10. Интеграция экстракции растворителем и сепарации при помощи жидкой мембраны: эффективный метод регенерации биоактивных веществ из растительного сырья.** Integration of solvent extraction and liquid membrane

separation: An efficient tool for recovery of bio-active substances from botanicals. *Boyadzhiev L., Dimitrov K., Metcheva D.* *Chem. Eng. Sci.* 2006. 61, № 12, с. 4126–4128. Англ.

Интеграция обеспечивает полное экстрагирование твердого материала даже в случае очень низкой растворимости специфического растворенного вещества в экстрагирующем растворителе. Селективность жидкой мембраны обеспечивает предпочтительный перенос желаемого растворенного вещества из природного экстракта в обедненный раствор, в то время как другие разновидности при соэкстрагировании в преобладающей степени остаются в природном экстракте.

**35.МБ.11. [Мембранное фильтрование при подготовке природных вод].** Impact of natural organic matter on floc size and structure effects in membrane filtration. *Lee Sangyun A., Fane Anthony G., Waite T. David.* *Environ. Sci. and Technol.* 2005. 39, № 17, с. 6477–6486. Библ. 29. Англ.

Отмечается, что при подготовке воды из природных источников одной из проблем является увеличение эффективности удаления растворенных природных органических соединений (ПОС), в данных исследованиях модельным ПОС являлась гуминовая кислота (ГК). Оценивалась возможность увеличения эффективности фильтрования с использованием в качестве флокулянта гематита ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) в коллоидальной форме с размером частиц около 70 нм. В опытах применялась мембрана для ультрафильтрации с размером пор 0,22 мкм. Установлено, что максимальный размер флокулы 14 мкм обеспечивался при содержании ГК в растворе 0,1 мг/л, приводится диаграмма для определения оптимальных параметров процесса.

**35.МБ.12. Возврат в рецикл воды с использованием мембранной технологии.** Water recycling from mixed chromic acid waste effluents by membrane technology. *Frenzel Ines, Stamatialis Dimitrios F., Wessling Matthias.* *Separ. and Purif. Technol.* 2006. 49, № 1, с. 76–83. Библ. 19. Англ.

В процессах хромирования использовалась вода высокого качества как для приготовления рабочих растворов, так и для ополаскивания готовых изделий, при этом возникали высокие затраты на приобретение свежей воды и при сбросе использованной воды в канализацию. В связи с этим разработана схема восстановления качества воды до технологических норм, процесс подготовки включал 3 стадии: 1. Вода имела кислую реакцию, поэтому величина pH нормализовалась с одновременным осаждением загрязнений и отфильтровыванием их на мембранах для микрофильтрации; 2. Удаление растворенных загрязнителей нанофильтрацией; 3. Финальная обработка в ступени обратного осмоса с получением воды высокого качества. Часть воды после второй ступени передавалась в ступень эвапорации. Удаление металлов составляло 98-99,9%.

**35.МБ.13. Изучение возможности глубокой доочистки сточных вод в процессах мембранного фильтрования.**

Feasibility study for reclamation of a secondary treated sewage effluent mainly from industrial sources using a dual membrane process. *Qin Jian-Jun, Wai Maung Nyunt, Oo Maung Htun, Kekre Kiran Arun, Seah Harry*. *Separ. and Purif. Technol.* 2006. 50, № 3, с. 380–387. Библ. 19. Англ.

Сообщается, что СВ, поступающие на городские сооружения, содержали 60% промышленных СВ и 40% бытовых, очищенные СВ имели ХПК от 48,2 до 83 мг/л, содержали аммонийный азот 37,8-49,6 мг/л, сульфаты 135-230 мг/л, общий органический углерод 4,34-29,1 мг/л, общий фосфор 3,52-7,05 мг/л, мутность воды от 1,4 до 24,3 NTU. Целью исследований являлся возврат воды в рецикл, схема доочистки включала ступени ультрафильтрации и обратного осмоса (при использовании только обратного осмоса происходила быстрая коагуляция мембран), при регенерации мембран использовался раствор гипохлорита. В оптимальном варианте СВ после доочистки содержали общий органический углерод 0,075-8,5 мг/л, общий азот 0,9-3,4 мг/л, общий фосфор менее 0,03 мг/л, имели мутность менее 0,1 NTU, сульфаты не определять.

**35.МБ.14. Изготовление микрофильтрационных углеродных мембран и их использование в очистке маслосодержащих сточных вод.** Preparation of coal-based microfiltration carbon membrane and application in oily wastewater treatment. *Song Chengwen, Wang Tonghua, Pan Yanqiu, Qiu Jiesshan*. *Separ. and Purif. Technol.* 2006. 51, № 1, с. 80–84. Англ.

Трубчатые микрофильтрационные мембраны с однородной пористой структурой изготавливали карбонизацией из дешевого угля. Исследовано влияние размера пор, мембраны, трансмембранного давления и тангенциальной скорости при очистке маслосодержащих сточных вод. Рекомендован размер пор <10 мкм, трансмембранное давление 0,10 МПа, тангенциальная скорость 0,1 м/сек. Способ позволяет удалять до 97% масел, а остаточное содержание масла <10 мг/л, что соответствует Национальному стандарту Китая для очищенных сточных вод.

**35.МБ.15. [Очистка промышленных сточных вод в мембранном биореакторе].** Quantification of air stripping and biodegradation of organic removal in acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) industry wastewater during submerged membrane bioreactor operation. *Chang Chia-Yuan, Chang Jing-Song, Lin Yao-Wen, Erdei Laszlo, Vigneswaran Saravanamuth*. *Desalination*. 2006. 191, № 1–3, с. 162–168. Англ.

Сообщается, что концентрированные промышленные СВ от процессов нефтепереработки содержали в большом количестве летучие мономеры, в том числе акрилонитрил-бутадиенстирол (АБС). Поскольку очистка этих СВ в традиционных процессах с акт. илом связана с существенными трудностями, исследовалась возможность удаления АБС

в мембранном биореакторе с использованием погружных мембран и системы пневмоаэрации. В исследованиях было установлено, что из удаленного количества АБС только часть приходится на процессы биодеструкции, а часть удаляется отдувкой, поскольку АБС отличается высокой летучестью. Установлено, что доля удаляемого таким образом АБС достигает 10%, с учетом этого была модифицирована модель процесса, применение которой обеспечивает существенное снижение энергозатрат.

**35.МБ.16. Очистка дренажных вод свалок твердых бытовых отходов баромембранными методами.** *Гончарук В. В., Балакина М. Н., Кучерук Д. Д., Скубченко В. Ф.* *Химия и технол. воды*. 2006. 28, № 5, с. 462–471. Библ. 8. Рус.; рез. укр., англ.

Исследованы процессы очистки дренажной воды свалки твердых бытовых отходов в с. Большие Дмитровичи Киевской области (полигон N 5) методами обратного осмоса, микро-, ультра- и нанофильтрации. Показано, что использование обратного осмоса для обессоливания и глубокой очистки эффективно только в сочетании с коагуляцией и нанофильтрацией, при этом достигается степень очистки, достаточная для сброса очищенной воды в систему городской канализации, и значительно улучшаются условия эксплуатации обратноосмотических мембран.

**35.МБ.17. Регенерация смазочно-охлаждающих жидкостей с применением мембран.** *Хараев Г. И.* *Вестн. Бурят. ун-та*. Сер. 9. 2005, № 4, с. 264–267. Рус.; рез. англ.

Показано, что установки с керамич. мембранами типа УМО в сочетании с традиционными методами обработки жидкостей позволяют непосредственно на предприятии создать локальные системы очистки и регенерации отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей и обеспечить экономич. целесообразное решение проблем, связанных с этим видом загрязнения окружающей среды.

**35.МБ.18. Анионообменные свойства композиционных керамических мембран, содержащих гидратированный диоксид циркония.** *Дзязько Ю. С., Беляков В. Н., Стефаняк Н. В., Василюк С. Л.* (Украина, Институт общей и неорганич. химии им. В. И. Вернадского, Киев). *Ж. прикл. химии*. 2006. 79, № 5, с. 778–782. Рус.

Синтезированы композиционные мембраны, состоящие из инертной керамической матрицы на основе оксидов алюминия и циркония и ионообменной составляющей - гидратированного диоксида циркония. Исследована селективность полученных мембран по отношению к ионам Cl<sup>-</sup>.

**35.МБ.19. Получение золь-гель способом и характеристика новых неоксидных мезопористых аморфных мембран Si-C-N.** Synthesis and characterization of novel non-oxide sol-gel derived mesoporous amorphous Si-C-N membranes. *Volger Karl W., Hauser Ralf, Kroke Edwin, Riedel Ralf, Ikuhara*

Yumi H., Iwamoto Yuji. Nippon seramikku kyokai gakujuitsu ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap.. 2006. 114, № 1330, с. 567–570. Библ. 28. Англ.

Для получения термически стабильных аморфных мембран Si-C-N золь-гель способом синтезирован новый предкерамич. полимер-поли(органосилил)карбодимид (I). Для нанесения пленки при вращении подложки вязкость I и процесс гелеобразования регулировали путем взаимодействия смеси мономеров алкил- и диалкилхлорсиланов с бис(триметилсил)карбодимидом. Полимерная пленка, полученная на пористой подложке при ее вращении из смеси без растворителя, затем в результате пиролиза при 1000°C в Ar превращалась в мезопористую тонкую аморфную пленку Si-C-N. Сканирующая электронная микроскопия и анализ изотерм сорбции N<sub>2</sub> показали образование внутри тонкого аморфного слоя каналов мезопор, что доказывает пригодность разработанного способа и I для изготовления мезопористых мембран Si-C-N с высокой термич. и химич. стабильностью.

**35.МБ.20. Исследование извлечения шестивалентного хрома из сточных вод, образующихся при нанесении металлопокрытий с помощью жидкой мембраны на носителе и три-н-бутилфосфата как переносчика.** Studies on recovery of hexavalent chromium from plating wastewater by supported liquid membrane using tri-n-butyl phosphate as carrier. Venkateswaran P., Palanivelu K. (Индия, Centre for Environmental Studies, Anna Univ., Chennai-600 025). Hydrometallurgy. 2005. 78, № 1–2, с. 107–115, 5 ил.. Библ. 31. Англ.

Исследован перенос ионов Cr(VI) из водного раствора через плоскую жидкую мембрану на носителе, содержащей три-н-бутилфосфат (I). Исследованы также влияние pH на фазу, используемую как источник, концентрацию принимающей фазы, скорости перемешивания, влияние исходной концентрации Cr(VI), отношения количества подаваемых и отводимых веществ и влияние характеристики носителя. Полученные результаты показывают, что исходный водный раствор при pH 1±0,1 обладает высокой проницаемостью. Cr(VI) в исходной водной фазе при концентрации 9,6×10<sup>-4</sup> моля/л м. б. полностью извлечен и десорбирован 0,50-м раствором NaOH в течение 8 час. Перемешивание магнитной мешалкой со скоростью 500 об/мин создает высокую скорость переноса. После десятикратного исследования переноса с пропиткой переносчика I не теряет способности к проникновению и сохраняет способность к переносу.

**35.МБ.21. Проницание и диффузия водорода через металлические композитные мембраны.** Hydrogen permeation and diffusion of metallic composite membranes. Zhang Y., Maeda R., Komaki M., Nishimura C.. J. Membr. Sci.. 2006. 269, № 1–2, с. 60–65. Англ.

Представлены результаты исследований, проведенных с мембранами из V-15Ni/Pd, -25Ag/V-15Ni/Pd-25Ag и -25Ag/V-

15Ni/Pd сплавов при толщине первых двух 40 и 1 мкм, третьей - 40 мкм и 423–673 К. Определено, что более интенсивный проникающий поток возникает в -25Ag/V-15Ni/Pd мембране, когда верхний -25Ag слой расположен со стороны восходящего потока. Коэффициенты общей диффузии H<sub>2</sub> не зависят от давления проницания и типа верхнего слоя. Для H<sub>2</sub> потока через мембрану характерна сильная зависимость от состава верхнего слоя, чередования слоев и толщины мембраны.

**35.МБ.22. Прогнозирование селективности и потока для CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> разделений с использованием в качестве мембран одностеночных углеродных нанотрубок.** Predictions of selectivity and flux for CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> separations using single walled carbon nanotubes as membranes. Chen Haibin, Sholl David S.. J. Membr. Sci.. 2006. 269, № 1–2, с. 152–160. Англ.

Посредством атомарных рабочих моделирований определено проницание CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> смесей через бездефектные (10,10) нанотрубки при 20°C. Показано, что ранее выявленная у однокомпонентного газа сверхускоренная диффузия имеет место и в данном случае. Следствием последнего является возникновение экстремально больших потоков через стенки трубок. На основании полученных результатов сделано предположение, что селективность нанотрубок по отношению к CH<sub>4</sub> гораздо выше, чем к H<sub>2</sub>. Исследована функциональная зависимость между характеристиками мембран и их составом, общим давлением подаваемых газов, а также общим градиентом давления вдоль мембраны.

**35.МБ.23. Диффузия галогенидных ионов в полианилиновых мембранах.** Halide diffusion in polyaniline membranes. Treptow F., Jungbauer A., Hellgardt K.. J. Membr. Sci.. 2006. 270, № 1–2, с. 115–122. Англ.

Полианилиновые мембраны, легированные галогенидными ионами, проницаемы для протонов, но быстро теряют проницаемость вследствие выделения галогенидов. Сделан вывод, что для получения работоспособных топливных ячеек структуры полимер-полианилиновый электролит-мембрана необходимо проводить легирование полианилина кислотами, предпочтительно твердыми или высокомолек., имеющими низкую способность к диффузии.

**35.МБ.24. Электрохимические свойства полипропиленовых мембран, модифицированных покрытием с помощью плазменной полимеризации из SO<sub>2</sub> и ацетилена.** Electrochemical properties of polypropylene membranes modified by the plasma polymerization coating of SO<sub>2</sub>/acetylene. Basarir F., Choi E. Y., Moon S. H., Song K. C., Yoon T. H.. J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, № 6, с. 3692–3699, 7 ил., табл. 2 ил.. Библ. 32. Англ.

Полипропиленовые мембраны (МБ) модифицированы плазменным травлением SO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> или SO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O с послед. нанесением покрытия плазменной полимеризации из SO<sub>2</sub> и ацетилена. Условия плазменного SO<sub>2</sub>-травления оптимизиро-

ваны измерением ионообменной емкости (ИОЕ) как функции мощности плазменного травления (10-30 Вт), давл. газа (40-60 мм) и продолжительности обработки (15-120 с). Для плазменного травления  $\text{SO}_2\text{-O}_2$  и  $\text{SO}_2\text{-H}_2\text{O}$  только отношение давл. ( $\text{SO}_2$  и  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ ) оптимизировано при оптим. условиях, определенных из травления  $\text{SO}_2$ -плазмой. Плазменное травление затем комбинировали с нанесением ПК плазменной полимеризацией из  $\text{SO}_2$  и ацетилена, для которой условия снова оптимизировали путем измерения ИОЕ как функции мощности плазмы (10-40 Вт), давл. в камере (50-200 мкм), отношения  $\text{SO}_2/\text{ацетилен}(15:135\text{-}60:90)$  и продолжительности обработки (0-10 мин.). После этого оценивали электрич. сопротивление и водопоглощение. Модифицированные МБ анализировали также сканирующей электронной микроскопией, тогда как ПК плазменной полимеризации характеризовали ИК-спектроскопией нарушенного полного внутреннего отражения с фурье-преобразованием.

**35.МБ.25. Улучшенная за счет пластификации очистка водорода с использованием полимерных мембран.** Plasticization-enhanced hydrogen purification using polymeric membranes. *Lin Haiqing, Van Wagner Elizabeth, Freeman Benny D., Toy Lora G., Gupta Raghbir P.* Science. 2006. 311, № 5761, с. 639–642, 3 ил., Библ. 34. Англ.

Полимерные мембраны (МБ) являются притягательными для разделений молек. масштаба, таких как очистка водорода, из-за характеристически низких энергетич. требований. Однако, мембранные материалы с выдающейся способностью выделять водород из питающих потоков, содержащих  $\text{CO}_2$  высокого давл. и примеси, такие как  $\text{H}_2\text{S}$  и вода, являются недоступными. Сообщают о высокопроницаемых, обратимо-селективных мембранных материалах для очистки водорода, таких, как полученный методами молек. инженерии высоко разветвленный, сшитый полиэтиленоксид. В контрасте с характеристиками традиц. материалов, продемонстрировано, что пластификация м. б. плодотворной в плане улучшения разделит. способности.

**35.МБ.26. Протонообменные мембраны на основе полидиметилсилоксана с диспергированными микрочастицами сульфированного сшитого полистирола.** Proton exchange membranes based on sulfonated crosslinked polystyrene micro particles dispersed in poly(dimethyl siloxane). *Brijmohan Smita B., Shaw M. T.* Polymer. 2006. 47, № 8, с. 2856–2864. Англ. Исследованы поглощение воды и метанола и проницаемость протонов через протонообменные мембраны (МБ) на основе полидиметилсилоксана с диспергированными микрочастицами (МЧС) сульфированного сшитого полистирола, из которых 0-50% имеют размер 25, 8 или 0,08 мкм. Сделан вывод, что поглощение воды и метанола МБ увеличивается с уменьшением размера МЧС; проводимость протонов МБ увеличивается с увеличением размера микрочастиц.

**35.МБ.27. Синтез полимеризацией на границе раздела фаз и характеристика полиамидных тонких пленок.** Synthesis and characterization of interfacially polymerized polyamide thin films. *Roh Il Juhn, Greenberg Alan R., Khare Vivek P.* Desalination. 2006. 191, № 1–3, с. 279–290. Англ.

Композитные мембраны в виде тонких пленок получают полимеризацией на границе раздела фаз тримезоилхлорида (I) и м-фенилендиамина (II). Проницаемость и селективность мембран и мех. свойства получаемых пленок после отслаивания от основы исследованы в зависимости от концентрации реагентов в реакц. смеси. Показано, что при высоком содержании I получают пленки с увеличенными толщиной и гидрофильностью ПВ, тогда как при высоком содержании II толщина пленок и гидрофильность уменьшаются. Проницаемость воды через мембраны зависит от толщины пленок и их гидрофильности и уменьшается с увеличением содержания м-фенилендиамина.

**35.МБ.28.  $\text{CO}_2$ -облегченный транспорт через композитные мембраны из смеси сополимер N-винил- $\gamma$ -натрийаминобутирата и акрилата натрия - полисульфон.**  $\text{CO}_2$ -facilitated transport through poly(N-vinyl- $\gamma$ -sodium aminobutyrate-co-sodium acrylate)/polysulfone composite membranes. *Wang Zhi, Yi Chunhai, Zhang Ying, Wang Jixiao, Wang Shichang.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, № 1, с. 275–282, 9 ил., табл. 2 ил., Библ. 18. Англ.

Композитные мембраны (МБ) из смеси СПЛ N-винил- $\gamma$ -натрийаминобутирата и акрилата натрия (ВНА-НА) и полисульфона (ПСФ) получены для отделения  $\text{CO}_2$ . ВНА-НА содержал втор. амины и карбоксилатные ионы, которые могут действовать как носители для  $\text{CO}_2$ . При 20° и давл. питающей смеси 1,06 кг/см<sup>2</sup> композитная МБ типа ВНА-НА продемонстрировала скорость пермеации чистого  $\text{CO}_2$   $6,12 \times 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>×с×см рт. ст. и идеальную селективность  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  524,5. В опытах со смешанным газом из 50%  $\text{CO}_2$  и 50%  $\text{CH}_4$  при 20° и давл. газа 1,04 кг/см<sup>2</sup>, скорость пермеации  $\text{CO}_2$  была  $9,2 \times 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>×с×см рт. ст., а селективность  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  была 46,8. Образование мостиковых связей с металл. ионами оказалось эффективным в плане увеличения селективности. Как селективность  $\text{CO}_2$  над  $\text{CH}_4$ , так и скорость пермеации  $\text{CO}_2$  имели максимум против концентрации носителя. Высокая скорость пермеации  $\text{CO}_2$  происходила из механизма облегченного транспорта, который подтвержден ИК-спектроскопией нарушенного полного внутр. отражения с Фурье-преобразованием. Эксплуатац. качества полученного МБ имели хорошую стабильность.

**35.МБ.29. Поверхностная модификация полисульфоновой мембраны путем обработки низкотемпературной плазмой.** *Zhan Jin, Guo Zhigang, Wang Baoguo, Pu Yikang, Liu Zheng.* Huagong xuebao=J. Chem. Ind. and Eng. (China). 2004. 55, № 5, с. 747–751, 9 ил., табл. 1 ил., Библ. 12. Кит.; рез. англ.

Промышленная полисульфоновая мембрана (МБ) (фирма Gelman, США; диам. пор 0,45 мкм, толщ. 0,12 мм) с отриц. поверх. зарядом модифицирована низкотемпературной плазмой, чтобы инициировать привитую сополимеризацию 2-(диметиламино)этилметакрилата, вводящую положит. заряды на поверхность полисульфоновой МБ. Подтверждено результатами электронной спектроскопии для хим. анализа, что введение группы с положит. зарядом имело место. Поверхн. заряд МБ определен измерением электроосмотич. потока через МБ. Изучено влияние рабочих параметров, включая мощность обработки, продолжительность обработки и полимеризации, на процесс модификации. Показано, что поверхн. модификация низкотемпературной плазмой эффективно снизила суммарный отриц. заряд на МБ-поверхности и адсорбцию лизоцима.

**35.МБ.30. Синтез и свойства гибридных протонпроводящих мембран на основе поливинилового спирта и фосфолибденовой кислоты.** Synthesis and characterization of hybrid proton conducting membranes of poly(vinyl alcohol) and phosphomolybdic acid. *Anis Arfat, Banthia A. K., Mondal S., Thakur A. K.* Chin. J. Polym. Sci.. 2006. 24, № 5, с. 449–456. Англ.

Описано получение ионообменных мембран на основе ПВС и фосфолибденовой кислоты (ФК) с послед. сшивкой глутаровым альдегидом. Показано, что максим. проводимость мембран  $0,0101 \text{ (Ом}\times\text{см)}^{-1}$  достигается в случае использования СПЛ с 35% звеньев ФК и плотностью сшивки 5,8 мол.%.

**35.МБ.31. Свойства неоднородно заряженных ионитовых мембран, полученных плазменной прививочной сополимеризацией.** Characterization of non-uniformly charged ion-exchange membranes prepared by plasma-induced graft polymerization. *Choi Eun-Young, Strathmann Heiner, Park Ji-Min, Moon Seung-Hyeon.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2, с. 165–174. Англ.

Описано получение сульфокатионитовых мембран (МБ) на основе привитых СПЛ глицидилметакрилата на пористые подложки из ПП. Представлены данные ИК- и эмиссионной электронной спектроскопии, а также электронного микроанализа, описывающие структурные особенности полученных СПЛ. Изучены основные электрохим. свойства МБ и показано, что их емкость составляет 2,53–3,30 ммоль/г и электросопротивление 0,349–0,589 Ом $\times$ см<sup>2</sup>.

**35.МБ.32. Обратно-осмотические ацетатцеллюлозные мембраны: оптимизация состава.** Cellulose acetate reverse osmosis membranes: optimization of the composition. *Duarte A. P., Cidade M. T., Bordado J. C.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, № 5, с. 4052–4058, 10 ил. Библ. 10. Англ.

Исследовали влияние смеси растворителей, соотношения ди- и триацетата Ц и армирующих Ц волокон на производительность и селективность ацетатцеллюлозных МБ по обес-

соливаную воды. МБ с повышенной производительностью по воде (0,68 л/м<sup>2</sup> $\times$ ч $\times$ бар) и селективностью (R=83%) формовали из след. оптим. состава (в %): 47,77 диоксана, 17,6 ацетона, 8,45 уксусной кислоты, 4,22 триацетата Ц (содержание ацетильных групп 43–49%), 9,86 диацетата Ц (39,8% ацетильных групп), 14,09 метанола и 0,5% микрокристаллич. Ц с размером частиц 20 мкм.

**35.МБ.33. Ультрафиолет-светофильтрующие свойства мембран из смеси аминопроизводных фуллерена/хитозана.** Ultraviolet-light-filtering behavior of fullerene-amine derivative/chitosan blended membranes. *Fang Pengfei, Yu Chaoyang, Chen Zhe, Chen Yuanyin.* Polymer. 2006. 47, № 12, с. 4341–4347. Англ.

Мембраны из смеси этилендиамин- или этаноламинопроизводных фуллерена (ФЛ) с хитозаном (ХТ) формовали из 2%-ных растворов в АсОН на стеклянную подложку и исследовали влияние производных ФЛ и структуры ХТ на светопропускание МБ. Тип производного ФЛ, его содержание в смеси и степень сшивки ХТ сильно влияют на светофильтрующие свойства МБ, в то время как степень деацетилирования, молекулярный вес и карбоксиметил-ХТ оказывают слабое влияние на эти свойства. Сильное взаимодействие, особенно электронное донорно-акцепторное, в конденсированном состоянии может играть главную роль в уникальных оптич. свойствах мембран.

**35.МБ.34. Особенности диффузии водных растворов дихромата калия в мембранах из пористого стекла.** *Пак В. Н., Стримова Е. С., Лобов Б. И., Левкин А. Н.* Ж. прикл. химии. 2006. 79, № 3, с. 363–366. Библ. 19. Рус.

Исследованы зависимости коэффициента диффузии водного 0,1 М раствора дихромата калия (рН 2–8) в ряду стеклянных мембран с преобладающим радиусом пор от 4,5 до 70 нм. Характерные особенности изменения коэффициента диффузии сопоставлены с результатами расчета содержания анионных форм хрома(6+) в широком интервале величин рН раствора.

**35.МБ.35. Мембранная очистка дизельного топлива от воды и механических примесей.** *Кищенко Е. В.* Естеств. и техн. науки. 2006, № 3, с. 237–238, 1 ил. Рус.

**35.МБ.36. Анализ гель-электрофореграмм и мембран с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с тлеющим разрядом.** Analysis of gel electropherograms and blotting membranes via spatially resolved glow discharge optical emission spectrometry. *Gamez G., Ray S., Andrade F., Webb M., Hiefje G.* ICP Inf. Newslett.. 2005. 30, № 9, с. 913–914. Англ.

Показана возможность использования АЭМС с тлеющим разрядом для исследования распределений выбранных элементов в гель-электрофореграммах с высоким пространственным разрешением. Для этих целей разработан специальный прибор, включающий визуализирующий спектрометр и специальную систему тлеющего разряда. С его помощью удается

быстро получать монохроматические эмиссионные карты от электрофореграмм с сухим гелем, по которым можно судить о пространственном распределении определенных элементов.

**35.МБ.37. Определение летучих органических соединений при помощи жидкостной экстракции с использованием миниатюрной мембраны и газовой хроматографии с электрозахватным детектированием.** Miniaturized membrane-assisted solvent extraction combined with gas chromatography/electron-capture detection applied to the analysis of volatile organic compounds. *Schellin Manuela, Popp Peter.* J. Chromatogr. A. 2006. 1103, № 2, с. 211–218. Англ.

Разработана методика определения 7 летучих хлороорганических соединений (хлороформ, 1,1,1- и 1,1,2-трихлорэтан, трихлорэтилен, тетрахлорэтан, 1,1,1,2- и 1,1,2,2-тетрахлорэтан) в водных средах. Из пробы (15 мл) аналиты экстрагируют органическим растворителем (100 мкл) в специальном миниустройстве и экстракт анализируют методом газовой хроматографии с детектированием по захвату электронов. Пределы обнаружения составляют от 5 до 50 нг/л. Относительное стандартное отклонение <0,10. Методика применена для анализа проб речной воды.

**35.МБ.38. Очистка сточных вод с применением мембран, обладающих каталитической активностью.** Fabrication of photocatalytic membrane and evaluation its efficiency in removal of organic pollutants from water. *Zhang Haimin, Quan Xie, Chen Shuo, Zhao Huimin, Zhao Yazhi.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 2, с. 147–155. Библ. 38. Англ.

Отмечается, что в настоящее время расширяется спектра токсичных и устойчивых загрязнителей, поступающих в СВ, известны способы удаления их в мембранных процессах, эффективность удаления при этом варьируется в широких пределах, однако удержание загрязнителей на мембранах не решает проблемы их деструкции. Проведены исследования по применению для очистки СВ керамических трубчатых мембран, обладающих свойствами катализаторов, при их изготовлении используются  $Al_2O_3$  и коллоидные частицы катализатора  $TiO_2$ . Мембрана имела длину 50 мм, поры в среднем 0,2 мкм, она облучалась от источника с длиной волны 365 нм, мощность 300 Вт. Модельным загрязнителем являлся краситель прямой черный 168 с концентрацией 100 мг/л, pH раствора 3,5, раствор аэрировался, в него дозировался  $H_2O_2$   $5 \times 10^{-3}$  моль/л. Поток через мембрану составлял 82 л/м<sup>2</sup>ч, при одновременном воздействии всех факторов краситель удалялся на 82%, только при облучении УФ-радиацией на 70% и только при фильтровании на 65%.

**35.МБ.39. Формование динамических мембран для разделения маслянистой воды путем перекрестноточной фильтрации.** Formation of dynamic membranes for oily water separation by crossflow filtration. *Zhao Yijiang, Tan Yi, Wong*

*Fook-Sin, Fane A. G., Xu Nanping.* Separ. and Purif. Technol.. 2005. 44, № 3, с. 212–220, 18 ил.. Библ. 37. Англ.

Представлены результаты исследования динамич. мембран (ДМ) для выделения масла из воды. Исследованы получение ДМ и их эксплуатац. качества. Результаты показали, что суспензия гидроксида магния, оказалась подходящим материалом для получения ДМ на керамич. подложке. ДМ с одно-родной и компактной структурой получена с использованием технологии перекрестноточной фильтрации. Полученные ДМ оказались воспроизводимыми и обнаружили хорошие эксплуатац. качества при отделении масла от воды с использованием модельной масляной эмульсии. Задерживание масла составило >98%, а производительность по пермеату составила >100 л/м<sup>2</sup>ч при 100 кПа.

**35.МБ.40. Очистка сточных вод в производстве стали содержащих высокие концентрации нитрата с использованием обратного осмоса и наномембран.** Treatments of stainless steel wastewater containing a high concentration of nitrate using reverse osmosis and nanomembranes. *Kim Y.-H., Hwang E.-D., Shin W. S., Choi J.-H., Ha T. W., Choi S. J.* Desalination. 2007. 202, № 1–3, с. 286–292. Англ.

**35.МБ.41. Удаление из сточных вод аммиака и фенола в процессе мембранного фильтрования.** *Zhu Zhenzhong, Hao Zhuoli, Shen Zhisong, Chen Jian.* Gongyeshui chuli=Ind. Water Treat.. 2006. 26, № 5, с. 50–53. Библ. 14. Кит.; рез. англ.

Сообщается, что в процессе коксования образовывались концентрированные СВ, содержащие в том числе большие количества аммиака и фенола. В лабораторных экспериментах исследовалась возможность их удаления путем фильтрования на полволоконных мембранах с внутренним (внешним диаметром 45) 336 мкм и размером пор 0,02-0,2 мкм. Общая поверхность мембран 0,217 м<sup>2</sup>, они размещались в стеклянном цилиндре, включенном в контур рециркуляции. Модельные СВ имели ХПК 6000-8000 мг/л, температуру 40-60°C, содержали аммиак 4000-4500 мг/л и фенол 2000-2500 мг/л. В оптимальном режиме эффективность задержания как фенола, так и аммиака превышала 99,5%, при этом обеспечивалось их раздельное удаление, регенерация мембран осуществлялась промывкой 2% раствором NaOH.

**35.МБ.42. Синтез мезопористых наностержней цинка-алюминатной шпинели с мембраноподобной морфологией.** Synthesis of mesoporous Zn-Al spinel oxide nanorods with membrane like morphology. *Thomas Annu, Premalal Balakrishnapillai, Eswaramoorthy Muthusamy.* Mater. Res. Bull.. 2006. 41, № 5, с. 1008–1014. Англ.

Хорошо ориентированные наностержни шпинели  $ZnAl_2O_4$  с иерархич. пористой структурой были получены простым способом с использованием поликарбонатной мембраны в качестве удаляемого шаблона. Образование шпинели и удаление шаблона происходило за одну операцию при обжиге при

550°C. Сканирующая электронная микроскопия показала, что формируется мембраноподобная морфология из ориентированных стержней с микропорами между ними. Наностержни состоят из наночастиц размером 5-12 нм. Исследованием процессов адсорбции-десорбции установлен размер пор 3,4 нм и высокая удельная поверхность ~140 м<sup>2</sup>/г.

**35.МБ.43. Преобразования структуры в процессе превращения поликарбосиланового прекурсора в микропористую мембрану на основе карбида кремния.** Structural evolution during conversion of polycarbosilane precursor into silicon carbide-based microporous membranes. *Suda Hiroyuki, Yamauchi Hiroyuki, Uchimaruru Yuko, Fujiwara Ishiro, Haraya Kenji* (Япония, Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology AIST Tsukuba-shi). *Nippon seramikku kyokai gakuji ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap.*. 2006. 114, № 1330, с. 539–544. Библ. 29. Англ.

Пиролизом поликарбосилана получены карбидкремниевые микропористые мембраны для выделения H<sub>2</sub> из газовых смесей. Для получения мембран с высокой селективностью исследовали влияние образования поперечных связей при гидросилировании, добавления термически неустойчивого полимера и условий пиролиза на преобразование структуры в процессе превращения поликарбосилана в SiC-мембрану. Исследования показали, что образование поперечных связей между тройной связью и связью Si-H приводит к формированию трех двумерных каркасов, обуславливающих меньший размер микропор и большую удельную поверхность. Размер газовых включений при пиролизе также связан с микропористой структурой.

**35.МБ.44. Газопроницаемость аморфных мембран из SiC, изготовленных из поликарбосилана без кислородного отверждения.** Gas permeation properties of amorphous SiC membranes synthesized from polycarbosilane without oxygen-curing process. *Nagano Takayuki, Sato Koji, Saitoh Tomohiro, Watoto Yuji* (Япония, Japan Fine Ceramics Center, Nagoya-shi). *Nippon seramikku kyokai gakuji ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap.*. 2006. 114, № 1330, с. 533–538. Библ. 27. Англ.

Аморфные мембраны (МБ) из SiC со свойствами молекулярного сита были получены на трубчатых пористых подложках α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с покрытием γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> путем пиролиза поликарбосилана без отверждения в кислороде. Аморфная МБ из SiC, полученная пиролизом при 1073 К после нанесения пленки на внешнюю поверхность трубки окунанием за счет капиллярных сил, обладала проницаемостью H<sub>2</sub> 8,1×10<sup>-7</sup> моль×м<sup>2</sup>×с<sup>-1</sup>×Па<sup>-1</sup> и селективной проницаемостью H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> 13 при 873 К. С др. стороны, аморфная МБ после пиролиза при 1073 К и 4-кратного цикла погружение-сушка-обжиг покрытия, полученного без капиллярных сил, обладала проницаемостью He 2,4×10<sup>-7</sup> моль×м<sup>2</sup>×с<sup>-1</sup>×Па<sup>-1</sup>, селективностью He/H<sub>2</sub> 1,9 и

селективностью He/CO<sub>2</sub> 19 при 873 К. Газопроницаемость зависела от способа нанесения покрытия, уплотнения каркаса SiC при термообработке и толщины пленки.

**35.МБ.45. Получение инверсией фаз микропористой мембраны поливинилиденфторид-гексафторпропилен для Li ионных батарей.** Preparation of PVDF-HFP microporous membrane for Li-ion batteries by phase inversion. *Pu Weihua, He Xiangming, Wang Li, Jiang Changyin, Wan Chunrong*. *J. Membr. Sci.*. 2006. 272, № 1–2, с. 11–14. Англ.

Разработан новый способ получения микропористой мембраны (ММБ) из сополимера винилиденфторида с гексафторпропиленом путем инверсии фаз с использованием воды. При перемешивании растворяют сополимер в смеси ацетона и воды. Раствор выливают на чистую стеклянную пластинку. После упаривания растворителя получают ММБ с пористостью 70-90%. Элемент с гелем-электролитом, приготовленным из полученной ММБ, имел при циклировании стабильную емкость.

**35.МБ.46. Процессы переноса в топливном элементе с протонобменной мембраной: влияние структуры электрода.** Transfer processes in PEM fuel cell: Influence of electrode structure. *Baranov I. E., Grigoriev S. A., Ylitao D., Fateev V. N., Nikolaev I. I.* *Int. J. Hydrogen Energy*. 2006. 31, № 2, с. 203–210. Англ.

Разработана модель диффузии реагентов через пористый газодиффузионный и катализаторный слои ТЭ с протонобменной мембраной. Рассмотрены процессы переноса в этих слоях с использованием теории перколяции. В частности, показано, что 3 вида частиц или объемов, связанных внутри, из катализатора, электролита и пор образуются в катализаторном слое. Рассмотрен процесс затопления пористой системы водой, который происходит при работе ТЭ. Разработанная модель позволяет предсказать влияние параметров структуры пористого слоя на характеристики ТЭ.

**35.МБ.47. Композитные мембраны SiO<sub>2</sub>/нафлон, полученные золь-гель реакцией тетраэтилортосиликата и заливкой раствора и предназначенные для топливных элементов с прямым использованием метанола.** Composite silica/Nafion® membranes prepared by tetraethylorthosilicate sol-gel reaction and solution casting for direct methanol fuel cells. *Jiang Ruichun, Kunz Russell H., Fenton James M.* *J. Membr. Sci.*. 2006. 272, № 1–2, с. 116–124. Англ.

Композитные мембраны (КМБ) получали гидролизом тетраэтилортосиликата по золь-гель реакции с послед. заливкой раствора. Охарактеризовали физико-химич. свойства КМБ и использовали КМБ в топливном элементе с прямым потреблением метанола. Низкое (3-5 мас.%) содержание SiO<sub>2</sub> в КМБ способствует ингибированию кроссовера метанола, в то время как высокое содержание SiO<sub>2</sub> незначительно влияет на кроссовер метанола. Протонная проводимость КМБ сни-

жается с увеличением содержания в ней  $\text{SiO}_2$ , несмотря на поглощение КМБ воды. Характеристики топливного элемента с КМБ, содержащей 5%  $\text{SiO}_2$ , лучше, чем в случае мембраны только из нафiona.

**35.МБ.48. Изготовление тонкой мембраны на пористом металле, модифицированном  $\text{CeO}_2$ , комбинированным методом химического осаждения и химического парового осаждения.** Preparation of thin membrane on  $\text{CeO}_2$ -modified porous metal by a combined method of electroless plating and chemical vapor deposition. *Tong Jianhua, Su Caili, Kuraoka Koji, Suda Hiroyuki, Matsumura Yasuyuki*. J. Membr. Sci.. 2006. 269, № 1–2, с. 101–108. Англ.

Получена мембрана (МБ) толщиной 6 мкм на трубке из пром. макропористой нерж. стали (СТ) при использовании метода химич. осаждения с последующей модификацией поверхности (ПВ) частицами гидроксида Се. Поток  $\text{H}_2$  через МБ составляет  $0,235 \text{ мол/м}^2 \times \text{с}$  при 773 К и градиенте давл. 1000 кПа, но коэф. разделения ( $\text{H}_2/\text{Ar}$ ) составляет только 14, что связано с наличием поверхностных дефектов. Другая МБ толщиной 10 мкм, полученная тем же методом, дает высокий коэф. разделения 108, но поток  $\text{H}_2$  снижается до  $0,178 \text{ мол/м}^2 \times \text{с}$ . Дефекты МБ толщиной 6 мкм м. б. удалены путем химич. осаждения из пара комплекса на ПВ. После 3-кратной обработки методом химич. осаждения из пара коэф. разделения значительно (до 565) возрастает, причем исходный поток  $\text{H}_2$  не снижается. Т. обр. комбинир. метод химич. осаждения и химич. осаждения из пара является хорошим способом получения тонких композиц. МБ  $\text{CeO}_2$ /макропористая нерж. СТ с высокой проницаемостью и селективностью для  $\text{H}_2$ .

**35.МБ.49. Механизм одноступенчатого отделения методом импульсной вольтамперометрии мембран из пористого анодного оксида алюминия.** Mechanism of one-step voltage pulse detachment of porous anodic alumina membranes. *Yuan J. H., Chen W., Hui R. J., Hu Y. L., Xia X. H.* Electrochim. acta. 2006. 51, № 22, с. 4589–4595. Англ.

Систематически изучен механизм одноступенчатого отделения мембран (МБ) из пористого анодного  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (ПАА) методом импульсной вольтамперометрии. Электрохимич. оксидирование предварительно обработанной Al фольги приводит к образованию тонкого барьерного слоя  $\text{Al}_2\text{O}_3$  между сформированным ПАА и Al подложкой. Получение МБ ПАА со сквозными отверстиями требует применения электролитов с высокой концентрацией  $\text{HClO}_4$ , содержащих диацетил, а также коротких импульсов вольтамперометрии на 5–10 В выше потенциала (ПТ) формирования пленки (ПЛ). Систематически исследовано влияние ПТ формирования ПАА, высоты вольтамперного импульса (0–10 В) и природы электролитов на эффективность отделения ПЛ. Успешное отделение ПАА достигается для переходного тока при наложении оптим. вольтамперных импульсов. На основе эксперим. результатов и

механизма электрополирования Al предложен двухстадийный процесс отделения стоячих ПЛ пористого анодного  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . В этом механизме за отделением ПЛ от Al подложки при наложении коротких импульсов напряжения следует процесс открывания пор. Предложенный механизм перспективен для получения пористых анодных ПЛ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с различными размерами пор, что важно для синтеза наноматериалов.

**35.МБ.50. Проницаемость урана через пластинчатые мембраны PTFE (политетрафторэтилен), содержащие Aliquat 336 как носитель.** Uranium pertraction across a PTFE flatsheet membrane containing Aliquat 336 as the carrier. *Mohapatra P. K., Lakshmi D. S., Mohan D., Manchanda V. K.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 51, № 1, с. 24–30. Англ.

Изучены процессы переноса уранил-иона через жидкие мембраны (МБ) на подложке (PTFE с носителем Aliquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ ) при подаче солянокислых водных растворов U. Предполагается, что перенос U из водных растворов HCl через МБ происходит в форме анионных хлоро-комплексов ионов  $\text{UO}_2^{2+}$ . Определены зависимости скорости переноса U от размера пор МБ, концентрации и природы носителя и кислотности подаваемого раствора. Проницаемость МБ для U возростала с увеличением концентрации носителя и максимальна при концентрации Aliquat 336 об. 30%. Проницаемость МБ для U снижалась с увеличением размера пор от 0,2 до 1,2 мкм и возростала при размере пор 5 мкм. Скорость переноса U через МБ возростала с увеличением кислотности подаваемого раствора и максимальна для растворов 6 М HCl. В оптимальных условиях использования исследованных МБ показана возможность селективного отделения U от большинства продуктов деления и актинидов (Th). Авторы полагают, что разработанный метод выделения U м. б. использован в торекс- и пурекс-процессах переработки облученного ядерного горючего.

**35.МБ.51. Определение условий получения полимерных пленок, содержащих упорядоченную структуру углеродных нанотрубок и высших фуллеренов.** *Латыпов З. З., Поздняков О. Ф.* Письма в ЖТФ. 2006. 32, № 9, с. 28–33. Рус.

Проведено определение необходимых условий эксперимента по получению полимерных пленок-мембран, включающих упорядоченную структуру одностенных углеродных нанотрубок в исходно-жидком преполимере или мономере, находящемся в электрич. поле, с последующим отверждением матрицы. Рассчитанные параметры упорядочения (время, напряженности поля) позволяют, на примере полимеров типа полициануратов, реализовать на практике предложенную схему процесса получения композитных пленок.

**35.МБ.52. Селективная проницаемость окиси углерода через композиционные мембраны с разделительным слоем на основе сополимера 2-(N,N-диметиламино)этилметакрилата и акриловой кислоты.** Selective permeation of  $\text{CO}_2$

through a composite membrane with a separation layer of 2-N,N-dimethyl aminoethyl methacrylate and acrylic acid copolymer. *Shen Jiang-nan, Wu Li-guang, Zhang Lin, Dong Yongquian, Chen Huan-Lin, Gao Cong-jie*. Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 327–334. Англ.

Водорастворимый СПЛ 2-(N,N-диметиламино)этилметакрилат и акриловой кислоты получают радикальной сополимеризацией мономеров. Композиц. мембраны (МБ) содержат разделительный слой из СПЛ, нанесенный на полисульфоновую ультрафильтрац. МБ в качестве основы. Исследованы влияние давления газа, толщины разделительного слоя, температуры и условий тепловой обработки при получении МБ на проницаемость  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  через композиц. мембрану.

**35.МБ.53. pH-Зависимый гистерезис свойств трековых поликарбонатных мембран: набухание-сжатие полиэлектролитных слоев с подтвержденной геометрией.** pH-induced hysteretic gating of track-etched polycarbonate membranes: swelling/deswelling behavior of polyelectrolyte multilayers in confined geometry. *Lee Daeyeon, Nolte Adam J., Kunz Allison L., Rubner Michael F., Cohen Robert E.*. J. Amer. Chem. Soc.. 2006. 128, № 26, с. 8521–8529. Англ.

Описано получение поликарбонатных мембран с осажденными на поверхности слоями полиаллиламинагидрохлорида и полистиролсульфоната натрия. Методом электронного микроскопирования изучен pH-зависимый гистерезис свойств набухания-сжатия при pH 2,5–10,5 в зависимости от состава многослойного полиэлектролита и характера возникающих гидрофильно-гидрофобных взаимодействий.

**35.МБ.54. Транспортные свойства материала типа полимер-гелевой композитной мембраны с мозаичным зарядом с и без усиления. II.** Material transport properties of polymer-gel composite-charged mosaic membrane with and without reinforcement. II. *Hirao Kouichi, Yamauchi Akira, El Sayed A. Mounir*. J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, № 6, с. 3507–3513, 8 ил., табл. 2 ил.. Библ. 20. Англ.

Мембраны с мозаичным зарядом (МЗМ) без усиления и композитная мембрана с мозаичным зарядом (КМЗМ) с усилением исследованы с помощью транспорта солюта и растворителя. КМЗМ с усиливающим агентом обнаружила уникальные транспортные характеристики. Коэф. фильтрации ( $L_p$ ) и коэф. проницаемости соли ( $\omega$ ) вычислены, принимая в расчет толщину активного слоя композитного полимерного геля. Величины  $L_p$  и  $\omega$  у КМЗМ с усиливающим агентом были больше, чем у МЗМ без усиления. С др. стороны, коэф. отражения ( $\sigma$ ) у КМЗМ показал отриц. величину, которая подтвердила предпочтит. транспорт материала по отношению к транспорту растворителя. Это указывает, что  $\sigma$  не зависел от толщины активного слоя. Результаты измерений транспортных свойств у КМЗМ с усилением подтверждены измерениями мембранного потенциала.

**35.МБ.55. Получение композиционных мембран на основе поливинилового спирта и альгината натрия с полыми волокнами дегидратацией с первопарацией водно-спиртовых растворов.** Preparation of poly(vinyl alcohol)-sodium alginate hollow-fiber composite membranes and pervaporation dehydration characterization of aqueous alcohol mixtures. *Dong Y. Q., Zhang L., Shen J. N., Song M. Y., Chen H. L.*. Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 202–210. Англ.

Композиционные мембраны с полыми волокнами (ПВК) получают дегидратацией с первопарацией водно-спиртовых растворов ПВС и альгината натрия в присутствии ПВК. Совместимость ПВС и альгината натрия охарактеризована методами ИК-спектроскопии с фурье-преобразованием и сканирующей электронной микроскопии. Показано, что высокоселективные мембраны с хорошей проницаемостью получают с проведением шивки мембран под действием 1,5% малеиновой кислоты.

**35.МБ.56. Получение цеолитных мембран из феррьерита в отсутствие органических структурообразующих агентов.** Preparation of ferrierite zeolite membranes in the absence of organic structure-directing agents. *Su Xiao Hui, Li Gang, Lin Rui Sen, Kikuchi Eiichi, Matsukata Masahiko*. Chin. Chem. Lett.. 2006. 17, № 7, с. 977–980. Библ. 10. Англ.

Впервые получены феррьеритовые цеолитные мембраны на ПВ пористого  $\alpha$ -оксида Al в отсутствие орг. структурообразующих агентов. Мембраны охарактеризованы методами РФА, СЭМ и с помощью тестирования путем диффузионного испарения.

**35.МБ.57. Характеристики и свойство универсальности мембраны, пригодной для разделения газов, для первапорационных и нанофильтрационных применений.** Characteristics and performance of a “universal” membrane suitable for gas separation, pervaporation, and nanofiltration applications. *Van der Bruggen Bart, Jansen Johannes C., Figoli Alberto, Geens Jeroen, Boussu Katleen, Drioli Enrico*. J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 28, с. 13799–13803. Англ.

Целью исследования была оценка степени, до которой один тип мембраны (МБ) м. б. использован для разделения газов, для первапорации и нанофильтрации. Интерпретация транспортных и разделительных св-в привела к заключению, что МБ SolSep 3360 предст. собой многофункциональную МБ, удовлетворяющую всем трем разделительным процессам. Это могло быть достигнуто путем сохранения баланса между толщиной верхнего слоя, стерических затруднениями в процессе переноса и влиянием гидрофобности/гидрофильности.

**35.МБ.58. Разработка интегрированной мембранной системы для очистки водорода до высокой степени.** Design of an integrated membrane system for a high level hydrogen purification. *Chiappetta G., Clarizia G., Drioli E.*. Chem. Eng. J.. 2006. 124, № 1–3, с. 29–40. Англ.

Целью данной работы явился теоретический анализ возможности интегрированных мембранных систем в отношении извлечения водорода с высокой степенью чистоты (при содержании CO менее  $10 \text{ млн}^{-1}$ ), пригодного для использования в топливных элементах.

**35.МБ.59. Исследование характеристик композитной мембраны нового типа перфторсульфокислота/силикон.**

*Yu Jun, Pan Mu, Yuan Run-zhang. Dianyuan jishu=Chin. J. Power Sources. 2006. 30, № 1, с. 51–52, 59. Кит.; рез. англ.*

Получена композитная мембрана (МБ) Nafion/SiO<sub>2</sub> с помощью in situ нанотехнологии. С использованием методов термогравитрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии показано, что композитная МБ Nafion 1135/SiO<sub>2</sub> содержит МБ Nafion 1135 после пропитки водой.

**35.МБ.60. Изготовление неорганических кремнеземных мембран с регулируемыми одинаковыми октаэдрическими нанопорами путем сборки в постоянном электрическом поле и [их] исследование.**

*Fabrication and characterization of tunable uniform octahedral nanoporous inorganic silica membranes by assembly under a direct electric field. Tang YueFeng, Li AiDong, Wu Di, Chen YanFeng. Nanotechnology. 2006. 17, № 8, с. 2023–2026. Англ.*

Впервые сообщается упрощенный метод изготовления неорганических кремнеземных мембран с регулируемыми одинаковыми октаэдрическими нанопорами и с высокоупорядоченной и прочно выстроенной структурой. Размер этих одинаковых мембран находился в диапазоне от 23.2 до 154.7 нм. Для улучшения механической прочности мембран необходимо прокалывание. Распределение пор по размерам было определено с помощью ртутной интрузии.

**35.МБ.61. Проникновение кислорода в плотной мембране на основе La<sub>0,6</sub>Sr<sub>0,4</sub>Fe<sub>0,9</sub>Ga<sub>0,1</sub>O<sub>3,8</sub>.**

*Oxygen permeation in La<sub>0,6</sub>Sr<sub>0,4</sub>Fe<sub>0,9</sub>Ga<sub>0,1</sub>O<sub>3,8</sub> dense membrane: effects of surface microstructure. Etchegoyen G., Chartier T., Del-Gallo P. J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8, с. 597–603. Англ.*

Использование перовскитовых мембран (МБ) со смешанной ионно-электронной проводимостью для промышл. целей, таких как отделение кислорода от воздуха или конверсия метана в синтетич. газе, требует высоких потоков проникновения кислорода. В связи с этим осуществлено усиление скорости проникновения кислорода через МБ La<sub>0,6</sub>Sr<sub>0,4</sub>Fe<sub>0,9</sub>Ga<sub>0,1</sub>O<sub>3,8</sub> (LSFG) путем модификации ее поверхности регулированием среднего размера зерен перовскитового материала или путем нанесения на поверхность МБ тонкого слоя La<sub>0,6</sub>Sr<sub>0,4</sub>Co<sub>0,8</sub>Fe<sub>0,2</sub>O<sub>3,8</sub>. Для обоих случаев определен лимитирующий проникновение режим и оценены поверхностный коэффициент кислорода  $k_s$  и коэффициент диффузии  $D_v$ . Низкое значение  $k_s$  оказалось самым критическим параметром, характеризующим МБ LSFG.

**35.МБ.62. Термодинамика адсорбции Cu(2+) на тонких мембранах на основе модифицированного ванилином**

**хитозана.** Thermodynamics of the Cu(II) adsorption on thin vanillin-modified chitosan membranes. *Cestari Antonio R., Vieira Eunice F. S., Mattos Charlene R. S. J. Chem. Thermodyn.. 2006. 38, № 9, с. 1092–1099. Англ.*

Синтезированы и охарактеризованы тонкие, низкой плотности, модифицированные ванилином хитозановые мембраны (МБ). Эти МБ были использованы в кач-ве адсорбентов для удаления Cu(2+) из водных растворов. Экспериментальные данные, полученные в статических условиях при различных т-рах, соответствуют изотермам Ленгмюра и Фрейндлиха и были использованы для получения характеристич. параметров для каждой модели. Данные по адсорбц. равновесию хорошо соответствуют модели Ленгмюра ( $R^2 > 0.99$ ). Определены термодинамич. параметры взаимодействий ( $\Delta H$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ) и термич. эффект взаимодействий (Q) (T- от 298 до 333 K).

**35.МБ.63. Проницаемость по отношению к кислороду мембраны из Ba<sub>1,0</sub>Co<sub>0,7</sub>Fe<sub>0,2</sub>Nb<sub>0,1</sub>O<sub>3,8</sub> для получения синтетического газа из метана при частичном окислении.**

*Oxygen-permeable membranes of Ba<sub>1,0</sub>Co<sub>0,7</sub>Fe<sub>0,2</sub>Nb<sub>0,1</sub>O<sub>3,8</sub> for preparation of synthesis gas from methane by partial oxidation. Harada Makoto, Domen Kazunari, Hara Michikazu, Tatsumi Takashi. Chem. Lett.. 2006. 35, № 8, с. 968–969. Англ.*

Проницаемые для кислорода мембраны из Ba<sub>1,0</sub>Co<sub>0,7</sub>Fe<sub>0,2</sub>Nb<sub>0,1</sub>O<sub>3,8</sub>, покрытые катализатором Ru<sub>0,2вес.%</sub>Rh<sub>0,2вес.%</sub>/Co<sub>0,3</sub>Mg<sub>0,7</sub>O, имеют высокую проницаемость по отношению к кислороду и м. б. использованы для получения синтетического газа из метана при частичном окислении. Тестирование более 160 часов показало, что поток проникающего кислорода более 18 мг/см<sup>2</sup>. мин, что существенно превосходит проницаемость кислорода в перовскитовых кристаллических системах.

**35.МБ.64. Улучшение барьерных свойств [мембран] Nafion® с помощью модифицированного фтором монтмориллонита.**

*Improvement of the barrier properties of Nafion® by fluoro-modified montmorillonite. Thomassin Jean-Michel, Pagnouille Christophe, Bizzari Didier, Calderella Giuseppe, Germain Albert, Jerome Robert. Solid State Ionics. 2006. 177, № 13–14, с. 1137–1144. Англ.*

Проведена модификация монтмориллонита (ММТ) двумя типами катионных фторсодержащих поверхностно-активных веществ с целью улучшения его совместимости и дисперсности внутри мембран Nafion®. Катионное поверхностно-активное в-во, содержащее перфторполиэфир, улучшает эффективность путем улучшения барьерных св-в Nafion® по отношению к метанолу. Кроме того, модифицированный фтором ММТ не оказывает вредного влияния на ионную проводимость мембран по сравнению с обычной модификацией ММТ органикой. Характеристики топливного элемента малого размера на основе такой мембраны были существенно улучшены.

**35.МБ.65. Зависящий от направления ионный перенос кислорода в трубчатой мембране со смешанной ионно-**

**электронной проводимостью (МИЕС).** Directional dependence of oxygen ionic transport in a tubular MIEC membrane. *Gerdes Kirk, Luss Dan. Solid State Ionics.* 2006. 177, № 13–14, с. 1157–1162. Англ.

Поверхностный обмен и диффузия в объеме затрудняют ионный перенос кислорода через плотную мембрану (МБ) со смешанной ионно-электронной проводимостью. В режиме смешанного сопротивления скорость ионного потока кислорода на единицу длины наружу из трубки к оболочке ( $J^{\text{out}}$ ) превышает таковую из оболочки в трубку ( $F^{\text{in}}$ ) для высокого и низкого давлений кислорода. Численное моделирование значений типичных параметров предсказывает коэффициенты усиления ( $F^{\text{out}}/F^{\text{in}}$ ) около 1.05. Экспериментальные данные по зависящему от направления переносу находятся в качественном соответствии с теоретическими предсказаниями. Наблюдаемое отношение  $F^{\text{out}}/F^{\text{in}}$  при 1000°C через трубку МБ  $\text{La}^{0.5}\text{Sr}^{0.5}\text{Fe}^{0.8}\text{Ga}^{0.2}\text{O}^{3-\delta}$  находилось в диапазоне от 1.14 до 1.38.

**35.МБ.66. Удаление Zn(2+), Cd(2+) и Pb(2+) с использованием переноса через полимерную инклюзионную мембрану с ионизируемыми протонами краун-эфирами ДВ-16-С-5 [(макроциклами симм(R)(гидрокси)добензо-16-краун-5)].** Removal of Zn(II), Cd(II) and Pb(II) using polymer inclusion membrane transport with proton ionizable DB-16-C-5 crown ethers. *Ulewicz Małgorzata, Walkowiak Wladyslaw. Physicochem. Probl. Miner. Process.* 2006. 40, с. 185–194. Англ.; рез. пол. Исследован конкурентный перенос ионов Zn(2+), Cd(2+) и Pb(2+) из водной питающей фазы нитратов (0.001 М) через полимерные инклюзионные мембраны (ПИМБ), содержащие триацетат целлюлозы в кач-ве тв. носителя, о-нитрофенилпентилэфир в кач-ве пластификатора и ионизируемые протонами производные эфиров в кач-ве переносчиков. Изучено влияние изменения липофильности макроциклов симм(R)(гидрокси)добензо-16-краун-5 с варьированием группы R (водород, децил или фенил) на селективность и эффективность переноса исследованных ионов через ПИМБ. Исследовано влияние гидрофильно-липофильного баланса и молекулярных объемов на селективность переноса ионов металлов. Установлено соотношение между размером катионов и начальным потоком переноса катионов металлов. Коэффициенты селективности Pb(2+)/Zn(2+) и Cd(2+)/Zn(2+) снижаются при повышении концентрации переносчика в ПИМБ.

**35.МБ.67. Поляризационные характеристики ионообменных мембран МФ-4СК в зависимости от метода их модифицирования.** *Лоза Н. В., Кононенко Н. А., Шкирская С. А., Березина Н. П.* Электрохимия. 2006. 42, № 8, с. 907–915. Библ. 27. Рус.

Метод мембранной вольтамперометрии применен для исследования модификаций перфторированной мембраны МФ-4СК. Используются различные приемы физико-химического

модифицирования, оказывающие прогнозируемое действие на структурные и электротранспортные свойства мембраны: изменение условий ее химического кондиционирования и введение катионов тетрабутиламмония. Установлена корреляция между изменением наклона омического участка вольт-амперной кривой, величиной предельного электродиффузионного тока и потенциалом перехода системы в сверхпредельное состояние, электротранспортными свойствами мембран и их структурными характеристиками, полученными независимыми методами импедансной кондуктометрии и эталонной порометрии. Увеличение предельного тока для мембран, прошедших окислительно-термическую обработку, объяснено изменением содержания и состояния воды в объеме мембраны. Обнаружены эффекты ускорения наступления сверхпредельного состояния на мембране, насыщенной ионами тетрабутиламмония, и обсуждены возможные причины этого явления. Впервые установлена взаимосвязь предельного тока и электроосмотических явлений для мембран, насыщенных ионами тетраалкиламмония.

**35.МБ.68. Влияние химической модификации ионообменной мембраны МА-40 на ее электрохимические характеристики.** *Лопаткова Г. Ю., Володина Е. И., Письменская Н. Д., Федотов Ю. А., Кот Д., Никоненко В. В.* Электрохимия. 2006. 42, № 8, с. 942–949. Библ. 25. Рус.

Исследованы транспортные характеристики коммерческих анионообменных гетерогенных мембран МА-40 и МА-41, а также мембраны МА-40М, полученной обработкой поверхностей МА-40 сильным полиэлектrolитным комплексом (ПЭК). Показано, что после модификации электропроводность МА-40М в растворе NaOH возрастает. Скорость диссоциации воды на этой мембране при сверхпредельных токах снижается по сравнению с исходной мембраной. В то же время, и в до-, и в сверхпредельных токовых режимах заметного изменения скорости переноса противоионов (ионов Cl<sup>-</sup>) через мембрану при фиксированном скачке потенциала не обнаружено. Поведение мембраны МА-40М объяснено тем, что при обработке полиэлектrolитом вторичные и третичные функциональные аммониевые группы в приповерхностных слоях мембраны (толщиной примерно 80 мкм) трансформируются в четвертичные.

**35.МБ.69. Математическая модель сверхпредельного состояния ионообменной мембранной системы.** *Заболоцкий В. И., Лебедев К. А., Ловцов Е. Г.* Электрохимия. 2006. 42, № 8, с. 931–941. Библ. 57. Рус.

Предложена трехслойная математическая модель для описания сверхпредельного (overlimiting) состояния в ионообменной мембранной системе. Отличительной особенностью модели является учет области пространственного заряда, реакции диссоциации воды, катализируемой активными ионогенными группами, и сопряженной гравитационной и

электроосмотической конвекции, приводящей к возникновению зависимости эффективной толщины диффузионного слоя от плотности электрического тока. С помощью модели по известным исходным экспериментальным вольт-амперным кривым и зависимостям эффективных чисел переноса от плотности протекающего тока рассчитываются внутренние характеристики системы: толщина диффузионного слоя, распределения концентрации ионов, пространственного заряда и напряженности электрического поля при различных плотностях тока.

**35.МБ.70. Полимерные мембраны на основе целлюлозы и о-крезолфталениформальдегидных полимеров и их чувствительность к рН.** *Liu Zhihong, Liu Junfeng, Chen Tianlu.* *Gaofenzi xuebao=Acta polym. sin.* 2006, № 3, с. 432–436. Кит.; рез. англ. Исследована чувствительность к рН мембран из Ц или ацетат-Ц со слоем на поверхности. Мембраны имеют стабильную чувствительность к рН в диап. рН=8-13 со временем срабатывания 2-30 с сохраняющуюся в течение  $\geq 6$  месяцев.

**35.МБ.71. Влияние модификации сульфокатионитовой мембраны поли(4-винил-N-пропилпиридиний) бромидом на избирательность переноса ионов магния по отношению к ионам натрия.** *Гребень В. П., Родзик И. Г.* *Ж. прикл. химии.* 2006. 79, № 3, с. 468–471. Рус.

Изучена модификация сульфокатионитовой мембраны поли(4-винил-N-пропилпиридиний) бромидом при его электроосаждении на поверхности мембраны, исследовано влияние условий электролиза на избирательность переноса ионов магния относительно ионов натрия.

**35.МБ.72. Взаимосвязь условий формирования и структуры асимметричных мембран на основе поли-дифенилоксидамидо-N-фенилфталымиды.** *Кононова С. В., Кузнецов Ю. П., Ромашкова К. А., Кудрявцев В. В.* *Высокомолекул. соед.* 2006. 48, № 9, с. 1647–1654. Рус.; рез. англ.

Методами растровой сканирующей, просвечивающей электронной и атомно-силовой микроскопии изучена морфология асимметричных мембран из поли-дифенилоксидамидо-N-фенилфталымиды. Рассмотрено влияние условий формирования мембран на их морфологию и транспортные свойства. Мембраны получали фазоинверсионным способом в условиях “мокрого” формирования с системе полимер-растворитель (N-метил-2-пирролидон)-осадитель (вода, этанол, пропанол-2 или водно-спиртовые смеси). Использовали формовочные растворы концентрации 10-14 мас.%, в том числе содержащие добавки слабого нерастворителя (этилацетат). В результате сравнительного анализа структурных особенностей и водопроницаемости полученных мембран сделан вывод о возможном использовании некоторых типов мембран в процессах нанофильтрации.

**35.МБ.73. Исследование аккумуляирования водорода на мембранах из перфторсульфоновой кислоты после их**

**облучения излучением с использованием метода детектирования упругих столкновений.** *Hydrogen accumulation in surface of perfluorosulfonic acid membranes after  $\gamma$ -ray irradiation using elastic recoil detection techniques.* *Adachi T., Nagata S., Ohtsu N., Tsuchiya B., Toh K., Shikama T.* *Jap. J. Appl. Phys. Pt 1.* 2006. 45, № 8A, с. 6385–6387. Англ.

Описано применение методов измерения электрической проводимости и детектирования упругих столкновений для исследования характеристик мембран из перфторсульфоновой кислоты после их облучения. Показано, что концентрация водорода в облученных мембранах в 1,5 раза превышает концентрацию водорода в необлученных. Это приводит к увеличению протонной проводимости указанных мембран.

**35.МБ.74. Повышенная долговечность шламовых насосов.** *Erhohte Standzeit.* *Galvanotechnik.* 2006. 97, № 6, с. 1479, 1 ил. Нем.

Поршневые мембранные насосы фирмы Steinle Industriepumpen GmbH уже в течение многих лет зарекомендовали себя как надежные агрегаты. Особенно шланговые мембраны нечувствительны против абразивных сред и отличаются долговечностью. С помощью привода от сжатого воздуха эти насосы особенно пригодны для загрузки фильтр-прессов. Эти преимущественно нейтральные шламы транспортируются при 20°C, но все же часто абразивны. Для изготовления мембран используется износостойчивый полиуретан. Химическая устойчивость его все же ограничена. В случае, если шламы содержат концентрированные кислоты или щелочи, используют материал Superflex на основе бутил-каучука. Этот мембранный материал может применяться до 100°C. При полиуретане температурная граница составляет 70°C.

**35.МБ.75. Повторное использование бытовых и дождевых сточных вод при использовании волокнистых фильтров и металлических мембран.** *Reuse of greywater and rainwater using fiber filter media and metal membrane.* *Kim Ree-Ho, Lee Sangho, Jeong Jinwoo, Lee Jung-Hun, Kim Yeong-Kwan.* *Desalination.* 2007. 202, № 1–3, с. 326–332. Англ.

В связи с ограниченностью водных ресурсов желательнее найти возможность повторного использования сточных вод кухонь и дождевых сточных вод. Для очистки таких сточных вод использовали фильтры из волокон лигноцеллюлозы и металлические мембраны. Как показали результаты лабораторных экспериментов, дождевая вода очищенная в фильтре с загрузкой из волокон лигноцеллюлозы оказалась непригодной для использования в жилых домах. Исследована возможность использования мембранных фильтров с различной величиной пор. Результаты исследования не сообщаются.

**35.МБ.76. Характеристики фильтрования для мембранного реактора и традиционного процесса с активным илом.** *Sun Bao-sheng, Zhang Hai-feng, Qi Geng-shen.* *Huanjing kexue=Environ. Sci.* 2006. 27, № 2, с. 0315–0318. Библ. 11. Кит.; рез. англ.

Исследовались свойства акт. ила, образующегося в мембранном биореакторе (МБР) и в системе аэротенк/отстойник. МБР имел объем 10 л, иловая смесь разделялась на погружном модуле с полволоконными мембранами, поры 0,1-0,2 мкм, общая поверхность 1 м<sup>2</sup>. Вторая система имела аэротенк/отстойник 7/3 л, в обоих вариантах возраст биомассы 20 сут, концентрация 5 г/л, время пребывания 6 ч, температура 19°C, длительность опытов 90 сут. Через 15 сут после начала опытов на отдельной установке измерялось сопротивление фильтрованию для биомассы обеих систем, установлено, что в варианте с МБР эти значения в 2-3 раза превышали показатели для второй системы, при этом концентрация экстрацеллюлярных биополимеров в системе с МБР составляла 180 мг/л и для варианта аэротенк/отстойник 58 мг/л.

**35.МБ.77. Биологическая очистка маслосодержащих сточных вод от газовых станций с применением мембранного биореактора.** Biological treatment of oily wastewater from gas stations by membrane bioreactor. *Tri P. T., Visvanathan C., Jegatheesan V.* J. Environ. Eng. and Sci.. 2006. 5, № 4, с. 309–316. Библ. 11. Англ.; рез. фр.

Указывается на расширение использования газа в качестве автомобильного топлива, заправка газом баллонов происходит на газовых станциях, размещаемых как правило на автозаправках, при этом из расчета на один автомобиль образуется от 300 до 600 л маслосодержащих СВ. В экспериментах исследовалась возможность очистки этих СВ в мембранном биореакторе (МБР), модельный МБР имел внутренний диаметр 100 мм и полезный объем 6,5 л. Для разделения иловой смеси применялся модуль из полволоконных мембран с порами 0,1 мкм и общей поверхностью 0,42 м<sup>2</sup>. Модельная СВ содержала глюкозу 100 мг/л, масло (коммерческая марка) 100-600 мг/л, величина ХПК изменялась от 600 до 1900 мг/л. По окончании периода адаптации остаточное содержание ХПК составляло от 10 до 80 мг/л, масел от 0,0 до 10 мг/л, в МБР вместе с СВ подавался акт. уголь в виде порошка.

**35.МБ.78. Получение и свойства мембран из полых волокон Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub> (YSZ).** *Meng Xiu-Xia, Yang Nai-tao, Meng Bo, Tan Xiao-yao*(Китай, Shandong University of Technology, Zibo). Gaodeng xue xiao huaxun хуебао=Chem. J. Chin. Univ.. 2006. 27, № 4, с. 599–601. Библ. 10. Кит.; рез. англ.

Порошок со структурой типа флюорита Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub> (YSZ) со средним размером частиц 1,74 мкм был синтезирован методом горения при использовании лимонной кислоты. Порошки YSZ были использованы для получения газоплотных полых волоконистых мембран путем вытягивания волокна с последующим спеканием при 1400°C в течение 4 ч. Свойства полученных мембран: пористость ~23,04%, прочность на изгиб до 322 МПа, диаметр пор в полых волокнах от 60 до 500 нм.

**35.МБ.79. Морфология и структура мембран из акрилонитрилбутадиен-стирольного сополимера, наполненно-**

**го разными активированными углями.** Morphology and structure of ABS membranes filled with two different activated carbons. *Marchese J., Anson M., Ochoa N. A., Pradanos P., Palacio L., Hernandez A.* Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, № 16, с. 5448–5454. Англ.

Представлены результаты исследования характеристик мембран для разделения газов, проведенных посредством оптич., электронного и атомного микроскопов и оценки проникания газа. Определено, что шероховатость поверхностей мембран разная, но они полностью покрыты полимерным материалом. Отмечено, что во всех мембранах, приготовленных по разработанному методу, имеет место прочная адгезия между углеродом и полимером и они также обладают высокими селективностью и проницаемостью при разделении CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> смеси. Последнее приписано высокоэластичным свойствам бутан-стирольных цепочек. С точки зрения свойств чистых активированных углей объяснена взаимосвязь между морфологией, проницаемостью, селективностью и объемной долей наполнителя.

**35.МБ.80. Стеклообразные зонды из бусин для локальных структурных и механических свойств жидкостей на подложке из мембран.** Glass bead probes of local structural and mechanical properties of fluid, supported membranes. *Dixit Sanhita S., Szmodis Alan, Parikh Atul N.*(США, Department of Applied Science and Biophysics Graduate Group University of California, Davis, CA 95616). ChemPhysChem. 2006. 7, № 8, с. 1678–1681. Библ. 32. Англ.

Сообщение об изучении взаимодействий между стеклянными бусинами и поддерживающими липидными мембранами, используемыми для характеристики локальной структуры и механических свойств последних.

**35.МБ.81. Эффект Ребиндера в полимерах.** *Волынский А. Л.* Природа(Россия). 2006, № 11, с. 11–18. Рус.

Показана возможность получения разделительных мембран, полимерных сорбентов простой вытяжкой полимера в адсорбционно-активной жидкости, используя эффект Ребиндера (понижение прочности тв. тел в адсорбционно-активных жидкостях). Также можно вводить модифицирующие добавки в полимеры.

**35.МБ.82. Получение асимметричных или микропористых полволоконных мембран из поли-4-метил-1-пентена способом формования из расплава и холодной вытяжки.** Preparation of poly(4-methyl-1-pentene) asymmetric or microporous hollow-fiber membranes by melt-spun and cold-stretch method. *Wang Jianli, Xu Zhikang, Xu Youyi.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, № 3, с. 2131–2141, 16 ил., табл. 5 ил.. Библ. 31. Англ.

Полые волокна из поли-4-метил-1-пентена (ПМП) получены и переработаны в газоразделит. или микропористые мембраны (МБ) способом формования расплава и вытягивания на

холоду. ПМП-полимер переработан в полые волокна экструзионным формованием расплава с хол. воздухом в качестве охлаждающей среды. Исследовано влияние скорости приема и термообработки на мех. характеристики и морфологию волокон. Фотографии от сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) использованы, чтобы выявить геометрич. структуру поперечного сечения и ПВ полых волокон. Найдено, что исходное волокно имело асимм. структуру. “Сэндвичевая” мода использована, чтобы описать образование этой особой тонкой структуры. Серии половолоконных ПМП-МБ получены при послед. вытягивании; найдено, что имела место структура типа “оболочка-сердцевина” на поперечном сечении этих половолоконных МБ. Асимм. или микропористые половолоконные ПМП-МБ можно получить, регулируя условия постобработки. Морфологию этих МБ характеризовали с помощью СЭМ; измерена проницаемость МБ для газов (кислород, азот и диоксид углерода). Показано, что продолжительность отжига исходного волокна и степень его вытягивания являются ключевыми факторами, влияющими на структуру получаемой мембраны.

**35.МБ.83. Получение и характеристика анизотропных нановолокнистых проводников.** Synthesis and characterization of nanowire-based anisotropic conductors. *Sykes E. Charles H., Andreu Aja, Deadwyler Dan A., Daneshvar Kasra, El-Kouedi Mahnaz.* J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2006. 6, № 4, с. 1128–1134. Англ.

Методом гальваностатич. нанесения в порах поликарбонатных мембран получают нановолокна диам. 200 нм. При полном отщеплении металлов от концевых групп полимерных мембран из них формируют анизотропные проводящие пленки. Мембраны охарактеризованы методами сканирующей электронной микроскопии, атомной силовой микроскопии и по величинам проводимости. Сделан вывод о перспективности нановолокнистых структур для изготовления микроэлектронных соединений в технологии упаковки.

**35.МБ.84. Получение и характеристики мембран на основе поливинилового спирта и полиэтиленимина, используемых для дегидратации 1,4-диоксана первапорацией: сравнение свойств мембран, сшитых глутаровым альдегидом.** Preparation and performance of poly(vinyl alcohol)/polyethyleneimine blend membranes for the dehydration of 1,4-dioxane by pervaporation: Comparison with glutaraldehyde cross-linked membranes. *Rao P. Srinivasa, Smitha B., Sridhar S., Krishnaiah A.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 48, № 3, с. 244–254, 11 ил., табл. 3 ил., Библ. 31. Англ.

Первапорационные мембраны получают на основе гидрофильного полимера, ПВС и полиэтиленимина, сшивают глутаровым альдегидом и используют для дегидратации смеси воды и 1,4-диоксана. Исследовано влияние состава разделяемой композиции и условий разделения (давление) и

толщины мембран на их проницаемость. Ионное взаимодействие компонентов при получении мембран проанализировано методом ИК-спектроскопии с фурье-преобразованием; степень кристалличности методом широкоугольной дифракции рентгеновских лучей, термич. стабильность методом ТГА и мех. стабильность по прочностным свойствам.

**35.МБ.85. Полифтализованные эфирсульфонкетоны (ПФЭСК) и мембраны из них в форме полого волокна с асимметричной нанофильтрацией. Получение, морфология, свойства.** Poly(phthalazine ether sulfone ketone) (PPESK) hollow fiber asymmetric nanofiltration membranes: Preparation, morphologies and properties. *Yang Yongqiang, Jian Xigao, Yang Daling, Zhang Shouhai, Zou Longjiang.* J. Membr. Sci.. 2006. 270, № 1–2, с. 1–12. Англ.

Синтезировано полое волокно из ПФЭСК реакцией в N-метил-2-пирролидоне с добавкой метилового эфира этиленгликоля или уксусной кислоты. Волокно формовали из 23%-ного раствора ПФЭСК в N-метилпирролидоне с использованием воды в качестве коагулянта. Морфологию волокна исследовали методами сканирующей электронной микроскопии. Мембраны имеют проницаемость 211 л/м<sup>2</sup> час и может выделять 96,1% молекул ПЭГ с молек. весом >600.

**35.МБ.86. Разделение смесей 2-бутанол-вода путем первапорации через смешанные мембраны поливинилового спирта-найлон 66 (PVA-NYL 66).** Separation of 2-butanol-water mixtures by pervaporation through PVA-NYL 66 blend membranes. *Sridhar S., Smitha B., Reddy Amarnath A.* Colloids and Surfaces. A. 2006. 280, № 1–3, с. 95–102. Англ.

Синтезированы смешанные мембраны (МБ) на основе поливинилового спирта и найлона 66, сшиты с помощью глутарового альдегида и оценены по их пригодности в дегидратации 2-бутанола путем первапорации. Эти смеси были подвергнуты исследованию на сорбц. св-ва по степени взаимодействия и степени набухания в чистых жидкостях, а также в бинарных смесях. Методы широкоугольного рентгеновского рассеяния и термогравиметрического анализа использовали для исследования изменений в кристалличности и термостойкости, соответственно. Оценено влияние эксперим. параметров, таких как питающая водная конц-ия, давление пермеата и толщина барьера, на мембранный поток и селективность. Найдено, что МБ имеют хорошие возможности для разделения азеотропа 2-бутанол/вода с 27,6 вес.% воды при потоке 3,07 кг/м<sup>2</sup>×ч×10 мкм и селективности 26,5.

**35.МБ.87. Кристаллическая структура, свойство проникновения кислорода и устойчивость кислород-проницаемых мембран на основе Ba<sub>0,5</sub>Sr<sub>0,5</sub>Co<sub>0,8</sub>Fe<sub>0,1</sub>M<sub>0,1</sub>O<sub>3-δ</sub> (M=Fe, Cr, Mn, Zr).** Crystal structure, oxygen permeability and stability of Ba<sub>0,5</sub>Sr<sub>0,5</sub>Co<sub>0,8</sub>Fe<sub>0,1</sub>M<sub>0,1</sub>O<sub>3-δ</sub> (M=Fe, Cr, Mn, Zr) oxygen-permeable membranes. *Lu Hui, Tong Jianhua, Deng Zengqiang, Cong You, Yang Weishen.* Mater. Res. Bull.. 2006. 41, № 4, с. 683–689. Англ.

Реакцией в тв. фазе синтезированы кислород-проницаемые керамические мембранные материалы  $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$  и частично Fe-замещенный материал  $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.1}M_{0.1}O_{3-\delta}$  (BSCFMO) (M=Cr, Mn, Zr). Эти материалы обладают чистой кубич. перовскитовой структурой за исключением BSCFMO (M=Mn, Zr), в котором присутствует немного примесей. Измерено проникновение кислорода через эти плотные мембранные диски при воздух/He кислородном градиентном парциальном давлении в т-рном диапазоне 973-1123 К. Результаты показали, что проникающие потоки кислорода для мембран (МБ) BSCFMO (M=Fe, Cr, Mn, Zr) повышаются в следующем порядке: Fe(BSCFMO)>Cr>Zr>Mn. Соответствующие энергии активации проникновения кислорода через МБ (BSCFMO) (M=Fe, Cr, Zr) были рассчитаны и имели одинаковые значения ( $53\pm 4$  кДж/моль), что существенно ниже, чем для МБ BSCFMO (M=Mn) ( $99\pm 3$  кДж/моль).

**35.МБ.88. Идентификация природы [осадков] и характеристика морфологии катионообменных мембран при засорении в процессе обычного электродиализа.** Nature identification and morphology characterization of cation-exchange membrane fouling during conventional electro dialysis. *Ayala-Bribiesca Erik, Purcelly Gerald, Bazinet Laurent*. J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 300, № 2, с. 663–672. Англ.

Целью работы явилось изучение влияния значения pH концентрированного р-ра и содержания кальция, карбоната и белка в разбавленном р-ре, подвергающихся обычному электродиализу, на засорение катионообменных мембран (КОМБ). Установлено, что после деминерализации р-ров, содержащих  $CaCl_2$  и  $CaCl_2+Na_2CO_3$ , с использованием концентрированного р-ра, поддерживаемого при pH 12, минеральное засорение появляется на обеих сторонах КОМБ. Идентифицирована природа осадков как гидроксид и/или карбонат кальция на обеих поверхностях МБ. Засорение белками было найдено только на поверхности КОМБ в контакте с дилюатом после деминерализации р-ра, содержащего  $CaCl_2+Na_2CO_3$ , при использовании концентрата с pH 2.

**35.МБ.89. Взаимодействия исходной и сшитых хитозановых мембран с ионами Hg(2+).** Interaction of natural and crosslinked chitosan membranes with Hg(II) ions. *Vieira Rodrigo S., Beppu Marisa M.* Colloids and Surfaces. A. 2006. 279, № 1–3, с. 196–207. Англ.

Проведены фундаментальные исследования по адсорбции и десорбции ионов Hg(2+) на хитозановых мембранах (МБ). Использовали эксперименты в статич. условиях для установления, как такие явления подвержены влиянию pH, конц-ий ионов Hg(2+), сшивающего агента (глутарового альдегида или эпихлоргидрина) и р-ра десорбента. Максимальная емкость была достигнута при значении pH, близком к нулю; количество адсорбир. ионов Hg(2+) повышалось, когда адсорбент был сшитым (особенно, с помощью глутарового альдегида).

Определены равновесные конц-ии Hg(2+); эксперим. данные соответствовали модели Ленгмюра. Максимально адсорбированные количества Hg(2+) при pH 6.0 составляли 25.3, 30.3 и 75.5 мг/г для исходной, сшитой эпихлоргидрином и сшитой глутаровым альдегидом МБ, соответственно.

**35.МБ.90. Микрофльтрация амфотерного поверхностно-активного вещества с использованием керамических мембран.** Microfiltration of amphoteric surfactant using ceramic membranes. *Chiu T. Y., James A. E.* Colloids and Surfaces. A. 2006. 280, № 1–3, с. 58–65. Англ.

Исследована микрофльтрация коммерчески доступного амфотерного ПАВ с использованием керамических мембран (МБ). Опробованы различные сочетания рабочих условий, таких как pH, конц-ии электролита и ПАВ. Установлены дзета-потенциал и изотермы адсорбции для компонент системы МБ-ПАВ как функций от pH с использованием ПАВ или индифферентного электролита (KCl). Сдвиг в изоэлектрической точке МБ, индуцированный ПАВ'ом, связан с карбоксильными группами, присутствующими в ПАВ. Минимум в потоке пермеата установлен для pH, соответствующего изоэлектрической точке цвиттерионного ПАВ. Более высокие потоки, полученные при низком pH, по сравнению с высоким pH, возникают из-за различных механизмов засорения и ионной силы. Рассмотрены и др. особенности процесса микрофльтрации амфотерного ПАВ на керамических МБ.

**35.МБ.91. Исследование поверхностной гетерогенности нанофльтрационной и обратноосмотической мембран с использованием химической силовой микроскопии.** Characterizing NF and RO membrane surface heterogeneity using chemical force microscopy. *Brant Jonathan A., Johnson Kelly M., Childres Amy E.* Colloids and Surfaces. A. 2006. 280, № 1–3, с. 45–57. Англ.

Химическая силовая микроскопия (ХСМ) использована для исследования химич. гетерогенности двух коммерчески доступных мембран (МБ), а именно, нанофльтрационной (NF) и обратноосмотической (RO). Зонды ХСМ были модифицированы с помощью трех различных завершающих функциональных групп (метильной,  $CH_3$ ; карбоксильной,  $COOH$ ; гидроксильной,  $OH$ ). Химически достоверная информация о поверхности МБ была получена на основании разницы в адгезии между ХСМ-зондами и поверхностью МБ с использованием как традиционной атомно-силовой микроскопии, так и изображений пространственно разрешенного трения. Данные ХСМ показали, что обе МБ обладают поверхностной химической гетерогенностью.

**35.МБ.92. Гибридная Nafion - неорганические оксиды мембрана, легированная гетерополиоксидами, для обеспечения работы при высоких температурах топливного элемента на основе протонообменной мембраны.** Hybrid Nafion-inorganic oxides membrane doped with heteropolyacids

for high temperature operation of proton exchange membrane fuel cell. *Shao Zhi-Gang, Xu Hongfeng, Li Mingqiang, Hsing I-Ming. Solid State Ionics.* 2006. 177, № 7–8, с. 779–785. Англ.

Изучены св-ва топливного элемента на основе протонообменной мембраны, состоящей из композита Nafion - неорганические добавки, такие как диоксид кремния, диоксид титана, оксид вольфрама ( $WO_3$ ) и  $SiO_2$ -фосфовольфрамовая кислота (ФВК), при работе при  $t$ -ре выше  $100^\circ C$ . Эти композитные мембраны (МБ) получали путем смешения р-ра Nafion с неорг. оксидами и последующим нанесением слоев поливом. Данные сканирующей электронной микроскопии и рентгеновской дифракции показали одинаковое и равномерное распределение оксидов и усиление кристаллического характера МБ. Свойства этих модифицированных МБ в топливном элементе, работающим при  $110^\circ C$  и 70% относит. влажности лучше, чем МБ на основе Nafion, и следуют последовательности Nafion/ $SiO_2$ /ФВК > Nafion/ $SiO_2$  > Nafion/ $WO_3$  > Nafion/ $TiO_2$ .

**35.МБ.93. Заполненные золотом органические/неорганические нанокompозитные сотовые мембраны.** Gold-loaded organic/inorganic nanocomposite honeycomb membranes. *Wong Kok Hou, Davis Thomas P., Barner-Kowollik Christopher, Stenzel Martina H.* Austral. J. Chem.. 2006. 59, № 8, с. 539–543. Англ. Методом полимеризации получен блоксополимер полистирол - поли(4-винилпиридин),  $PS_{70}$ -блок- $P(4VP)_{35}$ . Этот блоксополимер путем самосборки был переведен в мицеллярные структуры в среде дихлорметана с образованием наночастиц с гидродинамическим диаметром 70 нм. Мицеллы были загружены  $HAuCl_4$  и после восстановления были получены мицеллярные, содержащие золото наночастицы с гидродинамическим диаметром 240 нм. Эти наночастицы были использованы при получении структурированных в виде сот пористых пленок на основе содержащих золото нанокompозитов с пористой структурой гексагональной упорядоченности.

**35.МБ.94. Сепарация водорода на мембранах из металлокерамики.** Hydrogen separation by dense cermet membranes. *Balachandran U., Lee T. H., Chen L., Song S. J., Picciolo J. J., Dorris S. E.* Fuel. 2006. 85, № 2, с. 150–155. Англ.

Разработаны новые мембраны из металлокерамики для сепарации газов газификации угля и/или газов риформинга метана.

**35.МБ.95. Исследование процесса ультрафильтрационного разделения и концентрирования белкового комплекса спиртовой дробины.** *Востриков С. В., Ключников А. И., Зуева Н. В.* Хранение и перераб. сельхозсырья. 2006, № 9, с. 37–40, 5. Библ. 4. Рус.; рез. англ.

В настоящее время для спиртовой промышленности чрезвычайно важна проблема снижения себестоимости конечного продукта - пищевого этилового спирта из зернового сырья. Решение этой проблемы связано с необходимостью разработки принципиально новой технологии, способной эффективно

использовать полупродукты спиртового производства или полностью избавиться от них. Проводили исследования по выделению и концентрированию белковых фракций с различной молекулярной массой из белкового комплекса спиртовой дробины с помощью ультрафильтрации. Для проведения исследований были использованы ультрафильтрационные мембраны марок УАМ-50 и УАМ-100.

**35.МБ.96. Определение биодоступности и химической формы кадмия с использованием проницаемой для жидкостей мембраны.** Cadmium bioavailability and speciation using the permeation liquid membrane. *Bayen Stephane, Worms Isabelle, Parthasarathy Nalini, Wilkinson Kevin, Buffle Jacques.* Anal. chim. acta. 2006. 575, № 2, с. 267–273. Англ.

Описана система с использованием проницаемой для жидкостей Мб для определения хим. формы Cd в средах типа пресной воды. Оценка системы произведена при измерениях потоков Cd в отсутствие и присутствии комплексообразующих агентов типа цитрат- и малонат-ионов, нитрилотриуксусной и гуминовой кислот. Отмечено хорошее согласие результатов измерений с данными, полученными с помощью теор. расчетов и селективного Э для  $Cd^{2+}$  в области концентраций от  $10^{-8}$  до  $10^{-4}$  М. Изучены влияния pH и совместно переносимых с  $Cd^{2+}$  ионов на перенос Cd через Мб. В качестве примера приведено использование Мб из полых волокон для переноса жидкостей в измерении свободного Cd в потоке с целью установления степени его поглощения и биосовместимости.

**35.МБ.97. Моделирование и расчет неорганических кожухотрубчатых мембран для перлиации пара.** Modeling and simulation of inorganic shell and tube membranes for vapor permeation. *Perez P., Olujiz Z., De Graauw J., Jansens P. J.* Chem. Eng. and Process.. 2006. 45, № 11, с. 973–979. Англ.

**35.МБ.98. Комплексные мембранные технологии для очистки сточных вод предприятий машиностроительного профиля.** *Поворов А. А., Павлова В. Ф., Ерохина Л. В., Шиненкова Н. А.* Экол. пр-ва. 2006, № 3, прил. Металлургия и машиностроение, с. 14–15. Рус.

Для очистки сточных вод предприятий машиностроительного профиля используются различные технологии, в том числе мембранные с применением комплексных установок, состоящих из блоков модульного типа. Эти блоки могут функционировать как в едином цикле очистных сооружений, так и в качестве локальных систем очистки отдельных потоков. Использование комплексных установок блочно-модульного типа на основе мембранных и гибридных технологий схем, обеспечивает: создание экологически безопасных производств, исключаящих слив сточных вод в канализацию, на рельеф местности, в водоемы рыбохозяйственного назначения; организацию замкнутого водооборота на предприятиях при степени использования воды не менее 95%; возврат в производственный цикл 70-90% ценных продуктов в виде

регенерированных технологических сред, что значительно снижает техногенную нагрузку на окружающую среду; существенное уменьшение объемов утилизируемых твердых отходов; снижение на 10-20% эксплуатационных затрат за счет экономии электроэнергии, сырья и материалов, трудозатрат ввиду создания высокотехнологичных ресурсосберегающих процессов.

**35.МБ.99. Проницаемость кислорода и двухфазные композиционные материалы  $Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}-La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3-6}$ .** Oxygen permeation and stability of  $Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}-La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3-6}$  dual-phase composite. Wang Bo, Zhan Min-chuan, Zhu De-Chun, Liu Wei, Chen Chu-Sheng (Китай, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui). J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8, с. 625–628. Англ.

Трубчатая мембрана  $Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}$  (60 об.%) -  $La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3-6}$  была получена по стандартной керамической технологии. Проницаемость кислорода через мембрану определяли при выдерживании внешней оболочки в контакте с воздухом, а внутренней в контакте с He или CO. При 950°C и градиенте воздух/He поток кислорода равен  $9,2 \times 10^{-9}$  моль $\times$ см $^{-2}\times$ с $^{-1}$ , а при 930°C и градиенте воздух/CO поток равен  $3,2 \times 10^{-8}$  моль $\times$ см $^{-2}\times$ с $^{-1}$ . Трубчатая мембрана обладает высокой стабильностью в восстановительной среде и при повышенных температурах. Скорость проницаемости кислорода может быть увеличена путем модифицирования поверхности и уменьшения толщины мембраны.

**35.МБ.100. Моделирование реактора с пористой керамической мембраной для производства водорода.** Simulation of a porous ceramic membrane reactor for hydrogen production. Yu W., Ohmori T., Yamamoto T., Endo A., Nakaiwa M., Hayakawa T., Itoh N. Int. J. Hydrogen Energy. 2005. 30, № 10, с. 1071–1079. Англ. Исследование систематич. моделирования было проведено с целью сравнения эффективности пористых керамич. мембран для получения H<sub>2</sub> путем риформинга паров CH<sub>4</sub>. Результаты показывают, что преобразования метана были выше равновесного состояния, которое могло быть достигнуто в мембранном реакторе. Сопоставлялись изотермич. и неизотермич. модели. Установлено, что влияние различных параметров процесса (температура реакции, давление, скорость подачи молярного CH<sub>4</sub>) имеет различные последствия, которые были проанализированы.

**35.МБ.101. Теоретический анализ роли границ раздела в транспортных процессах через мембраны со смешанной ионной (по ионам кислорода) и электронной проводимостью.** Theoretical analysis of the role of interfaces in transport through oxygen ion and electron conducting membranes. Virkar Anil V. J. Power Sources. 2005. 147, № 1–2, с. 8–31. Англ.

Обсуждаются процессы переноса ионов кислорода и электронов через мембраны со смешанной проводимостью и границы их раздела с электродами. Рассмотренные транспортные

уравнения приложимы к различным электрохимич. системам (топливные элементы, электрохимич. насосы). Рассмотрена целесообразность использования трехэлектродных ячеек для исследования поляризации электродов. Показано, что в таких условиях м. б. значительные ошибки в измерении поляризации, особенно при высоких напряжениях, приложенных к ячейке.

**35.МБ.102. К вопросу о причинах отклонений значений проницаемости водорода через металлы от закона Ричардсона.** Примаков Н. Г., Руденко В. А., Казарников В. В., Биржевой Г. А.. Препр. ФЭИ. 2006, № 3072, с. 1–8. Рус.

Сделана попытка объяснить наблюдающиеся на практике отклонения экспериментальных зависимостей потоков изотопов водорода через металлы от давления водорода и толщины мембраны, от теоретич. зависимости, описываемой уравнением Ричардсона. Показано, что при малых давлениях водорода и малых толщинах исследуемых мембран эти отклонения м. б. обусловлены конечным значением коэффициента диффузии водорода в газовой фазе по трубопроводам установок, применяющихся для определения параметров.

**35.МБ.103. Иерархично мезопористые силикатные материалы, получаемые с использованием одноосно ориентированных полипропиленовых мембран и поверхностно-активных веществ, способствующих их равномерному распределению.** Hierarchically mesoporous silica materials prepared from the uniaxially stretched polypropylene membrane and surfactant templates. Wang Xiacong, Ma Jin, Liu Jin, Zhou Chen, Zhao Yan, Yi Shouzhi, Yang Xhenzhong. Nanotechnology. 2006. 17, № 15, с. 3627–3631. Англ.

Иерархичномезопористые силикатные материалы (МСМ) с бимодальным распределением получают золь-гель способом на основе одноосноориентированных ПП-мембран в присутствии ПАВ, способствующих их равномерному распределению. Регулярность распределения и морфология МСМ охарактеризованы методами просвечивающей электронной микроскопии, дифракции рентгеновских лучей и по анализу ПВ методом Брунауэра-Эмметта-Теллера. Поры, получаемые при удалении микрофибрилл ПП-мембран, имеют широкое распределение по размерам при среднем диаметре 13 нм. Малые мезопоры, образуемые ПАВ, имеют узкое распределение при среднем размере 3,9 нм.

**35.МБ.104. Высокопроизводительные ультрафильтрационные мембраны, полученные электроформованием ПАН с хитозановым покрытием.** High flux ultrafiltration membranes based on electrospun nanofibrous PAN scaffolds and chitosan coating. Yoon Kyunghwan, Kim Kwangsok, Wang Xuefen, Fang Dufei, Hsiao Benjamin S., Chu Benjamin. Polymer. 2006. 47, № 7, с. 2434–2441. Англ.

Высокопроизводительные ультра- и нанофильтрационные волоконные Мб для фильтрации воды получены методом

электроформования ПАН с ПК из хитозана. Нановолокна ПАН имеют диаметр 124-720 нм и пористость около 70%, а ПК из хитозана имеет толщину около 1 мкм. Такие волоконные Мб особенно пригодны для очистки сточных вод, содержащих масло.

**35.МБ.105. Свойства полисульфоновых мембран в форме полого волокна, модифицированных меркаптаном (PSF-SH). Применение мембран PSF-SH для выделения ионов ртути.** Preparation of polysulfone hollow fiber affinity membrane modified with mercapto and its recovery properties. II. Preparation of PSF-SH hollow fiber affinity membrane for recovery of  $Hg^{2+}$ . Wang Bing, Cheng Bowen, Cui Yongfang. J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, № 6, с. 4795–4803, 9 ил.. Библ. 12. Англ.

Исследовали выделение ионов  $Hg^{2+}$  из растворов с использованием полого волокна из PSF-SH. Рассмотрено влияние pH раствора и добавки NaCl на эффективность выделения  $Hg^{2+}$ . Рассмотрено использование таких мембран в хроматографии. Построены изотермы адсорбции Лэнгмюра для таких мембран.

**35.МБ.106. Прогиб резиновой мембраны.** Deflections of a rubber membrane. Selvadurai A. P. S. J. Mech. and Phys. Solids. 2006. 54, № 6, с. 1093–1119. Англ.

Рассмотрены проблемы поперечного прогиба резиновой Мб, закрепленной по окружности. Проведены одноосные эксперименты для оценки сложного поведения резинового материала с использованием нескольких составных моделей. Установлена зависимость квазистатич. нагружение-перемещение жесткого сферич. индентора, который осуществляет контролируемое перемещение резиновой Мб и определяет форму прогиба Мб при определенном уровне нагрузки. Изучен как асимметрич., так и симметричный относительно осей прогиб резиновой Мб. Проведено сравнение эксперим. результатов с результатами компьютерного моделирования.

**35.МБ.107. Имобилизация липазы фильтрацией на специально сконструированную микроструктуру в композиционной мембране ацетат целлюлозы/политетрафторэтилен.** Immobilization of lipase by filtration into a specially designed microstructure in the CA/PTFE composite membrane. Xu Jian, Wang Yujun, Hu Yu, Luo Guangsheng, Dai Youyuan. J. Mol. Catal. B. 2006. 42, № 1–2, с. 55–63. Англ.

**35.МБ.108. Модель диффузионного переноса в порах, позволяющая предсказать характеристики мембранных процессов.** A pore diffusion transport model for forecasting the performance of membrane processes. Tu Shih-Chieh, Ravindran Varadarajan, Pirbazari Massoud. J. Membr. Sci.. 2005. 265, № 1–2, с. 29–50. Англ.

В мембранных (МБ) процессах, протекающих в водной фазе, часто встречаются трудности из-за загрязнения природными органическими веществами (ПОВ). Разработана модель пере-

носа в МБ, учитывающая роль ПВ и внутреннее загрязнение пор, позволяющая предсказать проникающий поток и изменения концентраций. Модель рассматривает сопротивление, связанное с материалом МБ, концентрационную поляризацию, образование геля, загрязнение внутри пор. Измерение краевого угла использовано для оценки гидрофобности и потенциала загрязнения МБ. Показано, что полиэфирсульфоновая ультрафильтрационная МБ, НФК-131, является более гидрофобной и, следовательно, более подверженной органич. загрязнению, чем сшитая ароматич. полиамидная нанофильтрационная СБ, НФ-70. Испытания фильтрационных МБ проведены на грунтовой воде, содержащей ПОВ, при различных условиях для оценки величины снижения потока проникновения из-за загрязнения, а также для определения концентрационных профилей. Модель обеспечивает удовлетворительные результаты, совпадающие с экспериментом. Данные моделирования и исследования чувствительности являются хорошей теоретич. основой для получения зависимости сопротивления переноса компонентов от различных входных параметров. Эти параметры включают коэффициент массопереноса, динамич. вязкость р-ра, сопротивление МБ, сопротивление на единицу толщины слоя геля.

**35.МБ.109. Микроструктура и кислородная проницаемость  $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{0.9}Ga_{0.1}O_{3-\delta}$  мембраны, содержащей оксид магния в качестве частиц второй дисперсной фазы.** Microstructure and oxygen permeability of a  $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{0.9}Ga_{0.1}O_{3-\delta}$  membrane containing magnesia as dispersed second phase particles. Etchegoyen Gregory, Chartier Thierry, Julian Aurelie, Del-Gallo Pascal. J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 1, с. 86–95. Англ.

Приготовлены плотные, смешанной проводимости  $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{0.9}Ga_{0.1}O_{3-\delta}$  мембраны (LSFG-МБ) с различным содержанием MgO в качестве частиц второй фазы для оценки влияния включений оксида магния (ВОМ) на стехиометрические, микроструктурные характеристики LSFG-МБ и на проницаемость по кислороду. Исследования методами рентгенографии и энергодисперсионной спектроскопии на спеченных таблетках показали, что ВОМ ведут себя инертно в отношении матрицы фазы LSFG-МБ, состав которой не меняется вне зависимости от содержания ВОМ. Материал LSFG-МБ синтезирован в твердом состоянии и подвергся спеканию при 1250-1350°C. Т-ра спекания сильно зависит от структуры LSFG-МБ, поскольку наблюдались быстрый рост гранул и увеличение плотности с увеличением т-ры. Небольшие количества частиц ВОМ, от 2 до 10 об.%, значительно сокращают размер гранул спекшегося образца и приводят к возможности получения высокой плотности в широком диапазоне т-р спекания. Экспериментальные данные по среднему размеру гранул LSFG-МБ в зависимости от количества второй фазы ВОМ сопоставлены с численной литературной моделью. Скорость проникновения кислорода через чистую

LSFG-МБ и композиционную, плотную МБ, LSFG-МБ/MgO, измерена при условиях градиента системы воздух/аргон в т-рном интервале от 825 до 975°C. Обсуждают результаты для объяснения улучшения потока через композитные МБ.

**35.МБ.110. Оценка свойств закрепленных мембран на основе ионных жидкостей с помощью спектроскопии электрического импеданса.** Electrical impedance spectroscopy characterisation of supported ionic liquid membranes. *Fortunato Raquel, Branco Luis C., Afonso Carlos A. M., Benavente Juana, Crespo Joao G.* J. Membr. Sci.. 2006. 270, № 1–2, с. 42–49. Англ.

Закрепленные жидкие мембраны (ЗЖМБ) приготовлены иммобилизацией ионных жидкостей при комнатной т-ре (ИЖКТ),  $[C_n\text{MIM}]PF_6$  ( $n=4$  и  $8$ ) и  $[C_{10}\text{MIM}]BF_4$ , на поливинилиденую поддерживающую МБ. Свойства МБ оценены с помощью спектроскопии электрического импеданса (СЭИ). Данная неагрессивная методика позволила определить электрич. свойства образцов, такие как электрич. сопротивление и емкость при рабочих условиях в контакте с р-рами соли. Принимая во внимание, что содержание воды в ИЖ может существенно влиять на физико-химич. свойства, проводили измерения (через регулярные интервалы времени) импеданса ЗЖМБ, помещенных между двумя водными р-рами, для того чтобы определить вклад воды внутри ИЖКТ в электрич. свойства ЗЖМБ. Электрич. сопротивление ЗЖМБ и его изменение в течение длительного времени работы было использовано в качестве физич. параметра для идентификации присутствия/потери ИЖ в порах носителя. Дополнительно проведено сопоставление результатов СЭИ, полученных для ЗЖМБ и для простых закрепленных МБ, чтобы собрать информацию об электрич. изменениях, связанных с наличием ИЖ в порах.

**35.МБ.111. Массоперенос при жидкостно-жидкостной экстракции с использованием мембран на основе небольших фракций волокнистой набивки.** Mass transfer in liquid-liquid membrane-based extraction at small fiber packing fractions. *Asimakopoulou A. G., Karabelas A. J.* J. Membr. Sci.. 2006. 271, № 1–2, с. 151–162. Англ.

Представлены результаты тщательно контролируемых экспериментов по массопереносу, подтверждаемые теоретич. анализом. Испытания проведены на пяти микропористых, почти параллельных волокнах (закрепленных внутри трубчатого стеклянного кожуха) с целью изучения массопереноса в случае контролируемого сопротивления со стороны кожуха. Подаваемая фаза, протекающая со стороны кожуха, является водным р-ром либо бензальдегида, либо 2-гексаналя ( $n$ -гексан используют в качестве органич. р-рителя); коэффициенты распределения при 25°C составляют 10 и 57, соответственно. Данные получены при протекании обеих жидкостей друг против друга. Главная особенность исследования - использование небольшого количества волокнистой набивки и высокое

значение числа Шмидта, Sc, со стороны кожуха. Рассмотрена скорость массопереноса на граничном слое р-ра в направлении к внешней ПВ волокна. Результаты сопоставлены с теоретич. моделью и литературными данными. Выведено уравнение в неявной форме для изменения концентрации вдоль волокон в р-ре органич. р-рителя. Получено хорошее соответствие теории и эксперимента. Важное значение работы касается массопереноса со стороны кожуха, для которого характерна зависимость  $Sy \times Sc^{13}$  от числа Рейнольдса.

**35.МБ.112. Свойства растворов и свойства мембран на основе смесей полидиметилсилоксана с полиуретанами с различными типами гибких сегментов.** The solution properties and membrane properties of polydimethylsiloxane waterborne polyurethane blended with the waterborne polyurethanes of various kinds of soft segments. *Yen Meng-Shung, Tsai Ping-Yuan, Hong Po-Da.* Colloids and Surfaces. A. 2006. 279, № 1–3, с. 1–9. Англ.

В данном исследовании использованы различные типы гибких сегментов таких как сегменты сложных эфиров типа Polyol (поликапролактон, PCL) и сегменты простых эфиров типа Polyol (полиэтиленгликоль, PEZ; полипропиленгликоль, PPG; политетраметилэтиленгликоль, PTMG) для синтеза различных типов сложных и простых эфиров полиуретанов (waterborne PU, WBPU). Кроме того, использовали полидиметилсилоксан (PDMS) в кач-ве гибкого сегмента для синтеза MS-PU, который был смешан в различных количествах с различными типами WBPU для изучения св-в растворов и структуры поверхности мембран на основе каркаса WBPU и смесей WBPU. При смешении MS-PU с WBPU (вне зависимости от типа последнего) размер частиц р-ра повышается с повышением количества MS-PU. Среди различных WBPU для сложных эфиров серии PCL 1250 размер частиц повышается с повышением количества MS-PU в смеси (и он больше, чем размер частиц сетки WBPU). Рассмотрены и др. типы смесей. С повышением содержания MS-PU краевой угол различных WBPU по отношению к ткани Nylon уменьшается. При увеличении молек. веса гибкого сегмента PEG краевой угол для р-ра WBPU повышается. Рассмотрены св-ва поверхностей мембран и для др. составов.

**35.МБ.113. Неорганическо-органические гибридные мембраны с протонной проводимостью в безводной среде полученные из 3-аминопропилтриэтоксисилана и серной кислоты “золь-гель”-методом.** Inorganic-organic hybrid membranes with anhydrous proton conduction prepared from 3-aminopropyltriethoxysilane and sulfuric acid by the sol-gel method. *Tezuka Teruaki, Tadanaga Kiyoharu, Hayashi Akitoshi, Tatsumisago Masahiro.* J. Amer. Chem. Soc.. 2006. 128, № 51, с. 16470–16471. Англ.

“Золь-гель”-методом из 3-аминопропилтриэтоксисилана и  $H_2SO_4$  получены неорганическо-органические гибридные

мембраны (МБ) с протонной проводимостью в безводной среде. МБ обладают уникальной структурой: гексагональной фазой, сформированной укладкой в стопку стержнеобразных полисилоксанов с ионными комплексами групп аммония и  $\text{HSO}_4^-$ , вытесненными наружу. МБ показали высокую проводимость,  $2 \times 10^{-3}$  С/см при 200°C в сухой атмосфере. В МБ протоны, по-видимому, мигрируют через внешнюю сторону стержнеобразных полисилоксанов вдоль связанных водородной связью цепей, сформированных среди анионов  $\text{HSO}_4^-$ .

**35.МБ.114. Получение мембраны из цеолита NaA с высокой селективной проницаемостью с использованием модифицированного метода перехода из паровой в твердую фазу.** Preparation of NaA zeolite membrane with high permeability by using a modified VPT method. *Cheng Zhi-Lin, Chao Zi-Sheng, Wan Hui-Lin.* Chem. Lett.. 2006. 35, № 9, с. 1056–1057. Англ.

Разработан новый метод получения мембраны из цеолита NaA высокого качества. Метод включает две стадии, а именно, предварительное образование зародышей и вторичный рост, причем обе стадии осуществляются в условиях перехода из паровой в твердую фазу.

**35.МБ.115. Метод оценки межфазной разности потенциалов в электромембранной системе с анионообменной мембраной MA-41 и щелочными растворами глицина.** Дьячкова Н. Г., Паришина А. В., Бобрешова О. В., Кулинцов П. И., Загородных Л. А., Полуместная К. А.. Сорбц. и хроматогр. процессы. 2006. 6, № 5, с. 666–674. Рус.

На основании ранее разработанной и запатентованной методики по оценке межфазной разности потенциалов в электромембранной системе с солянокислыми растворами аминокислот и катионообменными мембранами предложен метод оценки межфазной разности потенциалов для электромембранной системы со щелочными растворами аминокислот и анионообменной мембраной. Успешно решена проблема устранения влияния диффузионных потенциалов. В качестве измерительных предложено использовать хлорсеребряные электроды, контактирующие с рабочими растворами через солевые мостики. По уравнению Гендерсона подобраны соотношения концентраций в солевых мостиках таким образом, чтобы суммарный вклад диффузионных потенциалов в общую ЭДС цепи был минимален.

**35.МБ.116. Нанокристаллических тонких пленок ZnSe: изучение поверхностной морфологии и физических свойств.** Use of modified chemical route for ZnSe nanocrystalline thin films growth: Study on surface morphology and physical properties. *Kale R. B., Lokhande C. D., Mane R. S., Sung-Hwan Han.* Appl. Surface Sci.. 2006. 252, № 16, с. 5768–5775. Англ. Методом осаждения в химич. ванне получены тонкие пленки ZnSe. Выполнена оптимизация параметров осаждения, таких как концентрация, pH и число циклов осаждения. Свежеосаж-

денные пленки являются зеркальными и имеют желтоватый цвет. После 2-ч отжига при 473 К изучены структурные, морфологические, оптические и электрич. свойства пленок.

**35.МБ.117. Тенденции и перспективы применения мембранных технологий в системах водоснабжения и водоотведения.** Белогорский А. А., Лапшин В. К.. Водоочистка. 2006, № 5, с. 33–36. Рус.

Основные факторы, стимулирующие внедрение мембранных технологий: безопасность питьевой воды, возросшие требования к качеству обработки сточных вод, стремительный рост водопотребления и необходимость модернизации существующего оборудования водоснабжения. Мембранные технологии являются реальной альтернативой традиционным технологиям подготовки питьевой и промышленной воды, а также в обработке муниципальных и промышленных сточных вод. Удельные затраты на обработку воды мембранами не только стали сопоставимы с традиционными методами, но и неуклонно снижаются. Интенсивно ведутся работы по созданию новых механически, химически и термостойких мембран. Рынок мембранных технологий стремительно растет и только в Европе в период с 2003 г. до 2010 г. оценивается в несколько десятков миллиардов долл. США.

**35.МБ.118. Опыт применения мембранных технологий GENERAL ELECTRIC и разработок компании “Гидротех” в промышленности и энергетике.** Судиловский П. С., Стариков Е. Н.(ООО “Гидротех”, Россия). Водоочистка. 2006, № 7, с. 45–46. Рус.

Реальный вклад в продвижение мембранных методов водоподготовки вносят GE Water and Process Technologies и дистрибьютер в России компания “Гидротех”. На концерне “Стирол” в Горловке (Украина) >5 лет эксплуатируются установки обратного осмоса (ОО) суммарной производительностью 1560 м<sup>3</sup>/ч, а с 2004 г. предочистка производится на установках ультрафильтрации на капиллярных мембранах суммарной производительностью 2100 м<sup>3</sup>/ч. После стадии ОО предусмотрена 2-я степень обессоливания на фильтрах смешанного действия, что позволяет получать глубоко деминерализованную воду, используемую как для технологич. целей, так и для парогенерации на котлах высокого давления. Всего поставлено >100 установок на базе комплектующих GE Osmonics по всей России. С 2002 г. в Москве начата собственная сборка мембранных установок серии ЭНЕРГО, которые применяются в энергетике, пищевой промышленности и т. д. Компания “Гидротех” является разработчиком и производителем антискаланта (ингибитора осадкообразования) “ЭнергоСофт”, а также чистящих средств для мембран “ЭнергоТрит” и “ГидроТрит”.

**35.МБ.119. Мобильный мембранный комплекс очистки поверхностной воды.** Белогорский А., Лапшин В., Прохоров С., Рябуха А., Сафин П.. Водоочистка. 2006, № 5, с. 37–39. Рус.

В компании “Karme Filtrs” SIA (группа компаний, московское отделение ООО “КФ Центр”) спроектирован и создан мобильный мембранный комплекс (ММК) обработки воды в контейнерном исполнении. ММК предназначен для проведения испытаний и отработки технологий мембранной очистки поверхностных вод с целью получения питьевой воды и вод технологич. назначения (производства напитков и соков, энергетич. объекты) непосредственно на объектах потребителей вод. Основу оборудования ММК составили две взаимосвязанных мембранных установки: установка ультрафильтрации и установка обратного осмоса.

**35.МБ.120. Технологии сепарации растворов с использованием мембран для нанофильтрации.** Wang Xiao-Lin. Tianjin chengshi jianshe xueyuan xuebao=J. Tianjin Inst. Urb. Constr.. 2003. 9, № 2, с. 82–89. Библ. 8. Кит.; рез. англ.

Указывается, что при глубокой очистке СВ с целью возврата их в рецикл могут использоваться методы нанофильтрации, при этом из СВ извлекаются утилизируемые компоненты, которые могут быть возвращены в технологию. В лабораторных экспериментах исследовались механизмы нанофильтрации с применением растворов сахаридов и их солей, а также двух аминокислот. В опытах трансмембранное давление изменялось от 0,4 до 1 МПа, содержание сахаридов от 0 до 25000 мг/л, на базе полученных данных разработана модель фильтрования, учитывающая величину заряда мембраны, размер пор и т. д.

**35.МБ.121. Строительство полигонов с использованием геосинтетических материалов.** Шлее Ю.. Рециклинг отходов. 2006, № 4, с. 9–11. Рус.

Разработана для гидроизоляции основания полигона ТБО полиэтиленовая геомембрана, позволяющая смонтировать стопроцентно герметичный надежный экран. В качестве же блокировки возможных протечек жидкого фильтрата в грунтовое основание хранилища, которые могут возникнуть в результате повреждения материала в процессе монтажа или эксплуатации, геомембрана укладывается на глиняный замок толщиной слоя минимум 0,6 м, либо на бентонитовые маты. Общеизвестным гидроизоляционным материалом является геомембрана на основе полиэтилена высокой плотности (HDPE) толщиной от 1,0 до 2,5 мм, выпускаемая в рулонах. Данный материал включен в нормативные документы о строительстве полигонов по захоронению отходов всех европейских стран, в том числе в СНиП Московской области и других субъектов РФ.

**35.МБ.122. Реакция конверсии водяного газа в мембранном реакторе, использующем мембрану SiO<sub>2</sub> на подложке из пористой нержавеющей стали.** WGS reaction in a membrane reactor using a porous stainless steel supported silica membrane. Brunetti A., Barbieri G., Drioli E., Lee K.-H., Sea B., Lee D.-W. Chem. Eng. and Process.. 2007. 46, № 2, с. 119–126. Англ.

Изучен способ получения водорода методом каталитич. конверсии водяного газа в мембранном реакторе, использующем мембрану SiO<sub>2</sub> на подложке из пористой нержавеющей стали, при 220–290°C и давлениях 0,2–0,6 МПа. Наилучший результат (95% конверсии CO) достигнут при 280°C и давлении 0,4 МПа.

**35.МБ.123. Новая протон-проводящая мембрана на основе политетрафторэтилена.** A novel PTFE-based proton-conductive membrane. Reichman S., Duvdevani T., Aharon A., Philosoph M., Golodnitsky D., Peled E. J. Power Sources. 2006. 153, № 2, с. 228–233. Англ.

Предлагается новая мембрана (МБ) на основе тв. полимерного электролита для систем топливных элементов (ТЭ). МБ способна выдержать температуры >130°C при пониженном содержании катализатора (КТ) на электроде (Э), а также обладает пониженной склонностью к отравлению СО. Разработанная МБ имеет низкую стоимость, высокую электропроводность и представляет собой нанопористую протон-проводящую МБ на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ). МБ включает непроводящий наноразмерный керамич. порошок, связующее для ПТФЭ и водную кислоту. Исследованы процессы изготовления и характеристики МБ методами сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионной спектроскопии, измерения распределения размера пор, термогравиметрич. анализа-дифференц. термич. анализа и электрохимич. методами. Ионная проводимость МБ, дозированной 3 М Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, увеличивается с увеличением содержания керамич. порошка и достигает 0,22 см/см при 50 об.% Si. Собран неоптимизированный метанольный ТЭ прямого действия с МБ толщиной 250 мкм. Характеристики ТЭ: 50 и 130 мВт/см<sup>2</sup> при 80 и 130°C, соотв. Дальнейшие исследования будут направлены на усовершенствование процесса изготовления, снижения толщины МБ и использование МБ в ТЭ с Н<sub>2</sub> в качестве топлива.

**35.МБ.124. Получение и хиральная селективность BSA-модифицированной керамической мембраны.** Preparation and chiral selectivity of BSA-modified ceramic membrane. Su Cai Lian, Dai Rong Ji, Tong Bin, Deng Yu Lin (School of Life Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081). Chin. Chem. Lett.. 2006. 17, № 5, с. 649–652. Библ. 6. Англ.

Аффинно-транспортная система, содержащая пористые керамические мембраны, связанные с бычьим сывороточным альбумином (BSA), использовалась для хирального разделения рацемического триптофана. Получение BSA-модифицированной керамической мембраны включает три стадии. В первой стадии мембрана модифицировалась NH<sub>2</sub>-группами с использованием силанизации с аminosиланом. Во второй стадии модифицированная NH<sub>2</sub>-группами мембрана связывалась с альдегидными группами с применением глутаральдегида. В последней стадии BSA ковалентно связывалась с поверхностью керамической мембраны.

**35.МБ.125. Транспорт в сульфированных полифениленах: протонопроводимость, проницаемость и состояние воды.**

Transport in sulfonated poly(phenylene)s: proton conductivity, permeability, and the state of water. *Hickner Michael A., Fujimoto Cy H., Cornelius Chris J.* Polymer. 2006. 47, № 11, с. 4238–4244. Англ.

Найдено, что транспортные свойства серии сульфированных полифениленов строго коррелируют с ионообменной способностью полимера. Мембраны (МБ) из сульфированных полифениленов показали себя многообещающими в качестве протонообменных МБ для топливных элементов. В общем, эти материалы имеют миним. кроссовер метанола и глюкозы с поддержанием в то же время высокой протонопроводимости, которая необходима для эффективной работы топливных элементов, приводимых жидк. топливами. Протонопроводимость в сочетании с проницаемостью метанола и глюкозы сравнивали с Nafion в качестве функции ионообменной способности. Найдено, что транспорт в МБ типа Nafion был гораздо выше, чем в сульфированных полифениленах для данной ионообменной способности. Содержание воды и ее абсорбированное состояние внутри МБ изучены с помощью ДСК, чтобы понять, как транспортные свойства варьировались между исследованными материалами. Морфология доменов у этих иономеров отражена с помощью просвечивающей электронной микроскопии, чтобы сопоставить морфологич. различия между Nafion и серией сульфированных полифениленов.

**35.МБ.126. Выбор мембранных материалов для разделения  $H_2$ -содержащих смесей: анализ базы данных.** *Алентьев А. Ю., Ямпольский Ю. П., Видякин М. Н., Лазарева Ю. Н.* Высокомолекул. соед.. 2006. 48, № 10, с. 1876–1884. Библ. 44. Рус.; рез. англ.

Рассмотрена связь между хим. структурой и транспортными характеристиками ПИ, которые могут применяться для разделения водородсодержащих смесей. Подробно рассмотрено влияние различных функциональных групп: кето-, окси-, метокси-, amino- и др. ПИ на их транспортные свойства. Показана применимость метода блочных вкладов для предсказания транспортных свойств новых ПИ и поиска перспективных сочетаний диамин-диангидрид. Проведенный эмпирич. анализ Базы данных ИНХС РАН подтвердил перспективность дальнейших исследований новых мембранных материалов для разделения смесей  $H_2/CH_4$  и  $H_2/CO$ .

**35.МБ.127. Мембраны на основе поли(дифенилоксидамино-N-фенилфтальмида) для нанофильтрации органических сред.** *Волков А. В., Паращук В. В., Кузнецов Ю. П., Кононова С. В., Дмитриев Д. В., Трусов Л. И., Волков В. В.* Крит. технол. Мембраны. 2006, № 3, с. 14–24. Библ. 26. Рус.; рез. англ.

Получены лаб. образцы новых мембран (МБ) на основе полиамидоимида ПАИ-ДФФИ для нанофильтрации орг. (не-

водных) сред. МБ имеют асимметричную структуру с характерной пальцеобразной формой пор в подложечном слое. Верхний селективный слой, толщина которого порядка 2 мкм, имеет нанопористую структуру с мономодальным распределением транспортных пор по размерам, при этом максимум приходится на значения кельвиновского диаметра порядка 1,5 нм. Нанофильтрац. характеристики МБ измерялись в экспериментах по разделению растворов модельного красителя (Ремазол Бриллиантовый Синий Р) в различных растворителях (метанол, этанол и ацетон). Величины проницаемости метанола, этанола и ацетона (3,4, 1,4 и 5,5  $kg/m^2 \times atm$ , соотв.) оказались более, чем в 1,5 раза выше аналогичных характеристик пром. нанофильтрац МБ. Одновременно с этим, для МБ ПАИ-ДФФИ наблюдаются высокие значения удерживания исследованного модельного красителя (626,5 Дальтон): 96% в метаноле, 90% в этаноле и 84% в ацетоне. МБ сохраняют нанофильтрац. характеристики и мех. стабильность при трансмембранном давл. в диапазоне 0–6 атм. При увеличении давл. до 20 атм происходит уплотнение мембран в результате схлопывания пористой структуры крупнопористого подложечного слоя с одновременным резким падением проницаемости орг. растворителей через мембрану.

**35.МБ.128. Гибридные композиционные мембраны на основе альгината натрия и монтмориллонита, используемые для дегидратации первапорацией изопропанола, 1,4-диоксана и тетрагидрофурана.** *Novel sodium alginate- $Na^+$ MMT hybrid composite membranes for pervaporation dehydration of isopropanol, 1,4-dioxane and tetrahydrofuran. Bhat Santoshkumar D., Aminabhavi Tejraj M.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 51, № 1, с. 85–94, 7. Табл. 7 ил. Библ. 49. Англ.

Гибридные композитные мембраны (ГКМ) получают смешением 5–10% частиц монтмориллонита натрия с альгинатом натрия и формованием с проведением сшивки в присутствии глутарового альдегида. Исследована способность ГКМ к первапорац. разделению с дегидратацией изопропанола, 1,4-диоксана и ТГФ. Показано, что добавление монтмориллонита натрия увеличивает селективность ГКМ по воде по сравнению с традиц. натрийальгинатными мембранами, также имеющими более низкую проницаемость.

**35.МБ.129. Модификация поверхности полипропиленовых микропористых мембран проведением адсорбции неионных поверхностно-активных веществ.** *Surface modification of polypropylene microporous membranes by the adsorption of non-ionic surfactants. Xie Ya-jie, Yu Hai-yin, Xu Zhi-Kang.* Chin. J. Polym. Sci.. 2006. 24, № 4, с. 421–429, 9 ил. Библ. 20. Англ.

Исследована модификация ПВ полипропиленовых микропористых волокончатых и пластинчатых мембран проведением адсорбции неионных ПАВ марок Tween 20, Tween 40, Tween 60, Tween 80 и Tween 85. Зафиксирован двухмодульный

характер изменения адсорбции в зависимости от концентрации и температуры. Методами ИК-спектроскопии полного отражения с фурье-преобразованием и сканирующей электронной микроскопии с электростатич. эмиссией показано, что адсорбция эффективно протекает на ПВ и в меньшей степени в порах.

**35.МБ.130. Молекулярное моделирование физического старения полимерных мембран.** Molecular simulations of physical aging in polymer membrane materials. *Wang Xiao-Yan, Willmore Frank T., Raharjo Roy D., Wang Xiaochu, Freeman Benny D., Hill Anita J., Sanchez Isaac C.* J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 33, с. 16685–16693. Англ.

Поли-1-триметилсилилпропин-1 (ПСП), имеющий высокую проницаемость, претерпевает быстрое физ. старение со значительной потерей проницаемости для газов и паров. Размеры пустот (свободный объем) и их (его) распределение ПСП подсчитаны для только отлитых и физически состаренных материалов на основе ПСП с использованием алгоритма размера пустот, определенного на энергетич. уровне. Методом молекулярного моделирования определены проницаемость и сорбц. свойства поли-1-триметилсилилпропина-1.

**35.МБ.131. Перенос кислорода и термические свойства SrFe(Al)O<sub>3-δ</sub>-SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> композитных материалов: микроструктурные эффекты.** Oxygen transport and thermomechanical properties of SrFe(Al)O<sub>3-δ</sub>-SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> composites: microstructural effects. *Kharton V. V., Kovalevsky A. V., Yaremchenko A. A., Snijkers F. M. M., Cooymans J. F. C., Luyten J. J., Markov A. A., Frade J. R., Marques F. M. B.* J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8, с. 663–673. Англ.

Измерения проникновения кислорода через Sr<sub>1-x</sub>(FeAl)O<sub>3-δ</sub>-SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> композитные мембраны (МБ) показали значительное влияние условий процесса на поверхностную обменную кинетику, в то время как двухполярная проводимость почти не зависит от микроструктурных факторов. По сравнению с материалом, приготовленным с помощью глицин-нитратного процесса (ГНП), поверхностные ограничения для переноса кислорода значительно выше в случае двойной фазы (SrFe)<sub>0.7</sub>(SrAl<sub>2</sub>)<sub>0.3</sub>O<sub>3.3-δ</sub>, изготовленной из коммерческого порошка, синтезированного аэрозольным пиролизом. Различия в поведении м. б. связано с композиционной неоднородностью в гранулах фазы перовскита при недостатке центров типа А, а также повышенной поверхностной концентрацией границ гранул в случае ГНП-синтезированного композита, который также имеет малый размер гранул, несколько большее т-рное расширение и меньшую общую проводимость. Не обнаружены существенные эффекты для твердости по Викерсу в диапазоне 6.3–6.5 ГПа. Высаживание слоя пористого катализатора на ПВ композита приводит к разрушению МБ. Для изготовления трубчатых МБ МБ использовали технологию холодного изостатического прессования, объединенную с

механич. обработкой, что позволило увеличить удельную ПВ без включения каталитич. активных компонентов.

**35.МБ.132. Свойства и характеристики Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> материалов для мембран, пропускающих кислород.** Properties and performance of Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> materials for oxygen transport membranes. *Vente Jaap F., McIntosh Steven, Haije Wim G., Bouwmeester Henny J. M.* J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8, с. 581–588. Англ.

Рассмотрены характеристики переноса кислорода, стехиометрия кислорода, механическая устойчивость перовскитов Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> (BSCF) и SrCo<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> (SCF) для приложений, связанных с разделением воздуха. Низкая проводимость фазы SCF подтверждена методами дифракции нейтронов, термографического анализа, десорбции с программированием т-ры, однако, эта фаза отсутствует в BSCF при условиях проведенных экспериментов. Хотя оба материала обладают достаточно хорошей проводимостью по кислороду, выше 10 мл/см<sup>2</sup> мин при T=1.273 К и pO<sub>2</sub>=1 бар, для мембран толщиной 200 мкм, BSCF является более предпочтительным материалом благодаря устойчивости его фазы. Однако, устойчивость характеристик BSCF за длительный промежуток времени необходимо подтвердить. Имеет место высокое отклонение от идеальной кислородной стехиометрии для этих материалов, δ>0.6. Коэффициенты т-рного расширения BSCF и SCF равны 24×10<sup>-6</sup> и 30×10<sup>-6</sup>, соответственно, как следует из результатов по дифракции нейтронов. Явление кинетического расслоения наблюдалось при pO<sub>2</sub><10<sup>-5</sup> в результате огрубления поверхности материалов и обогащения ее щелочноземельными металлами. Определены кривые изменения деформации от нагрузки, обнаруживающие медленное изменение свойств из-за нежелательной пластичности при T=1.073 К для SCF. Обсуждаются меры борьбы с механич. и химич. неустойчивостью.

**35.МБ.133. Разработка La<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3-δ</sub> мембраны с плотной поверхностью из пористой трубки YSZ.** Crafting La<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3-δ</sub> membrane with dense surface from porous YSZ tube. *Yin Xiong, Choong Catherine, Hong Liang, Liu Zhaolin.* J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8, с. 643–650. Англ.

Разработана новая конструкция керамической асимметричной трубчатой мембраны (МБ), проницаемой по кислороду, состоящей из пористого Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, стабилизированного ZrO<sub>2</sub> (YSZ) (диам. пор 1 мкм, пористость 31%). МБ обладает сетчатой структурой, состоящей из многочисленных матриц сплава Ag(Pd) (9:1 по весу), с добавкой перовскита типа La<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3-δ</sub> (LSM80, 90 вес.%) и встроенной составляющей исходного LSM80. Компонент сплава Ag(Pd) способствует не только электронной проводимости и улучшению механич. прочности, но также сокращает пористость и размер пор в слое (толщиной 10 мкм), в который его добавили. Пористая структура этого слоя м. б. затем закрыта с помощью

методики нанесения покрытия в р-ре, который содержит в стехиометрическом соотношении соли  $\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ . После высушивания и проведения пиролиза образуются внутри оксида трех металлов. Затем проводят прокаливанию при  $1300^\circ\text{C}$  для обеспечения сцепления в матрице LSM80-Ag(Pd)-LSM80. Такая двойная структура является непроницаемой по газу, что подтверждается миграцией электронов и тестом на проникновение  $\text{N}_2$ . Проникновение  $\text{O}_2$  в такой МБ протекает в диапазоне т-р  $600\text{--}900^\circ\text{C}$ .

**35.МБ.134. Мембранное разделение производственных газов.** Separacja membranowa gazow procesowych. *Bialecka Barbara, Nowak Dariusz*. Pr. nauk. GIG. Gor. i srod.. 2006, № 2, с. 73–80. Пол.; рез. англ.

Представлены результаты исследования возможности повышения содержания водорода в производственном газе на мембранном модуле фирмы UBE. Изучено влияние условий процесса на химич. состав проникающих и задерживаемых продуктов. Процесс протекал в варианте с параллельными потоками, изучено влияние давления и т-ры в подаваемой зоне на результаты разделения. Установлено, что разделение производственного газа при содержании 30% водорода на модуле фирмы UBE и активном полиамидном волокне позволяет получить в одностадийном процессе продукт с повышением содержания водорода на 80% по сравнению с исходным материалом.

**35.МБ.135. Протонообменные мембраны на основе смесей поливинилиденфторида и блоксополимера стирол-(этилен-бутилен)-стирола (ПВДФ/СЭБС).** Proton exchange membranes based on PVDF/SEBS blends. *Mokrini A., Huneault M. A.* J. Power Sources. 2006. 154, № 1, с. 51–58. Англ.

Протонопроводящие полимерные мембраны (МБ) используют в качестве электролита в так называемой протонообменной МБ топливного элемента. Доступные в настоящее время МБ являются полимерами перфторсульфоновой к-ты, относятся к классу иономеров высокой стоимости. Изучены возможности применения для протонообменных МБ полимерных смесей: поливинилиденфторида и блоксополимера стирол-(этилен-бутилен)-стирола (ПВДФ/СЭБС). Смесей ПВДФ/СЭБС приготовлены экструзией с двойным скручиванием, МБ получены в результате протаскивания смеси через валки. СЭБС представляет собой материал с выделенной фазой, в которой блоки полистирола могут селективно функционировать, обеспечивая высокую ионную проводимость. ПВДФ обеспечивает хорошую пространственную стабильность и химич. устойчивость к пленкам. Протонная проводимость пленок получена за счет той части, которая связана с прививкой в твердом состоянии сульфоновой к-ты. Полученные МБ характеризовали в терминах проводимости, ионообменной емкости и поглощения воды. Дополнительно МБ характеризовали их морфологией, микроструктурой и термомеханич. свойствами.

Модифицирование межфазных свойств между СЭБС и ПВДФ явилось ключом к оптимизации свойств смеси. Добавление блоксополимера метилакрилат-бутилакрилат-метилметакрилат улучшило совместимость компонентов смеси благодаря уменьшению агрегатов и улучшению гомогенности, также улучшены механич. св-ва МБ. Достаточно было внести 2 вес.% этого в-ва, чтобы полностью покрыть всю межфазную ПВ для улучшения механич. свойств. Такие МБ показали более высокую проводимость, от  $1.9 \times 10^{-2}$  до  $5.5 \times 10^{-3}$  С/см.

**35.МБ.136. Получение и характеристика композитных мембран на основе модифицированного N-метилефосфоновыми группами и кватернизованного хитозана для разделения электролитов.** Preparation and characterization of N-methylene phosphonic and quaternized chitosan composite membranes for electrolyte separation. *Saxena Arunima, Kumar Arvind, Shahi Vinod K.* J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 303, № 2, с. 484–493. Англ.

Проводили функционализацию хитозана путем введения групп фосфоновой к-ты или кватернизацией имеющихся в хитозане первичных аминогрупп для получения водор-римоного материала. В водной среде из функционализированных хитозанов и поливинилового спирта были получены заряженные нанопористые мембраны (МБ), которые подвергали гелированию в метаноле при  $10^\circ\text{C}$  для регулирования их пористой структуры. Полученные МБ были детально охарактеризованы в отношении их физико-химических, электрохимических св-в и проницаемости с помощью ИК-фурье-спектроскопии, термогравиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии, измерения содержания воды, ионообменной емкости, св-в по переносу ионов и селективной проницаемости.

**35.МБ.137. Влияние тканей на основе ионообменных нановолокон на расщепление воды на биполярной мембране.** Effect of ion-exchange nanofiber fabrics on water splitting in bipolar membrane. *Wakamatsu Yuji, Matsumoto Hidetoshi, Minagawa Mie, Tanioka Akihiko*. J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 300, № 1, с. 442–445. Англ.

Исследовано влияние тканей из ионообменных волокон, полученных осаждением при электрораспылении (ОЭР), на расщепление воды в биполярной композитной мембране (БКМБ). Ткани из очень тонких катионообменных волокон (КОВ) и анионообменных волокон (АОВ) были получены путем ОЭР и последующей химич. модификации и далее использованы как промежуточный слой в БКМБ. Характеристики ток-напряжения (в условиях сдвигов) показали, что ткани из АОВ усиливают расщепление воды. Такие ткани содержали как третичные пиридинные группы, так и четвертичные пиридиниевые группы и обладали высокой уд. поверхностью. Ткани из КОВ, которые содержали сульфокислотные группы и имели недостаточно высокую уд. поверхность, снижали процесс расщепления воды.

**35.МБ.138. Изучение характера поверхности как решающего фактора для регулирования межфазных сил на межфазной поверхности мембрана-питающая среда.** Study of the surface character as responsible for controlling interfacial forces at membrane-feed interface. *Gugliuzza A., Fabiano R., Garavaglia M. G., Spisso A., Drioli E.* J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 303, № 2, с. 388–403. Англ.

Рассмотрена роль межфазных сил в интерактивных процессах, включающих поверхность (ПВ) мембраны (МБ) и проникающих через нее молекулы. Оценен характер ПВ, регулирующий процесс растворения некоторых соединений ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ ), в соответствии с супрамолекулярной химией МБ на основе 80РТМО/РА12. ИК-анализ в сочетании с определением гидрофильных и гидрофобных доменов на ПВ МБ предоставил полезную информацию о распределении, активности и доступности полярных структурных единиц ПВ МБ, ответственных за сорбцию при проникновении. На основании полученных результатов сделан вывод, что количественная оценка реакционной способности ПВ МБ по отношению к специфическим молекулам позволяет разработать предсказательные модели по поведению МБ при разделениях и создать селективные МБ.

**35.МБ.139. Первапорационное удаление бензола из водного раствора через композитные мембраны на основе супрамолекулярно наполненного каликсареном полидиметилсилоксана.** Pervaporative removal of benzene from aqueous solution through supramolecule calixarene filled PDMS composite membranes. *Wu Hong, Liu Liang, Pan Fusheng, Hu Changlai, Jiang Zhongyi.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 51, № 3, с. 352–358. Англ.

Разработана новая композитная мембрана (МБ) с использованием супрамолекулярно наполненного каликс[4]ареном полидиметилсилоксана (ПДМС) в кач-ве верхнего активного слоя и нетканого полотна в кол-ве поддерживающего слоя для первапорационного удаления бензола из воды. По сравнению с гомогенной МБ на основе ненаполненного ПДМС композитная МБ обладает более высокой степенью разделения и более высоким потоком бензола, а именно, в 1.8 и 3.2 раза, соответственно. Исследовано влияние первапорационных рабочих параметров, таких как число Рейнольдса питающей среды, конц-ия бензола в питающей среде, давление направленного вниз потока и рабочая т-ра, на поток пермеата и степень разделения.

**35.МБ.140. Ускорение диффузии водных растворов  $\text{CoCl}_2$  в мембране из пористого стекла в присутствии хлоридов щелочных металлов.** *Стримова Е. С., Пак В. Н.* Ж. прикл. химии. 2006. 79, № 10, с. 1728–1730. Рус.

Определены коэффициенты диффузии водного 0.1 М раствора хлорида кобальта(2+) в стеклянной мембране с преобладающим радиусом пор 45 нм в присутствии хлоридов лития,

калия и цезия концентрацией 0.5-3.0 М. Рассмотрены особенности влияния природы сопутствующих электролитов на скорость диффузионного транспорта  $\text{CoCl}_2$ .

**35.МБ.141. Диффузионные пограничные слои при электродиализе.** *Шапошник В. А., Васильева В. И., Григорчук О. В.* Электрохимия. 2006. 42, № 11, с. 1340–1345. Библ. 20. Рус. Описан лазерно-интерферометрический метод прямого измерения толщин диффузионных пограничных слоев, примененный нами для исследования электромембранных процессов. Измерены и сопоставлены с теоретическими величинами толщины диффузионных пограничных слоев при плотностях тока меньше и больше предельных диффузионных. Показано, что в узких каналах секций электродиализатора при высоких плотностях тока происходит перекрывание диффузионных пограничных слоев, которое меняет традиционные представления о диффузионном пограничном слое. Дана интерпретация изменения толщины диффузионного пограничного слоя при плотностях тока выше предельных диффузионных.

**35.МБ.142. Мембрана из нафiona, модифицированная поли-(3,4-этилендиокситиофеном), для использования в прямых метанольных топливных элементах.** *Ли Л., Дриллет Й.-Ф., Макова З., Диттмайер Р., Юттнер К.* Электрохимия. 2006. 42, № 11, с. 1330–1339. Библ. 31. Рус.

Мембраны из нафiona 117 были модифицированы поли(3,4-этилендиокситиофеном) (ПЭДОТ) методом электрохимической полимеризации 3,4-этилендиокситиофена с  $\text{H}_2\text{O}_2$  или  $\text{FeCl}_3$  в двухкамерной ячейке. В зависимости от окислителя и условий полимеризации ПЭДОТ осаждался в виде тонкой пленки на поверхности мембраны ( $\text{FeCl}_3$ ) или внутри нафionовой мембраны ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Исследовано снижение ионной проводимости и проницаемости мембраны для метанола в зависимости от продолжительности полимеризации: при использовании  $\text{H}_2\text{O}_2$  в качестве окислителя получена линейная зависимость, а при использовании  $\text{FeCl}_3$ -зависимость типа  $t^{1/2}$ . Вклады ПЭДОТ и нафiona в полную проводимость композитной мембраны разделены с помощью измерений импеданса. Мембраны, модифицированные ПЭДОТ при использовании с  $\text{FeCl}_3$  в качестве окислителя, были протестированы в условиях, приближенных к условиям работы топливных элементов с прямым окислением метанола (ПМТЭ). Проницаемость мембраны по метанолу была изучена при работе топливного элемента в режиме электролиза. Влияние мембраны, модифицированной ПЭДОТ, на вольтамперные характеристики ПМТЭ было изучено с использованием 2 М  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{O}_2$  при давлении 122 кПа(абс) при 80°C. Путем горячего прессования мембраны, модифицированной ПЭДОТ, между двумя коммерческими газодиффузионными электродами (содержание платины 1 мг/см<sup>2</sup>) были изготовлены мембранно-электродные блоки (МЭБ). По сравнению с МЭБ с мембраной из чистого нафiona у МЭБ с мембраной, моди-

фицированной ПЭДОТ (продолжительность полимеризации 1 ч), проницаемость по метанолу понижена на 25%. Однако в целом технические характеристики ПМТЭ понизились на такую же величину: максимальная плотность мощности МЭБ с нафионовой мембраной 117, модифицированной ПЭДОТ, составила 36 Вт/см<sup>2</sup>, а МЭБ той же немодифицированной мембраной - 45 Вт/см<sup>2</sup>.

**35.МБ.143. Интегрированный мембранный способ получения питательного сока киви.** Integrated membrane process for the production of highly nutritional kiwifruit juice. *Cassano A., Figoli A., Tagarelli A., Sindona G., Drioli E.* Desalination. 2006. 189, № 1–3, с. 21–30. Англ.

Разработан в лабораторном масштабе интегрированный мембранный способ получения концентрированного сока киви и извлечения его ароматизирующих веществ. Свеже депектинизованный сок киви осветлен ультрафильтрацией. Повышение концентрации осветленного сока осуществлено осмотич. дистилляцией, которая является альтернативным методом традиционному упариванию под вакуумом для доведения общего содержания твердых растворимых веществ выше 60°C по Бриксу при 25°C. Опыты по диффузионному испарению проведены перед и после каждой операции на мембранной установке для идентификации лучшего способа, при минимальных потерях ароматизирующих соединений. Для большинства этих соединений обнаружено, что коэффициент обогащения в прошедшем через мембрану соке выше, тем в осветленном и концентрированном соке. Эти результаты позволяют сделать предположение об использовании диффузионного испарения для удаления и обогащения ароматизирующих соединений непосредственно из свежего сока перед повышением его концентрации. Оценено также влияние ультрафильтрации и осмотич. дистилляции на общую противокислительную активность и содержание аскорбиновой кислоты в соке киви. На основании полученных результатов предложена схема интегрированного мембранного способа получения весьма питательного сока киви.

**35.МБ.144. Анализ с использованием жидкостной мембраны на микроиммуноподложке.** A micro-immuno supported liquid membrane assay ( $\mu$ -ISLMA). *Tudorache Madalina, Emneus Jenny.* Biosens. and Bioelectron. 2006. 21, № 8, с. 1513–1520. Англ.

Для очистки, концентрирования и детектирования симазина в миниатюрном отдельном картридже разработан хемилюминесцентный анализ с использованием жидкостной Мб на микроиммуноподложке. Система основана на самосборочном монослое, причем дитиобис(11-аминоундекангидрохлорид) обеспечивает высокие кажущиеся эффективность экстракции и коэф. концентрирования ( $E_{\text{app}}=136\%$  и  $E_{\text{c app}}=544$  соотв.), что приводит к получению ПРО, равного 0,1 нг/л. Исследованы влияния природы монослоя и антитела, а также матрицы образца на параметры экстракции и чувствительность.

**35.МБ.145. Исследование золь-гельной мембраны для ртути(2+), сделанной из органически модифицированных силикатов.** *Guo Liang-Qia, Zhang Wei, Yan Jian-feng, Lin Xu-cong, Xie Zeng-hong, Chen Guo-nan*(Institute of Food Safety and Environmental Monitoring, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China). *Guangpuxue yu guangpu fenxi=Spectrosc. and Spectral Anal.* 2006. 26, № 7, с. 1281–1284. Библ. 23. Кит.; рез. англ. Для определения Hg(2+) разработан фотохим. сенсор, состоящий из органически модифицированных силикатов. Чувствительные для Hg(2+) флуоресцирующие золь-гельные пленки приготовлены совместной конденсацией тетраметоксисилана и диметилдиметоксисилана и флуоресцирующего индикатора 5, 10, 15,20-тетра-п-сульфатофенилпорфирина Na, включенного в золь-гель в форме ионных пар с цетилтриметиламмонийбромидом. Оптимизированы процессы приготовления и работы золь-гельной Мб. ГГ линейен в области концентраций Hg(2+) от  $1,0 \times 10^{-5}$  до  $1,0 \times 10^{-4}$  М в буфере Tris-HCl при pH 8,0 при быстром отклике и хорошей повторяемости. Отмечена хорошая селективность сенсора в присутствии других ионов металлов.

**35.МБ.146. Новые области применения мембранных клапанов.** *Буземайер В.*(Фирма KSB Aktiengesellschaft, Германия). Хим. и нефтегаз. машиностр.. 2006, № 8, с. 32–33, 4 ил.. Рус. Мембранные клапаны используются в промышленных установках в течение многих десятилетий, области их применения различны. В тех случаях, когда надежность эксплуатации оборудования определяется отсутствием застойных зон в трубопроводной арматуре, мембранные клапаны наиболее эффективны по сравнению с клапанами других типов. Конструктивное исполнение мембранного клапана позволяет не только предотвращать скопление остатков продукта в самом клапане, но и осуществлять полное опорожнение присоединенных к нему трубопроводов. Эта особенность является решающим фактором при выборе запорных органов, особенно в стерильном производстве: фармацевтике, биотехнологии и т. д..

**35.МБ.147. Селективность мембран при обратном осмосе.** *Резников А. А., Шапошник В. А.* Сорбц. и хроматогр. процессы. 2006. 6, № 6, ч. 2, с. 1032–1035. Библ. 6. Рус.

Приведены результаты неэмпирич. расчета фрагмента ацетилцеллюлозной Мб. Вычисленные межъядерные расстояния и электрич. заряды атомов позволили рассчитать энергии взаимодействия между атомами кислорода Мб, молекулами воды и электролита и предложить, что удерживание электролита отрицательно заряженной поверхностью Мб определяется электростатич. притяжением катионов электролита атомами кислорода.

**35.МБ.148. Выбор мембран для тупиковых микро- и ультрафильтрационных волоконных аппаратов с подачей суспензии к наружной поверхности волокон.** *Поляков*

Ю. С., Казенин Д. А.. Теор. основы хим. технол.. 2007. 41, № 1, с. 61–70. Библ. 10. Рус.

С помощью разработанной мат. модели, учитывающей адсорбцию частиц вокруг устья поры Мб на стадии постепенного закупоривания, изучено влияние среднего размера пор Мб, коэф. “отсечки” и коэф., представляющего собой отношение длины входного закупоривающегося участка поры ко всей ее длине, на производительность тупикового полволоконного фильтра с подачей разделяемой суспензии к наружной поверхности полых волокон. Показано, что положит. эффект от использования Мб со средним размером пор, превышающим диаметр “отсечки” для взвешенных частиц, подлежащих удалению из суспензии, может происходить лишь на первых 15-20 мин процесса.

**35.МБ.149. Теоретическое изучение динамической фильтрации на мембране с простым гармоническим движением.** Theoretical study on dynamic filtration with the membrane in simple harmonic motion. Zhou Xiantao, Chen Wenmei, Chu Liangyin, Yi Meigui, Chen Minghui. Chin. J. Chem. Eng.. 2004. 12, № 5, с. 723–727. Библ. 14. Англ.

Для улучшения мембранной фильтрации и минимизации загрязнения Мб и концентрац. поляризации проверено влияние подвижности Мб при наложении на нее простых гармонич. колебаний. Распределение скорости и давления получено на основе уравнения Навье-Стокса и ламинарного потока, который создается при колебаниях Мб. Рассчитаны деформации сдвига, сила сдвига, момент силы на поверхности Мб, затраты энергии. Распределение скоростей показало отсутствие синхронизации скорости мембранной фазы с деформацией сдвига. Наложение простой гармонич. приводит к самоочищению, оптим. использованию энергии, создает нестабильное поле скорости и флуктуации жидкости.

**35.МБ.150. Очистка сточных вод в процессе обратного осмоса с очисткой мембраны ультразвуковым излучением.** Ultrasonic defouling of reverse osmosis membranes used to treat wastewater effluents. Feng D., Van Deventer J. S. J., Aldrich C.. Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 3, с. 318–323. Библ. 29. Англ.

Отмечается, что метод обратного осмоса может быть использован для эффективной очистки СВ, проблемой является быстрое обрастание мембран, при этом в состав отложений, которые во многих случаях являются неудаляемыми, входят различные частицы, коллоиды, макромолекулы, соли и др. В лабораторных экспериментах исследовалась возможность предотвращения образования отложений путем непрерывного воздействия на мембрану ультразвукового излучения (УЗИ). Мембрана 14×4 см погружалась в ячейку с СВ (режим перекрестноточный), в жидкую фазу погружались также излучатели УЗИ, частота излучения 20 кГц, интенсивность 2,8 Вт/см<sup>2</sup>. СВ содержала CaSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>3</sub> и карбоксилцеллюлозу.

В отсутствие УЗИ при фильтровании раствора FeCl<sub>3</sub> поток через мембрану в течение 50 мин снижался с 32 до 8 л/м<sup>2</sup>ч, при облучении он уменьшился до 29 л/м<sup>2</sup>ч, для других компонентов этот эффект выражен менее значимо.

**35.МБ.151. Очистка водных растворов от красителя прямого алого в фотокаталитическом мембранном реакторе.** Царенко С. А., Кочкодан В. М., Самсонов-Тодоров А. О., Гончарук В. В.. Химия и технол. воды. 2006. 28, № 5, с. 446–454. Библ. 20. Рус.; рез. укр., англ.

Исследованы процессы очистки воды от красителя прямого алого с использованием комбинированного фотокаталитического мембранного метода. Изучено влияние разных марок и дозы катализатора TiO<sub>2</sub>, продолжительности УФ-облучения, окислителя (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), а также pH раствора на коэффициент задержания красителя из водных растворов. Показана высокая эффективность предложенного метода при очистке водных растворов от красителя прямого алого.

**35.МБ.152. Очистка промышленных сточных вод в биологическом процессе с применением мембран.** Das Membranbelegungsverfahren in der industriellen Abwasserbehandlung - Erfahrungen und Beispiele. Cornel Peter, Krause Stefan. KA - Abwasser, Abfall. 2006. 53, № 10, с. 1018–1024. Библ. 11. Нем.; рез. англ.

Отмечается, что в настоящее время расширяется применение мембранных биореакторов (МБР) для очистки промышленных СВ, применение МБР позволяет формировать биоценозы, способные деструктировать устойчивые загрязнители, обеспечиваются высокие концентрации биомассы, независимость от седиментационных свойств акт. ила и т. д. Для разделения иловой смеси используются мембраны для микро- и ультрафильтрации (в большинстве случаев это полволоконные мембраны), они могут эксплуатироваться в погружном варианте (чаще всего) или во внешнем контуре. Регенерация поверхности мембран может осуществляться с применением крупнопузырчатой аэрации при больших расходах воздуха, в реакторы могут дозироваться химикалии, растворяющие на мембранах отложения, мембраны могут извлекаться с погружением в емкость с химикалиями и т. д., приводятся схемы с МБР со ступенью предварительной денитрификации и др.

**35.МБ.153. Исследование проникновения протонов и метанола через композитные мембраны.** Experimental and computational study of proton and methanol permeabilities through composite membranes. Zhang Xiao, Pitol Filho Luizildo, Torras Carles, Garcia-Valls Ricard. J. Power Sources. 2005. 145, № 2, с. 223–230. Англ.

Установлено, что проницаемость мембран из 15% полисульфона и 40-50% полиэтиленгликоля для метанола ниже, чем мембран из пром NAFION® 117. Макс. протонная проводимость также ниже, чем NAFION® 117. Данные существенны

для ТЭ с мембранным электролитом и прямым использованием метанола.

**35.МБ.154. Влияние вязкости растворителя на молекулярную динамику грамицидинового канала.** *Исаева Г. А., Дмитриев А. В., Исаев П. П.* Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2006. 49, № 9, с. 40–42, 125. Библ. 13. Рус.; рез. англ.

Проведено моделирование молекулярной динамики пептидного антибиотика грамицидина А в растворителях различной вязкости, исходя из анализа решений уравнений Ланжевена. Потенциальная энергия молекулы определялась в виде суммы совокупных атом-атомных взаимодействий силового поля OPLS. Показано, то пептидный димер может находиться в конформации действующего ион-проницаемого канала только в растворителях с определенной вязкостью.

**35.МБ.155. Извлечение кукурузного масла из этаноловых экстрактов измельченной кукурузы с использованием мембранной технологии.** *Recovery of corn oil from ethanol extracts of ground corn using membrane technology. Kwiatkowski Jason R., Cheryan Munir.* JAOCS: J. Amer. Oil Chem. Soc.. 2005. 82, № 3, с. 221–227. Англ.

**35.МБ.156. Влияние ультразвукового излучения на полимерные мембраны для микрофльтрации.** *Effect of ultrasound irradiation on polymeric microfiltration membranes. Wang Xiao-li, Li Xiu-fen, Fu Xue-qi, Chen Rui, Gao Bo.* Desalination. 2005. 175, № 2, с. 187–196. Англ.

Указывается, что в процессах водоподготовки происходит обрастание мембран и их регенерация может быть связана со значительными трудностями. В ходе экспериментов исследовалась возможность удаления с поверхности мембран отложений с использованием ультразвукового излучения с частотой 40 кГц и интенсивностью от 1,43 до 3,57 Вт/см<sup>2</sup>. Использовались полимерные мембраны 4 типов, материалами являлись полиэфирсульфон, нейлон б, смесь эфиров нитрата целлюлозы и ацетата целлюлозы и фторид поливинилидена (ФП), средний размер пор везде 0,54 мкм. Установлена эффективность метода, однако обследования поверхности мембран показали, что в трех случаях наблюдались нарушения их структуры, и только в варианте ФП изменения были минимальны.

**35.МБ.157. Санитизация мембранных систем водоподготовки.** *Водоочистка.* 2006, № 5, с. 29–32. Рус.

Рост колоний микроорганизмов в исходной воде: ухудшает ее качество, создает угрозу для здоровья потребителей и уменьшает производительность мембранных элементов. Если уровень микробного обсеменения мембранного контура не контролируется, то на поверхности мембран формируется устойчивая пленка биогеля, которая препятствует проникновению молекул дезинфектанта. Для гарантированного удаления биопленки требуется несколько циклов санитизации, которая совмещается обычно с очередной регенерационной

промывкой по следующей схеме: щелочная промывка (рН 11,5–12); кислотная промывка (рН 2,5–3); контрольная щелочная промывка (рН 11); цикл: дезинфекция + щелочная промывка (обычно требуется от 3 до 10 циклов). В данном цикле щелочная промывка удаляет наружный слой микрофлоры, инактивированный дезинфектантом. Существуют два основных подхода в борьбе с ростом микрофлоры в мембранном контуре: непрерывное дозирование дезинфектанта в поток исходной воды и периодич. циклы санобработки.

**35.МБ.158. Получение и сепарационная способность композитных мембран активированный уголь/керамика.** *Huang Wei-qiu, Zhong Jing, Zhao Shu-hua* (Китай, Jiangsu Polytechnic University). *Shiyu huagong gaodeng xuebiao xuebao*=J. Petrochem. Univ.. 2005. 18, № 3, с. 1–5. Библ. 14. Кит.; рез. англ.

Композитные мембраны активированный уголь/керамика были получены путем нанесения на поверхность керамической мембраны с размерами пор ~50 нм порошкового активированного угля с удельной поверхностью 2955 м<sup>2</sup>/г, средним диаметром пор 2,84 нм и адсорбционной способностью к парам бензина 0,71 г/г. Композитные мембраны имеют высокую проницаемость по N<sub>2</sub> 5,0×10<sup>-9</sup> м/с×Па, что выше, чем у обычных полимерных мембран. Коэффициент разделения смеси пары бензина - N<sub>2</sub> увеличивается с 15,2 до 30,7 при увеличении разности давлений с двух сторон мембраны с 50 до 130 кПа.

**35.МБ.159. Динамика воды, заключенной в мембранах Nafion топливных элементов, содержащих нанонаполнитель из фосфата циркония.** *Dynamics of water confined in fuel cell Nafion membranes containing zirconium phosphate nanofiller. Paciaroni A., Casciola M., Cornicchi E., Marconi M., Onori G., Pica M., Narducci R., De Francesco A., Orecchini A.* J. Phys.: Condens. Matter. 2006. 18, № 33, с. 2029–2038. Англ.

Представлено исследование методом квазиупругого рассеяния нейтронов динамики отдельной частицы, а именно воды, адсорбированной в композитной мембране (МБ) Nafion/фосфат циркония, гидратированной до насыщения. Измерения проводили на образцах, гидратированных как H<sub>2</sub>O, так D<sub>2</sub>O. Результаты показали, что динамическое поведение воды в МБ Nafion почти не зависит от присутствия наночастиц фосфата циркония.

**35.МБ.160. Синтез и исследование мембраны на основе цеолита NaA.** *Chen Yi-liang, Zhao Jun-hong, Li Jing-ru, Guo Shi-ling, Zhan Yu-zhong, Xu Jun, Fan Jun-lin, Yin Liang-guo.* *Zhengzhou daxue xuebao. Gongxue ban*=J. Zhengzhou Univ. Eng. Sci.. 2006. 27, № 1, с. 103–105, 128. Кит.; рез. англ.

Получена мембрана (МБ) на основе цеолита NaA на внешней поверхности керамической трубки из пористого оксида алюминия с использованием гидротермального метода и микроволнового метода в герметич. условиях. Исследованы четыре

различные молярные отношения и четыре различные методы погружения. Кристаллическая структура МБ исследована методами рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии. Разделительные св-ва МБ оценены при первапорации смеси (95:5) этанол/вода. Установлено, что МБ, синтезированная герметическим микроволновым методом при молярном отношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2:\text{H}_2\text{O}=1:1:3.6:100$  с погружением в чистый затравочный р-р, обладает наилучшими свойствами. Смесь, подвергнутая пропусканию через эту МБ и состоящая из 79 вес.% воды и 21 вес.% этанола, имела степень разделения 63.8, что указывает на то, что МБ на основе цеолита NaA является селективной по отношению к воде.

**35.МБ.161. Мембраны с коническими нанопорами: придание формы нанопорам с помощью растворителя.** Conical nanopore membranes: solvent shaping of nanopores. *Scopece Paolo, Baker Lane A., Ugo Paolo, Martin Charles R.* Nanotechnology. 2006. 17, № 15, с. 3951–3956. Англ.

Проведено систематическое исследование влияния этанола на форму конических пор, получаемых методом травления треков в полиэтилентерефталатных пленках. Найдено, что конический угол полученной конической нанопоры зависит от количества этанола, содержащегося в щелочном травильном растворе. Путем варьирования процентного содержания этанола в травильном р-ре м. б. достигнут прецизионный контроль над геометрией конической нанопоры и наноматериалов, формируемых в этих порах. Это проверено для случая электроосаждения золотых наноконусов внутри различных полученных конических нанопор (после осаждения в поры слоя золота осуществляли р-рение мембраны для освобождения наноконусов; получение изображений наноконусов проводили с использованием сканирующей электронной микроскопии).

**35.МБ.162. Разделение трехвалентных актинидов и лантанидов с использованием закрепленной на плоском слое жидкой мембраны, содержащей Cyanex-301 в качестве переносчика.** Separation of trivalent actinides and lanthanides using a flat sheet supported liquid membrane containing Cyanex-301 as the carrier. *Bhattacharyya A., Mohapatra P. K., Manchanda V. K.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 2, с. 278–281. Англ.

Исследованы транспортные св-ва трехвалентных актинидов,  $\text{Am}^{3+}$ ,  $\text{Cm}^{3+}$ , и лантанидов,  $\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Ho}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+}$  и  $\text{Lu}^{3+}$ , через закрепленную на полипропилене жидкую мембрану (МБ), содержащую Cyanex-301 (бис-(2,4,4-триметилфенил)-дитиофосфиновую кислоту) в н-додекане в кач-ве переносчика. Скорости переноса катионов согласуются с данными по их распределению, полученными при изучении их экстракции растворителями. Трехвалентные актиниды  $\text{Am}^{3+}$  и  $\text{Cm}^{3+}$  м. б. количественно отделены от лантанидов с помощью этой МБ за 4 и 20 часов, соответственно, со значениями степени разделения в диапазоне 108-4466.

**35.МБ.163. Природа жидкостного соединения и мембранных потенциалов.** On the nature of liquid junction and membrane potentials. *Perram John W., Stiles Peter J.* Phys. Chem. Chem. Phys.. 2006. 8, № 36, с. 4200–4213. Англ.

**35.МБ.164. Роль комплексообразования с ионами металлов и проницаемость мембраны в прохождении металлов через липофильные мембраны. Подвижные комплексы у проницаемых жидких мембран.** Roles of metal ion complexation and membrane permeability in the metal flux through lipophilic membranes. Labile complexes at permeation liquid membranes. *Zhang Zeshi, Buffle Jacques, Van Leeuwen Herman P., Wojciechowski Kamil*(CABE, Department of Inorganic, Analytical and Applied Chemistry, University of Geneva, Sciences IL 30 quai E. Ansermet, CH-1211 Geneva 4, Switzerland). Anal. Chem.. 2006. 78, № 16, с. 5693–5703. Англ.

Систематически исследовали физ.-хим. параметры, влияющие на поток перемещаемых носителем ионов металлов через проницаемые жидкие МБ. Рассмотрены процессы диффузии свободных и закомплексованных ионов металлов в растворе, а также диффузии комплекса носителя металла в МБ. Влияние толщины диффузионного слоя, концентрации лиганда, стабильности комплекса и толщины МБ изучено экспериментально в сравнении с теор. данными с применением различных подвижных комплексов. Выявлены условия, при которых диффузия как в растворе, так и в МБ ограничивает скорость. Концентрации свободного иона металла и суммы подвижных металлсодержащих соединений определяли путем подгонки концентрации носителя или толщины МБ. Описанная модель пригодна для установления поглощения металлов микроорганизмами в реальной природной среде.

**35.МБ.165. Проблема подбора насосов в системах мембранной фильтрации.** Хим. пром-сть. 2006, № 8, с. 357, 363, 400–401. Рус.

Необходимость создания высоких давлений предполагает установку в системах мембранной фильтрации многоступенчатых центробежных насосов, способных продавить воду сквозь мембрану. Для предотвращения загрязнения мембран в систему помимо питающего насоса встраивают дополнительный агрегат с большой подачей. Такой насос называется рециркуляционным. Возможен специальный блок химической промывки. При выборе насосного оборудования рекомендуется отдать предпочтение нержавеющей стали, как наиболее коррозионностойкому материалу. Разработаны способы использования потенциальной энергии концентрата, остающегося под давлением после отделения пермеата. Излишек давления передается на турбину, которая снабжает энергией или отдельный питающий насос, или передает вращение на вал основного насоса.

**35.МБ.166. Влияние характеристик активного ила на обрастание погружных мембран мембранного биореактора.**

Identification of activated sludge properties affecting membrane fouling in submerged membrane bioreactors. *Meng Fangang, Zhang Hanmin, Yang Fenglin, Zhang Shoutong, Li Yansong, Zhang Xingwen*. *Separ. and Purif. Technol.*. 2006. 51, № 1, с. 95–103. Библ. 21. Англ.

Отмечается, что с использованием мембранных биореакторов (МБР) обеспечивается высокое качество очистки СВ, основной проблемой при этом является обрастание мембран, что усложняет обслуживание МБР и увеличивает расходы на эксплуатацию. В лабораторных экспериментах исследовались процессы обрастания мембран, модельный реактор имел полезный объем 12 л, полуволоконные мембраны для микрофльтрации располагались горизонтально над пневмоаэратором, средний размер пор 0,1 мкм, общая поверхность 0,1 м<sup>2</sup>, компоненты модельных СВ сахараза, мочевины и неорганические соли. Установлено, что с увеличением концентрации экстрацеллюлярных полимерных субстанций возрастало сопротивление фильтрованию, в мембранном кеке 24% приходилось на твердую фазу акт. ила, 50% на коллоиды и 26% на растворенные компоненты, увеличение концентрации биомассы также вызывало увеличение сопротивления фильтрованию.

**35.МБ.167. В ОАО “Саянскхимпласт”.** Химия Украины. 2006, № 12, с. 39. Рус.

В ОАО “Саянскхимпласт” остановлен ртутный электролиз. 27 лет производство хлора и каустика на предприятии велось ртутным методом. За это время было произведено 2,633 млн. т каустика и 2,3 млн. т хлора. Теперь компания переходит на мембранный электролиз. Параллельно начнется демонтаж 61 ртутного электролизера. Завершить его полностью планируется к весне 2007 г. Ртуть будет реализована на другие предприятия, а на территории нынешнего зала ртутного электролиза будут проведена демеркуризация. В перспективные здесь намечено смонтировать новые мембранные электролизеры для увеличения мощности производства. Для реализации проекта Сбербанк выделил предприятию кредит на евро40 млн. Мощность нового производства составит 150 тыс. т хлора в год. Благодаря этому предприятие полностью сможет обеспечить хлором собственное производство ПВХ (250 тыс. т/год), а в дальнейшем рассчитывает увеличить его выпуск до 400 тыс. т/год. После конверсии расход энергии на производство 1 т хлора сократится с 3,5 тыс. кВт-час до 2,6 тыс. кВт-час. Инжиниринг и поставку оборудования осуществила немецкая фирма С. А. С. Основное оборудование, мембранные электролизеры, поставила Asahi Kasei Chemicals Corporation. Генпроектировщиком выступила иркутская компания “Востсибхимпроект”.

**35.МБ.168. Влияние характеристик активного ила на обрастание мембран в мембранном биореакторе.** *Meng Fan-gang, Zhang Han-min, Yu Lian-sheng, Yang Feng-lin, Li*

*Yan-song, Zhang Xing-wen*. *Huanjing kexue=Environ. Sci.*. 2006. 27, № 7, с. 1348–1352. Библ. 10. Кит.; рез. англ.

Указывается, что при эксплуатации мембранных биореакторов основной проблемой является обрастание мембран, что приводит к увеличению сопротивления фильтрованию и соответственно к уменьшению трансмембранного потока. Процессы обрастания изучались в лабораторном эксперименте, применялся погружной модуль из полуволоконных мембран, расположенный над пневмоаэратором, поры 0,1 мкм, общая поверхность 0,1 м<sup>2</sup>, объем реактора 12 л. Концентрация биомассы составляла 6 г/л, иловой индекс от 25 до 300 мл/г. Установлено, что на скорость образования отложений наибольшее влияние оказывало содержание экстрацеллюлярных полимерных субстанций, другими влияющими факторами являлись растворимые продукты метаболизма, содержание твердых суспензий, динамическая вязкость, степень гидрофобности материала и величина дзета-потенциала. Приводятся значения коэффициентов корреляции и др.

**35.МБ.169. Экстракция неодима эмульсионной жидкой мембраной в аппарате с полыми волокнами и закономерности массопереноса.** *Gong Fuzhong, Luo Yan, Ma Peihua, Zhang Limei*. *Zhongguo xitu xuebao=J. Chin. Rare Earth Soc.*. 2006. 24, № 4, с. 298–303. Библ. 15. Кит.; рез. англ.

Изучены закономерности влияния различных факторов на экстракцию Nd<sup>3+</sup> из солянокислых растворов эмульсионной жидкой мембраной (смесь сорбитанмоноолеата, парафина, 2-(2-этилгексил)фосфоновой кислоты и керосина) в аппарате с полыми волокнами. Установлено, что извлечение неодима возрастает при уменьшении скорости потока и росте концентрации соляной кислоты. Определены основные характеристики массопереноса в изученной системе.

**35.МБ.170. Новые области применения мембранных клапанов.** *Буземайер В.* (Фирма KSB Aktiengesellschaft, Германия). *Хим. и нефтегаз. машиностр.*. 2006, № 8, с. 32–33, 4 ил.. Рус.

Мембранные клапаны используются в промышленных установках в течение многих десятилетий, области их применения различны. В тех случаях, когда надежность эксплуатации оборудования определяется отсутствием застойных зон в трубопроводной арматуре, мембранные клапаны наиболее эффективны по сравнению с клапанами других типов. Конструктивное исполнение мембранного клапана позволяет не только предотвращать скопление остатков продукта в самом клапане, но и осуществлять полное опорожнение присоединенных к нему трубопроводов. Эта особенность является решающим фактором при выборе запорных органов, особенно в стерильном производстве: фармацевтике, биотехнологии и т. д..

**35.МБ.171. Селективность мембран при обратном осмосе.** *Резников А. А., Шапошник В. А.* Сорбц. и хроматогр. процессы. 2006. 6, № 6, ч. 2, с. 1032–1035. Библ. 6. Рус.

Приведены результаты неэмпирич. расчета фрагмента ацетилцеллюлозной Мб. Вычисленные межъядерные расстояния и электрич. заряды атомов позволили рассчитать энергии взаимодействия между атомами кислорода Мб, молекулами воды и электролита и предложить, что удерживание электролита отрицательно заряженной поверхностью Мб определяется электростатич. притяжением катионов электролита атомами кислорода.

**35.МБ.172. Выбор мембран для тупиковых микро- и ультрафильтрационных полволоконных аппаратов с подачей суспензии к наружной поверхности волокон.** Поляков Ю. С., Казенин Д. А. Теор. основы хим. технол.. 2007. 41, № 1, с. 61–70. Библ. 10. Рус.

С помощью разработанной мат. модели, учитывающей адсорбцию частиц вокруг устья поры Мб на стадии постепенного закупоривания, изучено влияние среднего размера пор Мб, коэф. “отсечки” и коэф., представляющего собой отношение длины входного закупоривающегося участка поры ко всей ее длине, на производительность тупикового полволоконного фильтра с подачей разделяемой суспензии к наружной поверхности полых волокон. Показано, что положит. эффект от использования Мб со средним размером пор, превышающим диаметр “отсечки” для взвешенных частиц, подлежащих удалению из суспензии, может происходить лишь на первых 15-20 мин процесса.

**35.МБ.173. Характеристики промышленных нанофильтрационных мембран и сравнение с полиэфирсульфоновыми мембранами.** Characterization of commercial nanofiltration membranes and comparison with self-made polyethersulfone membranes. Boussu K., Van der Bruggen B., Volodin A., Van Haesendonck C., Delcour J. A., Van der Meeren P., Vandecasteele C.. Desalination. 2006. 191, № 1–3, с. 245–253. Англ.

**35.МБ.174. Обработка плавиковой кислотой нанофильтрационных мембран для улучшения их характеристик.** Hydrofluoric acid treatment for improved performance of a nanofiltration membrane. Gonzalez Munoz M. P., Navarro R., Saucedo I., Avila M., Pradanos P., Palacio L., Martinez F., Martin A., Hernandez A.. Desalination. 2006. 191, № 1–3, с. 273–278. Англ.

**35.МБ.175. Взаимодействие между поверхностью мембраны, растворенными органическими веществами и ионами в погружной фильтрационной мембраной.** Interactions between membrane surface, dissolved organic substances and ions in submerged membrane filtration. Saravia Florencia, Zwiener Christian, Frimmel Fritz H.. Desalination. 2006. 192, № 1–3, с. 280–287. Англ.

**35.МБ.176. Облегченный транспорт органической кислоты через заполненные жидкостью мембраны с носителем.** Facilitated transport of organic acid through a supported liquid membrane with a carrier. Park Sang-Wook, Choi Byoung-Sik,

Kim Seong-Soo, Lee Jae-Wook. Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 304–312. Англ.

**35.МБ.177. Моделирование зависимости между проницаемостью воды и параметрами микроструктуры керамических мембран.** Modeling of relationship between water permeability and microstructure parameters of ceramic membranes. Li Weixing, Xing Weihong, Xu Nanping. Desalination. 2006. 192, № 1–3, с. 340–345. Англ.

**35.МБ.178. Абсорбция газа в полволоконном мембранном контакторе с псевдопластичной жидкостью в качестве абсорбента.** Gas absorption in a hollow-fiber membrane contactor with pseudo-plastic liquid as an absorbent. Todoroviz Julijana, Krstiz Darko M., Vatai Gyula N., Tekiz Miodrag N.. Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 286–290. Англ.

**35.МБ.179. Новый мембранный диспергирующий микроэкстрактор.** Xu Jian-Hong, Luo Guang-Sheng, Chen Gui-guang, Sun Yong. Huaxue gongcheng=Chem. Eng. (China). 2005. 33, № 4, с. 56–59. Библ. 8. Кит.; рез. англ.

Разработан новый мембранный диспергирующий микросмеситель для экстракц. процессов, который сочетает микропористую Мб, играющую роль диспергир. среды, со смесителем. Диспергирование жидкостей в микрометрич. масштабе достигается под действием разности давл. с двух сторон Мб. Характеристики массопереноса и разделения фаз изучены на системе н-бутанол-янтарная кислота-вода. Результаты экспериментов показали высокую эффективность массопереноса в новом микросмесителе и ее зависимость от величины объемного потока, вмещающую на размеры капель. Подтверждены высокая объемная пропускная способность и хорошие характеристики нового экстрактора.

**35.МБ.180. Внедрение мембранных технологий на стадии предочистки исходной воды.** Кутилов Л. В., Кузьмин С. В.. Водоочистка. 2006, № 8, с. 56–58. Рус.

Рассмотрены проблемы реконструкции водоподготовительной установки (ВПУ) на Заинской ГРЭС в целях замены исходной артезианской воды на воду из водохранилища р. Камы. Поступающая на обессоливающую установку артезианская вода высокоминерализована (на 40-50% больше, чем речная из Камы). Реконструкцию решено провести в 2 этапа: на 1-ом этапе предочистка исходной речной воды должна была проводиться с помощью механ. сетчатых фильтров и 3 модулей ультрафильтрации производительностью по 90 м<sup>3</sup>/ч. На 2-ом этапе предложено ввести в действие обратноосмотич. установку производительностью 210 м<sup>3</sup>/ч. и перейти полностью с артезианской воды на воду Заинского водохранилища. Первый этап завершен в 2005 г. Эксплуатация установки позволяет улучшить качество исходной воды, в том числе: удалить взвешенные вещества (содержание <5 мг/дм<sup>3</sup>); снизить окисляемость на 40%; уменьшить содержание нефтепродуктов на 80%; снизить содержание железа на

60-80%; обеспечить необходимое качество осветленной воды для обессоливания методом обратного осмоса.

**35.МБ.181. Асимметричные и химические модифицированные трековые мембраны из полиэтилентерефталата.** *Апель П. Ю., Березкин В. В., Васильев А. Б., Жданов Г. С., Раскач О. В., Хохлова Т. Д., Цыганова Т. В., Мchedlishvili Б. В.* Крит. технол. Мембраны. 2006, № 3, с. 45–54. Рус.; рез. англ.

Представлены результаты разработки методов создания трековых мембран с повышенной производительностью и резко уменьшенными адсорбционными потерями. Улучшение эксплуатационных свойств трековых мембран достигается за счет формирования асимметричных пор и изменения поверхностных свойств мембран методом хим. модификации.

**35.МБ.182. Имобилизация гликосопряженных полимеров на целлюлозные мембраны для разделения родственных соединений.** *Immobilization of glycoconjugate polymers on cellulose membrane for affinity separation. Miyagawa Atsushi, Kasuya Maria Carmelita Z., Hatanaka Kenichi.* Bull. Chem. Soc. Jap.. 2006. 79, № 2, с. 348–356, 9 ил.. Библ. 29. Англ.

К целлюлозным карбоксиметилированным Мб, полученным при действии на Ц (ватман N 41) бромуксусной кислотой в присутствии NaOH, присоединяли СПЛ на основе акриламида, лактозы или маннозы, содержащие флуоресцентную метку. Имобилизация гликосопряженных СПЛ на целлюлозные Мб происходит посредством реакции конденсации с образованием амидных связей. Адсорбция лектина, выделенного из бобов *Canavalia ensiformis*, иммобилизованной Мб, содержащей маннозу, составила 53%. Степень адсорбции лектина, выделенного из *Ricinus communis agglutinin*, Мб с лактозосодержащим СПЛ составила 83%. Адсорбция лектинов происходит селективно, что позволяет получать чистые лектины.

**35.МБ.183. Полипропиленовые пористые Pd-содержащие мембраны для каталитических процессов удаления растворенного кислорода из воды.** *Лебедева В. И., Грязнов В. М., Петрова И. В., Волков В. В., Терещенко Г. Ф., Школьников Е. И., Плясова Л. М., Кочубей Д. И., ван дер Ваарт Р., ван Соест-Веркаммен Э. Л. Д.* Кинет. и катал.. 2006. 47, № 6, с. 894–899. Библ. 17. Рус.

В каталитическом мембранном реакторе изучено удаление растворенного кислорода из воды восстановлением его водородом, подаваемым внутрь пористой полипропиленовой полуволоконной мембраны, содержащей металлический Pd на внешней поверхности. Pd-содержащие полые волокна, полученные разными способами, и исходные образцы изучены методами динамической десорбционной порометрии, газопроницаемости, рентгеноструктурного анализа и оптической микроскопии. Показана возможность эффективного удаления растворенного в воде кислорода уже при комнатной температуре.

**35.МБ.184. Мембрана в виде комплекса дезоксирибонуклеиновой кислоты с полиамином и двухвалентной медью как новый каталитический слой для высокочувствительного амперометрического определения пероксида водорода.** *DNA-Cu(II) poly(amine)complex membrane as novel catalytic layer for highly sensitive amperometric determination of hydrogen peroxide. Gu Tingting, Hasebe Yasushi.* Biosens. and Bioelectron.. 2006. 21, № 11, с. 2121–2128. Англ.

Создан новый биосенсор  $H_2O_2$  при использовании комплекса ДНК- $Cu^{2+}$  в качестве электроКТ для восстановления  $H_2O_2$ . Мб на основе полиионного комплекса содержит ДНК и полиаллиламин, функционализированный в качестве матрицы-подложки для иммобилизации электрокаталитич. элемента -  $Cu^{2+}$ . Модифицированный полученным комплексом стеклоглеродный Э проявляет превосходную каталитич. активность для восстановления  $H_2O_2$ . Исследованы влияния ряда факторов на отклик Э. Стационарные отклики катодного тока получены при ПТ относительно насыщенного хлоридсеребряного Э -0,2 В в насыщенном воздухе фосфатном буфере с pH 5,0. ГГ линейен вплоть до концентраций  $H_2O_2$  135 мкМ с ПРО 50 нм. Для устранения мешающих влияний аскорбиновой и мочевой кислот требуется дальнейшая модификация пленки.

**35.МБ.185. Очистка теплых сточных вод методами озонирования и мембранной сепарации.** *Purification of thermal wastewater by membrane separation and ozonation. Laszlo Zsuzsanna, Hodur Cecilia.* Desalination. 2007. 206, № 1–3, с. 333–340. Англ.

Воды, используемые для нагрева теплиц, очищали от фенола и высоких концентраций ионов мембранными методами и озонированием. Наиболее эффективным оказался метод обратного осмоса, который удалял >90% всех загрязнений. Другими эффективными методами были нанофильтрация (проницаемость мембран почти в 10 раз больше, чем в обратном осмосе), и относительно высокая (40%) эффективность очистки. Эффективность ультрафильтрации значительно меньше. Озон разлагал фенольные и гуминовые соединения, но наблюдалось медленное снижение ХПК. Исследование предварительного озонирования показало, что проницаемость для воды уменьшалась, а эффективность очистки возрастала.

**35.МБ.186. Мембранная фильтрация с погружными модулями для децентрализованной очистке сточных вод.** *Getauchte Membranfiltration in der dezentralen Abwasserreinigung. Harms Michael, Englert Ralf.* KA - Abwasser, Abfall. 2006. 53, № 12, с. 1246–1251. Библ. 7. Нем.; рез. англ.

Рекламная публикация. Указывается, что например в сельской местности системы централизованного канализования и очистки СВ отсутствуют. В этих условиях решением вопроса является очистка СВ с использованием мембранных биореак-

торов, которые обслуживают отдельное строение или группу домов. Представлена схема одной малой очистной установки, она изготавливается на заводе, имеет цилиндрический бетонный корпус и полностью заглубляется в грунт. Внутри объем разделен на функциональные зоны, для разделения иловой смеси применен погружной модуль ультрафильтрации, фильтрат удаляется вакуумированием. На испытаниях средняя величина ХПК составила 439 мг/л и после очистки 18,6 мг/л, для БПК<sub>5</sub> эти показатели 161/7,3 мг/л, для аммонийного азота 33/1,1 мг/л и для общего фосфора 6,6/0,4 мг/л.

**35.МБ.187. Приготовление мезопористой мембраны из диоксида кремния методом испарения растворителя для фильтровального применения.** Preparation of mesoporous silica membrane by solvent evaporation method for filtration application. *Nakagawa Keizo, Matsuyama Hideto, Maki Taisuke, Teramoto Masaaki, Kubota Noboru.* *Separ. and Purif. Technol.* 2005. 44, № 2, с. 145–151. Библ. 26. Англ.

Исследована взаимосвязь между толщиной и структурой мембраны, приготовленной с использованием в качестве источника SiO<sub>2</sub> тетраэтилортосиликата, структурообразователя - хлорида гексадецилтриметиламмония и способная отделять наноразмерное растворенное вещество. Конечная толщина мембраны варьировалась в пределе 0,43-127,7 мкм посредством 3 способов: вращением стеклянной основы с каплями раствора со скоростью 2000 об/мин, 30 сек, размещением раствора посредством трафарета с зазорами 76,254 и 1000 мкм и литьем в чашку Петри толщиной 2 мм. Во всех случаях мембрана сушилась (100°C, 1 час) и прокаливалась (400°C, 1 час) для удаления поверхностно-активного вещества (ПАВ). Отмечено, что толщина мембраны является ключевым фактором, определяющим наличие в ней кубич. или одномерной гексагональной фаз. Изменение концентрации ПАВ в результате испарения растворителя имеет при этом также важное значение. Коэффициент задержания витамина B<sub>12</sub> с молек. весом 1355 составляет ~0,8 для мембраны с кубич. структурой, нанесенной на пористую Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> основу методом вращения.

**35.МБ.188. Исследование и моделирование процесса дегидрирования пропана в каталитическом мембранном реакторе.** 19 Международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях” (ММТТ-19), Воронеж, 30 мая-2 июня, 2006: Сборник трудов. Т. 9. Секц. 10. *Мочалова А. А., Стрельцов С. Г., Скудин В. В., Кольцова Э. М.* Воронеж. ВГТА. 2006, с. 22. Рус.

Получена мат. модель, позволяющая улучшить влияние тех или иных параметров на процесс в каталитич. мембранном реакторе (температурный режим, концентрация и скорость подаваемых исходных веществ), определить оптимальные параметры проведения процесса. С помощью разработанной модели была проведена оптимизация режима проведения про-

цесса и получены оптимальные параметры. Это первая известная попытка мат. моделирования процесса дегидрирования пропана в каталитич. мембранном реакторе с использованием молибден-углеродной мембраны.

**35.МБ.189. Изучение полимерно-солевых композиций в качестве мембран для электродов, чувствительных к концентрации MO, V.** Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докладов 16 Российской молодежной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора В. П. Кочергина, Екатеринбург, 15-28 апр., 2006. *Герасимова Е. Л., Сенников М. Ю., Остроушко А. А.* Екатеринбург. Изд-во УрГУ. 2006, с. 165. Рус.

Изучены системы (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> - ПВС - вода и NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> - ПВС - вода, на основе которых были сформированы мембраны для электродов. Электроды представляли собой стеклянную трубку с подведенным контактом из легкоплавкого припоя и проволочным токоподводом. Внутри трубки была сформирована мембрана в виде геля или пленки, которая переходила в нерастворимое состояние после термич. обработки и УФ-облучения. Солевой компонент иммобилизован в пленке и не переходит в раствор даже в горячей воде. Молибдатные электроды чувствительны к изменению концентрации ионов гептамолибата. Зависимость E=f(pC) имеет практически линейный вид при концентрациях от 7×10<sup>-6</sup> до 7×10<sup>-3</sup> моль/л в пересчете на MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> при значении pH=5-6. Наклон изменяется от 27 до 61 мВ/ед.pC для различных мембран и соответствует анионной функции.

**35.МБ.190. Стабилизация виноматериалов с использованием мембранных фильтрующих свечей.** Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием “Пищевые технологии”, Казань, 30 мая, 2006: Сборник тезисов докладов. *Залялова Л. Ф., Докучаева И. С.* Казань. Казан. гос. технол. ун-т. 2006, с. 156–157. Рус.

Для стабилизации виноматериалов предложено использование мембранных свечей, дающих возможность полностью и гарантировано защитить вино от различных видов помутнения. Критерием удерживания микроорганизмов является не указанный производителем размер пор, а их микробиологическая оценка: определенные размеры и количество. При размере пор свечей 0,45 мкм удерживаются бактерии *Serratia marcescens*, а при 0,65 мкм - дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Размер микроорганизмов может варьировать в зависимости от их рода и условий фильтрации. Установлено, что комбинация фильтр-картон - мембранная свеча является перспективным методом стабилизации вин к коллоидным помутнениям.

**35.МБ.191. Separation behaviour of functionalized polymer nanoparticle layers on porous support membranes.** 28 International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology, Frankfurt am Main,

15-19 May, 2006: ACHEMA 2006: Abstracts of the Congress Topics: Mixing and Separation Technology, Industrial Application of Membrane Technologies, Ecoefficient Waste Treatment and Resource Recovery, Advanced Reaction Technology, Membrane Technologies and Water Treatment, Efficient Use of Water Resources in Industry, Fine and Ultrafine Particles, Advances in Waste Gas Treatment. *Wutzel H., Samhaber W. M.* Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 110. Англ.

Мезопористые самосборки в виде слоев сферич. наночастиц (латексные частицы разм. <100 нм) на проницаемой основе используют в качестве разделит. слоев, подобных активным мембранным. Исследован получаемыми структурами массоперенос с контролируемой диффузией заряженных растворителей и влияние на него заряда и функциональности внешней поверхности.

**35.МБ.192. Влияние исходной концентрации воды в смеси на селективность мембран при процессе первапорации.** 19 Международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях” (ММТТ-19), Воронеж, 30 мая-2 июня, 2006: Сборник трудов. Т. 4. Секц. 4, 9. *Бурлинов А. Н., Трифонов С. А., Тимонин А. С.* Воронеж. ВГТА. 2006, с. 64–65. Рус.

Изучен процесс первапорации на отечественных мембранах “Полар-2” и “МДК-П” смеси этанол-вода. Получены зависимости фактора разделения от концентрации воды в исходной смеси. Результаты экспериментов показали, что в температурном интервале 40-50°C с ростом температуры фактор разделения падает, а в диапазоне концентраций 0-50 кг/кг и 92-96 кг/кг мембрана “Полар-2” является более селективной, чем “МДК-П”. Поэтому в этом диапазоне концентраций применение “Полар-2” является более предпочтительным по сравнению с “МДК-П”.

**35.МБ.193. Селективное сорбционное извлечение катионов  $Co(2+)$  и  $Co(3+)$  из водных растворов.** 6 Всероссийская конференция по анализу объектов окружающей среды “ЭКОАНАЛИТИКА-2006”, Самара, 26-30 сент., 2006: Тезисы докладов. *Кутырева М. П., Улахович Н. А., Старикова М. С., Мухаметзянова А. Р.* Самара. СамГТУ. 2006, с. 188. Рус.

Представлена методика сорбционного извлечения и концентрирования катионов  $Co(2+)$  и  $Co(3+)$  на нитроцеллюлозной мембране, модифицированной комплексообразующими реагентами класса N-ациламинофосфатов  $PhNHC(S)NHP(S)(OPr-i)_2 - (L^a)$  и  $PhC(S)NHP(O)(OPr-i)_2 - (L^b)$ . Водные растворы солей  $Co(NO_3)_2$  и  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$  использовали в качестве модельных растворов. Концентрация модифицирующих агентов в полимерном носителе -  $1 \times 10^{-3}$  моль/л. В статических условиях определяемый катион кобальта сорбировали из водных растворов его солей на поверхности нитроцеллюлозной мембраны в виде комплексов с модифицирующим реагентом. Изме-

нение концентрации катионов кобальта фиксировали методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Установлено, что максимальное извлечение кобальта из водных растворов в виде комплексных форм происходит в диапазоне pH 8.1-8.3 и составляет, при однократном извлечении, 45% и 50% при использовании для модификации  $L^a$  и  $L^b$  соответственно. Обнаружено, что образующиеся комплексы в водном растворе удерживаются на поверхности носителя и вымываются в раствор 96% этанола. При этом нитроцеллюлозная матрица не разрушается. Данное свойство было использовано для оценки степени окисления кобальта в извлекаемых комплексных формах методом циклической вольтамперометрии.

**35.МБ.194. Переработка белково-углеводного сырья с помощью экологически безопасной и энергосберегающей технологии.** Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием “Пищевые технологии”, Казань, 30 мая, 2006: Сборник тезисов докладов. *Седелкин В. М., Поздеева М. Г., Рябухова Т. О., Пачина О. В.* Казань. Казан. гос. технол. ун-т. 2006, с. 93–94. Рус.

Рассмотрены перспективы использования ультрафильтрации для переработки вторичного сырья. Перспективность применения этого процесса обуславливается прежде всего низкими энергетическими затратами, а также созданием безотходных технологий, одновременно обеспечивающих охрану окружающей среды. Были получены ультрафильтрационные мембраны из вторичного ацетата целлюлозы методом полива с использованием наполнителя активного угля двух фракций мелкой (85 мк) и крупной (160 мк) (получены путем просеивания через капроновые сита с соответствующими размерами ячеек) с различным содержанием в растворе. Уголь добавляли в формовочные растворы для повышения адсорбционной способности и механических свойств мембран. Рассмотрена адсорбция белков ультрафильтрационными мембранами, на основе вторичного ацетата целлюлозы (ВАЦ) модифицированными активным углем. При сопоставлении экспериментальных результатов можно сделать вывод, что адсорбционные свойства мембран, модифицированных углем, по отношению к альбумину в 100 раз выше, чем у мембран, модифицированных  $NaHCO_3$  (адсорбция альбумина на мембранах модифицированных  $NaHCO_3$  была изучена ранее). Следовательно, полученные мембраны можно рекомендовать для разделения белковых смесей.

**35.МБ.195. Разработка конструкции аппарата для мембранного концентрирования пищевых сред.** Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сборник научных работ. Вып. 11. Ч. 1. *Истратова Е. Е.; Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти.* Кемерово. Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. 2006, с. 19–20. Рус.

Создана конструкция мембранного аппарата, отличительной особенностью которой является совмещение функций отво-

да диффузионного слоя и очистки от неподвижного слоя, находящегося непосредственно на мембране. Предлагаемое мембранное устройство состоит из корпуса, на котором находится кожух со штуцером, имеющий две кольцевые щели. Внутри корпуса находится полый шток переменной конфигурации, положение которого регулируется при помощи резьбы. Устройство присоединяется к трубчатой мембране. Внутри полости мембраны находится подвижный полый вал с насаженными на него лопастями. Вал имеет два отверстия для подачи газа, расположенные под углом  $90^\circ$  относительно оси вала и приводится во вращение лопастями, которые расположены в корпусе. Очистка поверхности мембраны осуществляется не механически, как в большинстве других конструкций, а с помощью воздуха, который не повреждает внутреннюю поверхность мембраны и позволяет вести процесс очистки более интенсивно, вследствие подачи его в двух противоположных направлениях.

**35.МБ.196. Диффузия водорода через стальную мембрану из этиленгликолевых растворов HCl, содержащих пиридин.** 3 Всероссийская конференция “Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах” (ФАГРАН-2006), Воронеж, 8-14 окт., 2006: Материалы конференции. Т. 1. *Зарапина И. В., Шель Н. В., Вигдорovich В. И.* Воронеж. Науч. кн. 2006, с. 102–104. Рус.

Исследования проведения в хлористоводородных этиленгликолевых растворах с постоянной ионной силой и составом электролита  $x\text{MnCl} + (1-x)\text{MLiCl}$ , содержащих до 0.1 мас.%  $\text{H}_2\text{O}$ . Концентрация пиридина 0,5-10 мМ. Методика эксперимента описана ранее. Следует полагать, что в изученных условиях (комнатная температура) протекает реакция протонирования пиридина. В изученных условиях протонированная форма пиридина является выраженным стимулятором наводороживания. Однако функция  $i_{\text{H}} = f(C_{\text{пиридин}})$  достаточно сложна, и ее вид не связан с кислотностью среды. Наличие 0.5 мМ  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$  приводит к резкому возрастанию потока твердофазной диффузии, затем  $i_{\text{H}}$  несколько снижается с увеличением  $\text{C}_{\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+}$  вдвое, и далее наблюдается его систематическое повышение, симбатное  $\text{C}_{\text{пиридин}}$ . Независимыми экспериментами показано, что максимум функции  $i_{\text{H}} = f(\text{C}_{\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+})$  соответствует и максимуму зависимости  $\eta_{\text{H}} = f(\text{C}_{\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+})$ . Т. обр., 0.5 мМ  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$ , стимулируя  $i_{\text{H}}$ , повышает одновременно и  $\eta_{\text{H}}$  реакции выделения водорода.

**35.МБ.197. Переработка белково-углеводного сырья с помощью экологически безопасной и энергосберегающей технологии.** Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием “Пищевые технологии”, Казань, 30 мая, 2006: Сборник тезисов докладов. *Седелкин В. М., Поздеева М. Г., Рябухова Т. О., Пачина О. В.* Казань. Казан. гос. технол. ун-т. 2006, с. 128–129. Рус.

Изложены способы переработки белково-углеводного сырья с помощью экологически безопасной и энергосберегающей технологии. Для переработки вторичного молочного сырья широко используют мембранный метод - ультрафильтрацию. Ультрафильтрация основана на задерживании мембраной растворенных частиц, когда размер частиц превышает размер пор в поверхностном слое мембраны. Задерживание растворенных частиц при ультрафильтрации может иметь место также вследствие адсорбции частиц поверхностью мембраны. Таким образом, процессу ультрафильтрации сыворотки сопутствует процесс адсорбции компонентов сыворотки мембранами. Перспективность применения этого процесса обуславливается прежде всего низкими энергетическими затратами, а также созданием безотходных технологий, одновременно обеспечивающих охрану окружающей среды.

**35.МБ.198. Концентрирование и очистка рыбных ферментов мембранными методами.** Актуальные проблемы технологии живых систем: Сборник материалов I Международной научно-технической конференции молодых ученых, Владивосток, 21-23 дек., 2005. *Артюхов И. Л.* (Тихоокеанский государственный экономический университет). Владивосток. ТГЭУ. 2005, с. 5–9. Рус.; рез. англ.

Проведены исследования по извлечению ферментов из отходов, образующихся при разделке и обработке рыбы, мембранными методами и, в частности ультрафильтрацией. Установлено, что ультрафильтрационную очистку ферментных растворов целесообразно осуществлять до содержания массовой доли сухих веществ не менее 8,4% при рабочем давлении от 0,12 до 0,19 МПа и температуре раствора от 10 до 15°C. Дальнейшее уменьшение массовой доли сухих веществ в ферментном растворе не способствует увеличению активности ферментов, но значительно снижает их устойчивость к температурному фактору. Скорость циркуляции раствора в установке следует поддерживать в пределах от 0,3 до 0,8 м/с. Дальнейшее увеличение скорости потока приводит к инактивации ферментов.

**35.МБ.199. Butanol separation from fermentation broth using pervaporation.** 28 International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology, Frankfurt am Main, 15-19 May, 2006: ACHEMA 2006: Abstracts of the Congress Topics: Mixing and Separation Technology, Industrial Application of Membrane Technologies, Ecoefficient Waste Treatment and Resource Recovery, Advanced Reaction Technology, Membrane Technologies and Water Treatment, Efficient Use of Water Resources in Industry, Fine and Ultrafine Particles, Advances in Waste Gas Treatment. *Abdel-Hakim E., El-Masry M., El-Ardi O., El-Zanati E., Fahmy M.* (National Research Centre, Cairo, Egypt). Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 109. Англ.

Прохождение через полупроницаемую перегородку как мембранный метод разделения изучен для отделения бутанола от

жидкости брожения. Мембранный модуль разработан и изготовлен в национальном Исследовательском центре. Эта единица состоит из 4 ячеек. В работе использована только одна ячейка. Эта ячейка использовалась для отделения бутанола от двойной системы (бутанол/вода) при различных начальных концентрациях бутанола (6-8-11-16-20-50) г/л. Питание (250 см<sup>3</sup>) нагрето до 33° с помощью водяного термостата, теплый раствор подавали в ячейку со скоростью потока 500 мл/мин, ячейка работала под вакуумом, (давление 1 КПа). Когда наступало стабильное состояние, из резервуара “буфера” каждые два часа отбирали образцы, которые анализировали с помощью газовой хроматографии. Результаты изменения концентрации бутанола во времени разделялись на две стадии: на первой стадии, в которой концентрация уменьшалась, не было линейной зависимости уменьшения концентрации во времени, на второй стадии концентрация изменялась линейно со временем. Исследована проходимость двойной системы (бутанол/вода). График отношения мольной доли бутанола в пермеате (фильтрате)  $Y_b$  к мольной доле воды в пермеате  $Y_w$  против мольной доли бутанола со стороны питания  $X_b$ , дает прямую линию. Процент удаления бутанола увеличивается с увеличением концентрации питания. Это можно объяснить увеличением движущей силы процесса разделения с увеличением концентрации питания. Концентрация бутанола также линейно уменьшается со временем. Это можно объяснить подчинением процесса сорбции закону Генри ( $P=H \cdot X$ ). Поток бутанола через мембрану изменяется линейно средней арифметической концентрации бутанола с обеих сторон мембраны, что объясняется линейным отношением между потоком ( $J_b$ ) и средним арифметическим концентрации бутанола ( $C_{bm}$ ); ( $J_b=K_b C_{bm}/\rho$ ). Исследование показало, что есть обратное отношение между селективностью и потоком бутанола при различных начальных концентрациях бутанола в питании. Проходимость используемой мембраны определена как для бутанола, так и для общего пропускания.

**35.МБ.200. Извлечение металлов из технологических растворов и сточных вод баромембранными методами.** Актуальные вопросы защиты окружающей среды и безопасность территорий регионов России: Материалы 3 Всероссийской конференции с международным участием, Улан-Удэ, 2006. Хантургаева Г. И., Хараев Г. И., Ширеторова В. Г. Улан-Удэ. ВСГУТУ. 2006, с. 95–97. Рус.

Проведенные исследования показали, что, используя баромембранные методы, можно извлекать, концентрировать и селективно разделять ионы металлов из технологических растворов, промывных и сточных вод и организовать замкнутый цикл водооборота на обогатительных предприятиях.

**35.МБ.201. Баромембранные аппараты для разделения жидких систем.** Технические и естественные науки: проблемы, теория, эксперимент: Межвузовский сборник научных

трудов. Вып. 5. Лукьянова Н. В.; Морд. гос. ун-т. Ковылкино. Ковылк. район. типогр.. 2005, с. 66–71. Библ. 21. Рус.

Изложен способ применения мембранной техники в молочной промышленности, позволяющий выделить и сконцентрировать сывороточные белки из подсырной и творожной сыворотки в нативной форме без изменения их агрегатного состояния. Технология применяется при производстве кефира Особый, Утро, сметаны с наполнителем, сыра Особый, напитков из пахты, сухих молочных каш для детского питания и др. При переработке молочного сырья с помощью биомембранных процессов наибольшее применение получили аппараты на основе полых волокон, аппараты с рулонными, мембранными элементами и аппараты с керамическими мембранами.

**35.МБ.202. Мембранные структуры на основе синтетических и природных полимеров.** Зайцев С. Ю. М. МГАВМиБ. 2006, 190 с., ил. Библ. 98. Рус.

**35.МБ.203. Ультрафильтрация молока и молочных продуктов.** Лобасенко Б. А., Лобасенко Р. Б. Кемерово. Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. 2006, 117 с., ил. Библ. 128. Рус.

Рассмотрено математическое моделирование процесса ультрафильтрации молока и молочных сред. Проведен анализ явления концентрационной поляризации и гелеобразования. Представлены научные исследования, посвященные разработке нового типа мембранного оборудования и установок на их основе, проводится сравнительная оценка с типовыми конструкциями. Предназначена для студентов вузов, аспирантов, научных сотрудников и инженерно-технических работников пищевой промышленности.

**35.МБ.204Д. Исследование мембранных процессов в равновесных условиях с применением метода графов.** канд. хим. наук. Быкова Л. М. (Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60). Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 22 с., ил. Библ. 8. Рус.

Исследовано поведение ионообменных ПВХ-мембран на основе аммониевой соли ауринтрикарбоновой кислоты, 1,2-диоксидантрахинона, 8-оксихинолина; разработана конструкция и изготовлен мембранный модуль, с помощью которого изучены основные свойства ПВХ-мембран; проведена количественная оценка избирательности функционирования ионообменных мембранных систем; определена возможность использования ПВХ-мембран в качестве детекторов многокомпонентных систем в электролитах гальванич. производства и сточных водах в лабораторных и промышленных условиях; показана возможность применения метода графов для моделирования мембранных процессов на границе раздела фаз в равновесных условиях.

**35.МБ.205Д. Исследование мембранных процессов в равновесных условиях с применением метода графов.** канд.

хим. наук. *Быкова Л. М.* (Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60). Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 22 с., ил.. Библ. 8. Рус.

Исследовано поведение ионообменных ПВХ-мембран на основе аммониевой соли ауринтрикарбоновой кислоты, 1,2-диоксиантрахинона, 8-оксихинолина; разработана конструкция и изготовлен мембранный модуль, с помощью которого изучены основные свойства ПВХ-мембран; проведена количественная оценка избирательности функционирования ионообменных мембранных систем; определена возможность использования ПВХ-мембран в качестве детекторов многокомпонентных систем в электролитах гальванич. производства и сточных водах в лабораторных и промышленных условиях; показана возможность применения метода графов для моделирования мембранных процессов на границе раздела фаз в равновесных условиях.

**35.МБ.206Д. Моделирование процесса диффузии водорода сквозь металлические мембраны.** канд. физ.-мат. наук. *Магазин И. О.* (Владимирский государственный университет, 600026, г. Владимир, ул. Горького, 87). Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Иваново, 2006, 15 с., ил.. Библ. 5. Рус.

Цель работы - исследование кинетических закономерностей проникновения водорода через металлические мембраны при помощи метода имитационного моделирования. С этой целью разработана имитационная модель водородопроницаемости, позволяющая (при известных параметрах системы) рассчитывать полный набор данных о состоянии системы при проникновении водорода через металлическую мембрану: профили концентрации и потока в мембране в любой момент времени, выходной и входной потоки (при корректно заданных взаимосвязях потока и концентрации); проведена оценка адекватности феноменологических моделей водородопроницаемости: с постоянным коэффициентом диффузии без учета скорости межфазовых процессов; с постоянным коэффициентом диффузии с учетом скорости межфазовых процессов - реальным процессам, происходящим при проникновении водорода через металлические мембраны, а также рассмотрен ряд предположений о функционировании системы; разработана методика идентификации феноменологической модели водородопроницаемости, учитывающей скорость межфазовой реакции на выходной стороне мембраны по минимальному набору экспериментальных данных (методика апробирована на системе водород-никель); по экспериментальным данным рассчитаны температурные зависимости: коэффициента диффузии водорода в никеле, константы Сивертса, константы скорости межфазовой реакции; рассчитан полный набор зависимостей, характеризующих водородопроницаемость для системы водород-никель, с использованием параметров (коэффициент диффузии, константа Сивертса, константа

скорости межфазовой реакции), определенных при идентификации модели.

## Патенты

**35.МБ.207П. Влагообменный модуль с пучком пронизаемых для влаги полых волокнистых мембран.** Feuchtheitsaustauschmodul mit einem Bundel von fur Feuchtigkeit durchlassigen Hohlfasermembranen: Заявка 102004022310 Германия, МПК<sup>7</sup> В 01 D 63/02, Н 01 М 8/04. DaimlerChrysler AG. *Berger Gerhard, Hinsenkamp Gert, Intorp Jens, Mangold Patrick, Schafer Jochen, Schnetzler Sven, Weger Wolfgang, Wiesheu Norbert.* №102004022310.6; Заявл. 04.05.2004; Опубл. 08.12.2005. Нем.

Предлагается влагообменный модуль с пучком пронизаемых для первого потока газа полых волокнистых Мб, причем пучок этих Мб находится в корпусе с направляющими элементами для подвода и отвода обтекающего пучок второго газового потока. Предложение отличается тем, что направляющие элементы расположены в пучке полых волокнистых Мб и по своей окружности имеют множество отверстий. Это обеспечивает создание компактного мембранного модуля, в котором осуществляется эффективный влагообмен между двумя газовыми потоками.

**35.МБ.208П. Метод концентрирования водорастворимого органического материала.** Method for concentrating water-soluble organic material: Заявка 1614458 ЕПВ, МПК<sup>7</sup> В 01 D 61/00. Bussan Nanotech Research Inst. Inc.. *Ikeda Shiro.* №04713166.9; Заявл. 20.02.2004; Опубл. 11.01.2006. Англ.

Описывается метод концентрирования, сочетающий использование ректификац. колонны и мембранного сепаратора, при котором движущая сила мембранного разделения в виде разности давлений увеличивается за счет установки между колонной и сепаратором испарителя, при котором фракция, отбираемая от верха ректификац. колонны, конденсируется и затем вводится в испаритель, где конденсат нагревается, чтобы образовать пар, давление которого больше, чем рабочее давление в колонне (50-150 кПа). Этот пар затем поступает в мембранный сепаратор, где вода отделяется от смеси. Обычно водорастворимым органическим материалом является этанол или изопропиловый спирт, а материалом Мб является цеолит.

**35.МБ.209П. Иономеры с низким эквивалентным весом.** Low equivalent weight ionomer: Пат. 7041409 США, МПК<sup>8</sup> Н 01 М 8/10. Gore enterprise Holdins, Inc., Wu Huey Shen, Martin Charles W., Chen Xin Kang. №11/038337; Заявл. 20.01.2005; Опубл. 09.05.2006; НПК 429/30. Англ.

Мембраны содержат пористую основу, импрегнированную фторсодержащими иономерами с фторсодержащей основной цепью, боковыми группами на основе иономерных мономеров

формулы  $-(OCF_2CF(CF_2X))_nO(CFRf)_{a+1}(CF_2)_bY$  и концевыми группами формулы  $CA_2=CBO-$ , где между винильными группами расположены  $>4$  атомов, А-В, Сl, Н, В-А или  $OR^1$ ,  $R^1$  - алкил, полностью или частично фторированный или хлорированный, Х-В, Сl или Вг,  $n=0-2$ ,  $R_f$  - F, Сl, перфторалкил, хлорперфторалкил, Y - группы кислотные или конвертируемые в кислотные, а и  $b \geq 0$ .

**35.МБ.210П. Частично фторсодержащие сополимеры на основе трифторстирола и замещенных винильных соединений и ионные проводящие полимерные мембраны, из них изготавливаемые.** Partially fluorinated copolymer based on trifluorostyrene and substituted vinyl compound and ionic conductive polymer membrane formed therefrom: Пат. 7037950 США, МПК <sup>8</sup> С 08 J 5/20. Samsung SDI Co., Ltd, Kim Haekyoung. №10/836343; Заявл. 03.05.2004; Оpubл. 02.05.2006; НПК 521/33. Англ.

Частично фторсодержащие СПЛ с  $M_w$   $3-50 \times 10^4$  для изготовления ионных проводящих мембран для топливных ячеек, соответствуют формуле  $[CF_2CF(C_6H_4SO_3H)]_m [C(R^1)(R^3)C(R^2)(COO)]_n (CH_2)_p (CA_2)_q X$ , где  $R^1-R^3$ -F, Н или  $CF_3$ , Х-НО- или трифторметильные группы,  $m$  и  $n > 0$ ,  $p$ ,  $q$  и  $r \geq 0$ . При формировании мембран шивку СПЛ проводят под действием дивинилбензола, ди- и триаллилксида, этиленгликольдиметакрилата.

**35.МБ.211П. Метод и прибор для обработки проточных сред.** Method and apparatus for treatment of a fluid system: Пат. 7025884 США, МПК <sup>7</sup> G 01 D 61/00. CH2M Hill, Inc., Mueller P., Myers A. G.. №10/727441; Заявл. 03.12.2003; Оpubл. 11.04.2006. Англ.

Изобретение относится к аппаратуре для предварительной обработки проб, поступающих в технологический реактор. Предложенные метод и система обеспечивают удаление из потока жидкости нежелательных примесей. Для этого на питающей линии установлена хроматографическая колонка, заполненная выбранным ионообменным сорбентом, а также мембранный фильтр. Система включает также блок регенерации сорбента.

**35.МБ.212П. Мембранный диспергатор для распределения газа.** Membrane diffuser with uniform gas distribution: Пат. 7044453 США, МПК <sup>8</sup> В 01 F 3/04. Environmental Dynamics, Inc., Tharp Charles E.. №10/753677; Заявл. 01.08.2004; Оpubл. 16.05.2006; НПК 261/122.1. Англ.

Представлено устройство, предназначенное для аэрирования СВ. Предлагается несколько вариантов исполнения, во всех случаях система аэрирования состоит из большого количества аэрирующих элементов (АЭ), рабочая поверхность каждого АЭ выполняется из эластичного материала, снабженного шлицами для выпуска воздуха, длина одного шлица 0,5-1,0 мм. Материалом диспергирующей мембраны может быть резина, неопрен, уретан или другие синтетические материалы с необходимой эластичностью и структуральными характе-

ристиками. В одном из вариантов АЭ выполняется в виде эластичного цилиндра, эти цилиндры связываются замковыми элементами и подключаются к распределительной системе со сжатым воздухом.

**35.МБ.213П. Электрохимическое устройство, использующее многокомпонентную пленочную мембрану.** Electrochemical device using multicomponent composite membrane film: Пат. 7014948 США, МПК <sup>8</sup> Н 01 М 2/16. LG Chem, Ltd, Lee Seung-Jin, Lee Hyung-Mok, Ahn Soon-Ho, Cho Jin-Yeon, Yong Hyun-Hang, Lee Hyung-Keun, Lee Sang-Young, Song Heon-Sik, Ahn Byeong-In, Park Soon-Yong, Kyung You-Jin. №10/258170; Заявл. 05.03.2002; Оpubл. 21.03.2006; Приор. 05.03.2001, №2001-11192(Корея Республика); НПК 429/144. Англ.

Патентуется электрохимич. элемент (ЭХЭ), в частности ЭХЭ с улучшенной плотностью энергии, включающий уложенные стопой электрохимич. ячейки (ЭХЯ), в которых использованы многокомпонентные композитные пленки без образования границы раздела между опорным слоем пленки и пористым гелеобразным полимерным слоем. Патентуемый ЭХЭ имеет слой-прокладку между каждым штабелем, которые представляет собой многокомпонентные композитные мембраны, включающие пористый полимерный слой подложки, гелеобразный полимерный слой, который формируют с одной или двух сторон полимерной подложки, и эти оба слоя имеют одинаковый или разный размер пор, соединенных друг с другом. ЭХЭ могут включать ЭХЯ, составленные из топливных элементов, имеющих положит. и отриц. электроды, разделенные прокладкой, сдвоенные элементы, состоящие из 2 пар положит. и отриц. электродов, разделенных прокладкой, а также прокладка между каждой стопой ячейки. Перечислены полимерные материалы, которые можно использовать для изготовления прокладки. В состав гелеобразного полимерного слоя могут входить пористые частицы неорганич. соединений ( $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$  и  $B_2O_5$ ) и солей Li. Размер пор слоя подложки 0,001-10 мкм при толщине слоя в 1-50 мкм. Размер пор гелеобразного слоя около 10 мкм при толщине слоя 0,01-25 мкм. ЭХЭ подвергают термообработке при 50°C. Ее продолжительность составляет от 10 с до 1 ч..

**35.МБ.214П. Электрохимический компактный конвертер.** Convertisseur electrochimique compact: Заявка 2880994 Франция, МПК <sup>8</sup> Н 01 М 8/10. Forte Pierre. №0550131; Заявл. 17.01.2005; Оpubл. 21.07.2006. Фр.

Предлагается электрохимич. конвертер с протонообменной мембраной, состоящей из многочисленных единичных элементов электрохимич. конверсии, соединенных последовательно. Эти элементы характеризуются тем, что они включают 1-ую подложку, составляющую протонообменную МБ, и 1-ую поверхность (ПВ), на которой формируется ряд 1-ых анодных осадков и прилегающих к анодам зон. Кроме

того, на подложке есть 2-ая ПВ, на которой образуется ряд 2-ых осадков, формирующих серию катодных зон, расположенных напротив анодов. При этом аноды и катоды создают многочисленные элементы унитарной конверсии посредством последоват. соединения катода 1-го элемента с анодом 2-го элемента и т. д. 1-ая подложка представляет собой непрерывную гибкую ленту, а 2-ая - сегменты ленты из металлизированного для обеспечения проводимости пористого полимера. Полученные элементы обеспечивают разность потенциалов  $\sim 0,7$  В и напряженность  $\sim 300$  мА/см<sup>2</sup>. Показаны схематич. внешний вид топливного элемента по изобретению, сегмент 1-ой подложки, элементы конверсии, реализованные на сегменты и т. д. Преимущества предлагаемого элемента: снижение стоимости, веса, объема, сокращение количества операций сборки, заметное увеличение плотности энергии и соотношения мощность/масса за счет исключения bipolarных пластин.

**35.МБ.215П. Протонопроводящий сшитый гетерополисилоксан и мембрана.** Protonenleitfähiges, vernetztes Heteropolysiloxan, protonenleitfähige Membran und Verfahren zu deren Herstellung: Заявка 102004023586 Германия, МПК <sup>7</sup> C 08 g 77/04. Univ. Bremen, 28359 Bremen, DE. *Soltmann Christian, Ellenberg Christian, Wilhelm Michaela, Jeske Michael, Koch Dietmar, Grathwohl Georg.* №102004023586.4; Заявл. 13.05.2004; Оpubл. 08.12.2005. Нем.

В качестве материала для изготовления мембран, напр., для топливных батарей, используют сшитые гетерополисилоксаны, содержащие сульфо-, карбоксильные, амидо- и др. группы. Пример (г). К раствору 0,5 бензимидазол-5-карбоновой кислоты в 40-50 мл ДМФА добавляют в инертной атмосфере 0,7 1,1'-карбонилдимидазола и перемешивают 12 ч при 25°. Затем добавляют 1 аминопропилтриэтоксисилана, перемешивают 12 ч при 75-90° и вакуумируют. К 1 силансодержащего производного добавляют 0,5 сульфонируемого фенилэтилтрихлорсилана, 0,3 дифенилдиметоксисилана и 0,12 тетрэтоксисилана, затем 0,35 воды и 2 капли HCl. Массу перемешивают 2 ч при 25°, наносят на тефлоновую основу, оставляют на 24 ч, затем выдерживают при 140-200° в токе инертного газа. Полученная мембрана имеет уд. электропроводность  $1 \times 10^{-3}$  См/см (на платинированных медных электродах при 175°).

**35.МБ.216П. Мембранная технология для отделения растворителей от маслосодержащих растворов и суспензий.** Membranverfahren zur Abtrennung von Lösungsmitteln aus Öl-haltigen Lösungen und Suspensionen: Заявка 10347285 Германия, МПК <sup>7</sup> C 10 G 21/28. Uhde GmbH. *Streich Thomas, Rauscher Marcus.* №10347285.1; Заявл. 08.10.2003; Оpubл. 12.05.2005. Нем.

Для отделения галогенсодержащих УВ с низким молекулярным весом от маслосодержащих веществ и растворов

при производстве смазочных масел применены стойкие в растворителях и селективные наночастицы-МБ из ПА при температурах от -30 до 100°, скорости потока 0,5-10 м/сек и перепаде давлений 1-50 кг/см<sup>2</sup>. Растворитель состоит из смеси дихлорметана и дихлорэтана.

**35.МБ.217П. Очистка селективно проницаемых пленок с использованием моющих средств.** Detergent for selectively permeable film and method of cleaning: Заявка 1600204 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> B 01 D 65/06, C 11 D 7/26. Kurita Water Ind. Ltd. *Kawakatsu Takahiro, Orita Nobuhiro, Hitotsuyanagi Naoto.* №04713662.7; Заявл. 23.02.2004; Оpubл. 30.11.2005. Англ.

Предложены композиции для очистки селективно проницаемых МБ, используемых при ультрафильтрации и в установках обратного осмоса. Композиции содержат полиол с молекулярным весом  $\leq 400$  ((ди)этиленгликоль, глицерин) и органический растворитель (спирты, эфиры, кетоны, амиды). Композиции не нарушают целостность мембран, безопасны для человека и окружающей среды и обладают хорошим моющим действием.

**35.МБ.218П. Способ очистки мембран для фильтрования.** Process for cleaning a filtration membrane: Заявка 1656987 ЕПВ, МПК <sup>8</sup> B 01 D 65/06. JohnsonDiversey, Inc. *Sturtevant. Vreeman Jan Arend, Verbiest Willem Paul, Dusamos Marcellus Gerardus, Te Poele Sandy, Van der Graaf Jaap, Menkveld Wilbert, Boom Jeroen.* №04027188.4; Заявл. 16.11.2004; Оpubл. 17.05.2006. Англ.

Данные предложения связаны с тем, что мембранные методы эффективно применяются для очистки и глубокой доочистки СВ с целью их возврата в рецикл. Их недостатком является то, что мембраны достаточно быстро обрастают с образованием отложений и нуждаются в регенерации. Называются методы промывки мембран с использованием гидроксида и гипохлорита натрия, кислот, органических и неорганических, указываются их недостатки. В случае, если отложения мембран образованы соединениями, доступными для биоразложения, предлагается деструктировать их с применением ферментов, например, протеолитических. В приводимом примере в качестве ферментов использовались протеазы, перед регенерацией трансмембранный поток составлял от 138 до 200 л/м<sup>2</sup> бар ч, и после ферментативной регенерации от 271 до 467 л/м<sup>2</sup> бар ч.

**35.МБ.219П. Способ получения палладиевой мембраны на подложке для очистки водорода.** Method for forming supported palladium membrane used for hydrogen purification: Заявка 1547673 ЕПВ, МПК <sup>7</sup> B 01 D 71/02, C 01 B 3/50. Pei Min-Hon. *Rei Min-Hon, Chen Chien-Kun, Hsu Hsin-Chi, Hung Chia-Yeh.* №04005842.2; Заявл. 11.03.2004; Оpubл. 29.06.2005: Приор. 19.12.2003, №200310123937(Китай). Англ.

Предлагается способ нанесения Pd мембраны толщиной 3-30 мкм на подложку из пористой нержавеющей стали. Способ осуществляется наполнением подложки Pd (Nb и/или Ta)

с использованием пасты на основе высокотемпературной эпоксидной смолы, нанесением Pd мембраны методом химич. восстановления из раствора, содержащего  $\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$ , этилендиаминтетрауксусную кислоту,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (4,2-5,4; 60-74; 600-700 г·л<sup>-1</sup> соотв.) и  $\text{NH}_2\text{NH}_2$  (0,32-0,4 см<sup>3</sup>·л<sup>-1</sup>). Далее образуется дополнительная мембрана методом напыления в вакууме (1,33~0,0013 Па) при 25~250°C, в течение 60-120 мин, с использованием Pd 99-99,9% чистоты. На заключительной стадии систему отжигают при 450-550°C, в  $\text{N}_2$  атмосфере, содержащей 3~10%  $\text{H}_2$ , в течение 4~8 час.

**35.МБ.220П. Биполярная мембрана:** Пат. 2290985 Россия, МПК<sup>7</sup> В 01 D 69/12, С 08 J 5/22. ФГУП ВНИИ хим. технол. Шаталов В. В., Савельева Т. И., Рамзина Т. А., Глухова Л. П. №2005130912/04; Заявл. 06.10.2005; Оpubл. 10.01.2007. Рус.

**35.МБ.221П. Водородопроницаемая мембрана и процесс ее изготовления.** Hydrogen-permeable membrane and process for production thereof: Заявка 1568409 ЕПВ, МПК<sup>7</sup> В 01 D 71/02, С 01 В 3/50. Mikuni Corp.. Yamaguchi Akira, Fukui Katsuhiko, Mikuni Corporation. №05090038.0; Заявл. 22.02.2005; Оpubл. 31.08.2005; Приор. 27.02.2004, №2004055184(Япония). Англ.

Предлагается мембрана, обеспечивающая высокую степень очистки водорода. Мембрана состоит из материала из группы  $\text{AlN}_{x_1}$ ,  $\text{AlO}_{x_2}$ ,  $\text{SiN}_{x_3}$  или  $\text{SiO}_{x_4}$  ( $0,5 \leq x_1 \leq 1$ ;  $0,8 \leq x_2 \leq 1,5$ ;  $0,7 \leq x_3 \leq 1$  и  $1 \leq x_4 \leq 2$ ) и металлич. (Pd, Nb, V, Ta, их сплавы) частиц, пропускающих, т. е. не реагирующих с  $\text{H}_2$  и диспергированных в материале. Мембрана фиксируется на керамич. подложке с порами диаметром 1-200 нм посредством выращивания из газовой фазы или напылением.

**35.МБ.222П. Мембраны для топливных элементов и способ их получения.** Membrane for a fuel cell and method for producing the same: Пат. 7022427 США, МПК<sup>7</sup> Н 01 М 8/00. Ballard Power Systems Inc., Biegert Hubertus, Britz Peter, Toth Gabor, Urban Peter. №10/069609; Заявл. 30.08.2000; Оpubл. 04.04.2006; Приор. 10.09.1999, №19943244(Германия); НПК 429/33. Англ.

Патентуются обладающие повышенной протонной проводимостью и способные к повторной смачиваемости мембраны для ТЭ, состоящие из 75-99% углеводородного полимера и 25-1% металлсодержащего геля, полученного гидролизом и/или конденсацией алкоксида металла и локализованного в полимере или химически связанного с ним. Мембрана имеет толщину  $\leq 100$  мкм и может содержать 0,5-1 мас.% наполнителя.

**35.МБ.223П. Топливный элемент и мембрана.** Fuel cell and membrane: Пат. 6841290 США, МПК<sup>7</sup> Н 01 М 4/86. Sandia Corp., Klitsner Tom, Sylwester Alan P., Ryba Gail N., Zipperian Thomas E., Kravitz Stanley H., Hecvht Andrew. №10/017140; Заявл. 30.10.2001; Оpubл. 11.01.2005; НПК 429/44. Англ.

Патентуется ТЭ, состоящий из анода, катода и разделяющего их слоя электролита. Анод представляет собой пленку из слоя с электронно проводимостью (золото, алюминий, платина

или органич. материал) и диэлектрического слоя из нитрида кремния; диэлектрический слой является электродной подложкой. На подложке из нитрида кремния с помощью травления образована система пор diam. от 1 до 18 мкм; через эту систему осуществляется подача топливного газа к аноду. Общая толщ. анода - от 1 до 20 мкм. В качестве катода используется слоистый электрод, имеющий рабочую поверхность в 5 раз больше рабочей поверхности анода. Патентуемый ТЭ работает на  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$ .

**35.МБ.224П. Фильтрующее устройство для жидкости.** Fluid filtering device: Пат. 6899810 США, МПК<sup>7</sup> В 01 D 63/08. Millipore Corp., Pitt Aldo M., Gutierrez Sara D., Zermani Thomas G., Busnach Jeffrey, Raneri Joseph J., Groves James C.. №09/637403; Заявл. 11.08.2000; Оpubл. 31.05.2005; НПК 210/321.68. Англ.

Патентуют фильтрующее устройство для жидкости. Устройство содержит: А) Множество фильтрующих камер внутри пластины. Каждая фильтрующая камера включает плоскую мембрану в основании камеры резервуара для обработки жидкости. Плоская мембрана расположена горизонтально относительно плоскости пластины. Б) Угловой механизм, расположенный под углом к плоским мембранам внутри фильтрующих камер, но не под углом 90° относительно линии перпендикуляра к оси вращения, вокруг которой вращается пластина.

**35.МБ.225П. Композитные полиамидные обратноосмотические мембраны и их получение.** Composite polyamide reverse osmosis membrane and method for producing the same: Заявка 784308 Австралия, МПК<sup>6</sup> В 01 D 71/56. Saehan Industries Inc.. Koo Ja Young, Kim Jong Eun, Kim Wan Joo, Park Kee Seop. №200118307; Заявл. 06.02.2001; Оpubл. 08.08.2002. Англ.

Композитные обратноосмотич. мембраны получают взаимодействием полифункциональных аминов ( $\text{N}, \text{N}, \text{N}'$ -тетраметилгександиамин-1,6) и полифункциональных ацилгалогенидов, сульфогалогенидов и полиизоцианатов. Реакцию проводят на границе раздела фаз на пористой основе, используя амины в водном и остальные реагенты в растворе в орг. растворителе.

**35.МБ.226П. Способ и устройство для выделения из водных растворов тяжелых изотопов гидроксида водорода.** System and method for separating heavy isotopes of hydrogen oxide from water: Пат. 6984327 США, МПК<sup>8</sup> В 01 D 61/20, С 02 F 1/42. Patterson James A.. №10/997676; Заявл. 23.11.2004; Оpubл. 10.01.2006; НПК 210/638. Англ.

Отмечается, что вода различных источников, в частности природных, а также технологического назначения может содержать тяжелые изотопы водорода (дейтерий, тритий), а также соответственно оксид дейтерия  $\text{D}_2\text{O}$  и оксид трития  $\text{T}_2\text{O}$ . Патентуется метод сепарирования этих оксидов,

который основан на способности мембран особого типа селективно отфильтровывать  $H_2O$ , при этом происходит концентрирование названных оксидов. В соответствии со способом устройство содержит емкость со смесью  $H_2O$ ,  $D_2O$  (может содержаться от 0,001 до 0,51%) и  $T_2O$ , а также вакуумируемую емкость с трубчатой спиралеобразной мембраной, включенной в контур рециркуляции с емкостью с водой. В процессе циркуляции  $H_2O$  селективно удаляется через мембрану в вакуумном объеме, а оксиды остаются в системе и концентрируются, их дальнейшее удаление производится посредством ионообменной смолы, приводятся данные о температурном режиме.

**35.МБ.227П. Реактор для разделения газов и/или проведения химических реакций и способ его изготовления:**

Пат. 2292232 Россия, МПК<sup>7</sup> В 01 D 63/00. ООО Объед. центр исслед. и разработ. *Мордкович В. З., Харитонов Д. Н., Аветисов А. К., Байцток Ю. К., Политова Е. Д., Дудакова Н. В., Суворкин С. В., Косарев Г. В.* №2004130966/15; Заявл. 25.10.2004; Оpubл. 27.01.2007. Рус.

Патентуется реактор для разделения газов и/или проведения химич. реакций, включающий в себя корпус, керамич. мембрану и расположенный между ними соединительный элемент из сплава, содержащего элементы VIII и VI группы Периодич. таблицы Д. И. Менделеева, отличающийся тем, что на поверхности соединительного элемента, прилегающей к мембране, сформирован слой оксида алюминия. В качестве элементов VIII и VI группы указанный сплав содержит соотв. железо и хром.

**35.МБ.228П. Влагоувлажняющий модуль с пучком влагопроницаемых полых волокон.** Feuchtigkeitsaustausch modul mit einem Bundel von fur Feuchtigkeit durchlassigen Hohlfasermembranen: Заявка 102004022245 Германия, МПК<sup>7</sup> В 01 D 63/02. DaimlerChrysler AG. *Berger Gerhard, Hinsenkamp Gert, Intorp Jens, Mangold Patrick, Schafer Jochen, Schnetzler Sven, Weger Wolfgang, Wiesheu Norbert.* №102004022245.2; Заявл. 04.05.2004; Оpubл. 08.12.2005. Нем.

Влагоувлажняющий модуль состоит из пучка влагопроницаемых полых мембран и направляющего элемента для подвода газового потока к мембранам. Причем сечение модуля после направляющего элемента увеличивается до диаметра пучка полых волокон. Модуль отличается тем, что в области подводящего элемента имеется устройство для закручивания потока газа перед входом его в пучок полых мембранных волокон. Устройство предназначено для топливных элементов для увлажнения воздуха, идущего от компрессора вдоль внешней поверхности мембран, в то время, как влажный отработанный газ отводится из  $\geq 1$  топливного элемента.

**35.МБ.229П. Фотоэлектролиз воды при использовании протонообменных мембран.** Photoelectrolysis of water using proton exchange membranes: Пат. 7037414 США, МПК<sup>7</sup> С 25 В

1/04, С 25 В 9/10. Gas Technology Ins., Fan Qinbai. №10/617466; Заявл. 11.07.2003; Оpubл. 02.05.2006; НПК 204/242. Англ.

Патентуются способ и аппаратура для получения  $H_2$  и  $O_2$  фотоэлектролизом воды под воздействием солнечного света. Цели патента: 1) разработка элемента для фотоэлектролиза с повышенной эффективностью и стабильностью по сравнению с традиц. элементами; 2) элемент должен обеспечить проникновение солнечного света к поверхности (ПВ) катализатора (КТ) фотоэлектрода без потери энергии по сравнению с традиц. элементами для фотоэлектролиза; 3) патентуемый элемент должен исключить замедление выделения  $H_2$  и  $O_2$  с ПВ КТ, наблюдаемое для традиц. элементов. Фотоэлектрохимич. элемент по патенту включает светопроницаемую камеру, полупроводниковые фотоанод и фотокатод, расположенные в этой камере, и раствор электролита, находящийся между фотоэлектродами. Элемент активируется посредством полупроводниковых фотоэлектродов, которые включают протонообменную мембрану (МБ). Лицевая ПВ этой МБ контактирует с раствором электролита и стенкой лицевой светопроницаемой ПВ. МБ содержит фотоэлектрокатализатор, расположенный на лицевой ПВ светопроницаемой стенки. Показаны схемы традиц. и патентуемого элементов для расщепления воды, а также схема узла фотоэлектрода и схема получения электричества с использованием последнего. Описаны разные способы приготовления фотоэлектрода.

**35.МБ.230П. Фоторезист и органическая антиотражающая покровная композиция.** Photoresist and organic antireflective coating compositions: Пат. 7029821 США, МПК<sup>8</sup> G 03 F 7/00. Rohm and Haas Electronic Materials LLC, Carey Richard J., Trefonas Peter (III), Kaufman Michael J.. №10/777997; Заявл. 11.02.2004; Оpubл. 18.04.2006; НПК 430/270.1. Англ.

Патентуют способ получения фоторезистной композиции, содержащий фильтрующую фоторезистную композицию с фильтром с размером пор  $\leq 0,03$  мк, в котором фильтр включает полиимидную фильтрующую мембрану. Описан также способ получения органической антиотражающей покровной композиции для использования в качестве защитного покрытия для фоторезистной композиции, содержащей фильтрующую органическую покровную композицию с фильтром с размером пор  $\leq 0,03$  мк, в котором фильтрующая мембрана содержит материал нейлон.

**35.МБ.231П. Первапорационные мембраны и способ их применения.** Pervaporation membranes and methods of use: Пат. 7045062 США, МПК<sup>7</sup> В 01 D 71/42, В 01 D 71/00. Seventy-Seventh Meridian Corp., LLC, Aminabhavi Tejrāj M., Kulkarni Padmakar V., Kurhuri Mahaveer. №10/348269; Заявл. 21.01.2003; Оpubл. 16.05.2006. Англ.

Композиция для изготовления первапорац. мембран содержат ПВС с 46-93% привитых групп полиакрилонитрила и сшива-

ющие агенты (глутаровый альдегид). Мембраны используют для отделения ДМФА от воды.

**35.МБ.232П. Способ профилирования гетерогенных ионообменных мембран:** Пат. 2284851 Россия, МПК <sup>8</sup> В 01 D 61/52. ООО Инновац. предприятие Мембран. технол.. *Заболоцкий Виктор Иванович, Лоза Сергей Алексеевич, Шарафан Михаил Владимирович.* №2005101531/15; Заявл. 24.01.2005; Оpubл. 10.10.2006. Рус.

В способе профилирования гетерогенных ионообменных мембран (МБ) МК-40 и МА-40 прессованием МБ предварительно переводят в набухшее состояние и прессуют при 80-90° и времени выдержки под нагрузкой 20-40 сек, что обеспечивает увеличение активной поверхности МБ, снижение величины адгезии, исключение термодеструкции и разрушение микроструктуры мембран.

**35.МБ.233П. Протонопроводящая полиэлектролитная мембрана.** Protonenleitende Polymerelectrolytmembran: Заявка 102004023038 Германия, МПК <sup>7</sup> В 01 D 67/00, С 08 J 5/22. "Stiftung CAESAR" (Center of Advanced European Studies and Research), 53175 Bonn, DE. *Giersig Michael, Rojas-Chapana Jose.* №102004023038.2; Заявл. 06.05.2004; Оpubл. 24.11.2005. Нем.

Вместо Nafion-мембран (МБ) для топливных элементов предложены более дешевые композитные МБ на основе полипиррола и ароматич. сульфокислот в сочетании с углеродными нанотрубками с каналами диам. <50 нм. Заливку производят с помощью шаблона, на дне которого вертикально укреплены трубки, которые после отверждения извлекают из полимера или оставляют в нем. Для открытия трубок используют срез.

**35.МБ.234П. Позитивно заряженная мембрана.** Positively charged membrane: Пат. 7094347 США, МПК <sup>8</sup> В 01 D 63/00. Pall Corp., Wu X., Hou C. J., Dharia J., Konstantin P., Yang Y.. №11/035950; Заявл. 18.01.2005; Оpubл. 22.08.2006; НПК 210/321.84. Англ.

Изобретение относится к приборам для детектирования, фильтрации и очистки биомолекул, например протеинов, аминокислот и др. Для приборов указанного назначения предложена положительно заряженная микропористая мембрана, обладающая свойствами удерживать протеины с емкостью до 25 мг/мл. Она имеет гидрофильную пористую полимерную подложку, на которую нанесено функциональное покрытие из соединений со свободными катионными группами, сообщаящих мембране фиксированный положительный заряд.

**35.МБ.235П. Приготовление композиционных, термостабильных мембран с основой из диоксида кремния методом пропитки-прокатки.** Preparation of composite silica membranes with thermal stability by a soaking-rolling method: Пат. 6958137 США, МПК <sup>7</sup> С 01 В 33/12, В 01 J 20/28. Korea Research Inst. of Chemical Technology, Lee Kew-Ho, Lee Dong-Wook, Lee

Yoon-Ku, Sea Bong-Kuk, Nam Seung-Eun. №10/677222; Заявл. 03.10.2003; Оpubл. 25.10.2005; Приор. 04.10.2002, №10-2002-0060554(Корея Республика); НПК 423/335. Англ.

Патентуется способ изготовления мембраны, сохраняющей свои характеристики при повышенных температурах в течение длительного промежутка времени. Способ заключается во введении в поры подложки из нержавеющей стали SiO<sub>2</sub> ксерогеля с размером частиц 80-120 нм, ее прессовании при 100-200 атм и спекании при 700°С, в течение 1-3 час. Далее система пропитывается γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> золем посредством вакуумной пропитки-прокатки, сушится и спекается. На следующей стадии на поверхность наносится золь SiO<sub>2</sub>. Процесс заканчивается сушкой и прокаливанием. Условия первых 2 стадий обеспечивает уменьшение размера пор до 5-10 нм. Сушка в обоих случаях осуществляется при 20-30°С, относительной влажности 50-70%, в течение 10-15 час, а прокалывание - при 500-600°С.

**35.МБ.236П. Мембрана из твердого полимерного электролита, имеющего гидрофильные боковые цепи.** Hydrophilic side-chain polymer electrolyte membranes: Пат. 6989205 США, МПК <sup>8</sup> Н 01 М 8/00, Н 01 М 2/00. Motorola, Inc., Paddison Stephen. №10/284909; Заявл. 31.10.2002; Оpubл. 24.01.2006; НПК 429/12. Англ.

Патентуется квантово-механич. метод расчета транспортных характеристик тв. полимерного электролита. Предложенный метод использован для разработки стратегии подбора оптимальной структуры полимера, обеспечивающей минимизацию электроосмотич. переноса метанола через мембрану. Стратегия основана на утверждении, что увеличение степени проникновения боковых цепей полимера в поры мембраны приводит к снижению диэлектрич. постоянной воды в порах и, в конечном итоге к снижению скорости переноса метанола. Описан компьютеризированный способ расчета диэлектрич. постоянной воды в порах мембраны в зависимости от параметров последних. Возможности метода продемонстрированы на примерах мембран типа "NAFION" и "PEEK".

**35.МБ.237П. Мембрана для топливного элемента, способ ее получения и применения.** Membranen für Brennstoffzellen, Verfahren zur Herstellung der Membranen und Brennstoffzellen unter Verwendung derartiger Membranen: Заявка 102004005389 Германия, МПК <sup>7</sup> Н 01 М 8/02. Sartorius AG. *Melzner Dieter, Reiche Annette, Mahr Ulrich, Kiel Suzana, Haufe Stefan.* №102004005389.8; Заявл. 04.02.2004; Оpubл. 04.02.2004. Нем. Патентуется мембрана, используемая в ТЭ в качестве электролита. Мембрана изготовлена из полимера, в котором атом азота химически связан с центральными атомами многоосновных неорганич. оксикислот или их производных; химические связи являются амидными. Полимер и оксикислоты образуют в мембране структурную двумерную сетку. ТЭ с такой мембраной использующий фосфорную кислоту, показывает при

температуре 160°C и скорости подачи  $H_2=170$  мл/мин и воздуха 570 мл/мин, импеданс от 0,5 до 1 Ом $\times$ см<sup>2</sup> при измеряемой частоте от 1000 Гц. Такой ТЭ может эксплуатироваться при температуре 250°C.

**35.МБ.238П. Экструзия полимеров с ионными щелочными группами.** Extrusion de polymeres ioniques a groupements ioniques alcalins: Заявка 2883293 Франция, МПК<sup>8</sup> С 08 J 5/22, С 08 L 81/06. Inst. Nat. Polytechnique de Grenoble - FR, Eras Labo - FR, Commissariat a l'energie atomique - FR Centre Nat de la Recherche Scientifique - FR. *Sanchez Jean-Yves, Jojoiu Christina, Mercier Regis, Marechal Manuel, El Kissi Nadia, Galiano Herve, Chabert France.* №0502603; Заявл. 16.03.2005; Опубл. 22.09.2006. Фр.

Композиции (КМ) для изготовления мембран содержат термопластичные полимеры (ТПМ) с ионными щелочными группами и пластификатор (ПЛТ). КМ экструдуют и в водной среде ПЛТ экстрагируют. ПЛТ - нелетучие соединения, инертные к ионным группам ТПМ, растворимые в воде и совместимых с ней растворителях; ПЛТ содержат группы с хорошим сродством к щелочным катионам ТПМ и группы с хорошим сродством к анионным группам, присоединенным к катионным группам ТПМ.

**35.МБ.239П. Способ получения синтез-газа паровым риформингом диметилового эфира с использованием палладий-рениевой мембраны.** Пат. 2280612 Россия, МПК<sup>8</sup> С 01 В 3/38. Иркут. гос. ун-т. *Ким Ен Хва, Баженов Б. Н., Торопова А. В., Сабохоева Т. С., Лифанов Е. В., Ян Юн Бин, Шмидт Ф. К.* №2004111246/15; Заявл. 12.04.2004; Опубл. 27.07.2006. Рус.

Способ получения синтез-газа паровым риформингом диметилового эфира (ДМЭ) при повышенной температуре и атмосферном давлении на катализаторе при мольном соотношении реагентов ДМЭ: $H_2O=1:1$ , отличается тем, что паровой риформинг проводят в реакторе, снабженном палладий-рениевой мембраной, при скорости подачи реагентов 60-120 ч<sup>-1</sup>.

**35.МБ.240П. Однородные микрокапсулы.** Uniform microcapsules: Пат. 6890592 США, МПК<sup>7</sup> В 01 J 13/02. Appleton Papers Inc., Seehafer Troy Ronald, Stahler George Arthur. №10/099757; Заявл. 13.03.2002; Опубл. 10.05.2005; НПК 427/213.34. Англ.

Улучшенный процесс получения микрокапсул с узким распределением по размерам 0,5-20(0,25-2) мкм связан с использованием спец. мембраны в виде трубки диам. 10 мм, толщ. стенки 1 мм и порами 1,4 мкм, полученной из спеченного алюмосиликата. Микрокапсулы получают пропусканием под давл. 55 кПа через эту мембрану дисперсии полимера с послед. обработкой их с поверхности. Ядро микрокапсул получают добавлением втор-бутилдифенила к 3-диэтиламино-6-метил-1,7(2',4'-диметиланилино)флуорану. Затем вводят СПЛ бутилакрилата и акриловой кислоты.

**35.МБ.241П. Дисперсии, содержащие перфторуглеродные сополимеры.** Dispersion composition containing perfluorocarbon-based copolymer: Пат. 7045044 США, МПК<sup>8</sup> С 25 В 13/08. Asahi Kasei Chemicals Corp., Nakayama Yoshimichi. №10/381473; Заявл. 27.09.2001; Опубл. 16.05.2006; НПК 204/296. Англ.

Дисперсии, используемые для изготовления высококачеств. фторсодержащих катионообменных мембран, содержит (ч.) 100 перфторуглеродных СПЛ со звеньями формул  $-(CF_2CX_2)_a[CF_2CF\{OCF_2CF[(CF_2X)O]\}_b](CFR^1)_c(CFR^2)_d(CF_2)_eX^1-$  и 10-10 000 фторсодержащих олигомеров со звеньями формул  $-(CF_2CFY)_s-$  или  $-[R^1O]_q[R^2O]_r-$ . В приведенных формулах X-F или Cl, a=0-20, b=0-2, c=0 или 1, d и e=0-6, c+d+e!=0, R<sup>1</sup> и R<sup>2</sup>-F, Cl, (пер)фторалкил, X<sup>1</sup>-COOR<sup>3</sup>, R<sup>3</sup>- алкил, Y-F или Cl, s=6-10, R<sup>1</sup> и R<sup>2</sup>- перфторалкил, q+r=6-100. Дисперсии смешивают с 10-1000 частиц из числа устойчивых к щелочным неорг. электродных или протекторных порошков и экстрагируют фторолигомеры. Получаемую порошкообразную композицию с матрицей из перфтор-СПЛ и диспергированными частицами на ПВ мембран термообработывают при 160-340°.

**35.МБ.242П. Способ получения полиэлектролита для протонопроводящих мембран.** Polymer electrolyte and proton-conducting membrane: Пат. 7030206 США, МПК<sup>8</sup> С 08 G 73/06, С 08 G 75/00. Honda Motor Co., Ltd., JSR Corp., Kanaoka Nagayuki, Iguchi Masaru, Mitsuta Naoki, Sohma Hiroshi, Ohtsuki Toshihiro. №10/804228; Заявл. 19.03.2004; Опубл. 18.04.2006; НПК 528/171. Англ.

Полиэлектролиты для ионитовых мембран получают на основе блок-СПЛ, содержащих O,N,C-замещ. арилы, ди-, полифенилы, арилены. Пример (г). Смешивают 13,9 2,5-дихлор-4-(4-фенокси)феноксibenзофенона 25,4 вещества формулы  $ClC_6H_4ArOArC_6H_4Cl$ , где Ar - остаток фталимида, 1,56 NaJ, 8,39 трифенилфосфина, 12,6 Zn и 1,57 бис(трифенилфосфина) никеля в токе N<sub>2</sub>, добавляют 100 мл N-метил-2-пирролидона и греют смесь 3 ч при 70°. По завершении полимеризации смесь выливают в 3 л раствора метанола в HCl, взятых в соотношении 9:1, осадок промывают метанолом и сушат в вакууме, получая вещество формулы  $[C_6H_4ArOArC_6H_4]_n[C_6H_3(O)C_6H_4OC_6H_4OC_6H_5]_k$ , 20 которого смешивают с 200 мл 98%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 60° в течение 5 ч и получают 37 сульфополимера, который используют для получения мембран поливом из раствора.

**35.МБ.243П. Датчик разности давлений.** Differenzdruckaufnehmer mit Uberlastmembran: Заявка 102004006383 Германия, МПК<sup>7</sup> G 01 L 13/06, G 01 L 19/06. Endress+Hauser GmbH+Co. KG. *Burczyk Dietfried, Dannhauer Wolfgang, Nurnberger Ralf.* №1020040063834; Заявл. 09.02.2004; Опубл. 25.08.2005. Нем.

Предлагается датчик разности давлений, имеющего мембрану между камерой высокого давления и камерой низкого давле-

ния и измерительную ячейку, соединенную с одной стороны с камерой высокого давления, а с другой стороны - с камерой низкого давления. Отличительная особенность датчика состоит в том, что в камере низкого давления образована выпуклая поверхность, к которой в спокойном состоянии прилегает мембрана. Ил. 1.

**35.МБ.244П. Сочетание объемного фильтра с мембранным фильтром для разделения фаз.** Combinatiobn depth and phase separation membrane filter: Пат. 7097693 США, МПК <sup>7</sup> В 01 D 53/22. Mayeaux Holding, LLC, Mayeaux Donald P., St. Amant Valmond (III). №10/631502; Заявл. 31.07.2003; Оpubл. 29.08.2006; НПК 96/9. Англ.

Описывается комбинир. фильтр для удаления захваченных жидкостей, твердых частиц и несмешивающихся жидкостей из потоков газообразных углеводородов, тем самым защищая промышленные анализаторы от загрязнения жидкостью и твердыми частицами. Фильтр состоит из головки и корпуса, соединенных при помощи резьбы. Подаваемый через головку газ проходит по кольцевому проходу в горизонтально расположенном корпусе объемного фильтра, в котором удаляются твердые частицы и происходит коалесценция капелек жидкости. Затем газ проходит через Мб, установленную перпендикулярно оси корпуса, которая сепарирует жидкую фазу от газовой фазы. Устройство компактно, легко в монтаже и обслуживании.

**35.МБ.245П. Способ и устройство для обработки воды.** Water treatment method and water treatment device: Пат. 7018546 США, МПК <sup>7</sup> С 02 F 1/36. Hitachi, Ltd, Kurihara Masahiro, Takei Kazuo, Hashiba Kunio, Katakura Kageyoshi. №10/754319; Заявл. 08.01.2004; Оpubл. 28.03.2006; Приор. 06.03.2003, №2003-059307(Япония); НПК 210/748. Англ.

Патентуемый способ предназначен для обеззараживания питьевой воды в комбинированном процессе. Основным элементом устройства является ультразвуковой излучатель (УЗИ), один или несколько; при воздействии излучения на мембраны микроорганизмов происходит их разрушение. Помимо УЗИ влияющими факторами являются также хлорирование воды и ее термообработка. В соответствии со способом устройство включает емкость с водой, подлежащей обеззараживанию, вода насосом отбирается из нее и передается вначале в узел хлорирования, затем через тонкий фильтр в блок УЗИ, затем через ступень термообработки возвращается в емкость с водой, в которую по мере убыли подается свежая вода.

**35.МБ.246П. Способ получения керамического мембранного фильтра:** Пат. 2282490 Россия, МПК <sup>7</sup> В 01 D 67/00. Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Томск. политехн. ун-т. Хабас Тамара Андреевна, Мельников Александр Григорьевич, Неввонен Ольга Владимировна, Ильин Александр Петрович. №2004130266/15; Заявл. 12.10.2004; Оpubл. 27.08.2006. Рус.

Патентуемый способ включает измельчение проволоки импульсным разрядом, после чего нанодисперсный электровзрывной порошок алюминия сжигают на воздухе, измельчают и вводят в состав шихты в количестве от 1 до 10% мас. Обжиг проводят со скоростью ≤60 град/час до температуры 1000°C, далее до температуры спекания ≤80 град/час. Предлагаемое изобретение обеспечивает упрощение технологии получения беззасадочных керамических мембранных фильтров с проникающей пористостью, имеющих средний размер пор 0,1 мкм и менее.

**35.МБ.247П. Композитная ионообменная мембрана, способ ее изготовления, мембранэлектродная сборка и топливный элемент с этой сборкой и полимерным электролитом.** Composite ion-exchange membrane, fabrication method of the same, and membrane-electrode assembly, and polymer electrolyte fuel cell having the same: Пат. 7074510 США, МПК <sup>7</sup> Н 01 М 8/10. Hyundai Motor Co., Kia Motors Corp., Rhee Hee-Woo, Song Min-Kyu, Kim Young-Taek, Park Seung Bae, Park Jin Ho. №11/027328; Заявл. 29.12.2004; Оpubл. 11.07.2006; Приор. 30.12.2003, №10-2003-0100130(Корея Республика); НПК 429/30. Англ.

Патентуется способ изготовления ионообменной мембраны (МБ) с хорошей проводимостью при высокой температуре. Способ состоит из стадий: А) приготовление 0,5-30%-ного раствора ионообменной смолы, содержащей группы сульфоновой, карбоновой или фосфорной кислот, в органич. растворителе; Б) формовка МБ смешиванием при УЗ-обработке приготовленного раствора с ≥1 порообразователем, выбранным из поликапролактона, полистирола, пропиленкарбоната, диоктилфталата, тритолилфосфата и т. д.; В) формование пор извлечением порообразователя растворителем - изопропанолом, ацетоном, этанолом, диэтиловым эфиром и т. д.; Г) введение в поры тв. протонпроводящего вещества -  $Zr(O_3PC_2H_5)_{1,15}Y_{0,85}$ ,  $CsDSO_4$ ,  $SnO_2 \times 2H_2O$ ,  $Ba_2YSnO_{3,5}$ ,  $H_2Sb_4O_{11} \times 3H_2O$  и т. д., 5-70 мас.% которого распределяются в 30-95 мас.% ионообменной смолы. Протонпроводящее вещество смешивают с 5-50 мас.% носителя -  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , слюды, цеолита. В МБ ионообменная смола имеет скорость ионного обмена 3-33. Приведена схема ТЭ с патентуемой МБ.

**35.МБ.248П. Получение безводных органических растворителей с помощью мембранного метода.** Herstellung von wasserfreien organische Lösungsmitteln mittels eines Pervaporationsverfahrens: Заявка 102004042583 Германия, МПК <sup>8</sup> В 01 D 61/36. Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH. Heinichen Holger, Wilken Jorg, Kanschik-Conradsen Andreas, Fooker Michael, Blau Herbert. Patent- und Rechtsanwalt Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Geissler, 81679 Munchen. №102004042583.3; Заявл. 02.09.2004; Оpubл. 23.03.2006. Нем.

Предложен способ отделения воды из жидкой системы, содержащей  $\geq 1$  органический компонент (нитрил, парафин, кетон, альдегид, простой эфир, ароматический углеводород или хлорированный парафин), с помощью мембраны (МБ) подачей жидкой системы, подлежащей обезвоживанию, на МБ с давлением на стороне питания 1-10 бар и понижением парциального давления паров воды со стороны фильтрата до 0,01-50 мбар. Температура жидкой системы составляет 50-200°. Используются МБ на основе поливинилового спирта. Метод позволяет разделять растворы электролитов. После обезвоживания система содержит влаги менее 10 ч/млн.

**35.МБ.249П. Фильтрующие мембраны для физиологически активных веществ.** Filter membranes for physiologically active substances: Пат. 6797169 США, МПК<sup>7</sup> В 01 D 71/06. Asahi Kasei Pharma Corp., Ide Shoichi, Noda Toshiaki. №10/048550; Заявл. 18.08.2000; Опубл. 28.09.2004; Приор. 20.08.1999, №11/234727(Япония); НПК 210/500.27. Англ.

Патентуются фильтрующие мембраны для физиологически активных веществ с отношением температуры начала кипения к поверхностному натяжению 110 и выше, и пропускающие бычий иммуноглобулин с содержанием мономера 80% и выше. При фильтрации растворов физиологически активных веществ через мембрану снижается содержание свинных парвовирусов в 3 раза и более при пропускной способности фильтра 0-5 и 50-55 л/м<sup>2</sup>; содержание мономерного бычьего иммуноглобулина снижается на 80% и более. Размер пор мембраны составляет 3-90 мк. Очистку мембран осуществляют водой, подаваемой со скоростью 70-200 л/час под давлением 1 атм на м<sup>2</sup> поверхности мембраны. Толщина мембраны составляет 5-100 мк.

**35.МБ.250П. Хитозановые мембраны, содержащие неорганические наночастицы и способ их получения.** Chitosan membrane containing nano-inorganic particles and the method for forming the same: Пат. 7094372 США, МПК<sup>8</sup> В 29 С 44/04, В 01 D 39/00. Chung Yuan Christian Univ., Wang Da-Ming, Lai Juin-Yig, Lee Kueir-Rarn, Kuo Pei-Yun, Su Yu-Huei. №10/460108; Заявл. 12.06.2003; Опубл. 22.08.2006; НПК 264/45.1. Англ.

Хитозановые мембраны, содержащие неорганич. наночастицы, получают следующим образом. Первоначально наночастицы цеолита или глины диспергируют в водно-кислотном растворе при pH 1,8-3,4. Дисперсию смешивают с хитозаном, удаляют примеси и проводят формование. Содержание нанонаполнителей составляет 1-75% от хитозана.

**35.МБ.251П. Открытопористые фильтрационные мембраны и способ их получения.** Offenporige Filtra-

tionsmembran und Verfahren z deren Herstellung: Заявка 102004009877 Германия, МПК<sup>7</sup> В 10 D 71/52. Puron AG. Blicke Carsten, VoSsenkaul Klaus, Schafer Stefan, Kullmann Christoph. №1-2004009877.8; Заявл. 26.02.2004; Опубл. 06.10.2005. Нем.

Открытопористые мембраны с регулярной структурой пор формируют из растворов полиэфирсульфона в водорастворимом простом полиэфире (полиэтиленгликоль с молек. весом 200-600, диметилловые эфиры триэтиленгликоля) или его смеси с апротонным растворителем.

**35.МБ.252П. Анализатор для селективного определения водорода в несодержащих кислород газах:** Пат. 2290630 Россия, МПК<sup>7</sup> G 01 N 27/12. Берцев Владимир Васильевич, Немец Валерий Михайлович, Пиотровский Юрий Александрович, Соловьев Анатолий Анатольевич, Федянин Николай Петрович. №2005114214/28; Заявл. 27.04.2005; Опубл. 27.12.2006. Рус.

Анализатор для селективного определения водорода в газах содержит корпус с входным каналом для подачи в камеру диффузии анализируемой смеси и выходным отверстием, во внутреннем пространстве корпуса размещены камера диффузии и камера анализа, разделенные палладиевой мембраной, средства для измерения давления, выходной канал камеры анализа, вакуумный насос, средства для контроля температуры мембраны, средства для нагрева мембраны, блок управления, блок питания. Камера диффузии выполнена совпадающей с внутренним пространством корпуса, камера анализа выполнена из палладия, играющего роль мембраны, имеет форму цилиндра и установлена в центре корпуса. На входе и выходе камеры диффузии установлены дополнительные электромагнитные клапаны для дискретной подачи анализируемого газа. Температура палладия не превышает 450°C.

**35.МБ.253П. Мембранный реактор.** Membranreaktor mit keramischen Membranrohren und metalischem Gehause: Заявка 10354414 Германия, МПК<sup>7</sup> В 01 D 63/06, В 01 D 53/22. Linde AG. Ciattaglia Ilaria, Gotz Reiner, Ranke Harald. №10354414.3; Заявл. 21.11.2003; Опубл. 23.06.2005. Нем.

Предлагается мембранный реактор (МР) для производства синтез-газа путем селективного окисления углеводородов, а также для получения чистого кислорода и обогащенных кислородом газовых смесей. МР выполнен в виде кожухотрубного аппарата с закрытым металлическим корпусом и пучком керамических мембранных труб, концы которых фиксируются с обеих сторон в трубных досках. Для предотвращения относительного осевого смещения между корпусом и пакетом керамических

труб из-за различного их теплового расширения, цилиндрический корпус МР оснащен сильфонным осевым компенсатором. Предусматривается упругое закрепление глухих крышек корпуса МР с использованием пружин сжатия, обеспечивающих необходимое уплотняющее усилие без превышения допустимого напряжения сжатия для керамических мембранных труб. Отмечается высокая эксплуатационная надежность МР. Ил. 2.

**35.МБ.254П. Способ и устройство для обработки жидкостей фильтрованием.** Vorrichtung zum Filtern von Stoffen aus Flüssigkeiten: Заявка 102004051671 Германия, МПК<sup>8</sup> В 01 D 63/00. MICRODYN-NADIR GmbH. *Voigt Reinhard, Meyer-Blumenroth, Lipnizki Jens.* №102004051671.5; Заявл. 22.10.2004; Опубл. 27.04.2006. Нем.

Способ предназначен для очистки СВ в процессах мембранного фильтрования с использованием методов микро-, ультра- или нанофильтрации. Предложено несколько вариантов реализации способа, во всех случаях устройство представляет собой систему с большим количеством фильтровальных элементов (ФЭ), установленных горизонтально, они подключаются к магистралям для сбора фильтрата, который выделяется и удаляется при вакуумировании этих магистралей. Каждый ФЭ представляет собой отрезок водопроницаемой трубы-

подложки, на поверхности которой закреплена мембрана, представлено несколько вариантов компоновки схем сбора фильтрата.

**35.МБ.255П. Влагодобменный модуль с пучком проницаемых для влаги мембран.** Feuchtigkeit-suastauschmodul mit einem Bundel von für Feuchtigkeit durchlassigen Hohlfasermembranen: Заявка 102004022021 Германия, МПК<sup>7</sup> В 01 D 69/08. DaimlerChrysler AG. *Berger Gerhard, Hinsenkamp Gert, Intorp Jens, Mangold Patrick, Schafer Jochen, Schnetzler Sven, Weger Wolfgang, Wiesheu Norbert.* №102004022021.2; Заявл. 03.05.2004; Опубл. 01.12.2005. Нем.

Предлагаемый модуль имеет заключенный в корпус пучок пустотелых проницаемых для влаги мембран, через который проходит поток увлажненного газа. Между пучком мембран и корпусом имеется зазор, а корпус соединен с патрубками для подвода и отвода второго газа, в перекрестном токе омывающего пучок мембран. Длина этого зазора в корпусе приблизительно равна длине мембранного пучка и объем зазора составляет малую часть объема пучка мембран. Модуль предназначен для увлажнения воздуха в системе ТЭ. Приводится схема соединения модуля ТЭ и варианты конструкции.

## Предметный указатель

### абсорбенты

абсорбция; газы; мембраны; волокна, полые; контактные аппараты; жидкости, псевдопластичные **35.МБ.178**

### абсорбция

газы; мембраны; волокна, полые; контактные аппараты; абсорбенты; жидкости, псевдопластичные **35.МБ.178**

### адсорбционная способность

мембраны; композиционные материалы, уголь активированный/керамика, получение; газопроницаемость **35.МБ.158**

### адсорбция

медь, ионы Cu(2+); мембраны, тонкие; хитозаны, модифицированные; хитозаны, использование **35.МБ.62**

ПАВ; мембраны, микропористые полипропиленовые, модификация поверхности **35.МБ.129**

### аккумуляторы электрические

литий-ионные; мембраны, микропористая, поливинилиденфторид-гексафторпропилен, новый способ получения МБ инверсией фаз **35.МБ.45**

### акриловая кислота

мембраны, композиционные с разделительным слоем; сополимеры, как основа; этилметакрилат, 2-(N, N-диметиламино)-; углерод оксид; проницаемость, селективная **35.МБ.52**  
натрий соль; бутират, N-винил-γ-амино-, натрий; поли-

сульфоны; мембраны, композитные, получение; углерод диоксид, скорость пермеации, смеси **35.МБ.28**

### актиноиды

трехвалентные, ионы; разделение; лантаноиды, трехвалентные, ионы; мембраны, жидкие, содержащие цианекс-301; фенил-тиофосфиновая кислота), бис(2, 4, 4-триметил-, использование **35.МБ.162**

### альбумины

сывороточный бычий; разделение, хиральное; триптофан, рацемический; мембраны керамические, BSA-модифицированная, получение **35.МБ.124**

### альгинат\*натрий

амонтмориллонит; мембраны, гибридные композитные; изопропиловый спирт; дегидратация, первапорацией; диоксан-1, 4; фуран, тетрагидро-; обзоры, библи. 49

### 35.МБ.128

поливиниловый спирт; дегидратация, с первапорацией; растворы, водно-спиртовые; мембраны, полуволонные композиционные, получение **35.МБ.55**

### алюминаты\*стронций

проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; переноса процесс; кислород; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**

**алюминаты\*стронций-ферриты-**

стронций алюминаты; проницаемость, системы; переноса процесс; кислород; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**

**алюминаты\*цинк**

ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; синтез; шпинели; наноструктуры; пористые материалы; золь-гель процесс; морфология **35.МБ.42**

**алюминий оксид**

α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; мембраны, аморфные; кремний карбид; подложки, пористые; покрытия, γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; поликарбосиланы; пиролиз; газопроницаемость **35.МБ.44**

анодный пористый; мембраны, ВА-от-

деление из Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> **35.МБ.49**

**амниак**

удаление; фенол, удаление; сточные воды очистка; фильтрование; мембраны, использование; коксование **35.МБ.41**

аммоний ванадий оксиды

NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>; вода; композиционные материалы, полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>; поливиниловый спирт; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

**аммоний молибден оксиды**

(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>; композиционные материалы, полимерно-солевые; поливиниловый спирт; вода; аммоний ванадий оксиды, NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

**амперометрия**

биосенсоры; водород пероксид определение; каталитическая реакция; комплексные соединения, ДНК-Cu<sup>2+</sup>; восстановление **35.МБ.184**

**антибиотики**

пептидные, грамицидин А; мембраны, липидные, молекулярная динамика **35.МБ.154**

**ароматизирующие вещества**

извлечение; соки, киви, получение, способ; ультрафильтрование; дистилляция, осмотич., первапорация; мембранная техника, использование **35.МБ.143**

**ацетилен**

мембраны полимерные, полипропиленовые модифицированные; электрохимические свойства; кремний диоксид; травление, плазменное; покрытия нанесение, плазменной полимеризацией; обзоры, библиограф. 32 **35.МБ.24**

**азротенки**

фильтрование; мембраны; реакторы; ил активный, использование; сточные воды очистка; отстойники **35.МБ.76**

**базы данных**

анализ; разделение; смеси, водородсодержащие; полиимиды, структура, транспортные характеристики; функциональные группы, влияние; обзоры, библиограф. 44 **35.МБ.126**

**барий-кобальт-железо-ниобий оксиды**

мембраны; кислород; проницаемость; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**

**барий-стронций кобальты-ферриты**

структура, свойства; перовскиты; переноса процесс; кислород; мембраны **35.МБ.132**

**безотходная и малоотходная технология**

создание; кисломолочные продукты, обогащенные, производство; молочная сыворотка, переработка, использование; ультрафильтрование; мембраны **35.МБ.197**

- сырье; белки; углеводы, переработка; ультрафильтрование; мембраны, использование, перспективы; окружающая среда охрана **35.МБ.194**

**белки**

выделение; концентрирование; молочная сыворотка, творожная, подсырная; мембранная техника, применение **35.МБ.201**

комплекс, выделение; концентрирование; спиртовое производство, спиртовая дробина; ультрафильтрование; мембраны, ультрафильтрац., марок УАМ-50 и УАМ-100, использование **35.МБ.95**

углеводы, переработка; сырье; ультрафильтрование; мембраны, использование, перспективы; безотходная и малоотходная технология, создание; окружающая среда охрана **35.МБ.194**

**бензол**

удаление; из водных растворов; первапорация; мембраны; композиционные материалы; супрамолекулярные системы; полисилоксаны, диметил-; каликсарены **35.МБ.139**

**биологически активные вещества**

выделение; экстракция, растворителем; разделение, интеграция; мембраны, жидкие; растительные материалы **35.МБ.10**

**биомолекулы**

очистка; приборы; фильтрация **35.МБ.234**

биосенсоры

водород пероксид определение; каталитическая реакция; амперометрия; комплексные соединения, ДНК-Cu<sup>2+</sup>; восстановление **35.МБ.184**

**биотехнология**

консервы, "Мясо с медом", для космич. питания, производство, способ, рецептура **35.МБ.6**

**бутиловый спирт**

выделение; масса, ферментативная; мембраны **35.МБ.199**

**бутират**

N-винил-γ-амино-, натрий; акриловая кислота, натрий соль; полисульфоны; мембраны, композитные, получение; углерод диоксид, скорость пермеации, смеси **35.МБ.28**

**ванадий оксиды\*аммоний**

NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>; вода; композиционные материалы, полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>; поливиниловый спирт; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

**винильные соединения**

замещенные; сополимеры, частично фторсодержащие; стирол, трифтор-; мембраны полимерные, ионные проводящие, изготовление **35.МБ.210**

**ВИНОДЕЛИЕ**

виноматериалы; стабилизация; свечи, мембранные, использование; фильтры; картон, использование **35.МБ.190**

**влага**

обмен, модуль; мембраны, влагопроницаемые; влагопроницаемость **35.МБ.255**

--- волокнистые материалы, полые **35.МБ.207**

**влагопроницаемость**

мембраны, влагопроницаемые; влага, обмен, модуль **35.МБ.255**

**вода**

аммоний ванадий оксиды,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ; композиционные материалы, полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ; поливиниловый спирт; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

возврат в рецикл; вода технология; мембраны, использование **35.МБ.12**

изобутиловый спирт, смеси; разделение; перапарация; мембраны, смешанные; поливиниловый спирт; полигексаметиленадипинамид **35.МБ.86**

изотопы, тяжелые, выделение; разделение; водород; дейтерий; тритий; вода тяжелая,  $\text{D}_2\text{O}$  и  $\text{T}_2\text{O}$ ; мембраны, использование **35.МБ.226**

исходная концентрация, влияние; перапарация; мембраны, селективность **35.МБ.192**

мембраны; нафион; динамика; топливные элементы; цирконий фосфаты; наночастицы; наполнители **35.МБ.159**

отведение; тенденции и перспективы; мембраны, использование; вода технология; водоснабжение **35.МБ.117**

очистка, от кислорода; катализаторы, полипропиленовые пористые палладийсодержащие мембраны **35.МБ.183**

предочистка; вода технология; мембраны, использование **35.МБ.180**

проницаемость; керамика; мембраны; микроструктура, взаимосвязь; моделирование математическое **35.МБ.177**

электролиз фото; мембраны, протонообменные, использование **35.МБ.229**

**вода очистка**

красители, удаление; прямой алей; реакторы; мембраны, использование; каталитическая реакция фото **35.МБ.151**

поверхностные; мембраны, использование **35.МБ.119**

**вода технология**

в комбинированном процессе; мембраны, использование **35.МБ.245**

вода, возврат в рецикл; мембраны, использование **35.МБ.12**

- предочистка; мембраны, использование **35.МБ.180**

ликеро-водочное производство; микрофльтрация, применение; нанофльтрация, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**

мембраны, использование; водоснабжение; вода, от-

ведение, тенденции и перспективы **35.МБ.117**

системы; санация; мембраны **35.МБ.157**

спиртовое производство; микрофльтрация, применение; нанофльтрация, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**

фльтрация; мембраны, использование, воды природные **35.МБ.11**

**вода тяжелая**

$\text{D}_2\text{O}$  и  $\text{T}_2\text{O}$ ; изотопы, тяжелые, выделение; разделение; водород; дейтерий; тритий; вода; мембраны, использование **35.МБ.226**

**водные растворы**

кобальт, ионы  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Co}^{3+}$ ; сорбция, селективная; мембраны, нитроцеллюлозные; комплексообразование **35.МБ.193**

**водород**

аккумулирование; мембраны, из перфторсульфоновой кислоты; облучение; электропроводность, определение **35.МБ.73**

диффузия; мембраны,  $25\text{Ag/V-15Ni/Pd}$ ; газопроницаемость **35.МБ.21**

-- сталь; этиленгликоль, соленокислые растворы; пиридин, присутствие **35.МБ.196**

- металлы; мембраны; моделирование математическое **35.МБ.206**

изотопы, тяжелые, выделение; разделение; дейтерий; тритий; вода; вода тяжелая,  $\text{D}_2\text{O}$  и  $\text{T}_2\text{O}$ ; мембраны, использование **35.МБ.226**

- проницаемость; металлы; мембраны, теор. анализ **35.МБ.102**

очистка; мембраны, интегрированные **35.МБ.58**

-- палладиевые, способ получения **35.МБ.219**

- полиэтиленоксид, высоко разветвленный, сшитый; мембраны полимерные, применение; обзоры, библиография **35.МБ.25**

получение; водяной пар; конверсия, каталитическая; мембраны; кремний диоксид **35.МБ.122**

- мембраны, керамические; моделирование **35.МБ.100**

сепарация; уголь; газификация; мембраны, из металлокерамики **35.МБ.94**

**водород определение**

газы анализ; кислород, отсутствие; диффузия; мембраны **35.МБ.252**

**водород пероксид определение**

биосенсоры; каталитическая реакция; амперометрия; комплексные соединения,  $\text{ДНК-Cu}^{2+}$ ; восстановление **35.МБ.184**

**водоснабжение**

мембраны, использование; вода технология; вода, отведение, тенденции и перспективы **35.МБ.117**

**воды природные анализ**

пресные; кадмий определение, формы нахождения; мембраны, использование **35.МБ.96**

**водяной пар**

водород, получение; конверсия, каталитическая; мембраны; кремний диоксид **35.МБ.122**

**воздух**

использование; мембранная техника, создание, конструкция, особенности; очистка поверхности; мембраны; пищевые продукты; концентрирование **35.МБ.195**

**волокна**

полые влагопроницаемые, пучки; увлажнение, влагоувлажняющий модуль; мембраны **35.МБ.228**

полые; мембраны полимерные, свойства; полисульфоны; модифицирование; тиолы; хроматография **35.МБ.105**

- мембраны; абсорбция; газы; контактные аппараты; абсорбенты; жидкости, псевдопластичные **35.МБ.178**

- полиэфирсульфоны, полифтализированные; мембраны, получение, свойства; нанофильтрация **35.МБ.85**

цирконий диоксид, стабилизированный  $Y_2O_3$ ; синтез; мембраны, волокнистые; формование **35.МБ.78**

**волокна целлюлозные**

целлюлоза ацетаты; мембраны, селективность **35.МБ.32**

**волокнистые материалы**

использование; фильтры; сточные воды, бытовые и дождевые, повторное использование; металлы; мембраны, использование **35.МБ.75**

массоперенос; экстракция, жидкостно-жидкостная; мембраны **35.МБ.111**

полые; мембраны; влага, обмен, модуль **35.МБ.207**

**восстановление**

биосенсоры; водород пероксид определение; каталитическая реакция; амперометрия; комплексные соединения, ДНК- $Cu^{2+}$  **35.МБ.184**

**газификация**

уголь; водород; сепарация; мембраны, из металлокерамики **35.МБ.94**

**газопроницаемость**

водород; диффузия; мембраны,  $25Ag/V-15Ni/Pd$  **35.МБ.21**

кислород; композиционные материалы; мембраны,  $Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}-La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3,5}$  **35.МБ.99**

мембраны полимерные; наполнители, углеродные; морфология; поверхностная структура **35.МБ.79**

мембраны; композиционные материалы, уголь активированный/керамика, получение; адсорбционная способность **35.МБ.158**

поликاربосиланы; пиролиз; мембраны, аморфные; кремний карбид; подложки, пористые; алюминий

оксид,  $\alpha-Al_2O_3$ ; покрытия,  $\gamma-Al_2O_3$  **35.МБ.44**

селективность; мембраны; углерод; нанотрубки **35.МБ.22**

**газы**

абсорбция; мембраны; волокна, полые; контактные аппараты; абсорбенты; жидкости, псевдопластичные **35.МБ.178**

разделение; мембраны, использование **35.МБ.134**

- первапорация; нанофильтрация; мем-

браны, SolSep 3360 **35.МБ.57**

- реакторы, мембранные, способ изготовления **35.МБ.227**

распределение; мембраны; диспергаторы **35.МБ.212**

станции; сточные воды очистка; масла, удаление; реакторы, био; мембраны, использование **35.МБ.77**

**газы анализ**

водород определение; кислород, отсутствие; диффузия; мембраны **35.МБ.252**

**газы очистка**

жидкости, очистка; фильтры; мембраны; ультрафильтрация **35.МБ.9**

**газы природные**

подготовка, переработка; мембраны, газоразделение мембранное, перспективы применения; обзоры, библиография **35.МБ.5**

**галлий оксиды\*лантан-стронций-железо-**

кислород; проницаемость; мембраны; перовскиты **35.МБ.61**

мембраны; микроструктура; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание **35.МБ.109**

**галогениды**

ионы, диффузия; полианилины, легированные; мембраны, полианилиновые **35.МБ.23**

**гели**

металлсодержащий; мембраны; полимеры, углеводородный; способ получения мембран; топливные элементы **35.МБ.222**

**гели анализ**

электрофорез; спектроскопия оптическая, атомно-эмиссионная, с тлеющим разрядом **35.МБ.36**

**гетерогенность**

поверхности; мембраны; нанофильтрация; осмос обратный; микроскопия сканирующая атомно-силовая **35.МБ.91**

**гетерополикислоты**

мембраны, гибридные, легированные, протонообменные, нафийон; оксиды, неорганические; топливные элементы, работа при высоких температурах **35.МБ.92**

**гидроизоляционные материалы**

мембраны полимерные; полиэтилен, геомембраны; экраны; отходы; хранение, полигоны **35.МБ.121**

**гидролиз**

масла растительные, оливковые; ферменты, липаза; каталитизаторы, кинетика; иммобилизация; ферменты, липаза; мембраны полимерные, фильтрация **35.МБ.107**

**глины**

содержание; цеолиты, наночастицы; мембраны полимерные; хитозаны, получение, способ **35.МБ.250**

**глицидил-метакрилат**

сополимеры; сополимеризация, прививочная плазменная; полипропилен, как пористые подложки; мембраны, ионитовые неоднородно заряженные, получение, свойства **35.МБ.31**

**глицин**

растворы щелочные; мембраны, анионный обмен, МА-41; электрический потенциал, разность **35.МБ.115**

**глутаровый альдегид**

поливиниловый спирт; фосфомолибденовая кислота; мембраны, гибридные протонопроводящие, синтез, свойства **35.МБ.30**

полиэтиленимины; поливиниловый спирт; мембраны, первапорационные; обзоры, библиография **35.МБ.84**

**графов теория**

использование; мембраны, процессы, в равновесных условиях, исследование **35.МБ.204, 35.МБ.205**

**давление измерение**

разности давлений, мембранные; измерительные приборы **35.МБ.243**

**двигатели**

диффузионные; мембраны, системы; термодинамика, конечного времени **35.МБ.116**

**дегидратация**

первапорацией; изопропиловый спирт; монтмориллонит; натрий альгинат; мембраны, гибридные композитные; диоксан-1, 4; фуран, тетрагидро-; обзоры, библиография **35.МБ.128**

с первапорацией; растворы, водно-спиртовые; поливиниловый спирт; натрий альгинат; мембраны, половолоконные композиционные, получение **35.МБ.55**

**дегидрирование**

метиловый спирт; окисление; углерод оксид; риформинг; метан; катализаторы, мембранные наносистемы; обзоры, библиография **35.МБ.4**

пропан; мембраны, каталитические; моделирование математическое **35.МБ.188**

**дейтерий**

изотопы, тяжелые, выделение; разделение; водород; тритий; вода; вода тяжелая, D<sub>2</sub>O и T<sub>2</sub>O; мембраны, использование **35.МБ.226**

**деформация**

поперечный прогиб; резина; мембраны полимерные; моделирование, компьютерное; модели **35.МБ.106**

**диметиловый эфир**

риформинг, паровой; реакторы; мембраны, палладий-рениевый; синтез-газ, способ получения **35.МБ.239**

**динамика**

вода; мембраны; нафион; топливные элементы; цирконий фосфаты; наночастицы; наполнители **35.МБ.159**

**диоксан-1, 4**

фуран, тетрагидро-; монтмориллонит; натрий альгинат; мембраны, гибридные композитные; изопропиловый спирт; дегидратация, первапорацией; обзоры, библиография **35.МБ.128**

**диспергаторы**

газы, распределение; мембраны **35.МБ.212**

**дисперсии**

сополимеры, перфторуглеродные; мембраны, катионообменные фторсодержащие, изготовление **35.МБ.241**

**дистилляция**

осмотич.; первапорация; соки, киви, получение, способ; ароматизирующие вещества, извлечение; ультрафильтрация; мембранная техника, использование **35.МБ.143**

**диффузия**

водород определение; газы анализ; кислород, отсутствие; мембраны **35.МБ.252**

водород; мембраны, 25Ag/V-15Ni/Pd; газопроницаемость **35.МБ.21**

-- сталь; этиленгликоль, соленокислые растворы; пиридин, присутствие **35.МБ.196**

- металлы; мембраны; моделирование математическое **35.МБ.206**

калий бихромат; мембраны; стекло пористое **35.МБ.34**

кобальт хлориды, Co(2+); мембраны; стекло; пористые материалы; щелочные металлы соединения; хлориды, присутствие **35.МБ.140**

**железо-галлий оксиды\*лантан-стронций-**кислород; проницаемость; мембраны; перовскиты **35.МБ.61**

мембраны; микроструктура; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание **35.МБ.109**

**железо-ниобий оксиды\*барий-кобальт-**мембраны; кислород; проницаемость; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**

**жидкости**

очистка; газы очистка; фильтры; мембраны; ультрафильтрация **35.МБ.9**

примеси удаление; пробы подготовка, разработка; сорбенты, ионообменные; фильтры, мембранные **35.МБ.211**

псевдопластичные; абсорбция; газы; мембраны; волокна, полевые; контактные аппараты; абсорбенты **35.МБ.178**

разделение; мембраны, потенциал **35.МБ.163**

фильтрация, фильтрующее устройство; мембраны, в фильтрующей камере **35.МБ.224**

- сточные воды очистка; мембраны, использование; микрофильтрация; ультрафильтрация; нанофильтрация **35.МБ.254**

**золото**

включение; мембраны, сотовые, органо-неорганические; композиционные материалы; пленки; пористые материалы **35.МБ.93**

**золь-гель процесс**

мембраны, аморфные; кремний-карбиды-нитриды; химическая стойкость; термостабильность **35.МБ.19**

наноструктуры; пористые материалы; шпинели; цинк алюминаты, ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, синтез; морфология **35.МБ.42**

**золь-гель технология**

мембраны, гибридные, органо-неорганич. получение, свойства; электропроводность, протонная; силан, 3-аминопропилтриэтоксигидро-, использование; серная кислота, использование **35.МБ.113**

ртуть, Hg<sup>2+</sup>; силикаты, модифицированные, органи-

ческие, использование; мембраны **35.МБ.145**

#### **зонды**

стеклянные из бусин; мембраны, липидные; механические свойства; обзоры, библиография **35.МБ.80**

#### **измерительные приборы**

давление измерение, разности давлений, мембранные **35.МБ.243**

#### **изобутиловый спирт**

смеси; вода; разделение; первапорация; мембраны, смешанные; поливиниловый спирт; полигексаметиленадипинамид **35.МБ.86**

#### **изопропиловый спирт**

дегидратация, первапорацией; монтмориллонит; натрий альгинат; мембраны, гибридные композитные; диоксан-1, 4; фуран, тетрагидро-; обзоры, библиография **35.МБ.128**

#### **изотопы**

тяжелые, выделение; разделение; водород; дейтерий; тритий; вода; вода тяжелая, D<sub>2</sub>O и T<sub>2</sub>O; мембраны, использование **35.МБ.226**

#### **ил активный**

использование; фильтрование; мембраны; реакторы; сточные воды очистка; аэротенки; отстойники **35.МБ.76**

характеристики, влияние; мембраны, погружение; обрастание; реакторы, био **35.МБ.166**

-- обрастание; реакторы; мембраны биологические **35.МБ.168**

#### **иммобилизация**

гидролиз; масла растительные, оливковые; ферменты, липаза; катализаторы, кинетика; ферменты, липаза; мембраны полимерные, фильтрация **35.МБ.107**

мембраны полимерные; целлюлоза; полимеры, гликосопряженные **35.МБ.182**

#### **иммунохимический анализ**

мембраны, жидкостные, на микроиммуноподложке; люминесценция, хеми- **35.МБ.144**

#### **импеданс**

электрический; спектроскопия; мембраны, закрепленные, свойства; ионные жидкости **35.МБ.110**

#### **ионные жидкости**

мембраны, закрепленные, свойства; импеданс, электрический; спектроскопия **35.МБ.110**

#### **ионный обмен**

мембраны ионообменные; композиционные материалы; цирконий диоксид, гидратированный **35.МБ.18**  
мембраны, протонообменные, смеси; поливинилиденфторид; сополимеры, стирол(этилен-бутилен)стирол **35.МБ.135**

#### **ионный перенос**

избирательность; катиониты, сульфиды; мембраны, модифицированные, влияние; натрий, ионы **35.МБ.71**  
кислород; мембраны, трубчатые; электропроводность, ионно-электронная, влияние направления **35.МБ.65**

хром, ионы Cr<sup>6+</sup>; мембраны, жидкие; фосфаты, три-  
н-бутил-; сточные воды очистка **35.МБ.20**

#### **иономеры**

фторсодержащие; мембраны **35.МБ.209**

#### **ионы**

межмолекулярное взаимодействие; мембраны; поверхности, погружение; органические вещества, растворенные **35.МБ.175**

#### **иттрий оксиды**

лантан-стронций манганиты; мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; цирконий диоксид; кислород; проницаемость **35.МБ.133**

#### **кадмий**

ионы, удаление; цинк, ионы, удаление; свинец, ионы Pb(2+), удаление; переноса процесс; полимеры; мембраны, инклюзионные; краун-эфир, ионизируемые протонами **35.МБ.66**  
кадмий определение

формы нахождения; воды природные анализ, пресные; мембраны, использование **35.МБ.96**

#### **калий бихромат**

диффузия; мембраны; стекло пористое **35.МБ.34**

#### **каликсарены**

первапорация; бензол, удаление, из водных растворов; мембраны; композиционные материалы; супрамолекулярные системы; полисилоксаны, диметил- **35.МБ.139**

#### **карбиды-нитриды\*кремний-**

мембраны, аморфные; золь-гель процесс; химическая стойкость; термостабильность **35.МБ.19**

#### **картон**

использование; фильтры; виноделие, виноматериалы; стабилизация; свечи, мембранные, использование **35.МБ.190**

#### **катализаторы**

мембранные наносистемы; окисление; углерод оксид; дегидрирование; метиловый спирт; риформинг; метан; обзоры, библиография **35.МБ.4**

полипропиленовые пористые палладийсодержащие мембраны; очистка, от кислорода; вода **35.МБ.183**

ферменты, липаза; кинетика; гидролиз; масла растительные, оливковые; иммобилизация; ферменты, липаза; мембраны полимерные, фильтрация **35.МБ.107**

цеолиты, мембраны из феррьерита, приготовление в отсутствие орг. структурообразующих агентов **35.МБ.56**

#### **каталитическая реакция**

биосенсоры; водород пероксид определение; амперометрия; комплексные соединения, ДНК-Cu<sup>2+</sup>; восстановление **35.МБ.184**

#### **каталитическая реакция фото**

вода очистка; красители, удаление; прямой алей; реакторы; мембраны, использование **35.МБ.151**

#### **каталитические свойства**

сточные воды очистка; мембраны, использование **35.МБ.38**

**катиониты**

засорение; мембраны; осадки, природы, определение; морфология; электродиализ **35.МБ.88**

сульфо; мембраны, модифицированные, влияние; ионный перенос, избирательность; натрий, ионы **35.МБ.71**

**квантовохимический расчет**

транспортные свойства; мембраны полимерные; электролиты твердые, полимерный, имеющих гидрофильные боковые цепи **35.МБ.236**

**керамика**

мембраны, использование; микрофильтрация; ПАВ, амфотерные **35.МБ.90**

- вода; проницаемость; микроструктура, взаимосвязь; моделирование математическое **35.МБ.177**

**керамические изделия**

фильтры, мембранные, способ получения **35.МБ.246**

**кисломолочные продукты**

обогащенные, производство; молочная сыворотка, переработка, использование; ультрафильтрация; мембраны; безотходная и малоотходная технология, создание **35.МБ.197**

**кислород**

газопроницаемость; композиционные материалы; мембраны,  $Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}-La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3,5}$  **35.МБ.99**

ионный перенос; мембраны, трубчатые; электропроводность, ионно-электронная, влияние направления **35.МБ.65**

лантан-стронций манганиты; мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; цирконий диоксид; проницаемость **35.МБ.133**

отсутствие; водород определение; газы анализ; диффузия; мембраны **35.МБ.252**

переноса процесс; мембраны; перовскиты; барий-стронций кобальты-ферриты, структура, свойства **35.МБ.132**

- проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; стронций алюминаты; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**

проницаемость; лантан-стронций-железо-галлий оксиды; мембраны; микроструктура; магний оксид, содержание **35.МБ.109**

--- перовскиты **35.МБ.61**

- мембраны; барий-кобальт-железо-ниобий оксиды; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**

**кислоты**

органические; транспорт, облегченный; мембраны, заполненные жидкостью, с носителем **35.МБ.176**

**клапаны**

мембранные **35.МБ.146, 35.МБ.170**

**кобальт**

ионы  $Co^{2+}$  и  $Co^{3+}$ ; водные растворы; сорбция, селективная; мембраны, нитроцеллюлозные; комплексообразование **35.МБ.193**

**кобальт хлориды**

$Co(2+)$ ; диффузия; мембраны; стекло; порис-

тые материалы; щелочные металлы соединения; хлориды, присутствие **35.МБ.140**

**кобальт-железо-ниобий оксиды\*барий-**

мембраны; кислород; проницаемость; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**

**кобальты-ферриты\*барий-стронций**

структура, свойства; перовскиты; переноса процесс; кислород; мембраны **35.МБ.132**

**коксование**

аммиак, удаление; фенол, удаление; сточные воды очистка; фильтрование; мембраны, использование **35.МБ.41**

**коллоиды**

материалы, мягкие, взаимодействие, силы; мембраны; фосфолипиды; полимеры; энтропия; обзоры **35.МБ.3**

**комплексные соединения**

ДНК- $Cu^{2+}$ ; биосенсоры; водород пероксид определение; каталитическая реакция; амперометрия; восстановление **35.МБ.184**

**комплексообразование**

кобальт, ионы  $Co^{2+}$  и  $Co^{3+}$ ; водные растворы; сорбция, селективная; мембраны, нитроцеллюлозные **35.МБ.193**

мембраны, жидкие, липофильные, проницаемость **35.МБ.164**

**композиционные материалы**

для изготовления мембран, получение; экструзия; полимеры, термопластичные с ионными щелочными группами;

пластификаторы, нелетучие соединения **35.МБ.238**

мембраны ионообменные; цирконий диоксид, гидратированный; ионный обмен **35.МБ.18**

мембраны,  $Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}-La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3,5}$ ; газопроницаемость; кислород **35.МБ.99**

- сотовые, органо-неорганические; золото, включение; пленки; пористые материалы **35.МБ.93**

- первапорация; бензол, удаление, из водных растворов; супрамолекулярные системы; полисилоксаны, диметил-; каликсарены **35.МБ.139**

- переноса процесс; кислород; проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; стронций алюминаты; микроструктура **35.МБ.131**

- сульфокислота, перфтор-; нафийон; кремний диоксид **35.МБ.59**

- хитозаны, кватернизированные, модифици-

рованные N-метилфосфоновыми группами; электролиты; разделение **35.МБ.136**

полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды,  $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ ;

поливиниловый спирт; вода; аммоний ванадий оксиды,

$NH_4VO_3$ ; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

уголь активированный/керамика, получение; мембраны; адсорбционная способность; газопроницаемость **35.МБ.158**

**конверсия**

каталитическая; водород, получение; водяной пар; мембраны; кремний диоксид **35.МБ.122**

**конвертеры**

электрохимический компактный; мембраны, протонообменная 35.МБ.214

**консервы**

“Мясо с медом”, для космич. питания, производство, способ; рецептура; биотехнология 35.МБ.6

**контактные аппараты**

абсорбция; газы; мембраны; волокна, полые; абсорбенты; жидкости, псевдопластичные 35.МБ.178

**концентрирование**

белки, выделение; молочная сыворотка, творожная, подсырная; мембранная техника, применение 35.МБ.201  
- комплекс, выделение; спиртовое производство, спиртовая дробина; ультрафильтрование; мембраны, ультрафильтрац., марок УАМ-50 и УАМ-100, использование 35.МБ.95  
органические соединения, водорастворимые; ректификационные колонны; сепараторы; мембраны 35.МБ.208  
пищевые продукты; мембранная техника, создание, конструкция, особенности; очистка поверхности; мембраны; воздух, использование 35.МБ.195  
ферменты, очистка; отходы, рыбной промышленности, утилизация; мембранная технология, применение 35.МБ.198

**красители**

удаление; прямой алый; вода очистка; реакторы; мембраны, использование; каталитическая реакция фото 35.МБ.151

**краун-эфир**

ионизируемые протонами; цинк, ионы, удаление; кадмий, ионы, удаление; свинец, ионы Pb(2+), удаление; переноса процесс; полимеры; мембраны, инклюзионные 35.МБ.66

**кремний диоксид**

композиционные материалы; мембраны; сульфокислота, перфтор-; нафион 35.МБ.59

кремнезем; мембраны, неорганические, изготовление; поры, октаэдрические, одинаковые; самоорганизация; электрическое поле 35.МБ.60

ксерогели; мембраны, композиционные, приготовление; подложки; сталь; пропитка 35.МБ.235

мембранная технология; частицы, коллоидные; фильтрация 35.МБ.8

мембраны, мезопористые, приготовление 35.МБ.187

- водород, получение; водяной пар; конверсия, каталитическая 35.МБ.122

нафион; топливные элементы, прямые метанольные; мембраны, композитные, получение 35.МБ.47

травление, плазменное; мембраны полимерные, пропиленовые модифицированные; электрохимические свойства; ацетилен; покрытия нанесение, плазменной полимеризацией; обзоры, библиограф. 32 35.МБ.24

**кремний карбид**

мембраны, аморфные; подложки, пористые; алюми-

ний оксид,  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; покрытия,  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; поликарбосиланы; пиролиз; газопроницаемость 35.МБ.44

- получение; поликарбосиланы; пиролиз 35.МБ.43

**кремний-карбиды-нитриды**

мембраны, аморфные; золь-гель процесс; химическая стойкость; термостабильность 35.МБ.19

**кристаллическая структура**

РСТА; медь комплексы, анионные, Cu(1+) галогено, 4-(триметиламмонио)фенилдисульфид лиганд, синтез, свойства 35.МБ.137

**ксерогели**

кремний диоксид; мембраны, композиционные, приготовление; подложки; сталь; пропитка 35.МБ.235

**кукуруза**

измельченной; экстракты; кукурузное масло, извлечение; мембранная технология, использование 35.МБ.155

**кукурузное масло**

извлечение; экстракты; кукуруза, измельченной; мембранная технология, использование 35.МБ.155

**лантаноиды**

трехвалентные, ионы; разделение; актиноиды, трехвалентные, ионы; мембраны, жидкие, содержащие цианекс-301; фенил-тиофосфиновая кислота), бис(2, 4, 4-триметил-, использование 35.МБ.162

**лантан-стронций манганиты**

мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; цирконий диоксид; кислород; проницаемость 35.МБ.133

**лантан-стронций-железо-галлий оксиды**

кислород; проницаемость; мембраны; перовскиты 35.МБ.61

мембраны; микроструктура; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание 35.МБ.109

**летучие вещества определение**

органические; экстракция, жидкостная; мембраны, миниатюрные, использование; хроматография газовая, с электронным захватом 35.МБ.37

**ликеро-водочное производство**

вода технология; микрофильтрация, применение; нанофильтрация, применение; осмос обратный, применение; обзоры 35.МБ.2

**люминесценция**

хеми-; иммунохимический анализ; мембраны, жидкостные, на микроиммуноподложке 35.МБ.144

**магний оксид**

содержание; лантан-стронций-железо-галлий оксиды; мембраны; микроструктура; кислород; проницаемость 35.МБ.109

**манганиты\*лантан-стронций**

мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; цирконий диоксид; кислород; проницаемость 35.МБ.133

**масла**

удаление; мембраны; углерод, изготовление; микро-

фильтрация; сточные воды очистка **35.МБ.14**

- сточные воды очистка; газы, станции; реакторы, био; мембраны, использование **35.МБ.77**

#### **масла растительные**

оливковые; гидролиз; ферменты, липаза; катализаторы, кинетика; иммобилизация; ферменты, липаза; мембраны полимерные, фильтрация **35.МБ.107**

#### **масла смазочные**

производство; растворы, маслосодержащие; углеводороды, галогенсодержащие, отделение; мембраны полимерные **35.МБ.216**

#### **масса**

ферментативная; бутиловый спирт, выделение; мембраны **35.МБ.199**

#### **массоперенос**

полимеры, с функциональными группами; наночастицы, слои, способность к разделению **35.МБ.191**

экстракция, жидкостно-жидкостная; мембраны; волокнистые материалы **35.МБ.111**

- неодим; мембраны, жидкие эмульсионные, в аппарате с полыми волокнами **35.МБ.169**

#### **материалы**

мягкие, взаимодействие, силы; мембраны; фосфолипиды; полимеры; коллоиды; энтропия; обзоры **35.МБ.3**

#### **машиностроение**

предприятие; мембраны, использование; сточные воды очистка **35.МБ.98**

#### **медь**

ионы  $Cu(2+)$ ; адсорбция; мембраны, тонкие; хитозаны, модифицированные; хитозаны, использование **35.МБ.62**

#### **медь комплексы**

анионные,  $Cu(1+)$  галогено-, 4-(триметиламмонио)фенилдисульфид лиганд, синтез, свойства; кристаллическая структура, РСТА **35.МБ.137**

#### **межмолекулярное взаимодействие**

мембраны; поверхности, погружение; органические вещества, растворенные; ионы **35.МБ.175**

#### **мембранная техника**

использование; соки, киви, получение, способ; ароматизирующие вещества, извлечение; ультрафильтрация; дистилляция, осмотическая, первапорация **35.МБ.143**

новый тип, разработка; ультрафильтрация; молоко; молочные продукты; научные исследования **35.МБ.203**

применение; молочная сыворотка, творожная, подсырная; белки, выделение; концентрирование **35.МБ.201**

создание, конструкция, особенности; очистка поверхности; мембраны; воздух, использование; пищевые продукты; концентрирование **35.МБ.195**

#### **мембранная технология**

использование; экстракты; кукуруза, измельчен-

ной; кукурузное масло, извлечение **35.МБ.155**

кремний диоксид, частицы, коллоидные; фильтрация **35.МБ.8**

применение; отходы, рыбной промышленности, утилизация; ферменты, очистка; концентрирование **35.МБ.198**

#### **мембраны**

25Ag/V-15Ni/Pd; водород; диффузия; газопроницаемость **35.МБ.21**

SolSep 3360; разделение; газы; первапорация; нанофильтрация **35.МБ.57**

$Zr_{0,8}Y_{0,2}O_{0,9}-La_{0,8}Sr_{0,2}CrO_{3-\delta}$ ; композиционные материалы; газопроницаемость; кислород **35.МБ.99**

аморфные; кремний карбид; подложки, пористые; алюминий оксид,  $\alpha-Al_2O_3$ ; покрытия,  $\gamma-Al_2O_3$ ; поликарбосиланы; пиролиз; газопроницаемость **35.МБ.44**

- кремний-карбиды-нитриды; золь-гель процесс; химическая стойкость; термостабильность **35.МБ.19**

анионный обмен, МА-41; глицин, растворы щелочные; электрический потенциал, разность **35.МБ.115**

асимметричные, структура; полимеры, дифенилоксидамино-N-фенилфтальмид, влияние условий формирования **35.МБ.72**

барий-кобальт-железо-ниобий оксиды; кислород; проницаемость; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**

барьерные свойства, улучшение; нафион; монтмориллонит, модифицированный фтором **35.МБ.64**

в фильтрующей камере; жидкости; фильтрация, фильтрующее устройство **35.МБ.224**

ВА-отделение из  $Al_2O_3$ ; алюминий оксид, анодный пористый **35.МБ.49**

вагопроницаемые; вагопроницаемость; влага, обмен, модуль **35.МБ.255**

водород определение; газы анализ; кислород, отсутствие; диффузия **35.МБ.252**

водородпроницаемые, способ изготовления **35.МБ.221**

волокна, полые вагопроницаемые, пучки; увлажнение, влагоувлажняющий модуль **35.МБ.228**

- полые; абсорбция; газы; контактные аппараты; абсорбенты; жидкости, псевдопластичные **35.МБ.178**

волокнистые материалы, полые; влага, обмен, модуль **35.МБ.207**

волокнистые; волокна; цирконий диоксид, стабилизированный  $Y_2O_3$ , синтез; формование **35.МБ.78**

выбор; микрофильтрация; ультрафильтрация; реакторы, волоконные; суспензии, подача, к наружной поверхности волокон **35.МБ.148, 35.МБ.172**

газоразделение мембранное, перспективы применения; газы природные, подготовка, переработка; обзоры, библиография **35.МБ.5**

газы, распределение; диспергаторы **35.МБ.212**

гетерогенность; поверхности; нанофильтрация; осмос обрат-

- ный; микроскопия сканирующая атомно-силовая **35.МБ.91**  
гибридные композитные; монтмориллонит; натрий альгинат;  
изопропиловый спирт; дегидратация, перапорацией; диоксан-1, 4; фуран, тетрагидро-; обзоры, библиограф. 49 **35.МБ.128**  
гибридные протонпроводящие, синтез, свойства;  
та; поливиниловый спирт; фосфомолибденовая кислота; глутаровый альдегид **35.МБ.30**  
гибридные, легированные, протонообменные; нафийон;  
оксиды, неорганические; гетерополикислоты; топливные элементы, работа при высоких температурах **35.МБ.92**  
- органо-неорганич. получение, свойства; электропроводность, протонная; силан, 3-аминопропилтриэтоксид-, использование; серная кислота, использование; золь-гель технология **35.МБ.113**  
динамические, формование; разделение, вода, масла; мембраны, перекрестноточные **35.МБ.39**  
диффузия; калий бихромат; стекло пористое **35.МБ.34**  
для электродов, изготовление; композиционные материалы, полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ; поливиниловый спирт; вода; аммоний ванадий оксиды,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  **35.МБ.189**  
жидкие эмульсионные; в аппарате с полыми волокнами; экстракция; неодим; массоперенос **35.МБ.169**  
жидкие, липофильные, проницаемость; комплексообразование **35.МБ.164**  
- содержащие цианекс-301; фенил-тиофосфиновая кислота), бис(2, 4, 4-триметил-, использование; разделение; актиноиды, трехвалентные, ионы; лантаноиды, трехвалентные, ионы **35.МБ.162**  
- уранил-ион; проницаемость; политетрафторэтилен, основа; носители, Aliquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ , использование; переноса процесс, из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности; ядерное горючее переработка и регенерация **35.МБ.50**  
- фосфаты, три-н-бутил-, хром, ионы  $\text{Cr}^{6+}$ ; ионный перенос; сточные воды очистка **35.МБ.20**  
- экстракция, растворителем; разделение, интеграция; биологически активные вещества, выделение; растительные материалы **35.МБ.10**  
жидкостные, на микроиммуноподложке; иммунохимический анализ; люминесценция, хеми- **35.МБ.144**  
закрепленные, свойства; ионные жидкости; импеданс, электрический; спектроскопия **35.МБ.110**  
заполненные жидкостью, с носителем; транспорт, облегченный; кислоты, органические **35.МБ.176**  
из металлокерамики; уголь; газификация; водород; сепарация **35.МБ.94**  
из перфторсульфоновой кислоты; водород, аккумулятивное; облучение; электропроводность, определение **35.МБ.73**  
инклюзионные; полимеры; цинк, ионы, удаление; кадмий, ионы, удаление; свинец, ионы  $\text{Pb}(2+)$ , удаление; переноса процесс; краун-эфиры, ионизируемые протонами **35.МБ.66**  
интегрированные; водород, очистка **35.МБ.58**  
ионитовая; полиэлектролиты, способ получения; сополимеры блок, состав **35.МБ.242**  
ионитовые неоднородно заряженные, получение, свойства; сополимеризация, прививочная плазменная; сополимеры; глицидил-метакрилат; полипропилен, как пористые подложки **35.МБ.31**  
иономеры, фторсодержащие **35.МБ.209**  
использование, баромембранные методы; сточные воды очистка, дренажные; свалки; отходы, бытовые, твердые **35.МБ.16**  
- воды природные; фильтрование; вода технология **35.МБ.11**  
- перспективы; ультрафильтрование; сырье; белки; углеводы, переработка; безотходная и малоотходная технология, создание; окружающая среда охрана **35.МБ.194**  
- аммиак, удаление; фенол, удаление; сточные воды очистка; фильтрование; коксование **35.МБ.41**  
- баромембранный метод; металлы, извлечение; растворы, технологические; сточные воды очистка **35.МБ.200**  
- вода очистка, поверхностные **35.МБ.119**  
-- красители, удаление; прямой алей; реакторы; каталитическая реакция фото **35.МБ.151**  
- вода технология, в комбинированном процессе **35.МБ.245**  
-- вода, возврат в рецикл **35.МБ.12**  
-- водоснабжение; вода, отведение, тенденции и перспективы **35.МБ.117**  
- вода, предочистка; вода технология **35.МБ.180**  
- изотопы, тяжелые, выделение; разделение; водород; дейтерий; тритий; вода; вода тяжелая,  $\text{D}_2\text{O}$  и  $\text{T}_2\text{O}$  **35.МБ.226**  
- кадмий определение, формы нахождения; воды природные анализ, пресные **35.МБ.96**  
- керамика; микрофильтрация; ПАВ, амфотерные **35.МБ.90**  
- металлы; сточные воды, бытовые и дождевые, повторное использование; фильтры; волокнистые материалы, использование **35.МБ.75**  
- микрокапсулы, однородные, получение; полимеры, дисперсии **35.МБ.240**  
- разделение; газы **35.МБ.134**  
- сточные воды очистка био, промышленные **35.МБ.152**  
- сточные воды очистка, промышленные **35.МБ.1**  
-- теплые; озонирование; разделение **35.МБ.185**  
-- каталитические свойства **35.МБ.38**  
-- масла, удаление; газы, станции; реакторы, био **35.МБ.77**  
-- машиностроение, предприятие **35.МБ.98**  
-- реакторы, био **35.МБ.15**  
- фильтрация; насосы, подбор **35.МБ.165**  
- фильтрование; жидкости, сточные воды очистка; микрофильтрация; ультрафильтрование; нанофильтрование **35.МБ.254**  
- экстракторы, микро, диспергирующий **35.МБ.179**

- каталитические; дегидрирование; пропан; моделирование математическое **35.МБ.188**
- катиониты, засорение; осадки, природы, определение; морфология; электродиализ **35.МБ.88**
- катионообменные фторсодержащие, изготовление; дисперсии; сополимеры, перфторуглеродные **35.МБ.241**
- керамика; вода; проницаемость; микроструктура, взаимосвязь; моделирование математическое **35.МБ.177**
- керамич., применение; смазочно-охлаждающие жидкости, отработанные; отходы, регенерация, очистка **35.МБ.17**
- керамические волокнистые; технология; обзоры, библиография **35.МБ.7**
- керамические; водород, получение; моделирование **35.МБ.100**
- композитные полиамидные обратноосмотические, получение **35.МБ.225**
- композитные, получение; бутират, N-винил-γ-амино-, натрий; акриловая кислота, натрий соль; полисульфоны; углерод диоксид, скорость пермеации, смеси **35.МБ.28**
- топливные элементы, прямые метанольные; кремний диоксид; нафион **35.МБ.47**
- протоны; метиловый спирт, исследование проницаемости через мембраны **35.МБ.153**
- композиционные материалы, уголь активированный/керамика, получение; адсорбционная способность; газопроницаемость **35.МБ.158**
- перапорация; бензол, удаление, из водных растворов; супрамолекулярные системы; полисилоксаны, диметил-, каликсарены **35.МБ.139**
- переноса процесс; кислород; проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; стронций алюминаты; микроструктура **35.МБ.131**
- хитозаны, кватернизованные, модифицированные N-метиленфосфоновыми группами; электролиты; разделение **35.МБ.136**
- композиционные с разделительным слоем; сополимеры, как основа; этилметакрилат, 2-(N, N-диметиламино)-; акриловая кислота; углерод оксид; проницаемость, селективная **35.МБ.52**
- композиционные, приготовление; подложки; сталь; пропитка; ксерогели; кремний диоксид **35.МБ.235**
- кремний диоксид; водород, получение; водяной пар; конверсия, каталитическая **35.МБ.122**
- кремний карбид; получение; поликарбосиланы; пиролиз **35.МБ.43**
- лантан-стронций-железо-галлий оксиды; микроструктура; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание **35.МБ.109**
- липидные; зонды, стеклянные из бусин; механические свойства; обзоры, библиография **35.МБ.80**
- молекулярная динамика; антибиотики, пептидные, грамицидин А **35.МБ.154**
- масса, ферментативная; бутило-  
вый спирт, выделение **35.МБ.199**
- массоперенос; экстракция, жидкостно-жидкостная; волокнистые материалы **35.МБ.111**
- мезопористые, приготовление; кремний диоксид **35.МБ.187**
- металлы; диффузия; водород; моделирование математическое **35.МБ.206**
- теор. анализ; проницаемость; водород, изотопы **35.МБ.102**
- микропористая; поливинилиденфторид-гексафторпропилен, новый способ получения МБ инверсией фаз; аккумуляторы электрические, литий-ионные **35.МБ.45**
- микропористые полипропиленовые, модификация поверхности; ПАВ; адсорбция **35.МБ.129**
- микропористые полволоконные, получение; формирование, из расплава; полиолефины, поли-4-метил-1-пентен; обзоры, библиография **35.МБ.82**
- миниатюрные, использование; летучие вещества определение, органические; экстракция, жидкостная; хроматография газовая, с электронным захватом **35.МБ.37**
- многокомпонентная пленочная, использование; электрохимическое устройство **35.МБ.213**
- модифицированные, влияние; катиониты, сульфо; ионный перенос, избирательность; натрий, ионы **35.МБ.71**
- нано-, удаление; сточные воды очистка; сталь, производство; нитраты, высокие концентрации, удаление; осмос обратный **35.МБ.40**
- нафион; вода; динамика; топливные элементы; цирконий фосфаты; наночастицы; наполнители **35.МБ.159**
- топливные элементы, прямые метанольные; модифицирование; полиэтилендиокситиофен, 3, 4-; обзоры, библиография **35.МБ.142**
- неорганические, изготовление; кремний диоксид, кремнезем; поры, октаэдрические, одинаковые; самоорганизация; электрическое поле **35.МБ.60**
- кожухотрубчатые; пары, персисация; моделирование математическое **35.МБ.97**
- нитроцеллюлозные; кобальт, ионы  $Co^{2+}$  и  $Co^{3+}$ ; водные растворы; сорбция, селективная; комплексообразование **35.МБ.193**
- обработка, характеристики, улучшение; плавиковая кислота, использование; нанофильтрация **35.МБ.174**
- очистка поверхности; мембранная техника, создание, конструкция, особенности; воздух, использование; пищевые продукты; концентрирование **35.МБ.195**
- очистка, глубокая доочистка; фильтрация **35.МБ.218**
- сточные воды очистка; осмос обратный; ультразвук, использование **35.МБ.150**
- палладиевые, способ получения; водород; очистка **35.МБ.219**
- палладий-ренийевый; реакторы; риформинг, паровой; диметиловый эфир; синтез-газ, способ получения **35.МБ.239**
- перапорационные, способ применения; поливиниловый спирт, с привитыми группами полиакри-

- лонитрила; сшивающие агенты **35.МБ.231**
- поливиниловый спирт; полиэтиленимины; глутаровый альдегид; обзоры, библиография **35.МБ.84**
- перекрестноточные; мембраны, динамические, формирование; разделение, вода, масла **35.МБ.39**
- переноса процесс; кислород; перовскиты; барий-стронций кобальты-ферриты, структура, свойства **35.МБ.132**
- перовскиты; кислород; проницаемость; лантан-стронций-железо-галлий оксиды **35.МБ.61**
- пленки, тонкие, получение, свойства; полимеризация, на границе раздела фаз; тримезоил-хлорид; фенилендиамин, м- **35.МБ.27**
- поверхности раздела; питательные среды; поверхностные явления, межфазные силы, регулирование **35.МБ.138**
- поверхности, погружение; межмолекулярное взаимодействие; органические вещества, растворенные; ионы **35.МБ.175**
- погружение; обрастание; ил активный, характеристики, влияние; реакторы, био **35.МБ.166**
- полианилиновые; полианилины, легированные; галогениды, ионы, диффузия **35.МБ.23**
- поливиниловый спирт, как основа; обезвоживание; растворители, органические **35.МБ.248**
- поликربонатные трековые, рН-зависимый гистерезис свойств; набухание, сжатие полиэлектролитных слоев **35.МБ.53**
- поликربонатные; проводники, анизотропные нановолокнистые, получение, характеристика **35.МБ.83**
- полимер-гелевая с мозаичным зарядом с и без усиления, транспортные свойства **35.МБ.54**
- полимеры, углеводородный; гели, металлосодержащий; способ получения мембран; топливные элементы **35.МБ.222**
- микрофильтрация; ультразвук, влияние **35.МБ.156**
- целлюлоза; полимеры, о-крезолфталеинформальдегиды, влияние рН **35.МБ.70**
- полипропиленовые; ПАВ; силикатные материалы, иерархично мезопористые, получение золь-гель способом **35.МБ.103**
- полисилоксаны, свойства, смеси, диметил; полиуретаны, растворы, свойства **35.МБ.112**
- полисульфоновая; модифицирование, поверхностное, обработка низкотемпературной плазмой **35.МБ.29**
- полиэлектролитная протонопроводящая, получение; топливные элементы; полипирролы; сульфокислоты, ароматические; нанотрубки, углеродные **35.МБ.233**
- половолоконные композиционные, получение; дегидратация, с первапорацией; растворы, водно-спиртовые; поливиниловый спирт; натрий альгинат **35.МБ.55**
- получение, свойства; полиэфирсульфоны, полифтализированные; волокна, полые; нанофильтрация **35.МБ.85**
- цеолиты, NaA; проницаемость, высокая, селективная; фазовый переход, из паровой в тв. фазу **35.МБ.114**
- поры, наноконические, форма, придания; рас-творители, использование **35.МБ.161**
- потенциал; жидкости; разделение **35.МБ.163**
- протонообменная; конвертеры, электрохимический компактный **35.МБ.214**
- протонообменные для топливных элементов; полифенилены, сульфированные, транспортные свойства **35.МБ.125**
- протонообменные, использование; электролиз фото; вода **35.МБ.229**
- полисилоксаны, диметил-; полистирол, сшитый сульфированный, микрочастицы; метиловый спирт, поглощение **35.МБ.26**
- смеси; ионный обмен; поливинилиденфторид; сополимеры, стирол(этилен-бутилен)стирол **35.МБ.135**
- процессы, в равновесных условиях, исследование; графов теория, использование **35.МБ.204, 35.МБ.205**
- предсказание; переноса процесс, диффузия; поры **35.МБ.108**
- реакторы; фильтрование; ил активный, использование; сточные воды очистка; аэротенки; отстойники **35.МБ.76**
- ртуть, Hg<sup>2+</sup>; силикаты, модифицированные, органические, использование; золь-гель технология **35.МБ.145**
- с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; лантан-стронций манганиты; цирконий диоксид; кислород; проницаемость **35.МБ.133**
- с погружными модулями; фильтрация; сточные воды очистка, децентрализованная **35.МБ.186**
- с простым гармоническим двигателем; теория; фильтрация, динамическая **35.МБ.149**
- санация; вода технология, системы **35.МБ.157**
- селективно проницаемые, очистка; пленки; моющие средства, использование **35.МБ.217**
- селективность; осмос обратный **35.МБ.147, 35.МБ.171**
- первапорация; вода, исходная концентрация, влияние **35.МБ.192**
- целлюлоза ацетаты; волокна целлюлозные **35.МБ.32**
- сепараторы; концентрирование; органические соединения, водорастворимые; ректификационные колонны **35.МБ.208**
- системы; двигатели, диффузионные; термодинамика, конечного времени **35.МБ.116**
- смешанные; разделение; изобутиловый спирт, смеси; вода; первапорация; поливиниловый спирт; полигексаметиленадипинамид **35.МБ.86**
- сотовые, органико-неорганические; композиционные материалы; золото, включение; пленки; пористые материалы **35.МБ.93**
- сочетание; фильтры, объемные; фазы; разделение **35.МБ.244**
- сталь; диффузия; водород; этиленгликоль, соленокислые растворы; пиридин, присутствие **35.МБ.196**
- стекло; пористые материалы; диффузия; кобальт хлориды, Co(2+); щелочные металлы соединения; хлориды, присутствие **35.МБ.140**
- сульфокислота, перфтор-; нафтон; композиционные материалы; кремний диоксид **35.МБ.59**

технология, применение; энергетика, промышленная **35.МБ.118**

тонкая, изготовление; осаждение, химическое и химическое парофазное, комбинированный метод; подложки; металлы, пористый; модифицирование; церий диоксид **35.МБ.48**

тонкие; адсорбция; медь, ионы Cu(2+); хитозаны, модифицированные; хитозаны, использование **35.МБ.62**

трубчатые; ионный перенос; кислород; электропроводность, ионно-электронная, влияние направления **35.МБ.65**

углерод, изготовление; микрофильтрация; сточные воды очистка; масла, удаление **35.МБ.14**

- нанотрубки; газопроницаемость, селективность **35.МБ.22**

ультрафильтрац., марок УАМ-50 и УАМ-100, использование; спиртовое производство, спиртовая дробина; белки, комплекс, выделение; концентрирование; ультрафильтрация **35.МБ.95**

ультрафильтрация; кисломолочные продукты, обогащенные, производство; молочная сыворотка, переработка, использование; безотходная и малоотходная технология, создание **35.МБ.197**

фильтрующая; фоторезисты, композиция; покрытия, защитное, органическая антиотражающая композиция **35.МБ.230**

фильтрующие; химические вещества, физиологически активные **35.МБ.249**

фильтры; жидкости, очистка; газы очистка; ультрафильтрация **35.МБ.9**

фосфолипиды; материалы, мягкие, взаимодействие, силы; полимеры; коллоиды; энтропия; обзоры **35.МБ.3**

характеристики; нанофильтрация; полиэфирсульфоны **35.МБ.173**

хитозаны, исходные и шитые, взаимодействие; ртуть, ионы Hg(2+) **35.МБ.89**

- фуллерены, смеси; светофильтры **35.МБ.33**

цеолиты, NaA, синтез, свойства **35.МБ.160**

электропроводность, смешанная, ионная и электронная; транспортный процесс; поверхности раздела, влияние, теоретический анализ **35.МБ.101**

- полисилоксаны, гетеро-, протонопроводящий шитый, получение **35.МБ.215**

**мембраны биологические**

реакторы; ил активный, характеристики, влияние; обрастание **35.МБ.168**

**мембраны ионообменные**

биполярные, способ получения **35.МБ.220**

гетерогенные; способ профилирования **35.МБ.232**

диффузионный пограничный слой, интерферометрия; электродиализ; обзоры, библиография **35.МБ.141**

композитная; патентуется способ изготовления **35.МБ.247**

композиционные материалы; цирконий диоксид, гидратированный; ионный обмен **35.МБ.18**

МА-40; электрохимические свойства; модифици-

рование, химическое, влияние **35.МБ.68**

МФ-4СК; поляризация; модифицирование; обзоры, библиография **35.МБ.67**

система; сверхпредельное состояние; моделирование математическое; обзоры, библиография **35.МБ.69**

**мембраны керамические**

BSA-модифицированная, получение; разделение, хиральное; триптофан, рацемический; альбумины, сывороточный бычий **35.МБ.124**

**мембраны полимерные**

ионные проводящие, изготовление; сополимеры, частично фторсодержащие; стирол, трифтор-; винильные соединения, замещенные **35.МБ.210**

нанофильтрация; органические вещества; полиамидоимины **35.МБ.127**

наполнители, углеродные; морфология; поверхностная структура; газопроницаемость **35.МБ.79**

новая протон-проводящая; политетрафторэтилен, основа **35.МБ.123**

открытопористые фильтрационные, получение, способ; полимерные композиции, водорастворимые; полиэфирсульфоны; полиэфир простые **35.МБ.251**

очистка, мембранная; топливо, дизельное; микрофильтрация, установка **35.МБ.35**

полиакрилонитрил; наноматериалы; покрытия; хитозаны; ультрафильтрация **35.МБ.104**

полипропиленовые модифицированные; электрохимические свойства; кремний диоксид; травление, плазменное; ацетилен; покрытия нанесение, плазменной полимеризацией; обзоры, библиография **35.МБ.24**

полиэтилен, геомембраны; гидроизоляционные материалы; экраны; отходы; хранение, полигоны **35.МБ.121**

полиэтилентерефталат, трековые, создание, эксплуатация. свойства, улучшенные; поры, асимметричные, формирование; поверхностные свойства, изменение; модифицирование, химическое **35.МБ.181**

получение; сорбенты, полимерные; Ребиндера эффект, использование **35.МБ.81**

применение; полиэтиленоксид, высоко разветвленный, шитый; водород; очистка; обзоры, библиография **35.МБ.25**

растворы, маслосодержащие; углеводороды, галогенсодержащие, отделение; масла смазочные, производство **35.МБ.216**

резина; деформация, поперечный прогиб; моделирование, компьютерное; модели **35.МБ.106**

свойства; полисульфоны; модифицирование; тиолы; волокна, полые; хроматография **35.МБ.105**

старение, физическое; моделирование, молекулярное **35.МБ.130**

фильтрация; гидролиз; масла растительные, оливковые; ферменты, липаза; катализаторы, кинетика;

иммобилизация; ферменты, липаза **35.МБ.107**

хитозаны, получение, способ; цеолиты, нано-

частицы; глины, содержание **35.МБ.250**

целлюлоза; иммобилизация; полимеры, глико-сопряженные **35.МБ.182**

электролиты твердые, полимерный, имеющий гидрофильные боковые цепи; квантовохимический расчет; транспортные свойства **35.МБ.236**

**метакрилат\*глицидил-**

сополимеры; сополимеризация, прививочная плазменная; полипропилен, как пористые подложки; мембраны, ионитовые неоднородно заряженные, получение, свойства **35.МБ.31**

**металлы**

извлечение; растворы, технологические; сточные воды очистка; мембраны, использование, баромембранный метод **35.МБ.200**

мембраны, использование; сточные воды, бытовые и дождевые, повторное использование; фильтры; волокнистые материалы, использование **35.МБ.75**

- диффузия; водород; моделирование математическое **35.МБ.206**

- теор. анализ; проницаемость; водород, изотопы **35.МБ.102**

пористый; подложки; осаждение, химическое и химическое парофазное, комбинированный метод; мембраны, тонкая, изготовление; модифицирование; церий диоксид **35.МБ.48**

**метан**

кислород; проницаемость; мембраны; барий-кобальт-железо-ниобий оксиды; синтез-газ, получение; окисление, частичное **35.МБ.63**

риформинг; окисление; углерод оксид; дегидрирование; метиловый спирт; катализаторы, мембранные наносистемы; обзоры, библиограф. 32 **35.МБ.4**

**метиловый спирт**

дегидрирование; окисление; углерод оксид; риформинг; метан; катализаторы, мембранные наносистемы; обзоры, библиограф. 32 **35.МБ.4**

исследование проникновения через мембраны; мембраны, композитные; протоны **35.МБ.153**

поглощение; полисилоксаны, диметил-, полистирол, сшитый сульфированный, микрочастицы; мембраны, протонообменные **35.МБ.26**

механические свойства

зонды, стеклянные из бусин; мембраны, липидные; обзоры, библиограф. 32 **35.МБ.80**

**микрокапсулы**

однородные, получение; мембраны, использование; полимеры, дисперсии **35.МБ.240**

**микроскопия сканирующая атомно-силовая**

наночистота; осмос обратный; мембраны; гетерогенность; поверхности **35.МБ.91**

**микроструктура**

взаимосвязь; вода; проницаемость; керамика; мембраны; моделирование математическое **35.МБ.177**

лантан-стронций-железо-галлий оксиды; мембраны; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание **35.МБ.109**

переноса процесс; кислород; проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; стронций алюминаты; мембраны; композиционные материалы **35.МБ.131**

**микрофльтрация**

мембраны; углерод, изготовление; сточные воды очистка; масла, удаление **35.МБ.14**

ПАВ, амфотерные; керамика; мембраны, использование **35.МБ.90**

полимеры; мембраны; ультразвук, влияния **35.МБ.156**

применение; ликеро-водочное производство; вода технология; наночистота, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**

- спиртовое производство; вода технология; наночистота, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**

ультрачистота; мембраны, выбор; реакторы, полволоконные; суспензии, подача, к наружной поверхности волокон **35.МБ.148, 35.МБ.172**

установка; очистка, мембранная; топливо, дизельное; мембраны полимерные **35.МБ.35**

чистота; жидкости; сточные воды очистка; мембраны, использование; ультрачистота; наночистота **35.МБ.254**

**модели**

резина; мембраны полимерные; деформация, поперечный прогиб; моделирование, компьютерное **35.МБ.106**

**моделирование**

водород, получение; мембраны, керамические **35.МБ.100**

компьютерное; резина; мембраны полимерные; деформация, поперечный прогиб; модели **35.МБ.106**

молекулярное; мембраны полимерные; старение, физическое **35.МБ.130**

**моделирование математическое**

вода; проницаемость; керамика; мембраны;

микроструктура, взаимосвязь **35.МБ.177**

дегидрирование; пропан; мембраны, каталитические **35.МБ.188**

диффузия; водород; металлы; мембраны **35.МБ.206**

мембраны ионообменные, система, сверхпредельное состояние; обзоры, библиограф. 57 **35.МБ.69**

мембраны, неорганические, кожухотрубчатые; пары, персация **35.МБ.97**

**модифицирование**

мембраны полимерные, свойства; полисульфоны; титаны; волокна, полые; хроматография **35.МБ.105**

поверхностное, обработка низкотемпературной плазмой; мембраны, полисульфоновая **35.МБ.29**

поляризация; мембраны ионообменные, МФ-4СК; обзоры, библиография 27 **35.МБ.67**

топливные элементы, прямые метанольные; мембраны; нафийон; полиэтилендиоксифен, 3, 4-; обзоры, библиография 31 **35.МБ.142**

хим.; мембраны полимерные; полиэтилентерефталат, трековые, создание, эксплуатация, свойства, улучшенные; поры, асимметричные, формирование; поверхностные свойства, изменение **35.МБ.181**

химическое, влияние; электрохимические свойства; мембраны ионообменные, МА-40 **35.МБ.68**

церий диоксид; осаждение, химическое и химическое парофазное, комбинированный метод; мембраны, тонкая, изготовление; подложки; металлы, пористый **35.МБ.48**

#### **молибден оксиды\*аммоний**

(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>; композиционные материалы, полимерно-солевые; поливиниловый спирт; вода; аммоний ванадий оксиды, NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

#### **молоко**

ультрафильтрация; молочные продукты; мембранная техника, новый тип, разработка; научные исследования **35.МБ.203**

#### **молочная сыrovотка**

переработка, использование; кисломолочные продукты, обогащенные, производство; ультрафильтрация; мембраны; безотходная и малоотходная технология, создание **35.МБ.197**

творожная, подсырная; белки, выделение; концентрирование; мембранная техника, применение **35.МБ.201**

#### **молочные продукты**

ультрафильтрация; молоко; мембранная техника, новый тип, разработка; научные исследования **35.МБ.203**

#### **монтмориллонит**

модифицированный фтором; мембраны, барьерные свойства, улучшение; нафийон **35.МБ.64**

натрий альгинат; мембраны, гибридные композитные; изопропиловый спирт; дегидратация, перапорацией; диоксан-1, 4; фуран, тетрагидро-; обзоры, библиография 49 **35.МБ.128**

#### **морфология**

мембраны полимерные; наполнители, углеродные; поверхностная структура; газопроницаемость **35.МБ.79**

наноструктуры; пористые материалы; шпинели; цинк алюминаты, ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, синтез; золь-гель процесс **35.МБ.42**

осадки, природы, определение; мембраны; катиониты, засорение; электродиализ **35.МБ.88**

#### **моющие средства**

использование; пленки; мембраны, селективно проницаемые, очистка **35.МБ.217**

#### **набухание**

сжатие полиэлектролитных слоев; мембраны, поликарбонатные трековые, pH-зависимый гистерезис свойств **35.МБ.53**

#### **наноматериалы**

мембраны полимерные; полиакрилонитрил; покры-

тия; хитозаны; ультрафильтрация **35.МБ.104**

#### **наноструктуры**

пористые материалы; шпинели; цинк алюминаты, ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, синтез; золь-гель процесс; морфология **35.МБ.42**

#### **нанотрубки**

мембраны; углерод; газопроницаемость, селективность **35.МБ.22**

углеродные с упорядоченной структурой; пленки полимерные, мембраны, получение; фуллерены, высшие **35.МБ.51**

углеродные; топливные элементы; мембраны, полиэлектролитная протонпроводящая, получение; полипирролы; сульфокислоты, ароматические **35.МБ.233**

#### **нанофильтрация**

мембраны, обработка, характеристики, улучшение; плавиковая кислота, использование **35.МБ.174**

- характеристики; полиэфирсульфоны **35.МБ.173**

органические вещества; мембраны полимерные; полиамидоимины **35.МБ.127**

осмос обратный; мембраны; гетерогенность; поверхности; микроскопия сканирующая атомно-силовая **35.МБ.91**

полиэфирсульфоны, полифтализированные; волокна, полые; мембраны, получение, свойства **35.МБ.85**

применение; ликеро-водочное производство; вода

технология; микрофильтрация, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**

- спиртовое производство; вода технология; микрофильтрация, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**

разделение; газы; перапорация; мем-

браны, SolSep 3360 **35.МБ.57**

- сточные воды очистка **35.МБ.120**

фильтрация; жидкости; сточные воды очист-

ка; мембраны, использование; микрофильтра-

ция; ультрафильтрация **35.МБ.254**

#### **наночастицы**

вода; мембраны; нафийон; динамика; топливные элементы; цирконий фосфаты; наполнители **35.МБ.159**

слои, способность к разделению; полимеры, с функциональными группами; массоперенос **35.МБ.191**

#### **наполнители**

вода; мембраны; нафийон; динамика; топливные

элементы; цирконий фосфаты; наночастицы **35.МБ.159**

углеродные; мембраны полимерные; морфология; поверхностная структура; газопроницаемость **35.МБ.79**

#### **насосы**

подбор; фильтрация; мембраны, использование **35.МБ.165**

шламовые, поршневые, диафрагменные, мембраны **35.МБ.74**

#### **натрий**

ионы; катиониты, сульфо; мембраны, модифицированные, влияние; ионный перенос, избирательность **35.МБ.71**

#### **натрий альгинат**

- монтмориллонит; мембраны, гибридные композитные; изопропиловый спирт; дегидратация, первапорацией; диоксан-1, 4; фуран, тетрагидро-; обзоры, библиография 35.МБ.128
- поливиниловый спирт; дегидратация, с первапорацией; растворы, водно-спиртовые; мембраны, полуволоконные композиционные, получение 35.МБ.55
- научные исследования**
- ультрафильтрация; молоко; молочные продукты; мембранная техника, новый тип, разработка 35.МБ.203
- нафион**
- кремний диоксид; топливные элементы, прямые метанольные; мембраны, композитные, получение 35.МБ.47
- мембраны, барьерные свойства, улучшение; монтмориллонит, модифицированный фтором 35.МБ.64
- гибридные, легированные, протонообменные; оксиды, неорганические; гетерополикарбонаты; топливные элементы, работа при высоких температурах 35.МБ.92
- вода; динамика; топливные элементы; цирконий фосфаты; наночастицы; наполнители 35.МБ.159
- сульфокислота, перфтор-; композиционные материалы; кремний диоксид 35.МБ.59
- топливные элементы, прямые метанольные; модифицирование; полиэтилендиоксифен, 3, 4-; обзоры, библиография 31 35.МБ.142
- неодим**
- экстракция; мембраны, жидкие эмульсионные, в аппарате с полами волокнами; массоперенос 35.МБ.169
- ниобий оксиды\*барий-кобальт-железо-**
- мембраны; кислород; проницаемость; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное 35.МБ.63
- нитраты**
- высокие концентрации, удаление; сточные воды очистка; сталь, производство; осмос обратный; мембраны, нано-, удаление 35.МБ.40
- нитриды\*кремний-карбиды-**
- мембраны, аморфные; золь-гель процесс; химическая стойкость; термостабильность 35.МБ.19
- носители**
- Alquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ , использование; уранил-ион; проницаемость; мембраны, жидкие; политетрафторэтилен, основа; переноса процесс, из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности; ядерное горючее переработка и регенерация 35.МБ.50
- обезвоживание**
- растворители, органические; мембраны; поливиниловый спирт, как основа 35.МБ.248
- обзоры**
- библиография 20; электродиализ; мембраны ионообменные, диффузионный пограничный слой, интерферометрия 35.МБ.141
- библиография 27; мембраны, керамические волоконистые; технология 35.МБ.7
- поляризация; мембраны ионообменные, МФ-4СК; модифицирование 35.МБ.67
- библиография 31; поливиниловый спирт; полиэтиленимины; глутаровый альдегид; мембраны, первапорационные 35.МБ.84
- топливные элементы, прямые метанольные; мембраны; нафион; модифицирование; полиэтилендиоксифен, 3,4- 35.МБ.142
- формование, из расплава; полиолефины, поли-4-метил-1-пентен; мембраны, микропористые полуволоконные, получение 35.МБ.82
- библиография 32; зонды, стеклянные из бусин; мембраны, липидные; механические свойства 35.МБ.80
- мембраны полимерные, полипропиленовые модифицированные; электрохимические свойства; кремний диоксид; травление, плазменное; ацетилен; покрытия нанесение, плазменной полимеризацией 35.МБ.24
- окисление; углерод оксид; дегидрирование; метиловый спирт; риформинг; метан; катализаторы, мембранные наносистемы 35.МБ.4
- библиография 33; газы природные, подготовка, переработка; мембраны, газоразделение мембранное, перспективы применения 35.МБ.5
- библиография 34; полиэтиленоксид, высоко разветвленный, сшитый; мембраны полимерные, применение; водород; очистка 35.МБ.25
- библиография 44; разделение; смеси, водородсодержащие; полиимиды, структура, транспортные характеристики; функциональные группы, влияние; базы данных, анализ 35.МБ.126
- библиография 49; монтмориллонит; натрий альгинат; мембраны, гибридные композитные; изопропиловый спирт; дегидратация, первапорацией; диоксан-1,4; фуран, тетрагидро- 35.МБ.128
- библиография 57; моделирование математическое; мембраны ионообменные, система, сверхпредельное состояние 35.МБ.69
- библиография 98; полимеры, природные и синтетические, мембранные структуры 35.МБ.202
- ликеро-водочное производство; вода технология; микрофильтрация, применение; нанофильтрация, применение; осмос обратный, применение 35.МБ.2
- материалы, мягкие, взаимодействие, силы; мембраны; фосфолипиды; полимеры; коллоиды; энтропия 35.МБ.3
- спиртовое производство; вода технология; микрофильтрация, применение; нанофильтрация, применение; осмос обратный, применение 35.МБ.2
- облучение**
- водород, аккумуляция; мембраны, из перфторсульфоновой кислоты; электропроводность, определение 35.МБ.73
- обрастание**
- или активный, характеристики, влияние; реакторы; мембраны биологические 35.МБ.168

мембраны, погружение; ил активный, характеристики, влияние; реакторы, био **35.МБ.166**

#### **озонирование**

сточные воды очистка, теплые; разделение; мембраны, использование **35.МБ.185**

#### **окисление**

углерод оксид; дегидрирование; метиловый спирт; риформинг; метан; катализаторы, мембранные наносистемы; обзоры, библиография **35.МБ.4**

частичное; кислород; проницаемость; мембраны; барий-кобальт-железо-ниобий оксиды; синтез-газ, получение; метан **35.МБ.63**

#### **окружающая среда охрана**

сырье; белки; углеводы, переработка; ультрафильтрация; мембраны, использование, перспективы; безотходная и малоотходная технология, создание **35.МБ.194**

#### **оксиды**

неорганические; мембраны, гибридные, легированные, протонообменные; нафийон; гетерополикислоты; топливные элементы, работа при высоких температурах **35.МБ.92**

#### **оксиды\*аммоний ванадий**

$\text{NH}_4\text{VO}_3$ ; вода; композиционные материалы, полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ; поливиниловый спирт; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

#### **оксиды\*аммоний молибден**

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ; композиционные материалы, полимерно-солевые; поливиниловый спирт; вода; аммоний ванадий оксиды,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

#### **оксиды\*барий-кобальт-железо-ниобий**

мембраны; кислород; проницаемость; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**

#### **оксиды\*иттрий**

лантан-стронций манганиты; мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; цирконий диоксид; кислород; проницаемость **35.МБ.133**

#### **оксиды\*лантан-стронций-железо-галлий**

кислород; проницаемость; мембраны, перовскиты **35.МБ.61**  
мембраны; микроструктура; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание **35.МБ.109**

#### **органические вещества**

нанофильтрация; мембраны полимерные; полиамидоимины **35.МБ.127**

растворенные; межмолекулярное взаимодействие; мембраны; поверхности, погружение; ионы **35.МБ.175**

#### **органические соединения**

водорастворимые; концентрирование; ректификационные колонны; сепараторы; мембраны **35.МБ.208**

#### **осадки**

природы, определение; морфология; мембраны; катиониты, засорение; электродиализ **35.МБ.88**

#### **осаждение**

химическое и химическое парофазное, комбинированный метод; мембраны, тонкая, изготовление; подложки; металлы, пористый; модифицирование; церий диоксид **35.МБ.48**

#### **осмос обратный**

мембраны, селективность **35.МБ.147, 35.МБ.171**

нанофильтрация; мембраны; гетерогенность; поверхности; микроскопия сканирующая атомно-силовая **35.МБ.91**

применение; ликеро-водочное производство; вода

технология; микрофильтрация, применение; нанофильтрация, применение; обзоры **35.МБ.2**

- спиртовое производство; вода технология; микрофильтрация, применение; нанофильтрация, применение; обзоры **35.МБ.2**

сточные воды очистка; мембраны, очистка; ультразвук, использование **35.МБ.150**

- сталь, производство; нитраты, высокие концентрации, удаление; мембраны, нано-, удаление **35.МБ.40**

#### **отстойники**

фильтрация; мембраны; реакторы; ил активный, использование; сточные воды очистка; аэротенки **35.МБ.76**

#### **отходы**

бытовые, твердые; сточные воды очистка, дренажные; свалки; мембраны, использование, баромембранные методы **35.МБ.16**

регенерация, очистка; смазочно-охлаждающие жидкости, отработанные; мембраны, керамика, применение **35.МБ.17**

рыбной промышленности, утилизация; ферменты, очистка; концентрирование; мембранная технология, применение **35.МБ.198**

хранение, полигоны; гидроизоляционные материалы; мембраны полимерные; полиэтилен, геомембраны; экраны **35.МБ.121**

#### **очистка**

биомолекулы; приборы; фильтрация **35.МБ.234**

водород; мембраны, палладиевые, способ получения **35.МБ.219**

- полиэтиленоксид, высоко разветвленный, сшитый; мембраны полимерные, применение; обзоры, библиография **35.МБ.25**

мембранная; топливо, дизельное; микрофильтрация, установка; мембраны полимерные **35.МБ.35**

от кислорода; вода; катализаторы, полипропиленовые пористые палладийсодержащие мембраны **35.МБ.183**

#### **очистка поверхности**

мембраны; мембранная техника, создание, конструкция, особенности; воздух, использование; пищевые продукты; концентрирование **35.МБ.195**

#### **ПАВ**

адсорбция; мембраны, микропористые полипропиленовые, модификация поверхности **35.МБ.129**

амфотерные; микрофильтрация; керамика; мембраны, использование **35.МБ.90**

мембраны, полипропиленовые; силикатные ма-

- териалы, иерархично мезопористые, получение золь-гель способом **35.МБ.103**
- пары
- персисация; мембраны, неорганические, кожухотрубчатые; моделирование математическое **35.МБ.97**
- первапорация**
- бензол, удаление, из водных растворов; мембраны; композиционные материалы; супрамолекулярные системы; полисилоксаны, диметил-; каликсарены **35.МБ.139**
- мембраны, селективность; вода, исходная концентрация, влияние **35.МБ.192**
- разделение; газы; наночистота; мембраны, SolSep 3360 **35.МБ.57**
- изобутиловый спирт, смеси; вода; мембраны, смешанные; поливиниловый спирт; полигексаметиленадипинамид **35.МБ.86**
- переноса процесс**
- диффузия; поры; мембраны, процессы, предсказание **35.МБ.108**
- из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности; уранил-ион; проницаемость; мембраны, жидкие; политетрафторэтилен, основа; носители, Aliquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ , использование; ядерное горючее переработка и регенерация **35.МБ.50**
- кислород; мембраны; перовскиты; барий-стронций кобальты-ферриты, структура, свойства **35.МБ.132**
- проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; стронций алюминаты; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**
- цинк, ионы, удаление; кадмий, ионы, удаление; свинец, ионы  $\text{Pb}(2+)$ , удаление; полимеры; мембраны, инклюзионные; краун-эфир, ионизируемые протонами **35.МБ.66**
- перовскиты**
- барий-стронций кобальты-ферриты, структура, свойства; переноса процесс; кислород; мембраны **35.МБ.132**
- мембраны; кислород; проницаемость; лантан-стронций-железо-галлий оксиды **35.МБ.61**
- пиридин**
- присутствие; диффузия; водород; мембраны; сталь; этиленгликоль, солянокислые растворы **35.МБ.196**
- пиролиз**
- газопроницаемость; поликарбосиланы; мембраны, аморфные; кремний карбид; подложки, пористые; алюминий оксид,  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ; покрытия,  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  **35.МБ.44**
- поликарбосиланы; мембраны; кремний карбид, получение **35.МБ.43**
- питательные среды**
- поверхности раздела; мембраны; поверхностные явления, межфазные силы, регулирование **35.МБ.138**
- пищевые продукты**
- концентрирование; мембранная техника, создание, конструкция, особенности; очистка поверхности; мембраны; воздух, использование **35.МБ.195**
- плавиковая кислота**
- использование; мембраны, обработка, характеристики, улучшение; наночистота **35.МБ.174**
- пластификаторы**
- нелетучие соединения; экструзия; полимеры, термопластичные с ионными щелочными группами; композиционные материалы, для изготовления мембран, получение **35.МБ.238**
- пленки**
- мембраны, селективно проницаемые, очистка; моющие средства, использование **35.МБ.217**
- сотовые, органо-неорганические; композиционные материалы; золото, включение; пористые материалы **35.МБ.93**
- тонкие, получение, свойства; мембраны; полимеризация, на границе раздела фаз; тримезон хлорид; фенилендиамин, м- **35.МБ.27**
- пленки полимерные
- мембраны, получение; нанотрубки, углеродные с упорядоченной структурой; фуллерены, высшие **35.МБ.51**
- поверхности**
- мембраны; гетерогенность; наночистота; осмос обратный; микроскопия сканирующая атомно-силовая **35.МБ.91**
- погружение; мембраны; межмолекулярное взаимодействие; органические вещества, растворенные; ионы **35.МБ.175**
- поверхности раздела**
- влияние; теоретический анализ; транспортный процесс; мембраны; электропроводность, смешанная, ионная и электронная **35.МБ.101**
- мембраны; питательные среды; поверхностные явления, межфазные силы, регулирование **35.МБ.138**
- поверхностная структура**
- мембраны полимерные; наполнители, углеродные; морфология; газопроницаемость **35.МБ.79**
- поверхностные свойства**
- изменение; мембраны полимерные; полиэтилен-терефталат, трековые, создание, эксплуатация, свойства, улучшенные; поры, асимметричные, формирование; модифицирование, хим. **35.МБ.181**
- поверхностные явления**
- межфазные силы, регулирование; поверхности раздела; мембраны; питательные среды **35.МБ.138**
- подложки**
- металлы, пористый; осаждение, химическое и химическое парофазное, комбинированный метод; мембраны, тонкая, изготовление; модифицирование; церий диоксид **35.МБ.48**
- пористые; мембраны, аморфные; кремний карбид; алюминий оксид,  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ; покрытия,  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ; поликарбосиланы; пиролиз; газопроницаемость **35.МБ.44**
- сталь; мембраны, композиционные, приготовление; про-

питка; ксерогели; кремний диоксид **35.МБ.235**

#### **покрытия**

$\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; мембраны, аморфные; кремний карбид; подложки, пористые; алюминий оксид,  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; поликарбосиланы; пиролиз; газопроницаемость **35.МБ.44**  
защитное, органическая антиотражающая композиция; фоторезисты, композиция; мембраны, фильтрующая **35.МБ.230**

мембраны полимерные; полиакрилонитрил; наноматериалы; хитозаны; ультрафильтрация **35.МБ.104**

#### **покрытия нанесение**

плазменной полимеризацией; мембраны полимерные, полипропиленовые модифицированные; электрохимические свойства; кремний диоксид; травление, плазменное; ацетилен; обзоры, библиография **35.МБ.24**

#### **полиакрилонитрил**

мембраны полимерные; наноматериалы; покрытия; хитозаны; ультрафильтрация **35.МБ.104**

#### **полиамидоимины**

нанофильтрация; органические вещества; мембраны полимерные **35.МБ.127**

#### **полианилины**

легированные; галогениды, ионы, диффузия; мембраны, полианилиновые **35.МБ.23**

#### **поливинилиденфторид**

ионный обмен; мембраны, протонообменные, смеси; сополимеры, стирол(этилен-бутилен)стирол **35.МБ.135**

#### **поливиниловый спирт**

как основа; мембраны; обезвоживание; растворители, органические **35.МБ.248**

композиционные материалы, полимерно-солевые; аммоний молибден оксиды,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ; вода; аммоний ванадий оксиды,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ; мембраны, для электродов, изготовление **35.МБ.189**

натрий альгинат; дегидратация, с первопарацией; растворы, водно-спиртовые; мембраны, полволоконные композиционные, получение **35.МБ.55**

полиэтиленимины; глутаровый альдегид; мембраны, первапорационные; обзоры, библиография **35.МБ.84**

разделение; изобутиловый спирт, смеси; вода; первапорация; мембраны, смешанные; полигексаметиленадипинамид **35.МБ.86**

с привитыми группами полиакрилонитрила; сшивающие агенты; мембраны, первапорационные, способ применения **35.МБ.231**

фосфолибденовая кислота; глутаровый альдегид; мембраны, гибридные протонопроводящие, синтез, свойства **35.МБ.30**

#### **полигексаметиленадипинамид**

разделение; изобутиловый спирт, смеси; вода; первапорация; мембраны, смешанные; поливиниловый спирт **35.МБ.86**

#### **полиимиды**

структура, транспортные характеристики; разделение; сме-

си, водородсодержащие; функциональные группы, влияние; базы данных, анализ; обзоры, библиография **44 35.МБ.126**

#### **поликарбосиланы**

пиролиз; газопроницаемость; мембраны, аморфные; кремний карбид; подложки, пористые; алюминий оксид,  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; покрытия,  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  **35.МБ.44**

- мембраны; кремний карбид, получение **35.МБ.43**

#### **полимеризация**

на границе раздела фаз; тримезоилхлорид; фенилендиамин, м-; мембраны; пленки, тонкие, получение, свойства **35.МБ.27**

#### **полимеры**

о-крезолфталеинформальдегиды; влияние pH; мембраны; полимеры; целлюлоза **35.МБ.70**

гликосопряженные; мембраны полимерные; целлюлоза; иммобилизация **35.МБ.182**

дисперсии; микрокапсулы, однородные, получение; мембраны, использование **35.МБ.240**

дифенилоксидамидо-N-фенилфтальмид; влияние условий формирования; мембраны, асимметричные, структура **35.МБ.72**

материалы, мягкие, взаимодействие, силы; мембраны; фосфолипиды; коллоиды; энтропия; обзоры **35.МБ.3**

мембраны, инклюзионные; цинк, ионы, удаление; кадмий, ионы, удаление; свинец, ионы  $\text{Pb}(2+)$ , удаление; переноса

процесс; краун-эфиры, ионизируемые протонами **35.МБ.66**  
- микрофильтрация; ультразвук, влияния **35.МБ.156**

- целлюлоза; полимеры, о-крезолфталеинформальдегиды, влияние pH **35.МБ.70**

природные и синтетические; мембранные структуры; обзоры, библиография **98 35.МБ.202**

с функциональными группами; наночастицы, слои, способность к разделению; массоперенос **35.МБ.191**

термопластичные с ионными щелочными группами; экстракция; пластификаторы, нелетучие соединения; композиционные материалы, для изготовления мембран, получение **35.МБ.238**

углеводородный; гели, металлсодержащий; мембраны; способ получения мембран; топливные элементы **35.МБ.222**

#### **полиолефины**

поли-4-метил-1-пентен; формование, из расплава; мембраны, микропористые полволоконные, получение; обзоры, библиография **31 35.МБ.82**

полупирролы

топливные элементы; мембраны, полиэлектролитная протонопроводящая, получение; сульфокислоты, ароматические; нанотрубки, углеродные **35.МБ.233**

#### **полипропилен**

как пористые подложки; сополимеризация, прививочная плазменная; сополимеры; глицидил-метакрилат; мембраны, ионитовые неоднородно заряженные, получение, свойства **35.МБ.31**

#### **полисилоксаны**

гетеро-, протонопроводящий сшитый, получение;

- мембраны; электропроводность **35.МБ.215**  
диметил-; первапорация; бензол, удаление, из водных растворов; мембраны; композиционные материалы; супрамолекулярные системы; каликсарены **35.МБ.139**  
- полистирол, сшитый сульфированный, микрочастицы; мембраны, протонообменные; метиловый спирт, поглощение **35.МБ.26**  
свойства, смеси, диметил; полиуретаны, растворы, свойства; мембраны **35.МБ.112**
- полистирол**  
сшитый сульфированный, микрочастицы; полисилоксаны, диметил-; мембраны, протонообменные; метиловый спирт, поглощение **35.МБ.26**
- полисульфоны**  
бутират, N-винил-γ-амино-, натрий; акриловая кислота, натрий соль; мембраны, композитные, получение; углерод диоксид, скорость пермеации, смеси **35.МБ.28**  
мембраны полимерные, свойства; модифицирование; тилолы; волокна, полые; хроматография **35.МБ.105**
- политетрафторэтилен**  
основа; мембраны полимерные, новая протон-проводящая **35.МБ.123**  
- уранил-ион; проницаемость; мембраны, жидкие; носители, Aliquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ , использование; переноса процесс, из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности; ядерное горючее переработка и регенерация **35.МБ.50**
- полиуретаны**  
растворы, свойства; полисилоксаны, свойства, смеси, диметил; мембраны **35.МБ.112**
- полифенилены**  
сульфированные, транспортные свойства; мембраны, протонообменные для топливных элементов **35.МБ.125**
- полиэлектролиты**  
способ получения; мембраны, ионитовая; сополимеры блок, состав **35.МБ.242**
- полиэтилен**  
геомембраны; мембраны полимерные; гидроизоляционные материалы; экраны; отходы; хранение, полигоны **35.МБ.121**
- полиэтилендиокситиофен**  
3, 4-; топливные элементы, прямые метанольные; мембраны; нафион; модифицирование; обзоры, библиография **35.МБ.142**
- полиэтиленимины**  
глутаровый альдегид; поливиниловый спирт; мембраны, первапорационные; обзоры, библиография **35.МБ.84**
- полиэтиленоксид**  
высоко разветвленный, сшитый; мембраны полимерные, применение; водород; очистка; обзоры, библиография **35.МБ.25**
- полиэтилентерефталат**  
трековые, создание, эксплуатация. свойства, улучшенные; мембраны полимерные; поры, асимметрич., формирование; поверхностные свойства, изменение; модифицирование, хим. **35.МБ.181**
- полиэфирсульфоны**  
нанофильтрация; мембраны, характеристики **35.МБ.173**  
полифтализированные; волокна, полые; мембраны, получение, свойства; нанофильтрация **35.МБ.85**  
полиэфиры простые; мембраны полимерные, открытопористые фильтрационные, получение, способ, полимерные композиции, водорастворимые **35.МБ.251**
- полиэфиры простые**  
полиэфирсульфоны; мембраны полимерные, открытопористые фильтрационные, получение, способ, полимерные композиции, водорастворимые **35.МБ.251**
- поляризация**  
мембраны ионообменные, МФ-4СК; модифицирование; обзоры, библиография **35.МБ.67**
- пористые материалы**  
мембраны, сотовые, органо-неорганические; композиционные материалы; золото, включение; пленки **35.МБ.93**  
- стекло; диффузия; кобальт хлориды,  $\text{Co}(2+)$ ; щелочные металлы соединения; хлориды, присутствие **35.МБ.140**  
наноструктуры; шпинели; цинк алюминаты,  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ , синтез; золь-гель процесс; морфология **35.МБ.42**
- поры**  
асимметрич., формирование; мембраны полимерные; полиэтилентерефталат, трековые, создание, эксплуатация. свойства, улучшенные; поверхностные свойства, изменение; модифицирование, хим. **35.МБ.181**  
наноконические, форма, придания; мембраны; растворители, использование **35.МБ.161**  
октаэдрические, одинаковые; кремний диоксид, кремнезем; мембраны, неорганические, изготовление; самоорганизация; электрическое поле **35.МБ.60**  
переноса процесс, диффузия; мембраны, процессы, предсказание **35.МБ.108**  
приборы  
биомолекулы; очистка; фильтрация **35.МБ.234**
- пробы подготовка**  
разработка; жидкости, примеси удаление; сорбенты, ионообменные; фильтры, мембранные **35.МБ.211**
- проводники**  
анизотропные нановолокнистые; получение, характеристика; мембраны, поликарбонатные **35.МБ.83**
- проницаемость**  
вода; керамика; мембраны; микроструктура, взаимосвязь; моделирование математическое **35.МБ.177**  
водород, изотопы; металлы; мембраны, теор. анализ **35.МБ.102**  
высокая, селективная; мембраны, получение, свойства; цеоли-

ты, NaA; фазовый переход, из паровой в тв. фазу **35.МБ.114**  
 кислород; лантан-стронций-железо-галлий оксиды; мембраны; микроструктура; магний оксид, содержание **35.МБ.109**  
 - мембраны; барий-кобальт-железо-ниобий оксиды; синтез-газ, получение; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**  
 лантан-стронций манганиты; мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; цирконий диоксид;кислород **35.МБ.133**  
 лантан-стронций-железо-галлий оксиды; кислород; мембраны; перовскиты **35.МБ.61**  
 селективная; углерод оксид; мембраны, композиционные с разделительным слоем; сополимеры, как основа; этилметакрилат, 2-(N, N-диметиламино)-;акриловая кислота **35.МБ.52**  
 стронций-ферриты-алюминаты; стронций алюминаты; системы; переноса процесс; кислород; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**  
 уранил-ион; мембраны, жидкие; политетрафторэтилен, основа; носители, Aliquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ , использование; переноса процесс, из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности; ядерное горючее переработка и регенерация **35.МБ.50**  
**пропан**  
 дегидрирование; мембраны, каталитические; моделирование математическое **35.МБ.188**  
**пропитка**  
 мембраны, композиционные, приготовление; подложки; сталь; ксерогели; кремний диоксид **35.МБ.235**  
**протоны**  
 мембраны, композитные; метиловый спирт, исследование проникновения через мембраны **35.МБ.153**  
**прямой алый**  
 красители, удаление; вода очистка; реакторы; мембраны, использование; каталитическая реакция фото **35.МБ.151**  
**разделение**  
 актиноиды, трехвалентные, ионы; лантаноиды, трехвалентные, ионы; мембраны, жидкие, содержащие цианекс-301; фенил-тиофосфиновая кислота), бис(2, 4, 4-триметил-, использование **35.МБ.162**  
 вода, масла; мембраны, динамические, формование; мембраны, перекрестноточные **35.МБ.39**  
 газы; мембраны, использование **35.МБ.134**  
 - первапорация; нанофильтрация; мембраны, SolSep 3360 **35.МБ.57**  
 - реакторы, мембранные, способ изготовления **35.МБ.227**  
 жидкости; мембраны, потенциал **35.МБ.163**  
 изобутиловый спирт, смеси; вода; первапорация; мембраны, смешанные; поливиниловый спирт; полигексаметиленадипинамид **35.МБ.86**  
 изотопы, тяжелые, выделение; водород; дейтерий; тритий; вода; вода тяжелая,  $\text{D}_2\text{O}$  и  $\text{T}_2\text{O}$ ; мем-

браны, использование **35.МБ.226**  
 интеграция; экстракция, растворителем; мембраны, жидкие; биологически активные вещества, выделение; растительные материалы **35.МБ.10**  
 мембраны; композиционные материалы; хитозаны, кватернизированные, модифицированные N-метиленфосфоновыми группами; электролиты **35.МБ.136**  
 смеси, водородсодержащие; полиимиды, структура, транспортные характеристики; функциональные группы, влияние; базы данных, анализ; обзоры, библиограф. 44 **35.МБ.126**  
 сточные воды очистка, теплые; озонирование; мембраны, использование **35.МБ.185**  
 - нанофильтрация **35.МБ.120**  
 фазы; фильтры, объемные; мембраны, сочетание **35.МБ.244**  
 хиральное; триптофан, рацемический; мембраны керамические, BSA-модифицированная, получение; альбумины, сывороточный бычий **35.МБ.124**  
**растворители**  
 использование; мембраны; поры, наноконические, форма, придания **35.МБ.161**  
 органические; обезвоживание; мембраны; поливиниловый спирт, как основа **35.МБ.248**  
**растворы**  
 водно-спиртовые; дегидратация, с первопарацией; поливиниловый спирт; натрий альгинат; мембраны, полволоконные композиционные, получение **35.МБ.55**  
 маслосодержащие; углеводороды, галогенсодержащие, отделение; мембраны полимерные; масла смазочные, производство **35.МБ.216**  
 технологические; металлы, извлечение; сточные воды очистка; мембраны, использование, баромембранный метод **35.МБ.200**  
**растительные материалы**  
 экстракция, растворителем; разделение, интеграция; мембраны, жидкие; биологически активные вещества, выделение **35.МБ.10**  
**реакторы**  
 био; ил активный, характеристики, влияние; мембраны, погружение; обрастание **35.МБ.166**  
 - сточные воды очистка; масла, удаление; газы, станции; мембраны, использование **35.МБ.77**  
 -- мембраны, использование **35.МБ.15**  
 вода очистка; красители, удаление; прямой алый; мембраны, использование; каталитическая реакция фото **35.МБ.151**  
 мембранные, для производства синтез-газа **35.МБ.253**  
 - способ изготовления; газы; разделение **35.МБ.227**  
 мембраны биологические, ил активный, характеристики, влияние; обрастание **35.МБ.168**  
 мембраны, палладий-ренийевый; риформинг, паровой; диметиловый эфир; синтез-газ, способ получения **35.МБ.239**  
 - фильтрование; ил активный, использование; сточные

воды очистка; аэротенки; отстойники **35.МБ.76**  
половолоконные; микрофльтрация; ультрафилтрование; мембраны, выбор; суспензии, подача, к наружной поверхности волокон **35.МБ.148, 35.МБ.172**  
**Реминдера эффект**  
использование; мембраны полимерные, получение; сорбенты, полимерные **35.МБ.81**  
**резина**  
мембраны полимерные; деформация, поперечный прогиб; моделирование, компьютерное; модели **35.МБ.106**  
ректификационные колонны  
концентрирование; органические соединения, водорастворимые; сепараторы; мембраны **35.МБ.208**  
**рифформинг**  
метан; окисление; углерод оксид; дегидрирование; метиловый спирт; катализаторы, мембранные наносистемы; обзоры, библиография **35.МБ.4**  
паровой; диметиловый эфир; реакторы; мембраны, палладий-рениевый; синтез-газ, способ получения **35.МБ.239**  
**ртуть**  
Hg<sup>2+</sup>; силикаты, модифицированные, органические, использование; мембраны; золь-гель технология **35.МБ.145**  
ионы Hg(2+); мембраны; хитозаны, исходные и сшитые, взаимодействия **35.МБ.89**  
**самоорганизация**  
кремний диоксид, кремнезем; мембраны, неорганические, изготовление; поры, октаэдрические, одинаковые; электрическое поле **35.МБ.60**  
**санация**  
вода технология, системы; мембраны **35.МБ.157**  
**свалки**  
сточные воды очистка, дренажные; отходы, бытовые, твердые; мембраны, использование, баромембранные методы **35.МБ.16**  
**светофильтры**  
хитозаны; фуллерены, смеси; мембраны **35.МБ.33**  
**свечи**  
мембранные, использование; виноделие, виноматериалы; стабилизация; фильтры; картон, использование **35.МБ.190**  
**свинец**  
ионы Pb(2+), удаление; цинк, ионы, удаление; кадмий, ионы, удаление; переноса процесс; полимеры; мембраны, инклюзионные; краун-эфиры, ионизируемые протонами **35.МБ.66**  
**сепараторы**  
мембраны; концентрирование; органические соединения, водорастворимые; ректификационные колонны **35.МБ.208**  
**сепарация**  
водород; уголь; газификация; мембраны, из металлокерамики **35.МБ.94**  
**серная кислота**  
использование; мембраны, гибридные, органо-не-

органич. получение, свойства; электропроводность, протонная; силан, 3-аминопропилтриэтоксид-, использование; золь-гель технология **35.МБ.113**  
**силан**  
3-аминопропилтриэтоксид-, использование; электропроводность, протонная; мембраны, гибридные, органо-неорганич. получение, свойства; серная кислота, использование; золь-гель технология **35.МБ.113**  
**силикатные материалы**  
иерархично мезопористые, получение золь-гель способом; мембраны, полипропиленовые; ПАВ **35.МБ.103**  
**силикаты**  
модифицированные, органические, использование; ртуть, Hg<sup>2+</sup>; мембраны; золь-гель технология **35.МБ.145**  
синтез-газ  
получение; кислород; проницаемость; мембраны; барий-кобальт-железо-ниобий оксиды; метан; окисление, частичное **35.МБ.63**  
способ получения; рифформинг, паровой; диметиловый эфир; реакторы; мембраны, палладий-рениевый **35.МБ.239**  
**смазочно-охлаждающие жидкости**  
отработанные; отходы, регенерация, очистка; мембраны, керамич., применение **35.МБ.17**  
**смеси**  
водородсодержащие; разделение; полиимиды, структура, транспортные характеристики; функциональные группы, влияние; базы данных, анализ; обзоры, библиография **35.МБ.126**  
**соки**  
киви, получение, способ; ароматизирующие вещества, извлечение; ультрафилтрование; дистилляция, осмотич., пермембранная техника, использование **35.МБ.143**  
**сополимеризация**  
прививочная плазменная; сополимеры; глицидил-метакрилат; полипропилен, как пористые подложки; мембраны, ионитовые неоднородно заряженные, получение, свойства **35.МБ.31**  
**сополимеры**  
глицидил-метакрилат; сополимеризация, прививочная плазменная; полипропилен, как пористые подложки; мембраны, ионитовые неоднородно заряженные, получение, свойства **35.МБ.31**  
как основа; этилметакрилат, 2-(N, N-диметиламино)-; мембраны, композиционные с разделительным слоем; акриловая кислота; углерод оксид; проницаемость, селективная **35.МБ.52**  
перфторуглеродные; дисперсии; мембраны, катионообменные фторсодержащие, изготовление **35.МБ.241**  
стирол(этилен-бутилен)стирол; ионный обмен; мембраны, протонообменные, смеси; поливинилиденфторид **35.МБ.135**  
частично фторсодержащие; стирол, трифтор-; винильные соединения, замещенные; мембраны полимерные, ионные проводящие, изготовление **35.МБ.210**

**сополимеры блок**

состав; мембраны, ионитовая; полиэлектролиты, способ получения **35.МБ.242**

**сорбенты**

ионообменные; пробы подготовка, разработка; жидкости, примеси удаление; фильтры, мембранные **35.МБ.211**  
полимерные; мембраны полимерные, получение; Ребиндера эффект, использование **35.МБ.81**

**сорбция**

селективная; кобальт, ионы  $Co^{2+}$  и  $Co^{3+}$ ; водные растворы; мембраны, нитроцеллюлозные; комплексообразование **35.МБ.193**

**спектроскопия**

импеданс, электрический; мембраны, закрепленные, свойства; ионные жидкости **35.МБ.110**

**спектроскопия оптическая**

атомно-эмиссионная, с тлеющим разрядом; гели анализ; электрофорез **35.МБ.36**

**спиртовое производство**

вода технология; микрофильтрация, применение; нанофильтрация, применение; осмос обратный, применение; обзоры **35.МБ.2**  
спиртовая дробина; белки, комплекс, выделение; концентрирование; ультрафильтрация; мембраны, ультрафильтрац., марок УАМ-50 и УАМ-100, использование **35.МБ.95**

**стабилизация**

виноделие, виноматериалы; свечи, мембранные, использование; фильтры; картон, использование **35.МБ.190**  
сталь

мембраны; диффузия; водород; этиленгликоль, соленокислые растворы; пиридин, присутствие **35.МБ.196**  
подложки; мембраны, композиционные, приготовление; пропитка; ксерогели; кремний диоксид **35.МБ.235**  
производство; сточные воды очистка; нитраты, высокие концентрации, удаление; осмос обратный; мембраны, нано-, удаление **35.МБ.40**

**старение**

физическое; мембраны полимерные; моделирование, молекулярное **35.МБ.130**

**стекло**

пористые материалы; мембраны; диффузия; кобальт хлориды,  $Co(2+)$ ; щелочные металлы соединения; хлориды, присутствие **35.МБ.140**

**стекло пористое**

диффузия; калий бихромат; мембраны **35.МБ.34**

**стирол**

трифтор-; сополимеры, частично фторсодержащие; винильные соединения, замещенные; мембраны полимерные, ионные проводящие, изготовление **35.МБ.210**

**сточные воды**

бытовые и дождевые, повторное использование; филь-

тры; волокнистые материалы, использование; металлы; мембраны, использование **35.МБ.75**

**сточные воды очистка**

аммиак, удаление; фенол, удаление; фильтрование; мембраны, использование; коксование **35.МБ.41**

децентрализованная; фильтрация; мембраны, с погружными модулями **35.МБ.186**

доочистка, глубокая; фильтрование, мембранное **35.МБ.13**

дренажные; свалки; отходы, бытовые, твердые; мембраны, использование, баромембранные методы **35.МБ.16**

масла, удаление; газы, станции; реакторы, био;

мембраны, использование **35.МБ.77**

мембраны, использование; каталитические свойства **35.МБ.38**

-- машиностроение, предприятие **35.МБ.98**

- углерод, изготовление; микрофильтрация; масла, удаление **35.МБ.14**

металлы, извлечение; растворы, технологические; мембраны, использование, баромембранный метод **35.МБ.200**

осмос обратный; мембраны, очистка; ультразвук, использование **35.МБ.150**

промышленные; мембраны, использование **35.МБ.1**

разделение; нанофильтрация **35.МБ.120**

реакторы, био; мембраны, использование **35.МБ.15**

сталь, производство; нитраты, высокие концентрации, удаление; осмос обратный; мембраны, нано-, удаление **35.МБ.40**

теплые; озонирование; разделение; мембраны, использование **35.МБ.185**

фильтрование; жидкости; мембраны, использование; микрофильтрация; ультрафильтрация; нанофильтрация **35.МБ.254**

- мембраны; реакторы; ил активный, использование; аэротенки; отстойники **35.МБ.76**

хром, ионы  $Cr^{6+}$ ; ионный перенос; мембраны, жидкие; фосфаты, три-н-бутил- **35.МБ.20**

сточные воды очистка био

промышленные; мембраны, использование **35.МБ.152**

**стронций алюминаты**

проницаемость, системы; стронций-ферриты-алюминаты; переноса процесс; кислород; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**

**стронций кобальты-ферриты\*барий-**

структура, свойства; перовскиты; переноса процесс; кислород; мембраны **35.МБ.132**

**стронций манганиты\*лантан-**

мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; цирконий диоксид; кислород; проницаемость **35.МБ.133**

**стронций-железо-галлий оксиды\*лантан-**

кислород; проницаемость; мембраны; перовскиты **35.МБ.61**

мембраны; микроструктура; кислород; проницаемость; магний оксид, содержание **35.МБ.109**

**стронций-ферриты-алюминаты**

стронций алюминаты; проницаемость, системы; переноса процесс; кислород; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**

**сульфокислота**

перфтор-; нафийон; мембраны; композиционные материалы; кремний диоксид **35.МБ.59**

**сульфокислоты**

ароматические; топливные элементы; мембраны, полиэлектролитная протонопроводящая, получение; полипирролы; нанотрубки, углеродные **35.МБ.233**

**супрамолекулярные системы**

первапорация; бензол, удаление, из водных растворов; мембраны; композиционные материалы; полисилоксаны, диметил-; каликсарены **35.МБ.139**

**суспензии**

подача, к наружной поверхности волокон; микрофильтрация; ультрафильтрование; мембраны, выбор; реакторы, волоконные **35.МБ.148, 35.МБ.172**

**сшивающие агенты**

поливиниловый спирт, с привитыми группами полиакрилонитрила; мембраны, первапорационные, способ применения **35.МБ.231**

**сырье**

белки; углеводы, переработка; ультрафильтрование; мембраны, использование, перспективы; безотходная и малоотходная технология, создание; окружающая среда охрана **35.МБ.194**

**термодинамика**

конечного времени; двигатели, диффузионные; мембраны, системы **35.МБ.116**

**термостабильность**

мембраны, аморфные; кремний-карбиды-нитриды; зольгель процесс; химическая стойкость **35.МБ.19**

**технология**

мембраны, керамические волокнистые; обзоры, библиография **35.МБ.7**

применение; мембраны; энергетика, промышленная **35.МБ.118**

**тиолы**

мембраны полимерные, свойства; полисульфоны; модифицирование; волокна, полые; хроматография **35.МБ.105**

**тиофосфиновая кислота)\*фенил-**

бис(2, 4, 4-триметил-, использование; мембраны, жидкие, содержащие цианекс-301; разделение; актиноиды, трехвалентные, ионы; лантаноиды, трехвалентные, ионы **35.МБ.162**

**топливные элементы**

анодные пленки, диэлектрические слои, нитриды кремния, системы пор, топливные газы, катоды **35.МБ.223**

мембраны, полиэлектролитная протонопроводящая, получение; полипирролы; сульфокислоты, аромати-

ческие; нанотрубки, углеродные **35.МБ.233**

- полимеры, углеводородный; гели, металлосодержащий, способ получения мембран **35.МБ.222**

полимерные мембраны, атомы азота, многоосновные неорганические оксикислоты, амидные связи, структурные двумерные сетки **35.МБ.237**

протонообменные мембраны, газодиффузионные слои, катализаторные слои, теоретические модели, пористые системы, реагенты **35.МБ.46**

прямые метанольные; мембраны, композитные, получение; кремний диоксид; нафийон **35.МБ.47**

-- нафийон; модифицирование; полиэтилендиокситиофен, 3, 4-; обзоры, библиография **35.МБ.142**

работа при высоких температурах; мембраны, гибридные, легированные, протонообменные; нафийон; оксиды, неорганические; гетерополикислоты **35.МБ.92**

цирконий фосфаты; вода; мембраны; нафийон; динамика; наночастицы; наполнители **35.МБ.159**

**топливо**

дизельное; очистка, мембранная; микрофильтрация, установка; мембраны полимерные **35.МБ.35**

**травление**

плазменное; кремний диоксид; мембраны полимерные, полипропиленовые модифицированные; электрохимические свойства; ацетилен; покрытия нанесение, плазменной полимеризацией; обзоры, библиография **35.МБ.24**

**транспорт**

облегченный; кислоты, органические; мембраны, заполненные жидкостью, с носителем **35.МБ.176**

**транспортные свойства**

квантовохимический расчет; мембраны полимерные; электролиты твердые, полимерный, имеющих гидрофильные боковые цепи **35.МБ.236**

**транспортный процесс**

поверхности раздела, влияние, теоретический анализ; мембраны; электропроводность, смешанная, ионная и электронная **35.МБ.101**

**тримезоилхлорид**

фенилендиамин, м-; полимеризация, на границе раздела фаз; мембраны; пленки, тонкие, получение, свойства **35.МБ.27**

**триптофан**

рацемический; разделение, хиральное; мембраны керамические, BSA-модифицированная, получение; альбумины, сывороточный бычий **35.МБ.124**

**третий**

изотопы, тяжелые, выделение; разделение; водород; дейтерий; вода; вода тяжелая, D<sub>2</sub>O и T<sub>2</sub>O; мембраны, использование **35.МБ.226**

**увлажнение**

влагоувлажняющий модуль; волокна, полые влаго-

проницаемые, пучки; мембраны **35.МБ.228**

углеводороды

галогенсодержащие, отделение; растворы, маслосодержащие; мембраны полимерные; масла смазочные, производство **35.МБ.216**

**углеводы**

переработка; сырье; белки; ультрафильтрация; мембраны, использование, перспективы; безотходная и малоотходная технология, создание; окружающая среда охрана **35.МБ.194**

**углерод**

изготовление; мембраны; микрофильтрация; сточные воды очистка; масла, удаление **35.МБ.14**

нанотрубки; мембраны; газопроницаемость, селективность **35.МБ.22**

**углерод диоксид**

скорость пермеации; смеси; бутират, N-винил-γ-амино-, натрий; акриловая кислота, натрий соль; полисульфоны; мембраны, композитные, получение **35.МБ.28**

**углерод оксид**

окисление; дегидрирование; метиловый спирт; риформинг; метан; катализаторы, мембранные наносистемы; обзоры, библиография **35.МБ.4**

проницаемость, селективная; мембраны, композиционные с разделительным слоем; сополимеры, как основа; этилметакрилат, 2-(N, N-диметиламино)-; акриловая кислота **35.МБ.52**

**уголь**

газификация; водород; сепарация; мембраны, из металлокерамики **35.МБ.94**

**ультразвук**

влияния; полимеры; мембраны; микрофильтрация **35.МБ.156**  
использование; сточные воды очистка; осмос обратный; мембраны, очистка **35.МБ.150**

**ультрафильтрация**

жидкости, очистка; газы очистка; фильтры; мембраны **35.МБ.9**

мембраны полимерные; полиакрилонитрил; наноматериалы; покрытия; хитозаны **35.МБ.104**

мембраны, использование, перспективы; сырье; белки; углеводы, переработка; безотходная и малоотходная технология, создание; окружающая среда охрана **35.МБ.194**

- кисломолочные продукты, обогащенные, производство; молочная сыворотка, переработка, использование; безотходная и малоотходная технология, создание **35.МБ.197**

микрофильтрация; мембраны, выбор; реакторы, полволоконные; суспензии, подача, к наружной поверхности волокон **35.МБ.148, 35.МБ.172**

молоко; молочные продукты; мембранная техника, новый тип, разработка; научные исследования **35.МБ.203**

соки, киви, получение, способ; ароматизирующие вещества, извлечение; дистилляция, осмотическая, первапора-

ция; мембранная техника, использование **35.МБ.143**

спиртовое производство, спиртовая дробина; белки, комплекс, выделение; концентрирование; мембраны, ультрафильтрация, марок УАМ-50 и УАМ-100, использование **35.МБ.95**

фильтрация; жидкости; сточные воды очистка; мембраны, использование; микрофильтрация; нанофильтрация **35.МБ.254**

**уранил-ион**

проницаемость; мембраны, жидкие; политетрафторэтилен, основа; носители, Aliquat 336 в СНCl<sub>3</sub>, использование; переноса процесс, из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности; ядерное горючее переработка и регенерация **35.МБ.50**

**фазовый переход**

из паровой в тв. фазу; мембраны, получение, свойства; цеолиты, NaA; проницаемость, высокая, селективная **35.МБ.114**

**фазы**

разделение; фильтры, объемные; мембраны, сочетание **35.МБ.244**

фенилендиамин

m-; полимеризация, на границе раздела фаз; тримезоилхлорид; мембраны; пленки, тонкие, получение, свойства **35.МБ.27**

**фенил-тиофосфиновая кислота**

бис(2, 4, 4-триметил-, использование; мембраны, жидкие, содержащие цианекс-301; разделение; актиноиды, трехвалентные, ионы; лантаноиды, трехвалентные, ионы **35.МБ.162**

**фенол**

удаление; аммиак, удаление; сточные воды очистка; фильтрация; мембраны, использование; коксование **35.МБ.41**

**ферменты**

липаза; гидролиз; масла растительные, оливковые; ферменты, липаза; катализаторы, кинетика; иммобилизация; мембраны полимерные, фильтрация **35.МБ.107**

- катализаторы; кинетика; гидролиз; масла растительные, оливковые; иммобилизация; ферменты, липаза; мембраны полимерные, фильтрация **35.МБ.107**

очистка; концентрирование; отходы, рыбной промышленности, утилизация; мембранная технология, применение **35.МБ.198**

**ферриты\*барий-стронций кобальты-**

структура, свойства; перовскиты; переноса процесс; кислород; мембраны **35.МБ.132**

**ферриты-алюминаты\*стронций-**

стронций алюминаты; проницаемость, системы; переноса процесс; кислород; мембраны; композиционные материалы; микроструктура **35.МБ.131**

**фильтрация**

динамическая; мембраны, с простым гармоническим двигателем, теория **35.МБ.149**

мембранная технология; кремний диоксид; частицы, коллоидные **35.МБ.8**

мембраны, использование; насосы, подбор **35.МБ.165**

- с погружными модулями; сточные воды очистка, децентрализованная **35.МБ.186**

приборы; биомолекулы; очистка **35.МБ.234**

**фильтрование**

аммиак, удаление; фенол, удаление; сточные воды очистка; мембраны, использование; коксование **35.МБ.41**

жидкости; сточные воды очистка; мембраны, использование; микрофильтрация; ультрафильтрование; нанофильтрование **35.МБ.254**

мембранное; сточные воды очистка, доочистка, глубокая **35.МБ.13**

мембраны, использование, воды природные; вода технология **35.МБ.11**

- очистка, глубокая доочистка **35.МБ.218**

- реакторы; ил активный, использование; сточные воды очистка; аэротенки; отстойники **35.МБ.76**

фильтрующее устройство; жидкости; мембраны, в фильтрующей камере **35.МБ.224**

**фильтры**

волокнистые материалы, использование; сточные воды, бытовые и дождевые, повторное использование; металлы; мембраны, использование **35.МБ.75**

картон, использование; виноделие, виноматериалы; стабилизация; свечи, мембранные, использование **35.МБ.190**

мембранные, способ получения; керамические изделия **35.МБ.246**

- пробы подготовка, разработка; жидкости, примеси удаление; сорбенты, ионообменные **35.МБ.211**

мембраны; жидкости, очистка; газы очистка; ультрафильтрование **35.МБ.9**

объемные; мембраны, сочетание; фазы; разделение **35.МБ.244**

**формование**

из расплава; полиолефины, поли-4-метил-1-пентен; мембраны, микропористые полволоконные, получение; обзоры, библиография **35.МБ.82**

мембраны, волокнистые; волокна; цирконий диоксид, стабилизированный  $Y_2O_3$ , синтез **35.МБ.78**

**фосфаты**

три-н-бутил-; мембраны, жидкие; хром, ионы  $Cr^{6+}$ ; ионный перенос; сточные воды очистка **35.МБ.20**

**фосфаты\*цирконий**

топливные элементы; вода; мембраны; нафион; динамика; наночастицы; наполнители **35.МБ.159**

**фосфолипиды**

мембраны; материалы, мягкие, взаимодействие, силы; полимеры; коллоиды; энтропия; обзоры **35.МБ.3**

**фосфомолибденовая кислота**

глутаровый альдегид; поливиниловый спирт; мембраны, гибридные протонопроводящие, синтез, свойства **35.МБ.30**

**фоторезисты**

композиция; покрытия, защитное, органическая антиотражающая композиция; мембраны, фильтрующая **35.МБ.230**

**фуллерены**

высшие; пленки полимерные, мембраны, получение; нанотрубки, углеродные с упорядоченной структурой **35.МБ.51**

смеси; хитозаны; мембраны; светофильтры **35.МБ.33**

**функциональные группы**

влияние; разделение; смеси, водородсодержащие; полиимиды, структура, транспортные характеристики; базы данных, анализ; обзоры, библиография **35.МБ.126**

**фуран**

тетрагидро-; диоксан-1, 4; монтмориллонит; натрий альгинат; мембраны, гибридные композитные; изопропиловый спирт; дегидратация, первапорацией; обзоры, библиография **35.МБ.128**

**химическая стойкость**

мембраны, аморфные; кремний-карбиды-нитриды; золь-гель процесс; термостабильность **35.МБ.19**

**химические вещества**

физиологически активные; мембраны, фильтрующие **35.МБ.249**

**хитозаны**

использование; адсорбция; медь, ионы  $Cu(2+)$ ; мембраны, тонкие; хитозаны, модифицированные **35.МБ.62**

исходные и сшитые, взаимодействия; мембраны; ртуть, ионы  $Hg(2+)$  **35.МБ.89**

кватернизированные, модифицированные N-метиленфосфоновыми группами; мембраны; композиционные материалы; электролиты; разделение **35.МБ.136**

мембраны полимерные; полиакрилонитрил; наноматериалы; покрытия; ультрафильтрование **35.МБ.104**

модифицированные; адсорбция; медь, ионы  $Cu(2+)$ ; мембраны, тонкие; хитозаны, использование **35.МБ.62**

получение, способ; мембраны полимерные; цеолиты, наночастицы; глины, содержание **35.МБ.250**

фуллерены, смеси; мембраны; светофильтры **35.МБ.33**

**хлориды**

присутствие; щелочные металлы соединения; диффузия; кобальт хлориды,  $Co(2+)$ ; мембраны; стекло; пористые материалы **35.МБ.140**

**хлориды\*кобальт**

$Co(2+)$ ; диффузия; мембраны; стекло; пористые материалы; щелочные металлы соединения; хлориды, присутствие **35.МБ.140**

**хранение**

полигоны; отходы; гидроизоляционные материалы; мембраны полимерные; полиэтилен, геомембраны; экраны **35.МБ.121**

**хром**

ионы  $Cr^{6+}$ ; ионный перенос; мембраны, жидкие; фосфаты, три-н-бутил-; сточные воды очистка **35.МБ.20**

**хроматография**

мембраны полимерные, свойства; полисульфоны; модифицирование; тиолы; волокна, полые **35.МБ.105**

**хроматография газовая**

с электронным захватом; летучие вещества определение, органические; экстракция, жидкостная; мембраны, миниатюрные, использование **35.МБ.37**

**целлюлоза**

мембраны полимерные; иммобилизация; полимеры, гликосопряженные **35.МБ.182**

мембраны; полимеры; полимеры, о-крезолфталеинформальдегиды, влияние pH **35.МБ.70**

**целлюлоза ацетаты**

волокна целлюлозные; мембраны, селективность **35.МБ.32**

**цеолиты**

NaA, синтез, свойства; мембраны **35.МБ.160**

- мембраны, получение, свойства; проницаемость, высокая, селективная; фазовый переход, из паровой в тв. фазу **35.МБ.114**

мембраны из феррьерита, приготовление в отсутствие орг. стурктурообразующих агентов; катализаторы **35.МБ.56**

наночастицы; глины, содержание; мембраны полимерные; хитозаны, получение, способ **35.МБ.250**

**церий диоксид**

модифицирование; осаждение, химическое и химическое парофазное, комбинированный метод; мембраны, тонкая, изготовление; подложки; металлы, пористый **35.МБ.48**

**цинк**

ионы, удаление; кадмий, ионы, удаление; свинец, ионы Pb(2+), удаление; переноса процесс; полимеры; мембраны, инклюзионные; краун-эфиры, ионизируемые протонами **35.МБ.66**

**цинк алюминаты**

ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, синтез; шпинели; наноструктуры; пористые материалы; золь-гель процесс; морфология **35.МБ.42**

**цирконий диоксид**

гидратированный; мембраны ионообменные; композиционные материалы; ионный обмен **35.МБ.18**

лантан-стронций манганиты; мембраны, с плотной поверхностью, трубчатые; иттрий оксиды; кислород; проницаемость **35.МБ.133**

стабилизированный Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; волокна; синтез; мембраны, волокнистые; формование **35.МБ.78**

**цирконий фосфаты**

топливные элементы; вода; мембраны; нафион; динамика; наночастицы; наполнители **35.МБ.159**

**частицы**

коллоидные; мембранная технология; кремний диоксид; фильтрация **35.МБ.8**

**шпинели**

цинк алюминаты, ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; синтез; наноструктуры; пористые материалы; золь-гель процесс; морфология **35.МБ.42**

**щелочные металлы соединения**

хлориды, присутствие; диффузия; кобальт хлориды, Co(2+); мембраны; стекло; пористые материалы **35.МБ.140**

**экраны**

гидроизоляционные материалы; мембраны полимерные; полиэтилен, геомембраны; отходы; хранение, полигоны **35.МБ.121**

**экстракторы**

микро, диспергирующий; мембраны, использование **35.МБ.179**

**экстракты**

кукуруза, измельченной; кукурузное масло, извлечение; мембранная технология, использование **35.МБ.155**

**экстракция**

жидкостная; летучие вещества определение, органические; мембраны, миниатюрные, использование; хроматография газовая, с электронным захватом **35.МБ.37**

жидкостно-жидкостная; массоперенос; мембраны; волокнистые материалы **35.МБ.111**

неодим; мембраны, жидкие эмульсионные, в аппарате с полыми волокнами; массоперенос **35.МБ.169**

растворителем; разделение, интеграция; мембраны, жидкие; биологически активные вещества, выделение; растительные материалы **35.МБ.10**

**экструзия**

полимеры, термопластичные с ионными щелочными группами; пластификаторы, нелетучие соединения; композиционные материалы, для изготовления мембран, получение **35.МБ.238**

**электрический потенциал**

разность; мембраны, анионный обмен, МА-41; глицин, растворы щелочные **35.МБ.115**

**электрическое поле**

кремний диоксид, кремнезем; мембраны, неорганические, изготовление; поры, октаэдрические, одинаковые; самоорганизация **35.МБ.60**

**электродиализ**

мембраны ионообменные, диффузионный пограничный слой, интерферометрия; обзоры, библиография **35.МБ.141**

осадки, природы, определение; морфология; мембраны; катиониты, засорение **35.МБ.88**

**электролиз фото**

вода; мембраны, протоннообменные, использование **35.МБ.229**

**электролиты**

мембраны; композиционные материалы; хитозаны, кватернизированные, модифицированные N-метилефосфоновыми группами; разделение **35.МБ.136**

**электролиты твердые**

полимерный, имеющий гидрофильные боковые цепи; мембраны полимерные; квантовохимический расчет; транспортные свойства **35.МБ.236**

**электропроводность**

ионно-электронная; влияние направления; ионный перенос; кислород; мембраны, трубчатые **35.МБ.65**  
 мембраны; полисилоксаны, гетеро-, протонопроводящий сшитый, получение **35.МБ.215**  
 определение; водород, аккумулятивное; мембраны, из перфторсульфоновой кислоты; облучение **35.МБ.73**  
 протонная; силан, 3-аминопропилтриэтоксид-, использование; мембраны, гибридные, органо-неорганич. получение, свойства; серная кислота, использование; золь-гель технология **35.МБ.113**  
 смешанная, ионная и электронная; мембраны; транспортный процесс; поверхности раздела, влияние, теоретический анализ **35.МБ.101**  
**электрофорез**  
 гели анализ; спектроскопия оптическая, атомно-эмиссионная, с тлеющим разрядом **35.МБ.36**  
**электрохимические свойства**  
 мембраны ионообменные, МА-40; модифицирование, химическое, влияние **35.МБ.68**  
 мембраны полимерные, полипропиленовые модифицированные; кремний диоксид; травление, плаз-

менное; ацетилен; покрытия нанесение, плазменной полимеризацией; обзоры, библиограф. **35.МБ.24**  
**энергетика**  
 промышленная; мембраны; технология, применение **35.МБ.118**  
**энтропия**  
 материалы, мягкие, взаимодействие, силы; мембраны; фосфолипиды; полимеры; коллоиды; обзоры **35.МБ.3**  
**этиленгликоль**  
 соленокислые растворы; диффузия; водород; мембраны; сталь; пиридин, присутствие **35.МБ.196**  
**этилметакрилат**  
 2-(N, N-диметиламино)-; сополимеры, как основа; мембраны, композиционные с разделительным слоем; акриловая кислота; углерод оксид; проницаемость, селективная **35.МБ.52**  
**ядерное горючее переработка и регенерация**  
 уранил-ион; проницаемость; мембраны, жидкие; политетрафторэтилен, основа; носители, Aliquat 336 в  $\text{CHCl}_3$ , использование; переноса процесс, из солянокислых водн. растворов, влияние размера пор МБ, концентрации носителя кислотности **35.МБ.50**

## Авторский указатель

- |   |  |   |                                  |
|---|--|---|----------------------------------|
| Abdel-Hakim E. <b>35.МБ.199</b>             | Basarir F. <b>35.МБ.24</b>                 | Brant Jonathan A. <b>35.МБ.91</b>         | Chen H. L. <b>35.МБ.55</b>       |
| Adachi T. <b>35.МБ.73</b>                   | Bayen Stephane <b>35.МБ.96</b>             | Brijmohan Smita B. <b>35.МБ.26</b>        | Chen Haibin <b>35.МБ.22</b>      |
| Afonso Carlos A. M. <b>35.МБ.110</b>        | Bazinet Laurent <b>35.МБ.88</b>            | Brinkman H. W. <b>35.МБ.7</b>             | Chen Huan-Lin <b>35.МБ.52</b>    |
| Aharon A. <b>35.МБ.123</b>                  | Benavente Juana <b>35.МБ.110</b>           | Brunetti A. <b>35.МБ.122</b>              | Chen Jian <b>35.МБ.41</b>        |
| Aldrich C. <b>35.МБ.150</b>                 | Beppu Marisa M. <b>35.МБ.89</b>            | Buffle Jacques <b>35.МБ.164, 35.МБ.96</b> | Chen L. <b>35.МБ.94</b>          |
| Aminabhavi Tejraj M. <b>35.МБ.128</b>       | Berger Gerhard <b>35.МБ.228, 35.МБ.255</b> | Burczyk Dietfried <b>35.МБ.243</b>        | Chen Minghui <b>35.МБ.149</b>    |
| Andrade F. <b>35.МБ.36</b>                  | Berqer Gerhard <b>35.МБ.207</b>            | Calderella Giuseppe <b>35.МБ.64</b>       | Chen Rui <b>35.МБ.156</b>        |
| Andreu Aja <b>35.МБ.83</b>                  | Bhat Santoshkumar D. <b>35.МБ.128</b>      | Casciola M. <b>35.МБ.159</b>              | Chen Shuo <b>35.МБ.38</b>        |
| Anis Arfat <b>35.МБ.30</b>                  | Bhattacharyya A. <b>35.МБ.162</b>          | Cassano A. <b>35.МБ.143</b>               | Chen Tianlu <b>35.МБ.70</b>      |
| Anson M. <b>35.МБ.79</b>                    | Bialecka Barbara <b>35.МБ.134</b>          | Cestari Antonio R. <b>35.МБ.62</b>        | Chen W. <b>35.МБ.49</b>          |
| Asimakopoulou A. G. <b>35.МБ.111</b>        | Bickel T. <b>35.МБ.3</b>                   | Chabert France <b>35.МБ.238</b>           | Chen Wenmei <b>35.МБ.149</b>     |
| Avila M. <b>35.МБ.174</b>                   | Bizzari Didier <b>35.МБ.64</b>             | Chang Chia-Yuan <b>35.МБ.15</b>           | Chen YanFeng <b>35.МБ.60</b>     |
| Ayala-Bribiesca Erik <b>35.МБ.88</b>        | Blau Herbert <b>35.МБ.248</b>              | Chang Jing-Song <b>35.МБ.15</b>           | Chen Yi-liang <b>35.МБ.160</b>   |
| Baker Lane A. <b>35.МБ.161</b>              | Blicke Carsten <b>35.МБ.251</b>            | Chao Zi-Sheng <b>35.МБ.114</b>            | Chen Yuanyin <b>35.МБ.33</b>     |
| Balachandran U. <b>35.МБ.94</b>             | Boom Jeroen <b>35.МБ.218</b>               | Chartier T. <b>35.МБ.61</b>               | Chen Zhe <b>35.МБ.33</b>         |
| Banthia A. K. <b>35.МБ.30</b>               | Bordado J. C. <b>35.МБ.32</b>              | Chartier Thierry <b>35.МБ.109</b>         | Cheng Bowen <b>35.МБ.105</b>     |
| Baranov I. E. <b>35.МБ.46</b>               | Boussu K. <b>35.МБ.173</b>                 | Chen Chien-Kun <b>35.МБ.219</b>           | Cheng Zhi-Lin <b>35.МБ.114</b>   |
| Barbieri G. <b>35.МБ.122</b>                | Boussu Katleen <b>35.МБ.57</b>             | Chen Chu-Sheng <b>35.МБ.99</b>            | Cheryan Munir <b>35.МБ.155</b>   |
| Barner-Kowollik Christopher <b>35.МБ.93</b> | Bouwmeester Henny J. M. <b>35.МБ.132</b>   | Chen Gui-guang <b>35.МБ.179</b>           | Chiappetta G. <b>35.МБ.58</b>    |
|   | Boyadzhiev L. <b>35.МБ.10</b>              | Chen Guo-nan <b>35.МБ.145</b>             | Childres Amy E. <b>35.МБ.91</b>  |
|   | Branco Luis C. <b>35.МБ.110</b>            |   | Chiu T. Y. <b>35.МБ.90</b>       |
|   |  |   | Choi Byoung-Sik <b>35.МБ.176</b> |
|   |  |   | Choi E. Y. <b>35.МБ.24</b>       |
|   |  |   | Choi Eun-Young <b>35.МБ.31</b>   |

- Choi J.-H. **35.МБ.40**  
 Choi S. J. **35.МБ.40**  
 Choong Catherine **35.МБ.133**  
 Chu Benjamin **35.МБ.104**  
 Chu Liangyin **35.МБ.149**  
 Ciattaglia Ilaria **35.МБ.253**  
 Cidade M. T. **35.МБ.32**  
 Clarizia G. **35.МБ.58**  
 Cohen Robert E. **35.МБ.53**  
 Cong You **35.МБ.87**  
 Cooymans J. F. C. **35.МБ.131**  
 Cornel Peter **35.МБ.152**  
 Cornelius Chris J. **35.МБ.125**  
 Cornicchi E. **35.МБ.159**  
 Crespo Joao G. **35.МБ.110**  
 Cui Yongfang **35.МБ.105**  
 Dai Rong Ji **35.МБ.124**  
 Dai Youyuan **35.МБ.107**  
 Daneshvar Kasra **35.МБ.83**  
 Dannhauer Wolfgang **35.МБ.243**  
 Davis Thomas P. **35.МБ.93**  
 De Francesco A. **35.МБ.159**  
 De Graauw J. **35.МБ.97**  
 Deadwyler Dan A. **35.МБ.83**  
 Delcour J. A. **35.МБ.173**  
 Del-Gallo P. **35.МБ.61**  
 Del-Gallo Pascal **35.МБ.109**  
 Deng Yu Lin **35.МБ.124**  
 Deng Zengqiang **35.МБ.87**  
 Dimitrov K. **35.МБ.10**  
 Dirrix R. W. J. **35.МБ.7**  
 Dixit Sanhita S. **35.МБ.80**  
 Domen Kazunari **35.МБ.63**  
 Dong Y. Q. **35.МБ.55**  
 Dong Yongquian **35.МБ.52**  
 Dorris S. E. **35.МБ.94**  
 Drioli E. **35.МБ.122,**  
**35.МБ.138, 35.МБ.143,**  
**35.МБ.58**  
 Drioli Enrico **35.МБ.57**  
 Duarte A. P. **35.МБ.32**  
 Dusamos Marcellus Gerardus **35.МБ.218**  
 Duvdevani T. **35.МБ.123**  
 El Kissi Nadia **35.МБ.238**  
 El Sayed A. Mounir **35.МБ.54**  
 El-Ardi O. **35.МБ.199**  
 El-Kouedi Mahnaz **35.МБ.83**  
 Ellenberg Christian **35.МБ.215**  
 El-Masry M. **35.МБ.199**  
 El-Zanati E. **35.МБ.199**  
 Emneus Jenny **35.МБ.144**  
 Endo A. **35.МБ.100**  
 Englert Ralf **35.МБ.186**  
 Erdei Laszlo **35.МБ.15**  
 Eswaramoorthy Muthusamy **35.МБ.42**  
 Etchegoyen G. **35.МБ.61**  
 Etchegoyen Gregory **35.МБ.109**  
 Fabiano R. **35.МБ.138**  
 Fahmy M. **35.МБ.199**  
 Fan Jun-lin **35.МБ.160**  
 Fane A. G. **35.МБ.39**  
 Fane Anthony G. **35.МБ.11**  
 Fang Dufei **35.МБ.104**  
 Fang Pengfei **35.МБ.33**  
 Fateev V. N. **35.МБ.46**  
 Feng D. **35.МБ.150**  
 Fenton James M. **35.МБ.47**  
 Figoli A. **35.МБ.143**  
 Figoli Alberto **35.МБ.57**  
 Fookan Michael **35.МБ.248**  
 Fortunato Raquel **35.МБ.110**  
 Frade J. R. **35.МБ.131**  
 Freeman Benny D. **35.МБ.130, 35.МБ.25**  
 Frenzel Ines **35.МБ.12**  
 Frimmel Fritz H. **35.МБ.175**  
 Fu Xue-qi **35.МБ.156**  
 Fujimoto Cy H. **35.МБ.125**  
 Fujiwara Ishiro **35.МБ.43**  
 Fukui Katsuhiko **35.МБ.221**  
 Galiano Herve **35.МБ.238**  
 Gamez G. **35.МБ.36**  
 Gao Bo **35.МБ.156**  
 Gao Cong-jie **35.МБ.52**  
 Garavaglia M. G. **35.МБ.138**  
 Garcia-Valls Ricard **35.МБ.153**  
 Geens Jeroen **35.МБ.57**  
 Gerdes Kirk **35.МБ.65**  
 Germain Albert **35.МБ.64**  
 Giersig Michael **35.МБ.233**  
 Golodnitsky D. **35.МБ.123**  
 Gong Fuzhong **35.МБ.169**  
 Gonzalez Munoz M. P. **35.МБ.174**  
 Gotz Reiner **35.МБ.253**  
 Grathwohl Georg **35.МБ.215**  
 Greenberg Alan R. **35.МБ.27**  
 Grigoriev S. A. **35.МБ.46**  
 Gu Tingting **35.МБ.184**  
 Gugliuzza A. **35.МБ.138**  
 Guo Liang-Qia **35.МБ.145**  
 Guo Shi-ling **35.МБ.160**  
 Guo Zhigang **35.МБ.29**  
 Gupta Raghubir P. **35.МБ.25**  
 Ha T. W. **35.МБ.40**  
 Haije Wim G. **35.МБ.132**  
 Hao Zhuoli **35.МБ.41**  
 Hara Michikazu **35.МБ.63**  
 Harada Makoto **35.МБ.63**  
 Haraya Kenji **35.МБ.43**  
 Harms Michael **35.МБ.186**  
 Hasebe Yasushi **35.МБ.184**  
 Hatanaka Kenichi **35.МБ.182**  
 Haufe Stefan **35.МБ.237**  
 Hauser Ralf **35.МБ.19**  
 Hayakawa T. **35.МБ.100**  
 Hayashi Akitoshi **35.МБ.113**  
 He Xiangming **35.МБ.45**  
 Heinichen Holger **35.МБ.248**  
 Hellgardt K. **35.МБ.23**  
 Hernandez A. **35.МБ.174,**  
**35.МБ.79**  
 Hickner Michael A. **35.МБ.125**  
 Hieftje G. **35.МБ.36**  
 Hill Anita J. **35.МБ.130**  
 Hinsenkamp Gert **35.МБ.207, 35.МБ.228,**  
**35.МБ.255**  
 Hirao Kouichi **35.МБ.54**  
 Hitotsuyanagi Naoto **35.МБ.217**  
 Hodur Cecilia **35.МБ.185**  
 Hong Liang **35.МБ.133**  
 Hong Po-Da **35.МБ.112**  
 Hsiao Benjamin S. **35.МБ.104**  
 Hsing I-Ming **35.МБ.92**  
 Hsu Hsin-Chi **35.МБ.219**  
 Hu Changlai **35.МБ.139**  
 Hu Y. L. **35.МБ.49**  
 Hu Yu **35.МБ.107**  
 Huang Wei-qiu **35.МБ.158**  
 Hui R. J. **35.МБ.49**  
 Huneault M. A. **35.МБ.135**  
 Hung Chia-Yeh **35.МБ.219**  
 Hwang E.-D. **35.МБ.40**  
 Ikeda Shiro **35.МБ.208**  
 Ikuhara Yumi H. **35.МБ.19**  
 Intorp Jens **35.МБ.207,**  
**35.МБ.228, 35.МБ.255**  
 Iojoiu Christina **35.МБ.238**  
 Itoh N. **35.МБ.100**  
 Iwamoto Yuji **35.МБ.19**  
 James A. E. **35.МБ.90**  
 Jansen Johannes C. **35.МБ.57**  
 Jansens P. J. **35.МБ.97**  
 Jegatheesan V. **35.МБ.77**  
 Jekerle J. **35.МБ.7**  
 Jeong Jinwoo **35.МБ.75**  
 Jerome Robert **35.МБ.64**  
 Jeske Michael **35.МБ.215**  
 Jian Xigao **35.МБ.85**  
 Jiang Changyin **35.МБ.45**  
 Jiang Ruichun **35.МБ.47**  
 Jiang Zhongyi **35.МБ.139**  
 Johnson Kelly M. **35.МБ.91**  
 Julian Aurelie **35.МБ.109**  
 Jungbauer A. **35.МБ.23**  
 Kale R. B. **35.МБ.116**  
 Kanschik-Conradsen Andreas **35.МБ.248**  
 Karabelas A. J. **35.МБ.111**  
 Kasuya Maria Carmelita Z. **35.МБ.182**  
 Kawakatsu Takahiro **35.МБ.217**  
 Kekre Kiran Arun **35.МБ.13**  
 Khare Vivek P. **35.МБ.27**  
 Kharton V. V. **35.МБ.131**  
 Kiefer Johannes **35.МБ.6**  
 Kiel Suzana **35.МБ.237**  
 Kikuchi Eiichi **35.МБ.56**  
 Kim Jong Eun **35.МБ.225**  
 Kim Kwangsok **35.МБ.104**  
 Kim Ree-Ho **35.МБ.75**  
 Kim Seong-Soo **35.МБ.176**  
 Kim Wan Joo **35.МБ.225**  
 Kim Y.-H. **35.МБ.40**  
 Kim Yeong-Kwan **35.МБ.75**

- Koch Dietmar **35.МБ.215**  
 Komaki M. **35.МБ.21**  
 Koo Ja Young **35.МБ.225**  
 Kusters P. H. **35.МБ.7**  
 Kovalevsky A. V. **35.МБ.131**  
 Krause Stefan **35.МБ.152**  
 Krishnaiah A. **35.МБ.84**  
 Kroke Edwin **35.МБ.19**  
 Krstiz Darko M. **35.МБ.178**  
 Kubota Noboru **35.МБ.187**  
 Kullmann Christoph  
**35.МБ.251**  
 Kumar Arvind **35.МБ.136**  
 Kunz Allison L. **35.МБ.53**  
 Kunz Russell H. **35.МБ.47**  
 Kuraoka Koji **35.МБ.48**  
 Kwiatkowski Jason R.  
**35.МБ.155**  
 Lakshmi D. S. **35.МБ.50**  
 Laszlo Zsuzsanna **35.МБ.185**  
 Lee D.-W. **35.МБ.122**  
 Lee Daeyeon **35.МБ.53**  
 Lee Jae-Wook **35.МБ.176**  
 Lee Jung-Hun **35.МБ.75**  
 Lee K.-H. **35.МБ.122**  
 Lee Sangho **35.МБ.75**  
 Lee Sangyun A. **35.МБ.11**  
 Lee T. H. **35.МБ.94**  
 Li AiDong **35.МБ.60**  
 Li Gang **35.МБ.56**  
 Li Jing-ru **35.МБ.160**  
 Li Mingqiang **35.МБ.92**  
 Li Weixing **35.МБ.177**  
 Li Xiu-fen **35.МБ.156**  
 Li Yansong **35.МБ.166**  
 Li Yan-song **35.МБ.168**  
 Li Yijiu **35.МБ.1**  
 Lin Haiqing **35.МБ.25**  
 Lin Rui Sen **35.МБ.56**  
 Lin Xu-cong **35.МБ.145**  
 Lin Yao-Wen **35.МБ.15**  
 Lipnizki Jens **35.МБ.254**  
 Liu Jin **35.МБ.103**  
 Liu Junfeng **35.МБ.70**  
 Liu Liang **35.МБ.139**  
 Liu Wei **35.МБ.99**  
 Liu Zhaolin **35.МБ.133**  
 Liu Zheng **35.МБ.29**  
 Liu Zhihong **35.МБ.70**  
 Lokhande C. D. **35.МБ.116**
- Lu Hui **35.МБ.87**  
 Luo Guangsheng **35.МБ.107**  
 Luo Guang-Sheng  
**35.МБ.179**  
 Luo Yan **35.МБ.169**  
 Luss Dan **35.МБ.65**  
 Luyten J. J. **35.МБ.131**  
 Ma Jin **35.МБ.103**  
 Ma Peihua **35.МБ.169**  
 Maeda R. **35.МБ.21**  
 Mahr Ulrich **35.МБ.237**  
 Maki Taisuke **35.МБ.187**  
 Manchanda V. K. **35.МБ.162,**  
**35.МБ.50**  
 Mane R. S. **35.МБ.116**  
 Mangold Patrick **35.МБ.207,**  
**35.МБ.228, 35.МБ.255**  
 Marchese J. **35.МБ.79**  
 Marconi M. **35.МБ.159**  
 Marechal Manuel **35.МБ.238**  
 Markov A. A. **35.МБ.131**  
 Marques C. M. **35.МБ.3**  
 Marques F. M. B. **35.МБ.131**  
 Martin A. **35.МБ.174**  
 Martin Charles R. **35.МБ.161**  
 Martinez F. **35.МБ.174**  
 Matsukata Masahiko  
**35.МБ.56**  
 Matsumoto Hidetoshi  
**35.МБ.137**  
 Matsumura Yasuyuki  
**35.МБ.48**  
 Matsuyama Hideto  
**35.МБ.187**  
 Mattos Charlene R. S.  
**35.МБ.62**  
 McIntosh Steven **35.МБ.132**  
 Meinema H. A. **35.МБ.7**  
 Melzner Dieter **35.МБ.237**  
 Meng Bo **35.МБ.78**  
 Meng Fangang **35.МБ.166**  
 Meng Fan-gang **35.МБ.168**  
 Meng Xiu-Xia **35.МБ.78**  
 Menkveld Wilbert **35.МБ.218**  
 Mercier Regis **35.МБ.238**  
 Metcheva D. **35.МБ.10**  
 Meyer-Blumenroth  
**35.МБ.254**  
 Mikuni Corporation  
**35.МБ.221**
- Minagawa Mie **35.МБ.137**  
 Miyagawa Atsushi  
**35.МБ.182**  
 Mohan D. **35.МБ.50**  
 Mohapatra P. K. **35.МБ.162,**  
**35.МБ.50**  
 Mokrini A. **35.МБ.135**  
 Mondal S. **35.МБ.30**  
 Moon S. H. **35.МБ.24**  
 Moon Seung-Hyeon  
**35.МБ.31**  
 Nagano Takayuki **35.МБ.44**  
 Nagata S. **35.МБ.73**  
 Nakagawa Keizo **35.МБ.187**  
 Nakaiwa M. **35.МБ.100**  
 Narducci R. **35.МБ.159**  
 Navarro R. **35.МБ.174**  
 Nikolaev I. I. **35.МБ.46**  
 Nishimura C. **35.МБ.21**  
 Nolte Adam J. **35.МБ.53**  
 Nowak Dariusz **35.МБ.134**  
 Nurnberger Ralf **35.МБ.243**  
 Ochoa N. A. **35.МБ.79**  
 Ohmori T. **35.МБ.100**  
 Ohtsu N **35.МБ.73**  
 Olujiz Z. **35.МБ.97**  
 Onori G. **35.МБ.159**  
 Oo Maung Htun **35.МБ.13**  
 Orecchini A. **35.МБ.159**  
 Orita Nobuhiro **35.МБ.217**  
 Paciaroni A. **35.МБ.159**  
 Pagnoulle Christophe  
**35.МБ.64**  
 Palacio L. **35.МБ.174,**  
**35.МБ.79**  
 Palanivelu K. **35.МБ.20**  
 Pan Fusheng **35.МБ.139**  
 Pan Mu **35.МБ.59**  
 Pan Yanqiu **35.МБ.14**  
 Parikh Atul N. **35.МБ.80**  
 Park Ji-Min **35.МБ.31**  
 Park Kee Seop **35.МБ.225**  
 Park Sang-Wook **35.МБ.176**  
 Parthasarathy Nalini  
**35.МБ.96**  
 Peled E. **35.МБ.123**  
 Perez P. **35.МБ.97**  
 Perram John W. **35.МБ.163**  
 Philosoph M. **35.МБ.123**  
 Pica M. **35.МБ.159**
- Picciolo J. J. **35.МБ.94**  
 Pirbazari Massoud  
**35.МБ.108**  
 Pitol Filho Luizildo  
**35.МБ.153**  
 Popp Peter **35.МБ.37**  
 Pradanos P. **35.МБ.174,**  
**35.МБ.79**  
 Premlal Balakrishnapillai  
**35.МБ.42**  
 Pu Weihua **35.МБ.45**  
 Pu Yikang **35.МБ.29**  
 Purcelly Gerald **35.МБ.88**  
 Qi Geng-shen **35.МБ.76**  
 Qin Jian-Jun **35.МБ.13**  
 Qiu Jieshan **35.МБ.14**  
 Quan Xie **35.МБ.38**  
 Raharjo Roy D. **35.МБ.130**  
 Ranke Harald **35.МБ.253**  
 Rao P. Srinivasa **35.МБ.84**  
 Rauscher Marcus **35.МБ.216**  
 Ravindran Varadarajan  
**35.МБ.108**  
 Ray S. **35.МБ.36**  
 Reddy Amarnath A.  
**35.МБ.86**  
 Rei Min-Hon **35.МБ.219**  
 Reiche Annette **35.МБ.237**  
 Reichman S. **35.МБ.123**  
 Riedel Ralf **35.МБ.19**  
 Roh Il Juhn **35.МБ.27**  
 Rojas-Chapana Jose  
**35.МБ.233**  
 Rubner Michael F. **35.МБ.53**  
 Saitoh Tomohiro **35.МБ.44**  
 Samhaber W. M. **35.МБ.191**  
 Sanchez Isaac C. **35.МБ.130**  
 Sanchez Jean-Yves  
**35.МБ.238**  
 Saravia Florencia **35.МБ.175**  
 Sato Koji **35.МБ.44**  
 Saucedo I. **35.МБ.174**  
 Saxena Arunima **35.МБ.136**  
 Schafer Jochen **35.МБ.207,**  
**35.МБ.228, 35.МБ.255**  
 Schafer Stefan **35.МБ.251**  
 Schellin Manuela **35.МБ.37**  
 Schnetzler Sven **35.МБ.207,**  
**35.МБ.228, 35.МБ.255**  
 Scopece Paolo **35.МБ.161**

- Sea B. **35.МБ.122**  
 Seah Harry **35.МБ.13**  
 Selvadurai A. P. S. **35.МБ.106**  
 Shahi Vinod K. **35.МБ.136**  
 Shao Jianying **35.МБ.1**  
 Shao Zhi-Gang **35.МБ.92**  
 Shaw M. T. **35.МБ.26**  
 Shen J. N. **35.МБ.55**  
 Shen Jiang-nan **35.МБ.52**  
 Shen Zhisong **35.МБ.41**  
 Shikama T. **35.МБ.73**  
 Shin W. S. **35.МБ.40**  
 Sholl David S. **35.МБ.22**  
 Sindona G. **35.МБ.143**  
 Smitha B. **35.МБ.84, 35.МБ.86**  
 Snijkers F. M. M. **35.МБ.131**  
 Soltmann Christian **35.МБ.215**  
 Song Chengwen **35.МБ.14**  
 Song K. C. **35.МБ.24**  
 Song M. Y. **35.МБ.55**  
 Song S. J. **35.МБ.94**  
 Spisso A. **35.МБ.138**  
 Sridhar S. **35.МБ.84, 35.МБ.86**  
 Stamatialis Dimitrios F. **35.МБ.12**  
 Stenzel Martina H. **35.МБ.93**  
 Stiles Peter J. **35.МБ.163**  
 Strathmann Heiner **35.МБ.31**  
 Streich Thomas **35.МБ.216**  
 Su Cai Lian **35.МБ.124**  
 Su Caili **35.МБ.48**  
 Su Xiao Hui **35.МБ.56**  
 Suda Hiroyuki **35.МБ.43, 35.МБ.48**  
 Sun Bao-sheng **35.МБ.76**  
 Sun Yong **35.МБ.179**  
 Sung-Hwan Han **35.МБ.116**  
 Sykes E. Charles H. **35.МБ.83**  
 Szmody Alan **35.МБ.80**  
 Tadanaga Kiyoharu **35.МБ.113**  
 Tagarelli A. **35.МБ.143**  
 Tan Xiao-yao **35.МБ.78**  
 Tan Yi **35.МБ.39**  
 Tang YueFeng **35.МБ.60**  
 Tanioka Akihiko **35.МБ.137**  
 Tatsumi Takashi **35.МБ.63**  
 Tatsumisago Masahiro **35.МБ.113**  
 Te Poele Sandy **35.МБ.218**  
 Tekiz Miodrag N. **35.МБ.178**  
 Teramoto Masaaki **35.МБ.187**  
 Terpstra R. A. **35.МБ.7**  
 Tezuka Teruaki **35.МБ.113**  
 Thakur A. K. **35.МБ.30**  
 Thomas Annu **35.МБ.42**  
 Thomassin Jean-Michel **35.МБ.64**  
 Todoroviz Julijana **35.МБ.178**  
 Toh K. **35.МБ.73**  
 Tong Bin **35.МБ.124**  
 Tong Jianhua **35.МБ.48, 35.МБ.87**  
 Torras Carles **35.МБ.153**  
 Toy Lora G. **35.МБ.25**  
 Treptow F. **35.МБ.23**  
 Tri P. T. **35.МБ.77**  
 Tsai Ping-Yuan **35.МБ.112**  
 Tsuchiya B. **35.МБ.73**  
 Tu Shih-Chieh **35.МБ.108**  
 Tudorache Madalina **35.МБ.144**  
 Uchimaru Yuko **35.МБ.43**  
 Ugo Paolo **35.МБ.161**  
 Ulewicz Malgorzata **35.МБ.66**  
 Van der Bruggen B. **35.МБ.173**  
 Van der Bruggen Bart **35.МБ.57**  
 Van der Graaf Jaap **35.МБ.218**  
 Van der Meeren P. **35.МБ.173**  
 Van Deventer J. S. J. **35.МБ.150**  
 Van Haesendonck C. **35.МБ.173**  
 Van Leeuwen Herman P. **35.МБ.164**  
 Van Wagner Elizabeth **35.МБ.25**  
 Vandecasteele C. **35.МБ.173**  
 Vatai Gyula N. **35.МБ.178**  
 Venkateswaran P. **35.МБ.20**  
 Vente Jaap F. **35.МБ.132**  
 Verbiest Willem Paul **35.МБ.218**  
 Vieira Eunice F. S. **35.МБ.62**  
 Vieira Rodrigo S. **35.МБ.89**  
 Vigneswaran Saravanamuth **35.МБ.15**  
 Virkar Anil V. **35.МБ.101**  
 Visvanathan C. **35.МБ.77**  
 Voigt Reinhard **35.МБ.254**  
 Volger Karl W. **35.МБ.19**  
 Volodin A. **35.МБ.173**  
 VoSSenkau Klaus **35.МБ.251**  
 Vreeman Jan Arend **35.МБ.218**  
 Wai Maung Nyunt **35.МБ.13**  
 Waite T. David **35.МБ.11**  
 Wakamatsu Yuji **35.МБ.137**  
 Walkowiak Wladyslaw **35.МБ.66**  
 Wamoto Yuji **35.МБ.44**  
 Wan Chunrong **35.МБ.45**  
 Wan Hui-Lin **35.МБ.114**  
 Wang Baoguo **35.МБ.29**  
 Wang Bing **35.МБ.105**  
 Wang Bo **35.МБ.99**  
 Wang Jianli **35.МБ.82**  
 Wang Jixiao **35.МБ.28**  
 Wang Li **35.МБ.45**  
 Wang Shichang **35.МБ.28**  
 Wang Tonghua **35.МБ.14**  
 Wang Xiaochu **35.МБ.130**  
 Wang Xiaocong **35.МБ.103**  
 Wang Xiao-li **35.МБ.156**  
 Wang Xiao-Lin **35.МБ.120**  
 Wang Xiao-Yan **35.МБ.130**  
 Wang Xuefen **35.МБ.104**  
 Wang Yujun **35.МБ.107**  
 Wang Zhi **35.МБ.28**  
 Webb M. **35.МБ.36**  
 Weger Wolfgang **35.МБ.207, 35.МБ.228, 35.МБ.255**  
 Wessling Matthias **35.МБ.12**  
 Wiesheu Norbert **35.МБ.207, 35.МБ.228, 35.МБ.255**  
 Wilhelm Michaela **35.МБ.215**  
 Wilken Jorg **35.МБ.248**  
 Wilkinson Kevin **35.МБ.96**  
 Willmore Frank T. **35.МБ.130**  
 Wojciechowski Kamil **35.МБ.164**  
 Wong Fook-Sin **35.МБ.39**  
 Wong Kok Hou **35.МБ.93**  
 Worms Isabelle **35.МБ.96**  
 Wu Di **35.МБ.60**  
 Wu Hong **35.МБ.139**  
 Wu Li-guang **35.МБ.52**  
 Wutzel H. **35.МБ.191**  
 Xia X. H. **35.МБ.49**  
 Xiang Bo **35.МБ.1**  
 Xie Ya-jie **35.МБ.129**  
 Xie Zeng-hong **35.МБ.145**  
 Xing Weihong **35.МБ.177**  
 Xu Dezhi **35.МБ.1**  
 Xu Hongfeng **35.МБ.92**  
 Xu Jian **35.МБ.107**  
 Xu Jian-Hong **35.МБ.179**  
 Xu Jun **35.МБ.160**  
 Xu Nanping **35.МБ.177, 35.МБ.39**  
 Xu Youyi **35.МБ.82**  
 Xu Zhikang **35.МБ.82**  
 Xu Zhi-Kang **35.МБ.129**  
 Yamaguchi Akira **35.МБ.221**  
 Yamamoto T. **35.МБ.100**  
 Yamauchi Akira **35.МБ.54**  
 Yamauchi Hiroyuki **35.МБ.43**  
 Yan Jian-feng **35.МБ.145**  
 Yang Daling **35.МБ.85**  
 Yang Fenglin **35.МБ.166**  
 Yang Feng-lin **35.МБ.168**  
 Yang Nai-tao **35.МБ.78**  
 Yang Weishen **35.МБ.87**  
 Yang Xhenzhong **35.МБ.103**  
 Yang Yongqiang **35.МБ.85**  
 Yaremchenka A. A. **35.МБ.131**  
 Yen Meng-Shung **35.МБ.112**  
 Yi Chunhai **35.МБ.28**  
 Yi Meigui **35.МБ.149**  
 Yi Shouzhi **35.МБ.103**  
 Yin Liang-guo **35.МБ.160**  
 Yin Xiong **35.МБ.133**  
 Ylitaio D. **35.МБ.46**  
 Yoon Kyunghwan **35.МБ.104**

- Yoon T. H. **35.МБ.24**  
 Yu Chaoyang **35.МБ.33**  
 Yu Hai-yin **35.МБ.129**  
 Yu Jun **35.МБ.59**  
 Yu Lian-sheng **35.МБ.168**  
 Yu W. **35.МБ.100**  
 Yuan J. H. **35.МБ.49**  
 Yuan Run-zhang **35.МБ.59**  
 Zhan Jin **35.МБ.29**  
 Zhan Min-chuan **35.МБ.99**  
 Zhan Yu-zhong **35.МБ.160**
- Zhang Hai-feng **35.МБ.76**  
 Zhang Haimin **35.МБ.38**  
 Zhang Hanmin **35.МБ.166**  
 Zhang Han-min **35.МБ.168**  
 Zhang L. **35.МБ.55**  
 Zhang Limei **35.МБ.169**  
 Zhang Lin **35.МБ.52**  
 Zhang Shouhai **35.МБ.85**  
 Zhang Shoutong **35.МБ.166**  
 Zhang Wei **35.МБ.145**  
 Zhang Xiao **35.МБ.153**
- Zhang Xingwen **35.МБ.166**  
 Zhang Xing-wen **35.МБ.168**  
 Zhang Y. **35.МБ.21**  
 Zhang Ying **35.МБ.28**  
 Zhang Zeshi **35.МБ.164**  
 Zhao Huimin **35.МБ.38**  
 Zhao Jun-hong **35.МБ.160**  
 Zhao Shu-hua **35.МБ.158**  
 Zhao Yan **35.МБ.103**  
 Zhao Yazhi **35.МБ.38**  
 Zhao Yijiang **35.МБ.39**
- Zhong Jing **35.МБ.158**  
 Zhou Chen **35.МБ.103**  
 Zhou Xiantao **35.МБ.149**  
 Zhu De-Chun **35.МБ.99**  
 Zhu Zhenzhong **35.МБ.41**  
 Zou Longjiang **35.МБ.85**  
 Zwiener Christian  
**35.МБ.175**
- Аветисов А. К. **35.МБ.227**  
 Алентьев А. Ю. **35.МБ.126**  
 Апель П. Ю. **35.МБ.181**  
 Артюхов И. Л. **35.МБ.198**  
 Баженов Б. Н. **35.МБ.239**  
 Байчток Ю. К. **35.МБ.227**  
 Балакина М.Н. **35.МБ.16**  
 Белогорский А. **35.МБ.119**  
 Белогорский А.А.  
**35.МБ.117**  
 Беляков В.Н. **35.МБ.18**  
 Березина Н.П. **35.МБ.67**  
 Березкин В.В. **35.МБ.181**  
 Биржевой Г.А. **35.МБ.102**  
 Бобрешова О.В. **35.МБ.115**  
 Буземайер В. **35.МБ.146,**  
**35.МБ.170**  
 Бурачевский И.И. **35.МБ.2**  
 Бурлинов А.Н. **35.МБ.192**  
 Быкова Л.М. **35.МБ.204,**  
**35.МБ.205**  
 ван дер Ваарт Р. **35.МБ.183**  
 ван Соест-Веркаммен Э.Л.  
 Д. **35.МБ.183**  
 Васильев А.Б. **35.МБ.181**  
 Васильева В.И. **35.МБ.141**  
 Василюк С.Л. **35.МБ.18**  
 Вержбицкий Я.В. **35.МБ.9**  
 Вигдорович В.И. **35.МБ.196**  
 Видякин М.Н. **35.МБ.126**  
 Волков А.В. **35.МБ.127**  
 Волков В.В. **35.МБ.127,**  
**35.МБ.183**  
 Володина Е.И. **35.МБ.68**  
 Вольтинский А.Л. **35.МБ.81**  
 Востриков С.В. **35.МБ.95**  
 Герасимова Е.Л. **35.МБ.189**  
 Глухова Л.П. **35.МБ.220**
- Гончарук В.В. **35.МБ.151,**  
**35.МБ.16**  
 Горбач В.А. **35.МБ.8**  
 Гребень В.П. **35.МБ.71**  
 Григорчук О.В. **35.МБ.141**  
 Грязнов В.М. **35.МБ.183**  
 Дзюбенко В.Г. **35.МБ.2**  
 Дзязько Ю.С. **35.МБ.18**  
 Диттмайер Р. **35.МБ.142**  
 Дмитриев А.В. **35.МБ.154**  
 Дмитриев Д.В. **35.МБ.127**  
 Докучаева И.С. **35.МБ.190**  
 Дриллет Й.-Ф. **35.МБ.142**  
 Дубяга В.П. **35.МБ.2**  
 Дудакова Н.В. **35.МБ.227**  
 Дьячкова Н.Г. **35.МБ.115**  
 Ерохина Л.В. **35.МБ.98**  
 Жданов Г.С. **35.МБ.181**  
 Заблоцкий В.И. **35.МБ.69,**  
**35.МБ.232**  
 Загородных Л.А. **35.МБ.115**  
 Зайцев С.Ю. **35.МБ.202**  
 Залялова Л.Ф. **35.МБ.190**  
 Зарапина И.В. **35.МБ.196**  
 Зеленков В.Н. **35.МБ.8**  
 Зуева Н.В. **35.МБ.95**  
 Ильин А.П. **35.МБ.246**  
 Исаев П.П. **35.МБ.154**  
 Исаева Г.А. **35.МБ.154**  
 Истратова Е.Е. **35.МБ.195**  
 Казарников В.В. **35.МБ.102**  
 Казенин Д.А. **35.МБ.148,**  
**35.МБ.172**  
 Кашпура В.Н. **35.МБ.8**  
 Ким Ен Хва **35.МБ.239**  
 Кищенко Е.В. **35.МБ.35**  
 Ключников А.И. **35.МБ.95**  
 Кольцова Э.М. **35.МБ.188**
- Кононенко Н.А. **35.МБ.67**  
 Кононова С.В. **35.МБ.127,**  
**35.МБ.72**  
 Косарев Г.В. **35.МБ.227**  
 Кот Д. **35.МБ.68**  
 Кочкодан В.М. **35.МБ.151**  
 Кочубей Д.И. **35.МБ.183**  
 Кудрявцев В.В. **35.МБ.72**  
 Кудряшов В.Л. **35.МБ.2**  
 Кузнецов Ю.П. **35.МБ.127,**  
**35.МБ.72**  
 Кузьмин С.В. **35.МБ.180**  
 Кулинцов П.И. **35.МБ.115**  
 Кутилов Л.В. **35.МБ.180**  
 Кутырева М.П. **35.МБ.193**  
 Кучерук Д.Д. **35.МБ.16**  
 Лазарева Ю.Н. **35.МБ.126**  
 Лапшин В. **35.МБ.119**  
 Лапшин В.К. **35.МБ.117**  
 Латыпов З.З. **35.МБ.51**  
 Лебедев К.А. **35.МБ.69**  
 Лебедева В.И. **35.МБ.183**  
 Левкин А.Н. **35.МБ.34**  
 Ли Л. **35.МБ.142**  
 Лифанов Е.В. **35.МБ.239**  
 Лобасенко Б.А. **35.МБ.203**  
 Лобасенко Р.Б. **35.МБ.203**  
 Лобов Б.И. **35.МБ.34**  
 Ловцов Е.Г. **35.МБ.69**  
 Лоза Н.В. **35.МБ.67**  
 Лоза С.А. **35.МБ.232**  
 Лопаткова Г.Ю. **35.МБ.68**  
 Лукьянова Н.В. **35.МБ.201**  
 Магазин И.О. **35.МБ.206**  
 Магсумов М.И. **35.МБ.4**  
 Макова З. **35.МБ.142**  
 Мельников Александр  
 Григорьевич **35.МБ.246**
- Мин Г.М. **35.МБ.8**  
 Моисеев И.И. **35.МБ.4**  
 Мордкович В.З. **35.МБ.227**  
 Мочалова А.А. **35.МБ.188**  
 Мухаметзянова А.Р.  
**35.МБ.193**  
 Мчедлишвили Б.В.  
**35.МБ.181**  
 Неввонен Ольга  
 Владимировна **35.МБ.246**  
 Никоненко В.В. **35.МБ.68**  
 Остроушко А.А. **35.МБ.189**  
 Павлова В.Ф. **35.МБ.98**  
 Пак В.Н. **35.МБ.140,**  
**35.МБ.34**  
 Парашук В.В. **35.МБ.127**  
 Паршина А.В. **35.МБ.115**  
 Пачина О.В. **35.МБ.194,**  
**35.МБ.197**  
 Петрова И.В. **35.МБ.183**  
 Письменная Н.Д. **35.МБ.68**  
 Плясова Л.М. **35.МБ.183**  
 Поворов А.А. **35.МБ.2,**  
**35.МБ.98**  
 Поздеева М.Г. **35.МБ.194,**  
**35.МБ.197**  
 Поздняков О.Ф. **35.МБ.51**  
 Политова Е.Д. **35.МБ.227**  
 Полуместная К.А.  
**35.МБ.115**  
 Поляков А.М. **35.МБ.5**  
 Поляков Ю.С. **35.МБ.148,**  
**35.МБ.172**  
 Потапов В.В. **35.МБ.8**  
 Потапов И.И. **35.МБ.9**  
 Примаков Н.Г. **35.МБ.102**  
 Прохоров С. **35.МБ.119**  
 Рамзина Т.А. **35.МБ.220**

- |                                 |                                   |                                 |                                  |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Раскач О.В. <b>35.МБ.181</b>    | Скубченко В.Ф. <b>35.МБ.16</b>    | Трусов Л.И. <b>35.МБ.127,</b>   | <b>35.МБ.147, 35.МБ.171</b>      |
| Резников А.А. <b>35.МБ.147,</b> | Скудин В.В. <b>35.МБ.188</b>      | <b>35.МБ.4</b>                  | Шарафан Михаил                   |
| <b>35.МБ.171</b>                | Соловьев С.А. <b>35.МБ.5</b>      | Уваров В.И. <b>35.МБ.4</b>      | Владимирович <b>35.МБ.232</b>    |
| Родзик И.Г. <b>35.МБ.71</b>     | Стариков Е.Н. <b>35.МБ.118</b>    | Улахович Н.А. <b>35.МБ.193</b>  | Шаталов В.В. <b>35.МБ.220</b>    |
| Ромашкова К.А. <b>35.МБ.72</b>  | Старикова М.С. <b>35.МБ.193</b>   | Федотов А.С. <b>35.МБ.4</b>     | Шель Н.В. <b>35.МБ.196</b>       |
| Руденко В.А. <b>35.МБ.102</b>   | Стефаняк Н.В. <b>35.МБ.18</b>     | Федотов Ю.А. <b>35.МБ.68</b>    | Шиненкова Н.А. <b>35.МБ.98</b>   |
| Рябуха А. <b>35.МБ.119</b>      | Стрельцов С.Г. <b>35.МБ.188</b>   | Хабас Тамара Андреевна          | Ширеторова В.Г. <b>35.МБ.200</b> |
| Рябухова Т.О. <b>35.МБ.194,</b> | Стримова Е.С. <b>35.МБ.140,</b>   | <b>35.МБ.246</b>                | Шкирская С.А. <b>35.МБ.67</b>    |
| <b>35.МБ.197</b>                | <b>35.МБ.34</b>                   | Хантургаева Г.И.                | Школьников Е.И.                  |
| Сабохоева Т.С. <b>35.МБ.239</b> | Суворкин С.В. <b>35.МБ.227</b>    | <b>35.МБ.200</b>                | <b>35.МБ.183</b>                 |
| Савельева Т.И.                  | Судиловский П.С. <b>35.МБ.118</b> | Хараев Г.И. <b>35.МБ.17,</b>    | Шкрёбко О.А. <b>35.МБ.4</b>      |
| <b>35.МБ.220</b>                | Тарасов А.В. <b>35.МБ.2</b>       | <b>35.МБ.200</b>                | Шлее Ю. <b>35.МБ.121</b>         |
| Самсоны-Тодоров А.О.            | Тепляков В.В. <b>35.МБ.4</b>      | Харитонов Д.Н. <b>35.МБ.227</b> | Шмидт Ф.К. <b>35.МБ.239</b>      |
| <b>35.МБ.151</b>                | Терещенко Г.Ф. <b>35.МБ.183</b>   | Хохлова Т.Д. <b>35.МБ.181</b>   | Юттнер К. <b>35.МБ.142</b>       |
| Сафин Р. <b>35.МБ.119</b>       | Тимонин А.С. <b>35.МБ.192</b>     | Царенко С.А. <b>35.МБ.151</b>   | Ямпольский Ю.П.                  |
| Седелкин В.М. <b>35.МБ.194,</b> | Толпегин П.В. <b>35.МБ.9</b>      | Цодиков М.В. <b>35.МБ.4</b>     | <b>35.МБ.126</b>                 |
| <b>35.МБ.197</b>                | Торопова А.В. <b>35.МБ.239</b>    | Цыганова Т.В. <b>35.МБ.181</b>  | Ян Юн Бин <b>35.МБ.239</b>       |
| Сенников М.Ю. <b>35.МБ.189</b>  | Трифонов С.А. <b>35.МБ.192</b>    | Шапошник В.А. <b>35.МБ.141,</b> |                                  |

### Указатель источников

- 28 International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology, Frankfurt am Main, 15-19 May, 2006: АСНЕМА 2006: Abstracts of the Congress Topics: Mixing and Separation Technology, Industrial Application of Membrane Technologies, Ecoefficient Waste Treatment and Resource Recovery, Advanced Reaction Technology, Membrane Technologies and Water Treatment, Efficient Use of Water Resources in Industry, Fine and Ultrafine Particles, Advances in Waste Gas Treatment. 2006 **35.МБ.191, 35.МБ.199**
- Anal. Chem.. 2006. 78, № 16 **35.МБ.164**
- Anal. chim. acta. 2006. 575, № 2 **35.МБ.96**
- Appl. Surface Sci.. 2006. 252, № 16 **35.МБ.116**
- Austral. J. Chem.. 2006. 59, № 8 **35.МБ.93**
- Biosens. and Bioelectron.. 2006. 21, № 8 **35.МБ.144**
- Biosens. and Bioelectron.. 2006. 21, № 11 **35.МБ.184**
- Bull. Chem. Soc. Jap.. 2006. 79, № 2 **35.МБ.182**
- Chem. Eng. and Process.. 2006. 45, № 11 **35.МБ.97**
- Chem. Eng. and Process.. 2007. 46, № 2 **35.МБ.122**
- Chem. Eng. J.. 2006. 124, № 1-3 **35.МБ.58**
- Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, № 12 **35.МБ.10**
- Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, № 16 **35.МБ.79**
- Chem. Lett.. 2006. 35, № 8 **35.МБ.63**
- Chem. Lett.. 2006. 35, № 9 **35.МБ.114**
- ChemPhysChem. 2006. 7, № 8 **35.МБ.80**
- Chin. Chem. Lett.. 2006. 17, № 7 **35.МБ.56**
- Chin. Chem. Lett.. 2006. 17, № 5 **35.МБ.124**
- Chin. J. Chem. Eng.. 2004. 12, № 5 **35.МБ.149**
- Chin. J. Polym. Sci.. 2006. 24, № 5 **35.МБ.30**
- Chin. J. Polym. Sci.. 2006. 24, № 4 **35.МБ.129**
- Colloids and Surfaces. A. 2006. 279, № 1-3 **35.МБ.89, 35.МБ.112**
- Colloids and Surfaces. A. 2006. 280, № 1-3 **35.МБ.86, 35.МБ.90, 35.МБ.91**
- Desalination. 2005. 175, № 2 **35.МБ.156**
- Desalination. 2006. 189, № 1-3 **35.МБ.143**
- Desalination. 2006. 191, № 1-3 **35.МБ.15, 35.МБ.27, 35.МБ.173, 35.МБ.174,**
- Desalination. 2006. 192, № 1-3 **35.МБ.175, 35.МБ.177**
- Desalination. 2006. 193, № 1-3 **35.МБ.52, 35.МБ.55, 35.МБ.176, 35.МБ.178**
- Desalination. 2007. 202, № 1-3 **35.МБ.40, 35.МБ.75,**
- Desalination. 2007. 206, № 1-3 **35.МБ.185**
- Dianyuan jishu=Chin. J. Power Sources. 2006. 30, № 1 **35.МБ.59**
- Electrochim. acta. 2006. 51, № 22 **35.МБ.49**
- Environ. Sci. and Technol.. 2005. 39, № 17 **35.МБ.11**
- Fuel. 2006. 85, № 2 **35.МБ.94**
- Galvanotechnik. 2006. 97, № 6 **35.МБ.74**
- Gaodeng xuexiao huaxun xuebao=Chem. J. Chin. Univ.. 2006. 27, № 4 **35.МБ.78**
- Gaofenzi xuebao=Acta polym. sin.. 2006, № 3 **35.МБ.70**
- Getrankeindustrie. 2006. 60, № 11 **35.МБ.6**
- Gongyeshui chuli=Ind. Water Treat.. 2006. 26, № 4 **35.МБ.1**
- Gongyeshui chuli=Ind. Water Treat.. 2006. 26, № 5 **35.МБ.41**
- Guangpuxue yu guangpu fenxi=Spectrosc. and Spectral Anal.. 2006. 26, № 7 **35.МБ.145**
- Huagong xuebao=J. Chem. Ind. and Eng. (China). 2004. 55, № 5 **35.МБ.29**

- Huanjing kexue=Environ. Sci.. 2006. 27, № 2 **35.МБ.76**  
Huanjing kexue=Environ. Sci.. 2006. 27, № 7 **35.МБ.168**  
Huaxue gongcheng=Chem. Eng. (China). 2005. 33, № 4 **35.МБ.179**  
Hydrometallurgy. 2005. 78, № 1–2 **35.МБ.20**  
ICP Inf. Newslett.. 2005. 30, № 9 **35.МБ.36**  
Int. J. Hydrogen Energy. 2005. 30, № 10 **35.МБ.100**  
Int. J. Hydrogen Energy. 2006. 31, № 2 **35.МБ.46**  
Interceram. 2005. 54, № 2 **35.МБ.7**  
J. Amer. Chem. Soc.. 2006. 128, № 26 **35.МБ.53**  
J. Amer. Chem. Soc.. 2006. 128, № 51 **35.МБ.113**  
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. № 1 **35.МБ.28**  
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. № 5 **35.МБ.32**  
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, № 3 **35.МБ.82**  
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, № 6 **35.МБ.105**  
J. Appl. Polym. Sci.. 2006, № 6 **35.МБ.24, 35.МБ.54**  
J. Chem. Thermodyn.. 2006. 38, № 9 **35.МБ.62**  
J. Chromatogr. A. 2006. 1103, № 2 **35.МБ.37**  
J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 300, № 2 **35.МБ.88**  
J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 300, № 1 **35.МБ.137**  
J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 303, № 2 **35.МБ.136, 35.МБ.138**  
J. Environ. Eng. and Sci.. 2006. 5, № 4 **35.МБ.77**  
J. Mech. and Phys. Solids. 2006. 54, № 6 **35.МБ.106**  
J. Membr. Sci.. 2005. 265, № 1–2 **35.МБ.108**  
J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 2 **35.МБ.31**  
J. Membr. Sci.. 2006. 268, № 1 **35.МБ.109**  
J. Membr. Sci.. 2006. 269, № 1–2 **35.МБ.21, 35.МБ.22, 35.МБ.48**  
J. Membr. Sci.. 2006. 270, № 1–2 **35.МБ.23, 35.МБ.85, 35.МБ.110**  
J. Membr. Sci.. 2006. 271, № 1–2 **35.МБ.111**  
J. Membr. Sci.. 2006. 272, № 1–2 **35.МБ.45, 35.МБ.47**  
J. Mol. Catal. B. 2006. 42, № 1–2 **35.МБ.107**  
J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2006. 6, № 8 **35.МБ.3**  
J. Nanosci. and Nanotechnol.. 2006. 6, № 4 **35.МБ.83**  
J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 28 **35.МБ.57**  
J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 33 **35.МБ.130**  
J. Phys.: Condens. Matter. 2006. 18, № 33 **35.МБ.159**  
J. Power Sources. 2005. 145, № 2 **35.МБ.153**  
J. Power Sources. 2005. 147, № 1–2 **35.МБ.101**  
J. Power Sources. 2006. 153, № 2 **35.МБ.123**  
J. Power Sources. 2006. 154, № 1 **35.МБ.135**  
J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8 **35.МБ.61, 35.МБ.99, 35.МБ.131, 35.МБ.132, 35.МБ.133**  
JAOCs: J. Amer. Oil Chem. Soc.. 2005. 82, № 3 **35.МБ.155**  
Jap. J. Appl. Phys. Pt 1. 2006. 45, № 8A **35.МБ.73**  
KA - Abwasser, Abfall. 2006. 53, № 10 **35.МБ.152**  
KA - Abwasser, Abfall. 2006. 53, № 12 **35.МБ.186**  
Mater. Res. Bull.. 2006. 41, № 5 **35.МБ.42**  
Mater. Res. Bull.. 2006. 41, № 4 **35.МБ.87**  
Nanotechnology. 2006. 17, № 8 **35.МБ.60**  
Nanotechnology. 2006. 17, № 15 **35.МБ.103, 35.МБ.161**  
Nippon seramikku kyokai gakujutsu ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap.. 2006. 114, № 1330 **35.МБ.19, 35.МБ.43, 35.МБ.44**  
Phys. Chem. Chem. Phys.. 2006. 8, № 36 **35.МБ.163**  
Physicochem. Probl. Miner. Process.. 2006. 40 **35.МБ.66**  
Polymer. 2006. 47, № 8 **35.МБ.26**  
Polymer. 2006. 47, № 12 **35.МБ.33**  
Polymer. 2006. 47, № 7 **35.МБ.104**  
Polymer. 2006. 47, № 11 **35.МБ.125**  
Pr. nauk. GIG. Gor. i srod.. 2006, № 2 **35.МБ.134**  
Science. 2006. 311, № 5761 **35.МБ.25**  
Separ. and Purif. Technol.. 2005. 44, № 3 **35.МБ.39**  
Separ. and Purif. Technol.. 2005. 44, № 2 **35.МБ.187**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 48, № 3 **35.МБ.84**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 49, № 1 **35.МБ.12**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 3 **35.МБ.13**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 2 **35.МБ.38**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 3 **35.МБ.150**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 2 **35.МБ.162**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 51, № 1 **35.МБ.14, 35.МБ.50, 35.МБ.128**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 51, № 3 **35.МБ.139**  
Separ. and Purif. Technol.. 2006. 51, № 1 **35.МБ.166**  
Shiyou huagong gaodeng xuexiao xuebao=J. Petrochem. Univ.. 2005. 18, № 3 **35.МБ.158**  
Solid State Ionics. 2006. 177, № 13–14 **35.МБ.64, 35.МБ.65**  
Solid State Ionics. 2006. 177, № 7–8 **35.МБ.92**  
Tianjin chengshi jianshe xueyuan xuebao=J. Tianjin Inst. Urb. Constr.. 2003. 9, № 2 **35.МБ.120**  
Zhengzhou daxue xuebao. Gongxue ban=J. Zhengzhou Univ. Eng. Sci.. 2006. 27, № 1 **35.МБ.160**  
Zhongguo xitu xuebao=J. Chin. Rare Earth Soc.. 2006. 24, № 4 **35.МБ.169**

3 Всероссийская конференция “Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах” (ФАГРАН-2006), Воронеж, 8-14 окт., 2006: Материалы конференции. 2006. Т. 1 **35.МБ.196**

6 Всероссийская конференция по анализу объектов окружающей среды “ЭКОАНАЛИТИКА-2006”, Самара, 26-30

сент., 2006: Тезисы докладов. 2006 **35.МБ.193**

19 Международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях” (ММТТ-19), Воронеж, 30 мая-2 июня, 2006: Сборник трудов. 2006. **35.МБ.188, МБ.192**

Актуальные вопросы защиты окружающей среды и безопасность территорий регионов России: Материалы 3

- Всероссийской конференции с международным участием, Улан-Удэ, 2006. 2006 **35.МБ.200**
- Актуальные проблемы технологии живых систем: Сборник материалов 1 Международной научно-технической конференции молодых ученых, Владивосток, 21-23 дек., 2005. 2005 **35.МБ.198**
- Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60. Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 22 с., ил. Библ. 8. Рус. **35.МБ.204**
- Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60. Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 22 с., ил. Библ. 8. Рус. **35.МБ.205**
- Вестн. Бурят. ун-та. Сер. 9. 2005, № 4 **35.МБ.17**
- Владимирский государственный университет, 600026, г. Владимир, ул. Горького, 87. Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Иваново, 2006, 15 с., ил. Библ. 5. Рус. **35.МБ.206**
- Водоочистка. 2006, № 5 **35.МБ.117, 35.МБ.119, 35.МБ.157**
- Водоочистка. 2006, № 7 **35.МБ.118**
- Водоочистка. 2006, № 8 **35.МБ.180**
- Водоочистка. 2006, № 10 **35.МБ.2**
- Высокомолекул. соед.. 2006. 48, № 9 **35.МБ.72**
- Высокомолекул. соед.. 2006. 48, № 10 **35.МБ.126**
- Естеств. и техн. науки. 2006, № 3 **35.МБ.35**
- Ж. прикл. химии. 2006. 79, № 5 **35.МБ.18**
- Ж. прикл. химии. 2006. 79, № 3 **35.МБ.34, 35.МБ.71**
- Ж. прикл. химии. 2006. 79, № 10 **35.МБ.140**
- Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2006. 49, № 9 **35.МБ.154**
- Кинет. и катал.. 2006. 47, № 6 **35.МБ.183**
- Крит. технол. Мембраны. 2006, № 3 **35.МБ.5, 35.МБ.127, 35.МБ.181**
- Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием "Пищевые технологии", Казань, 30 мая, 2006: Сборник тезисов докладов. 2006 **35.МБ.190, 35.МБ.194, 35.МБ.197**
- Письма в ЖТФ. 2006. 32, № 9 **35.МБ.51**
- Препр. ФЭИ. 2006, № 3072 **35.МБ.102**
- Природа. 2006, № 11 **35.МБ.81**
- Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докладов 16 Российской молодежной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора В. П. Кочергина, Екатеринбург, 15-28 апр., 2006. 2006 **35.МБ.189**
- Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сборник научных работ. 2006. Вып. 11 **35.МБ.195**
- Рециклинг отходов. 2006, № 4 **35.МБ.121**
- Рос. нанотехнол.. 2006. 1, № 1-2 **35.МБ.4**
- Сорбц. и хроматогр. процессы. 2006. 6, № 5 **35.МБ.115**
- Сорбц. и хроматогр. процессы. 2006. 6, № 6, ч. 2 **35.МБ.147, 35.МБ.171**
- Теор. основы хим. технол.. 2007. 41, № 1 **35.МБ.148, 35.МБ.172**
- Технические и естественные науки: проблемы, теория, эксперимент: Межвузовский сборник научных трудов. 2005. Вып. 5 **35.МБ.201**
- Хим. и нефтегаз. машиностр.. 2006, № 8 **35.МБ.146, 35.МБ.170**
- Хим. пром-сть. 2006, № 8 **35.МБ.165**
- Химия и технол. воды. 2006. 28, № 5 **35.МБ.16, 35.МБ.151**
- Химия Украины. 2006, № 12 **35.МБ.167**
- Хранение и перераб. сельхозсырья. 2006, № 9 **35.МБ.95**
- Экол. пр-ва. 2006, № 3, прил. Металлургия и машиностроение **35.МБ.98**
- Экол. системы и приборы. 2006, № 7 **35.МБ.9**
- Электрохимия. 2006. 42, № 8 **35.МБ.67, 35.МБ.68, 35.МБ.69**
- Электрохимия. 2006. 42, № 11 **35.МБ.141, 35.МБ.142**

### Патентный указатель

Австралия	2292232 – <b>35.МБ.227</b>	7022427 – <b>35.МБ.222</b>	Германия
784308 – <b>35.МБ.225</b>	Франция	7025884 – <b>35.МБ.211</b>	10347285 – <b>35.МБ.216</b>
ЕПВ	2880994 – <b>35.МБ.214</b>	7029821 – <b>35.МБ.230</b>	10354414 – <b>35.МБ.253</b>
1547673 – <b>35.МБ.219</b>	2883293 – <b>35.МБ.238</b>	7030206 – <b>35.МБ.242</b>	102004005389 – <b>35.МБ.237</b>
1568409 – <b>35.МБ.221</b>	США	7037414 – <b>35.МБ.229</b>	102004006383 – <b>35.МБ.243</b>
1600204 – <b>35.МБ.217</b>	6797169 – <b>35.МБ.249</b>	7037950 – <b>35.МБ.210</b>	102004009877 – <b>35.МБ.251</b>
1614458 – <b>35.МБ.208</b>	6841290 – <b>35.МБ.223</b>	7041409 – <b>35.МБ.209</b>	102004022021 – <b>35.МБ.255</b>
1656987 – <b>35.МБ.218</b>	6890592 – <b>35.МБ.240</b>	7044453 – <b>35.МБ.212</b>	102004022245 – <b>35.МБ.228</b>
Россия	6899810 – <b>35.МБ.224</b>	7045044 – <b>35.МБ.241</b>	102004022310 – <b>35.МБ.207</b>
2280612 – <b>35.МБ.239</b>	6958137 – <b>35.МБ.235</b>	7045062 – <b>35.МБ.231</b>	102004023038 – <b>35.МБ.233</b>
2282490 – <b>35.МБ.246</b>	6984327 – <b>35.МБ.226</b>	7074510 – <b>35.МБ.247</b>	102004023586 – <b>35.МБ.215</b>
2284851 – <b>35.МБ.232</b>	6989205 – <b>35.МБ.236</b>	7094347 – <b>35.МБ.234</b>	102004042583 – <b>35.МБ.248</b>
2290630 – <b>35.МБ.252</b>	7014948 – <b>35.МБ.213</b>	7094372 – <b>35.МБ.250</b>	102004051671 – <b>35.МБ.254</b>
2290985 – <b>35.МБ.220</b>	7018546 – <b>35.МБ.245</b>	7097693 – <b>35.МБ.244</b>	

**Rapid communications**

**Supercritical CO<sub>2</sub> assisted synthesis of highly selective nafion–zeolite nanocomposite membranes for direct methanol fuel cells**

*Pp. 1-4*

Evgueni N. Gribov, Ekaterina V. Parkhomchuk, Ivan M. Krivobokov, Jawwad A. Darr and Alexey G. Okunev

**A hybrid processing method for high performance hydrogen-selective silica membranes**

*Pp. 5-9*

Suraj Gopalakrishnan, Yasushi Yoshino, Mikihiro Nomura, Balagopal N. Nair and Shin-Ichi Nakao

**Hydrothermal stability of LTA zeolite membranes in pervaporation**

*Pp. 10-15*

Yanshuo Li, Han Zhou, Guangqi Zhu, Jie Liu and Weishen Yang

**Review article**

**Bioprocess membrane technology**

*Pp. 16-50*

Robert van Reis and Andrew Zydney

**Original research papers**

**A novel composite nanofiltration (NF) membrane prepared from glycolchitin/poly(acrylonitrile) (PAN) by epichlorohydrin cross-linking**

*Pp. 51-58*

Hongwei Sun, Guohua Chen, Ruihua Huang and Congjie Gao

**Neural networks modeling of hollow fiber membrane processes**

*Pp. 59-73*

A. Shahsavand and M. Pourafshari Chenar

**Study on the effects of spacer geometry in membrane feed channels using three-dimensional computational flow modeling**

*Pp. 74-89*

M. Shakaib, S.M.F. Hasani and M. Mahmood

**Synthesis and characterization of poly(arylene ether ketone) with sulfonated fluorene pendants for proton exchange membrane**

*Pp. 90-97*

Xueya Shang, Shaoming Fang and Yuezhong Meng

**Enzymatic membrane reactor involving a hybrid membrane in supercritical carbon dioxide**

*Pp. 98-103*

Tània Gumí, Delphine Paolucci-Jeanjean, Marie-Pierre Belleville and Gilbert M. Rios

**Shear profiles inside gas sparged submerged hollow fiber membrane modules**

*Pp. 104-120*

C.C.V. Chan, P.R. Bérubé and E.R. Hall

**Copper removal from ammoniacal wastewater through a hollow fiber supported liquid membrane system: Modeling and experimental verification**

*Pp. 121-129*

Qian Yang and N.M. Kocherginsky

**Morphological, chemical surface and electrical characterizations of lignosulfonate-modified membranes**

*Pp. 130-140*

C. Torras, X. Zhang, R. García-Valls and J. Benavente

**Controlling submicron particle deposition in a side-stream membrane bioreactor: A theoretical hydrodynamic modelling approach incorporating energy consumption**

*Pp. 141-151*

Tao Jiang, Maria D. Kennedy, ChangKyoo Yoo, Ingmar Nopens, Walter van der Meer, Harry Futselaar, Jan C. Schippers and Peter A. Vanrolleghem

**Isolation of lactoferrin from bovine colostrum by ultrafiltration coupled with strong cation exchange chromatography on a production scale**

*Pp. 152-161*

Rong Rong Lu, Shi Ying Xu, Zhang Wang and Rui Jin Yang

**Properties of composite membranes based on sulfonated poly(ether ether ketone)s (SPEEK)/phenoxy resin (PHR) for direct methanol fuel cells usages**

*Pp. 162-173*

Hongli Cai, Ke Shao, Shuangling Zhong, Chengji Zhao, Gang Zhang, Xianfeng Li and Hui Na

**Preparation of ETFE-based anion exchange membrane to reduce permeability of vanadium ions in vanadium redox battery**

*Pp. 174-180*

Jingyi Qiu, Mengyuan Li, Jiangfeng Ni, Maolin Zhai, Jing Peng, Ling Xu, Henghui Zhou, Jiuqiang Li and Genshuan Wei

**Competitive transport of cobalt-60, strontium-90, and cesium-137 radioisotopes across polymer inclusion membranes with DNNS**

*Pp. 181-189*

Cezary A. Kozłowski and Władysław Walkowiak

**Thermodynamic considerations on the stability of water in Nafion**

*Pp. 190-198*

Gwynn J. Elfring and Henning Struchtrup

**Measurement of concentration-dependent gas diffusion coefficients in membranes from a pseudo-steady state permeation run**

*Pp. 199-205*

Michael C. Villet and George R. Gavalas

**Electrically-enhanced crossflow microfiltration for separation of lactoferrin from whey protein mixtures**

*Pp. 206-216*

Guillaume Brisson, Michel Britten and Yves Pouliot

**A new membrane module design with disc geometry for the separation of hydrogen using Pd alloy membranes**

*Pp. 217-225*

Shin-Kun Ryi, Jong-Soo Park, Sung-Hyun Kim, Sung-Ho Cho, Kyung-Ran Hwang, Dong-Won Kim and Heung-Gu Kim

**Importance of the cross-effects in the transport through ion-exchange membranes**

*Pp. 226-235*

Stanisław Koter, Wojciech Kujawski and Izabela Koter

**Novel ploy(vinyl alcohol)/carbon nanotube hybrid membranes for pervaporation separation of benzene/cyclohexane mixtures**

*Pp. 236-242*

Fubing Peng, Changlai Hu and Zhongyi Jiang

**Application of nanofiltration hollow fibre membranes, developed by photografting, to treatment of anionic dye solutions**

*Pp. 243-252*

A. Akbari, S. Desclaux, J.C. Rouch and J.C. Remigy

**Separation of Co(II) and Li(I) by supported liquid membrane using Cyanex 272 as mobile carrier**

*Pp. 253-261*

Basudev Swain, Jinki Jeong, Jae-chun Lee and Gae-Ho Lee

**Preparation and enantiomer separation characteristics of chitosan/ $\beta$ -cyclodextrin composite membranes**

*Pp. 262-270*

Hai-Dong Wang, Liang-Yin Chu, Hang Song, Jian-Ping Yang, Rui Xie and Mei Yang

**Journal of Membrane Science, Volume 298, Issues 1-2, Pp. 1-202 (20 July 2007)**

**Scale-up of pervaporation for gasoline desulphurization: Part 1. Simulation and design**

*Pp. 1-13*

Ligang Lin, Ying Kong, Jinrong Yang, Deqing Shi, Kekun Xie and Yuzhong Zhang

**Wall-catalyzed water-gas shift reaction in multi-tubular Pd and 80 wt%Pd–20 wt%Cu membrane reactors at 1173 K**

*Pp. 14-23*

Osemwengie Iyoha, Robert Enick, Richard Killmeyer, Bret Howard, Bryan Morreale and Michael Ciocco

**Simultaneous purification and immobilization of penicillin G acylase using bifunctional membrane**

*Pp. 24-29*

Chih-I Chen, Chin-Wen Chen, Cheng-Weng Huang and Yung-Chuan Liu

**Improvement of metabolic performance of primary hepatocytes in hyperoxic cultures by vitamin C in a novel small-scale bioreactor**

*Pp. 30-40*

Stephanie Schmitmeier, Angelika Langsch, Wolfgang Schmidt-Heck, Inka Jasmund and Augustinus Bader

**Experimental investigation of the permeability and selectivity of supported ionic liquid membranes for CO<sub>2</sub>/He separation at temperatures up to 125 C**

*Pp. 41-47*

Jeffery Ilconich, Christina Myers, Henry Pennline and David Luebke

**Highly sulfonated poly(aryl ether ketone) block copolymers having a cross-linking structure**

*Pp. 48-55*

Jun-ichi Ishikawa, Satoko Fujiyama, Koji Inoue, Takehiko Omi and Shoji Tamai

**Response surface modeling and optimization of copper removal from aqua solutions using polymer assisted ultrafiltration**

*Pp. 56-70*

Corneliu Cojocaru and Grażyna Zakrzewska-Trznadel

**Nanocomposite MFI-alumina membranes via pore-plugging synthesis: Specific transport and separation properties**

*Pp. 71-79*

S. Miachon, P. Ciavarella, L. van Dyk, I. Kumakiri, K. Fiaty, Y. Schuurman and J.-A. Dalmon

**Neutron diffraction study of the orientational order in filter cakes made of kaolinite under laminar and turbulent cross-flow**

*Pp. 80-91*

Ana C. Perdigón, Stuart M. Clarke and Mark Aston

**Experimental study of metal ions removal from aqueous solutions by complexation-ultrafiltration**

*Pp. 92-98*

Scheherazade Mimoune and Farouk Amrani

**Electron microscopic estimation of removal of parvovirus B19 (HPVB19) by nanofiltration with a novel filter membrane**

*Pp. 99-109*

Kazuhito Yamaguchi, Eiji Miyagawa, Hirohiko Takahashi, Toru Miyazaki and Hisami Ikeda

**Abiotic transport in a membrane aerated bioreactor**

*Pp. 110-116*

Eric McLamore, W. Andrew Jackson and Audra Morse

**Stability of MFI zeolite-filled PDMS membranes during pervaporative ethanol recovery from aqueous mixtures containing acetic acid**

*Pp. 117-125*

Travis C. Bowen, Richard G. Meier and Leland M. Vane

**The influence of absorbed methanol on the conductivity and on the microstructure of ion-exchange membranes**

*Pp. 126-135*

L. Chaabane, L. Dammak, V.V. Nikonenko, G. Bulvestre and B. Auclair

**Anti-fouling ultrafiltration membranes containing polyacrylonitrile-graft-poly(ethylene oxide) comb copolymer additives**

*Pp. 136-146*

Ayse Asatekin, Seoktae Kang, Menachem Elimelech and Anne M. Mayes

**Effects of carbon dioxide-induced plasticization on the gas transport properties of glassy polyimide membranes**

*Pp. 147-155*

Shinji Kanehashi, Tsutomu Nakagawa, Kazukiyo Nagai, Xavier Duthie, Sandra Kentish and Geoff Stevens

**The interplay of phase inversion and membrane formation in the drug release characteristics of a membrane-based delivery system**

*Pp. 156-168*

Decheng Ma and Anthony J. McHugh

**Evaluation of N,N,N',N'-tetraoctyl-3-oxapentane-diamide (TODGA) as a mobile carrier in remediation of nuclear waste using supported liquid membrane**

*Pp. 169-174*

S.A. Ansari, P.K. Mohapatra, D.R. Prabhu and V.K. Manchanda

**Preparation of thin Pd-based composite membrane on planar metallic substrate: Part I: Pre-treatment of porous stainless steel substrate**

*Pp. 175-181*

Anwu Li, John R. Grace and C. Jim Lim

**Flexible nanostructure of MFI zeolite membranes**

*Pp. 182-189*

Miao Yu, Ted J. Amundsen, Mei Hong, John L. Falconer and Richard D. Noble

**The effects of thermal annealing on commercial Nafion® membranes**

*Pp. 190-201*

Jesse E. Hensley, J. Douglas Way, Steven F. Dec and Kent D. Abney

**Journal of Membrane Science, Volume 299, Issues 1-2, Pp. 1-276 (1 August 2007)**

**Rapid Communication**

**High oxygen permeability in fluorite-type  $\text{Ce}_{0.8}\text{Pr}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$  via the use of sintering aids**

*Pp. 1-7*

D.P. Fagg, A.L. Shaula, V.V. Kharton and J.R. Frade

**Original Research papers**

**Proton exchange membrane for DMFC and  $\text{H}_2$ /air fuel cells: Synthesis and characterization of partially fluorinated disulfonated poly(arylene ether benzonitrile) copolymers**

*Pp. 8-18*

M. Sankir, Yu Seung Kim, Bryan S. Pivovar and James E. McGrath

**Phase separation and morphology control of polymer blend membranes of sulfonated and nonsulfonated polysulfones for direct methanol fuel cell application**

*Pp. 19-27*

Dong Hwee Kim, Jisu Choi, Young Taik Hong and Sung Chul Kim

**Electro-ultrafiltration of industrial enzyme solutions**

*Pp. 28-37*

A.D. Enevoldsen, E.B. Hansen and G. Jonsson

**Preparation and characterisation of palladium-loaded polypropylene porous hollow fibre membranes for hydrogenation of dissolved oxygen in water**

*Pp. 38-44*

R. van der Vaart, V.I. Lebedeva, I.V. Petrova, L.M. Plyasova, N.A. Rudina, D.I. Kochubey, G.F. Tereshchenko, V.V. Volkov and J. van Erkel

**Effect of formation conditions of poly(ethylene-co-vinyl acetate) membrane on the membrane physical structure and pervaporation properties in the recovery of ethyl acetate from aqueous solution**

*Pp. 45-53*

Yun-Xiang Bai, Jin-Wen Qian, Qiang Zhao, Zhi-Hui Zhu and Peng Zhang

**Sorption and permeation behaviors of a series of olefins and nitrogen through PDMS membranes**

*Pp. 54-62*

Seung-Hak Choi, Jeong-Hoon Kim and Soo-Bok Lee

**Synthesis of thin defect-free hydroxy sodalite membranes: New candidate for activated water permeation**

*Pp. 63-72*

Sheida Khajavi, Freek Kapteijn and Jacobus C. Jansen

**Sorption and diffusion of volatile organic components in a membrane made by deposition of tetramethyl disiloxane in cold remote-plasma**

*Pp. 73-82*

Q.T. Nguyen, D. Langevin, B. Bahadori, F. Callebert and P. Schaetzel

**Improved peptide fractionation by electro dialysis with ultrafiltration membrane: Influence of ultrafiltration membrane stacking and electrical field strength**

*Pp. 83-90*

Jean-François Poulin, Jean Amiot and Laurent Bazinet

**Smart temperature-controlled water vapor permeable polyurethane film**

*Pp. 91-96*

Chia-Yen Lin, Ken-Hsuan Liao, Cheng-Feng Su, Chao-Hui Kuo and Kuo-Huang Hsieh

**Fabrication, fouling and foulant analyses of asymmetric polysulfone (PSF) ultrafiltration membrane fouled with natural organic matter (NOM) source waters**

- Pp. 97-113*  
 A.W. Zularisam, A.F. Ismail, M.R. Salim, Mimi Sakinah and O. Hiroaki  
**Separation of surfactin from fermentation broths by acid precipitation and two-stage dead-end ultrafiltration processes**  
*Pp. 114-121*  
 Hwei-Li Chen, Ying-Shr Chen and Ruey-Shin Juang
- Resistance analysis for ceramic membrane microfiltration of raw soy sauce**  
*Pp. 122-129*  
 Meisheng Li, Yijiang Zhao, Shouyong Zhou, Weihong Xing and Fook-Sin Wong
- PdC formation in ultra-thin Pd membranes during separation of H<sub>2</sub>/CO mixtures**  
*Pp. 130-137*  
 Hui Li, Andreas Goldbach, Wenzhao Li and Hengyong Xu
- Purification of structured lipids using SCCO<sub>2</sub> and membrane process**  
*Pp. 138-145*  
 Juliana M.L.N. de Moura, Lireny A.G. Gonçalves, Luiz A.V. Sarmiento and José Carlos Cunha Petrus
- Transport studies of BSA, lysozyme and ovalbumin through chitosan/polystyrene sulfonate multilayer membrane**  
*Pp. 146-155*  
 Usha K. Aravind, Jissy Mathew and C.T. Aravindakumar
- Proton conducting composite membrane from sulfonated poly(ether ether ketone) and boron orthophosphate for direct methanol fuel cell application**  
*Pp. 156-165*  
 M.H.D. Othman, A.F. Ismail and A. Mustafa
- Study on the reproducibility of mordenite tubular membranes used in the dehydration of ethanol**  
*Pp. 166-173*  
 Alberto Navajas, Reyes Mallada, Carlos Téllez, Joaquín Coronas, Miguel Menéndez and Jesús Santamaría
- Fabrication of nickel filter made by uniaxial pressing process for gas purification: Fabrication pressure effect**  
*Pp. 174-180*  
 Shin-Kun Ryi, Jong-Soo Park, Seok-Joo Park, Dong-Geun Lee and Sung-Hyun Kim
- Heterogeneous surface modification of hollow fiber membranes for use in micro-reactor systems**  
*Pp. 181-189*  
 Stephen Kroll, Lina Meyer, Alain-Michel Graf, Sascha Beutel, Jörn Glökler, Stefan Döring, Uwe Klaus and Thomas Scheper
- Preparation and characterization of a new asymmetric type of Shirasu porous glass (SPG) membrane used for membrane emulsification**  
*Pp. 190-199*  
 Masato Kukizaki and Masahiro Goto
- Investigation of corrugation phenomenon in the inner contour of hollow fibers during the non-solvent induced phase-separation process**  
*Pp. 200-210*  
 Sina Bonyadi, Tai Shung Chung and William B. Krantz
- pH controlled selective transport of proteins through charged ultrafilter membranes under coupled driving forces: An efficient process for protein separation**  
*Pp. 211-221*  
 Arunima Saxena and Vinod K. Shahi
- Separation of glucose oxidase and catalase using ultrafiltration with 300-kDa polyethersulfone membranes**  
*Pp. 222-228*  
 Jianguo Liu, Junren Lu, Xiubo Zhao, Jianren Lu and Zhanfeng Cui
- Flowfields on feed and permeate sides of tubular molecular sieving silica (MSS) membranes**  
*Pp. 229-235*  
 M.M. Abdel-jawad, S. Gopalakrishnan, M.C. Duke, M.N. Macrossan, P. Smith Schneider and J.C. Diniz da Costa
- The influence of membrane formation parameters on the functional performance of organic solvent nanofiltration membranes**  
*Pp. 236-250*  
 Yoong Hsiang See-Toh, Frederico Castelo Ferreira and Andrew G. Livingston
- Direct capture of influenza A virus from cell culture supernatant with Sartobind anion-exchange membrane adsorbers**

*Pp. 251-260*

Bernd Kalbfuss, Michael Wolff, Liane Geisler, Alexander Tappe, Ranil Wickramasinghe, Volkmar Thom and Udo Reichl

**Preparation and characterization of mixed-conducting thin tubular membrane**

*Pp. 261-267*

Chun Zhang, Zhi Xu, Xianfeng Chang, Zhicheng Zhang and Wanqin Jin

**Laser interferometric determination of ampicillin and colistin transfer through cellulose biomembrane in the presence of *Proteus vulgaris* O25 lipopolysaccharide**

*Pp. 268-275*

Michał Arabski, Sławomir Wąsik, Kazimierz Dworecki and Wiesław Kaca

**Journal of Membrane Science, Volume 300, Issues 1-2, Pp. 1-232 (15 August 2007)**

**Rapid communications**

**An easy method to modify the exchange membranes of electro dialysis with electrosynthesized polyaniline**

*Pp. 2-5*

Antonio Montes Rojas, Yeraldin Olivares Maldonado and Luz María Torres Rodríguez

**Polybenzimidazole (PBI) nanofiltration hollow fiber membranes applied in forward osmosis process**

*Pp. 6-12*

Kai Yu Wang, Tai-Shung Chung and Jian-Jun Qin

**Novel nanocomposite pervaporation membranes composed of poly(vinyl alcohol) and chitosan-wrapped carbon nanotube**

*Pp. 13-19*

Fubing Peng, Fusheng Pan, Honglei Sun, Lianyu Lu and Zhongyi Jiang

**Original research papers**

**Prediction of the concentration polarization in the nanofiltration/reverse osmosis of dilute multi-ionic solutions**

*Pp. 20-27*

Vitor Geraldes and Maria Diná Afonso

**Blend membranes of Nafion/sulfonated poly(aryl ether ketone) for direct methanol fuel cell**

*Pp. 28-35*

Il Tae Kim, Jisu Choi and Sung Chul Kim

**Flux decline behaviors in dead-end microfiltration of activated sludge and its supernatant**

*Pp. 36-44*

E. Iritani, N. Katagiri, T. Sengoku, K.M. Yoo, K. Kawasaki and A. Matsuda

**Examination of wet coating and co-sintering technologies for micro-SOFCs fabrication**

*Pp. 45-50*

Toshiaki Yamaguchi, Toshio Suzuki, Sota Shimizu, Yoshinobu Fujishiro and Masanobu Awano

**PVDF and HYFLON AD membranes: Ideal interfaces for contactor applications**

*Pp. 51-62*

A. Gugliuzza and E. Drioli

**Experimental study of a dynamic filtration system with overlapping ceramic membranes and non-permeating disks rotating at independent speeds**

*Pp. 63-70*

Gaohong He, Lu Hui Ding, Patrick Paullier and Michel Y. Jaffrin

**Enhancing the antifouling property of polyethersulfone ultrafiltration membranes through surface adsorption-crosslinking of poly(vinyl alcohol)**

*Pp. 71-78*

Xiaole Ma, Yanlei Su, Qiang Sun, Yanqiang Wang and Zhongyi Jiang

**Kinetic study of the sulfonation of hydrogenated styrene butadiene block copolymer (HSBS): Microstructural and electrical characterizations**

*Pp. 79-87*

A. Navarro, C. del Río and J.L. Acosta

**A SEM-EDX study of highly stable supported liquid membranes based on ionic liquids**

- Pp. 88-94*  
 A.P. de los Ríos, F.J. Hernández-Fernández, F. Tomás-Alonso, J.M. Palacios, D. Gómez, M. Rubio and G. Villora  
**Permselectivity, solubility and diffusivity of propyl propionate/water mixtures in poly(ether block amide) membranes**  
*Pp. 95-103*  
 Muhammad Mujiburohman and Xianshe Feng
- Effect of MgO nanoparticles on ionic conductivity and electrochemical properties of nanocomposite polymer electrolyte**  
*Pp. 104-110*  
 R. Kumar, A. Subramania, N.T. Kalyana Sundaram, G. Vijaya Kumar and I. Baskaran
- Statistical analysis of data from accelerated ageing tests of PES UF membranes**  
*Pp. 111-116*  
 Edwin Zondervan, Arie Zwijnenburg and Brian Roffel
- Influence of common ions during ultrafiltration of mixtures: Part I. Common anions mixtures**  
*Pp. 117-121*  
 Sylvie Condom, Michel Persin, André Larbot and Eric Prouzet
- Near infrared spectroscopy: A novel technique for classifying and characterizing polysulfone membranes**  
*Pp. 122-130*  
 A. Conesa, T. Gumí, J. Coello and C. Palet
- Dispersion-free solvent extraction of U(VI) in macro amount from nitric acid solutions using hollow fiber contactor**  
*Pp. 131-136*  
 S.K. Gupta, N.S. Rathore, J.V. Sonawane, A.K. Pabby, P. Janardan, R.D. Changrani and P.K. Dey
- Experimental study of ultrafiltration membrane fouling by sodium alginate and flux recovery by backwashing**  
*Pp. 137-146*  
 K. Katsoufidou, S.G. Yiantsios and A.J. Karabelas
- Au(I) extraction by LIX-79/n-heptane using the pseudo-emulsion-based hollow-fiber strip dispersion (PEHFSD) technique**  
*Pp. 147-155*  
 J.V. Sonawane, Anil Kumar Pabby and A.M. Sastre
- Direct crystallisation of a hydroxy sodalite membrane without seeding using a conventional oven**  
*Pp. 156-164*  
 Anelia van Niekerk, Jaco Zah, Jaco C. Breytenbach and Henning M. Krieg
- Study on hypochlorite degradation of aromatic polyamide reverse osmosis membrane**  
*Pp. 165-171*  
 Guo-Dong Kang, Cong-Jie Gao, Wei-Dong Chen, Xing-Ming Jie, Yi-Ming Cao and Quan Yuan
- Phase behavior of polymer/diluent/diluent mixtures and their application to control microporous membrane structure**  
*Pp. 172-181*  
 M.Y. Jeon and C.K. Kim
- A dense oxygen separation membrane with a layered morphologic structure**  
*Pp. 182-190*  
 Zhihao Chen, Zongping Shao, Ran Ran, Wei Zhou, Pingying Zeng and Shaomin Liu
- Analysis of solvent flux through nanofiltration membranes by mechanistic, chemometric and hybrid modelling**  
*Pp. 191-204*  
 J.L.C. Santos, A.M. Hidalgo, R. Oliveira, S. Velizarov and J.G. Crespo
- Homogeneous blend membrane made from poly(ether sulphone) and poly(vinylpyrrolidone) and its application to water electrolysis**  
*Pp. 205-210*  
 Shanfu Lu, Lin Zhuang and Juntao Lu
- Monitoring the structural alterations induced in  $\beta$ -lactoglobulin during ultrafiltration: learning from chemical and thermal denaturation phenomena**  
*Pp. 211-223*  
 Carla A.M. Portugal, João G. Crespo and J.C. Lima
- Effect of silane coupling agents on the performance of RO membranes**  
*Pp. 224-231* Nowon Kim, Dong Ho Shin and Yong Taek Lee

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>И.А. Романова, И.В. Петрова, В.И. Лебедева, В.В. Волков, Г.Ф. Терещенко, R. van der Vaart, J. van Erkel</i> Одноволоконный каталитический мембранный контактор/реактор для удаления растворенного кислорода из воды.....	3
<i>О.А. Дёмина, Н.П. Березина, Л.А. Анникова, А.В. Дёмин, С.В. Тимофеев</i> Влияние армирующей ткани на электротранспортные свойства перфторированных мембран нафион и МФ-4СК .....	11
<i>А.В. Бильдюкевич, М.А. Мовчанский, Е.С. Варслован</i> Влияние молекулярной массы полисульфонов на структуру и проницаемость капиллярных мембран .....	19
<i>А.В. Десятков, А.В. Асеев, О.А. Подымова, А.Е. Баранов, А.В. Егоров, Н.Н. Казанцева, И.А. Прохоров</i> Влияние температуры на процесс обратнoосмотического опреснения воды каспийского моря.....	28
Памяти Элизбара Михайловича Балавадзе .....	41
Реферативный раздел	
Статьи .....	42
Патенты .....	79
Указатели	
Предметный указатель .....	88
Авторский указатель .....	115
Указатель источников.....	120
Патентный указатель.....	122
Journal of Membrane Science, 2007, VV. 297–300 .....	123

## CONTENTS

<i>I.A. Romanova, I.V. Petrova, V.I. Lebedeva, V.V. Volkov, G.F. Terescchenko, R. van der Vaart, J. van Erkel</i> Single hollow fiber catalytic membrane contactor/reactor for dissolved oxygen removal from water.....	3
<i>O.A. Dyomina, N.P. Berezina, L.A. Annikova, A.V. Dyomin, S.V. Timofeev</i> Influence of reinforcing fibers on electrotransport properties of perfluorinated membranes nafion and MF-4SK .....	11
<i>A.V. Bilydukevich, M.A. Mauchansky, E.S. Varslavan</i> Effect of molecular mass of polysulfones on the structure and performance of capillary membranes .....	19
<i>A.V. Desyatov, A.V. Aseev, O.A. Podymova, A.E. Baranov, A.V. Egorov, N.N. Kazantseva, I.A. Prokhorov</i> Influence of temperature on the process of reverse osmosis desalination of the Caspian seawater .....	28
In memory Elisbar Balavadze.....	41
References	
Articles .....	42
Patents .....	79

---

Indexes	
Subject Index.....	88
Author Index .....	115
Bibliographical Index.....	120
Patent Index.....	122
Journal of Membrane Science, 2007, VV. 297–300 .....	123

---

Подписано в печать 05.09.2007

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).

