
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

Серия. КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕМБРАНЫ



информационно - аналитический журнал

№4 (36)

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.

№ 4 (36)

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.

© ВИНТИ, 2007

© Мембраны

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ФИЛЬТРЫ И ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ МЕМБРАНЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В УСЛОВИЯХ КОНТРОЛИРУЕМОЙ КАРБОНИЗАЦИИ ПОЛИМЕРОВ

О.К. Алексеева, А.А. Котенко, М.М. Челяк

ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», Москва
e-mail: alex@hepti.kiae.ru

Рассмотрены основные стадии получения карбонизованных покрытий на трубчатых керамических подложках различной пористости. Обоснована целесообразность использования фенольных (фенолоформальдегидных) смол (ФФС) в качестве прекурсора для создания высокотемпературных мембран и фильтров. Установлена зависимость типа получаемых карбонизованных слоев от эффективного диаметра пор подложки. Для ФФС в качестве прекурсора определены оптимальные условия всех стадий получения карбонизованных слоев на трубчатых элементах из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ диаметром 8-16 мм и средним эффективным диаметром пор 5-7 мкм и изучены свойства получаемых карбонизованных слоёв. Рассмотрено влияние условий карбонизации на изменение структуры прекурсора – карбонизованного слоя. Обсуждаются пути дальнейших исследований и перспективы использования углеродных фильтров и мембран.

Ключевые слова: мембраны, полимерный прекурсор, карбонизация, карбонизованный (углеродный) слой.

Main stages of carbonized coatings production on commercial tubular ceramic supports with different porosity are analyzed. Expediency of phenol (phenol-formaldehyde) resin (PFR) application as precursor for high temperature membranes and filters is validated. The relationship of the type of obtained carbonized coatings with support effective pore size is determined. Optimal conditions for all stages of carbonized layers production on tubular $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ elements with diameter of 8-16 mm and mean effective pore size of 5-7 μm are defined for PFR as precursor. Properties of obtained carbonized layers are investigated. The influence of carbonization conditions on the changes in the precursor – carbonized layer structure is studied. Ways of further investigations and prospects of carbon filters and membranes application are considered.

Keywords: membranes, polymeric precursor, carbonization, carbonized (carbon) layer.

1. Введение
2. Экспериментальная часть
 - 2.1. Подложки и прекурсоры
 - 2.2. Нанесение и предварительная обработка ФФС
 - 2.3. Карбонизации полимерных покрытий
 - 2.4. Методы исследований структурных и мембранных свойств
3. Результаты и обсуждение
 - 3.1. Особенности получения карбонизованных покрытий на основе ФФС
 - 3.1.1. ФФС – как прекурсоры для высокотемпературных мембран и фильтров
 - 3.1.2. Получение карбонизованных слоёв на основе ФФС на различных подложках
 - 3.2. Мембранные (фильтрационные) свойства

- 3.3. Термообработка и изменение структуры
 4. Дальнейшие исследования и перспективы использования углеродных фильтров и мембран
 5. Заключение
- Литература

1. Введение

Мембранные методы разделения и очистки широко используются в энергетике, разных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, биологии, медицине и др. К достоинствам этих методов относятся существенно меньшее энергопотребление, чем, например, у традиционных систем разделения, а также их важность для сохранения окружающей среды. Наиболее широким классом мембран являются полимерные,

однако в последнее время большое внимание привлекли неорганические высокотемпературные мембраны. И те, и другие имеют свои достоинства и недостатки, например, недостаточная химическая стойкость первых и низкая (в ряде процессов) селективность вторых.

Углеродные газоразделительные мембраны могут стать серьезной альтернативой как керамическим неорганическим, так и полимерным мембранам и расширить возможности мембранных методов разделения газов. В некоторых процессах селективность таких мембран приближается к селективности полимерных, и в ряде случаев даже превышает ее, а проницаемость, термическая и химическая стабильность сравнимы с аналогичными характеристиками других неорганических мембран. Однако до настоящего времени отсутствуют надежные методы получения таких мембран с заданной механической прочностью и высокими эксплуатационными свойствами.

Хорошо известно, что углеродные материалы (в том числе и наноструктурные) могут быть получены как путем пиролиза органических соединений в газовой фазе, так и путем термохимических реакций, протекающих в твердой фазе. При карбонизации в газовой фазе образуются разнообразие углеродные структуры, от пиролитического углерода до (при наличии каталитических частиц) углеродных и графитизированных нановолокон, нанотрубок. При термическом разложении в твердой фазе формируются такие нанопористые углеродные структуры как активированные угли, углеродные молекулярные сита; нанокристаллические структуры - углеродные волокна, стеклоглерод. Получение той или иной структуры зависит от условий карбонизации - скорости процесса, концентрации и типа прекурсора, присутствия катализатора и др.

Обзор разработок углеродных мембран (свободных и на носителях), полученных при пиролизе полимеров за период 1970-2000 г., представлен в [1]. Кратко описаны возможные механизмы транспорта. Рассмотрены четыре основные конфигурации мембран (плоские мембраны, на трубчатых носителях, капиллярные и из полых волокон). Отмечается, что до 1990 г. в основном были синтезированы плоские углеродные мембраны, которые полезны для иссле-

дований в лабораторных условиях и применениях, например, в медицине, но мало подходят для масштабного промышленного использования. Позднее появились мембраны на трубчатых носителях, затем капиллярные и полуволоконные. Из приведенных данных о фирмах - разработчиках мембран следует, что только три из них (TECH-SEP CARBOSEP®, Le Carbone Lorraine, Gaston Country UCARSEP®) изготавливают углеродные мембраны. Авторы [1] объясняют это их высокой стоимостью. Особое внимание в обзоре уделяется полуволоконным мембранам, которые, по мнению авторов, имеют большой потенциал для широкого использования в газоразделительных процессах.

Анализ современного состояния процессов получения композитных углеродных газоселективных мембран, формируемых в условиях контролируемой карбонизации, представлен в обзоре [2]. Подробно рассмотрены наиболее распространенные полимерные прекурсоры, которые могут быть использованы для получения газоразделительных мембран (фенольные смолы, полиимиды и некоторые другие), коммерческие подложки разных фирм (в том числе, выпускаемые в России), различные способы нанесения на подложку прекурсоров и условия проведения предварительной обработки, пиролиза/карбонизации и заключительной обработки.

Наши исследования [2-7] и данные других авторов показывают, что обеспечить необходимый комплекс мембранных (фильтрационных) свойств может управляемая карбонизация тонких сплошных полимерных слоев, нанесенных на механически прочную, химически и термически стабильную основу, формирующая необходимую углеродную структуру.

2. Экспериментальная часть

2.1. Подложки и прекурсоры

В настоящей работе были проведены исследования возможного использования для создания высокотемпературных фильтров и газоселективных мембран, формируемых в условиях контролируемой карбонизации, достаточно широкого спектра подложек и полимерных прекурсоров. Вначале были проведены предварительные исследования, на основании которых были выбраны подложки и прекурсоры, на наш

взгляд наиболее перспективные для решения поставленной задачи. Ниже приведены все подложки и прекурсоры, рассмотренные в рамках настоящей работы.

В качестве подложек (основы мембран) использовали:

- керамические пористые трубчатые мембраны на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ $8*1,0$ мм со средним эффективным диаметром поверхностных пор $0,2$ мкм (ТУ 3113-001-001739 01-95);
- керамические пористые трубчатые мембраны на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ $8*1,0$ мм с мембранным поверхностным слоем из ZrO_2 и средним эффективным диаметром поверхностных пор $0,2$ мкм;
- керамические пористые трубки на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ с наружным диаметром 16 мм и средним эффективным диаметром поверхностных пор $5-7$ мкм;
- керамические пористые трубчатые мембраны на базе TiO_2 ;
- плоские подложки из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ с поверхностным слоем из металлического Mg , нанесенного методом осаждения частиц из паровой фазы;
- плоские подложки из пористой нержавеющей стали;
- керамические пористые трубчатые мембраны на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ($8*1,0$ мм и $10*1,5$ мм) с эффективным диаметром поверхностных пор $0,2$ мкм с дополнительными слоями:
 - Cr , Cr-C , SiC – (получены химическим способом),
 - металлические Ti и Mo – (получены методом магнетронного распыления).

Во время исследований нами была рассмотрена возможность использования в качестве прекурсоров достаточно широкого круга существенно различающихся по свойствам полимеров, однако, в настоящей работе мы остановимся только одном типе прекурсоров, наиболее перспективным для получения высокотемпературных фильтров и мембран: фенольные (фенолоформальдегидные) смолы (далее ФФС) новолачного (раствор марки РСФ-010) и резольного (растворы марок ЛБС-1 и БЖ) типов.

Характеристики прекурсоров:

- ЛБС-1 (в соответствии с ГОСТ 901-78, изм.1-6): массовая доля смолы – $58-60\%$, массовая доля свободного фенола – до $9,0\%$, массовая

доля воды – не более 10% , время желатинизации – до 100 сек.

- РСФ-010 (в соответствии с ТУ 2221-101-05015227-2004 изм.1): массовая доля смолы – $63\pm 3,0\%$, время желатинизации – до 300 сек.

2.2. Нанесение и предварительная обработка ФФС

ФФС наносились на внешнюю поверхность трубчатых элементов методом окунания или полива при постоянном вращении элементов вокруг своей оси со скоростью $5-30$ об/мин. В ряде экспериментов излишек смолы снимался с поверхности подложки специальным «съёмником». В случае если нанесение при вращении было невозможно по технологическим причинам (образцы плоской конфигурации или трубчатые диаметром менее 4 мм), прекурсор наносился методом окунания или кистью. Сушка образцов с покрытием из ФФС проводилось по различным методикам (подробнее будет рассмотрено в п. 3.1.2.) с обязательной последующей термостабилизацией.

Качество полученных покрытий оценивали методом «точки пузырька» в воде или этиловом спирте.

2.3. Карбонизации полимерных покрытий

Термообработку образцов проводили в специально изготовленном реакторе, исключающем возможность подсоса воздуха из внешней среды, при постоянной продувке азотом (аргоном) при температурах до 950°C . Условия карбонизации (поток инертного газа, скорость нагрева, время выдержки при определенной температуре и конечная температура) подбирались индивидуально в зависимости от типа полимера и подробно описаны в разделе 3.

На *рис. 1а* представлены типичные исходные подложки, некоторые подложки с нанесенным прекурсором и карбонизованные, на *рис. 1б* – мембрана на разных этапах получения.

2.4. Методы исследований структурных и мембранных свойств

Структура исходных образцов и образцов после термообработки охарактеризована с помощью метода рентгеновской дифракции с использованием CuK_α -излучения и сканирующей

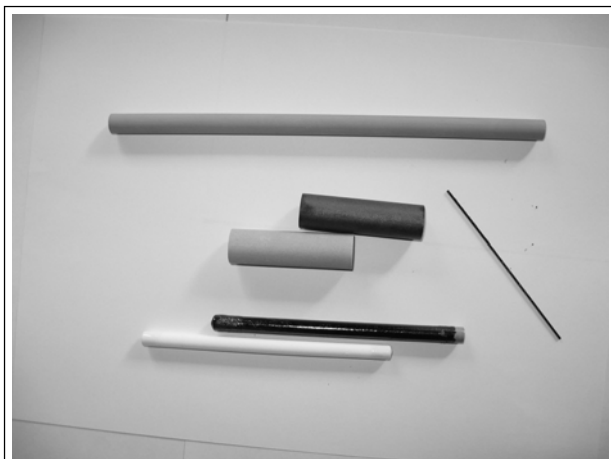


Рис. 1а. Типичные исходные подложки и подложки с карбонизованным слоем



Рис. 1б. Карбонизованная мембрана на разных этапах получения (исходная подложка, после термостабилизации, после карбонизации) и скол карбонизованной мембраны

электронной микроскопии на приборе S-570 (Hitachi).

Газоразделительные свойства мембран определяли объемным методом с использованием газосчетчика ГСК-4 (Россия) по азоту, гелию, кислороду и углекислому газу.

3. Результаты и обсуждение

Ранее нами было изучено влияние концентрации исходного раствора прекурсора и количества наносимых слоев на толщину и дефектность селективного слоя на примере несшивающихся полимеров ПАИ, Серагель, Иплон и ряд других. Была отработана методика нанесения тонких равнотолщинных слоев полимерных прекурсоров, в том числе и на пористую под-

ложку, что является главным условием получения мембран с высокой механической прочностью. Установлена взаимосвязь кратности нанесения раствора на подложку и концентрации раствора с газопроницаемостью карбонизованных покрытий (исходных и активированных в углекислом газе); получены стабильные углеродные покрытия с хорошими адгезионными свойствами и однородной пористой структурой. [2, 4-9]. Однако эти полимеры, как правило, могут быть подвергнуты только частичной карбонизации, т.к. ввиду отсутствия сшитой структуры при полной карбонизации они не образуют сшитых, механически достаточно прочных слоев. Такие структуры могут образовывать ФФС, использование которых в качестве прекурсоров и явилось предметом настоящей работы.

3.1. Особенности получения карбонизованных покрытий на основе ФФС

3.1.1. ФФС – как прекурсоры для высокотемпературных мембран и фильтров

В настоящей работе мы использовали фенольные (фенолоформальдегидные) смолы (ФФС), продукты поликонденсации фенолов с формальдегидом. Интересно, что это первые полимеры, синтезированные человеком. Ровно 100 лет назад, в 1907 г., Л. Бакеланд запатентовал свой первый в мире процесс производства действительно синтетического полимерного материала [10]. Сейчас фенольные смолы являются широко распространенными и недорогими полимерами. Материалы на их основе и в наше время имеют очень высокий технико-экономический потенциал.

При взаимодействии фенолов с формальдегидом в зависимости от pH среды образуются принципиально отличающиеся друг от друга новолачные и резольные смолы. Новолачи получают в кислой среде. Это термопластичные (растворимые и плавкие до 200-250°C) низкомолекулярные (M~2000) смолы преимущественно линейного строения, в молекуле нет реакционноспособных групп. Отверждаются они только с помощью отвердителя (обычно гексаметилентетрамин ГМТА).

Резольные смолы получают в щелочной среде, как правило, при избытке формальдегида. Это терморезистивные низкомолекулярные смо-

лы, молекула содержит реакционноспособные группы CH_2OH . При нагревании (или под действием кислот) образуют сшитый нерастворимый и неплавкий полимер (резит). Резиты разнообразной структуры образуются уже при невысоких температурах $\sim 300^\circ\text{C}$.

Фенольные смолы применяются для получения различных углеродных (графитовых) материалов – для пропитки прессованных изделий, в качестве связующего вместо каменноугольного пека, в упрочненных углеродных композитах, а также в качестве исходных материалов для стекло- и пеноуглерода. Они имеют заметное сходство по структуре и составу с некоторыми видами углей и хорошо подходят для карбонизации [11]. Наличие в этих смолах гетероатомов кислорода влияет на особенности карбонизации. Участвуя в реакциях дегидрирования, дегидратирования и частичного декарбоксилирования, кислород ускоряет образование промежуточных мостиков, поперечных связей и таким образом влияет на структурирование полимера при его термообработке [11]. Установлено, что независимо от того, в какой атмосфере она ведется, в окислительной или инертной, процесс всегда имеет термоокислительный характер из-за высокого содержания в фенольной смоле кислорода [10]. По-видимому, после полного отверждения все фенольные смолы при термообработке ведут себя почти одинаково. Из приведенных в [10] данных, относящихся к изменению массы и объема, следует, что термическая деструкция происходит в три стадии. На первой стадии (до 300°C) полимер почти не изменяется, количество выделяющихся газовых продуктов разложения составляет всего 1-3%; в основном диффундирует вода и не прореагировавшие ранее фенол и формальдегид. В интервале температур от 300 до 600°C выделяется основная часть газообразных продуктов (вода, метан, оксид и диоксид углерода, фенол и др.). По данным ИК спектроскопии начинают накапливаться карбонильные и карбоксильные группы. При термообработке новолачной ФС в потоке азота авторы [12] наблюдали две основные стадии потери веса – при 400 и 550°C . При температуре выше 600°C происходят глубокие превращения. Выделяется вода, диоксид углерода, метан, фенол, бензол и др. Происходит формирование микропористой структуры.

При термообработке растворов фенолоформальдегидных смол, которые в частности используются в наших исследованиях, уже на этапе отверждения при нагреве до 150°C наблюдается непрерывное изменение массы образцов, причем наибольшие потери происходят до 100°C . В основном это объясняется выходом растворителя и воды.

Для создания карбонизованного селективного мембранного слоя используются ФФС как резольного, так и новолачного типа. Следует иметь в виду, что термопластичные новолачные смолы имеют скорость отверждения выше, чем терморезинные резольные смолы. Резолы при переработке способны долго сохранять вязкотекучее состояние, что требует подбора специальных условий при получении карбонизованного слоя.

К достоинствам ФФС как прекурсоров относится то, что углеродные слои с молекулярно-ситовой структурой могут быть получены при карбонизации в диапазоне температур 600 - 800°C , а также высокий выход углерода после карбонизации, невысокая стоимость и доступность [5]. Обзор работ, в которых для получения углеродных мембран использовали прекурсоры на основе фенольных смол, приведен в [2], см. также ссылки [9-19] отсюда. Были получены высокие значения селективности для O_2/N_2 , CO_2/CH_4 , H_2/N_2 , H_2/CH_4 (при различных, не всегда больших, величинах проницаемости).

3.1.2. Получение карбонизованных слоёв на основе ФФС на различных подложках

Исходная пористая структура подложки является наряду со свойствами (в частности, динамической вязкостью) полимерного прекурсора одним из основных факторов, влияющих на то, какой механизм разделения будет действовать в карбонизованном слое полимерного покрытия. Например (по литературным данным), для реализации молекулярно-ситового разделения средний диаметр пор подложки должен быть равен 30 - 50 нм при узком распределении пор по размерам. Для создания высокотемпературных фильтров (карбонизованные слои в них не обладают газоселективными свойствами, имеют достаточно узкое распределение пор по размерам) таких жестких требований к подложке не предъявляется.

В настоящей работе изучена возможность использования в качестве подложек различных термостабильных и химически стойких трубчатых керамических носителей (в том числе с дополнительными модифицирующими слоями) со средним диаметром пор подложки от 4 нм до 40-60 мкм. Для сравнения исследованы типичные плоские подложки.

Следует отметить, что при среднем эффективном диаметре пор подложки более 0,2 мкм говорить о поверхностном карбонизованном слое (т.е. когда слой сформирован непосредственно на поверхности (внешней или внутренней) подложки) некорректно, т.к. с увеличением диаметра пор свыше 0,1-0,2 мкм наблюдается значительное проникновение ФФС в поверхностный слой подложки, и становится принципиально возможным получение двух типов карбонизованных слоёв:

Тип 1. Получение слоя, минимально проникающего в подложку (например, за счёт создания промежуточных слоёв), т.е., насколько это возможно, создание слоя непосредственно на поверхности подложки.

Тип 2. Изменение структуры приповерхностного (непосредственно примыкающего к поверхности) слоя подложки, т.е. создание сплошного карбонизованного слоя преимущественно в приповерхностном верхнем слое пористой структуры подложки.

В *табл. 1* приведены характеристики исследованных подложек.

Видно, что, несмотря на одинаковый состав, приведённые в *табл. 1* подложки обладают принципиально отличающимися характеристиками по размеру пор.

На приведенных подложках были получены карбонизованные покрытия (при использовании в качестве прекурсора ФФС резольного типа

марки ЛБС-1). На подложках №№ 1-4 нанесение прекурсора осуществлялось методом окупания, а на подложке № 5 – окупанием и кистью.

На подложках №№ 1 и 2 были получены поверхностные карбонизованные слои (первого типа). Однако, получить бездефектные слои не удалось. При карбонизации (в любом режиме) наблюдалось растрескивание карбонизованного слоя вплоть до отслоения, особенно при любом механическом воздействии. Из полученных результатов может быть сделан вывод о недостаточной адгезии карбонизованного слоя к подложке. Вероятно, это связано с тем, что при нанесении ФФС совершенно не проникает в поры подложки, ввиду довольно высокой вязкости.

На подложке №3 были получены поверхностные карбонизованные слои с хорошей адгезией к подложке (тип 1). Толщина слоя составляла от 20-30 до 150-200 мкм (при этом толщина слоя достаточно хорошо контролируется на стадии нанесения ФФС). Образованный карбонизованный слой обладает высокой механической прочностью, хорошей адгезией к подложке.

На подложках №№ 4 и 5 говорить о получении только поверхностных слоёв нельзя. Полимер достаточно глубоко проникает в подложку, в результате чего образуется карбонизованный слой второго типа. На подложке №5 толщина такого слоя (ввиду большого размера пор подложки) может достигать нескольких сотен микрон, что резко уменьшает его удельную проницаемость и делает промышленное использование малоперспективным. Следует добавить, что на этой подложке газоплотный (после термостабилизации) слой ФФС можно было получить только после 3-4 циклов окупания с промежуточным подсушиванием.

Отдельно следует рассматривать случай, когда после получения карбонизованного покры-

№	Материал	Внешний диаметр, мм	Толщина стенки	Средний размер поверхностных пор
1	Керамика на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	1,1	0,4	4 нм
2	Керамика на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	1,1	0,4	40 нм
3	Керамика на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	8,0	1,0	0,2 мкм
4	Керамика на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	16,0	4,5	5,0 мкм
5	Керамика на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	120	25	40-60 мкм

Табл. 1

тия на подложке №4, для устранения его дефектов на него (карбонизованный слой) наносился второй слой прекурсора с последующей карбонизацией по стандартной методике. Было установлено, что, по крайней мере, на данной подложке этот подход невозможен. Второй слой осыпается после карбонизации, что, вероятно, (по аналогии с подложками №1,2) связано малым размером поверхностных пор первого карбонизованного слоя, что ведет к недостаточной адгезии второго слоя к первому.

Также нами были изучены подложки с дополнительными промежуточными слоями. Однако полученные результаты показали, что в настоящее время они представляют научный интерес для создания углеродных мембран, но неэффективны для коммерческого использования.

В связи с наибольшей перспективностью для последующего промышленного использования, наиболее подробно процесс получения карбонизованных покрытий на основе ФФС изучался на подложках №№ 3 и 4.

Процесс получения карбонизованных покрытий на основе ФФС состоит из нескольких основных стадий (нанесение прекурсора на подложку, сушка и термостабилизация, карбонизация).

Нанесение прекурсора на подложку

При предварительных исследованиях было рассмотрено несколько способов нанесения прекурсора на эти подложки: кистью, поливом, погружением. Было установлено, что наиболее однородный слой получается при методе погружения (в специальной ванне при вращении образца вокруг своей оси). На подложке №4 излишек полимера мог убираться съемником – при этом на поверхности подложки сплошного слоя не образовывалось. Помимо большей однородности при таком методе в нанесенном слое образовывалось минимальное количество газовых пузырьков, которые могут привести к образованию значительных дефектов покрытия на следующих стадиях его получения. Нужно отметить, что постоянное вращение образца (с момента начала нанесения прекурсора и до степени высыхания соответствующей потери текучести) является обязательным условием получения однородного по толщине покрытия. Вре-

мя высыхания (до потери текучести) нанесенного слоя прекурсора составляло 24-60 часов при 25°C (в зависимости от толщины слоя). Такое значительное время (намного превышающее время высыхания, указанное производителем), вероятно, обусловлено нахождением прекурсора в пористой структуре подложки, что значительно затрудняет выход из него остаточного растворителя и, соответственно, увеличивает время высыхания. В связи с этим особо значимой становится следующая операция – сушка.

Сушка и термостабилизация нанесенного слоя ФФС

В соответствии с данными производителя термостабилизацию ФФС (ЛБС-1) рекомендуется проводить при нагревании до 120°C за 5 часов непосредственно после завершения желатинизации. Нами было установлено, что проведение по рекомендованной производителем схеме термостабилизации невозможно. Как уже отмечалось, это обусловлено нахождением полимера внутри пористого слоя, что ведет к появлению специфических эффектов (особенно сильно проявляются на подложке №4). Поэтому проведение термостабилизации возможно только после сушки слоя.

Сушка оказалась стадией, в наибольшей степени определяющей целостность получаемых слоев. Основная проблема, которую нужно было решить, состояла в возможности образования (при последующей термостабилизации или непосредственно в процессе сушки) в слое нанесенного полимера дефектов в виде газовых пузырьков. Причем в предельном случае наблюдалось «вскипание» нанесенного слоя. Даже в случае, если образование таких пузырьков не приводило к разрушению слоя, на стадии термостабилизации это гарантированно вело к образованию сквозных дефектов после карбонизации, т.к. карбонизованный слой в местах дефектов не имел достаточной механической прочности.

В результате проведенных исследований нами были установлены общие принципы сушки и термостабилизации нанесенного слоя, позволяющие избежать образования значительного количества таких дефектов и получить целостный газоплотный слой.

После нанесения слой должен предварительно подсушиваться не менее 4 часов при температуре не выше 30°C. На втором этапе необходима достаточно длительная сушка при температуре ниже точки кипения этилового спирта (растворитель), и желательна ещё одна ступенька сушки при температуре 90-95°C. Только после этого возможно проведение собственно термостабилизации при температуре, рекомендованной разработчиком.

В итоге эмпирически получена следующая методика сушки, исключая образование, по крайней мере, значительных дефектов нанесенного слоя ФФС.

- Нанесение прекурсора методом окунания.
- Предварительное подсушивание – не менее 4 часов при температуре до 30°C.
- Сушка: не менее 4 часов при температуре 60-70°C, не менее 2 часов при температуре – 90-95°C. Скорость нагрева образца не более 20°C/час.
- Термостабилизация – 1 час при температуре 150°C.

Все операции проводятся при постоянном вращении элемента вокруг оси со скоростью 2-10 об/мин.

Карбонизация

Как уже отмечалось в разделе 3.1. и предыдущей статье [2], в литературе предлагаются достаточно значительно отличающиеся режимы проведения карбонизации ФФС.

Нами проводились исследования в следующих режимах карбонизации:

- Максимальная температура нагрева – 550-950°C, время выдержки при максимальной температуре – 30-60 мин.
- Скорость нагрева – 0,5-10°C/мин.
- Среда – азот (аргон). Постоянная продувка.
- Скорость охлаждения – не более 3°C/мин.

Как уже говорилось в разделе 3.1.1, развитие микропористой структуры при карбонизации ФФС происходит в диапазоне температур 600-800°C. Было установлено, что температура карбонизации должна составлять не менее 700°C. При температуре менее 600°C проницаемость и другие мембранные свойства полученных образцов крайне низки. Это подтверждают

литературные данные об образовании молекулярно-ситовых структур при термообработке фенольных смол в диапазоне температуре 600-800°C [2, 13].

Явно выраженных зависимостей свойств полученных слоев от скорости нагрева выявлено не было. В то же время установлено, что при превышении некоторой скорости нагрева (различной в разных диапазонах температур) наблюдается образование значительных дефектов (растрескивание) нанесенного слоя. Это явление, в первую очередь, обусловлено слишком интенсивным выходом продуктов разложения при высокой скорости нагрева. Для наших подложек экспериментально установлены (определены) следующие предельные скорости нагрева: до 300-350°C – не более 8°C/мин; в диапазоне 300-600°C – не более 3°C/мин; более 600°C - не более 1,0-1,5°C/мин.

На основании проведенных исследований нами был выбран «основной режим» карбонизации, в котором и проводилась обработка образцов. Критериями выбора являлись, с одной стороны, свойства получаемых образцов, с другой стороны, общее время процесса (не более 16 часов).

Выбранный оптимальный режим модификации:

- Постоянный проток азота (аргона) с расходом 10 см³/сек.
- Скорость нагрева:
 - до 300°C – 6°C/мин;
 - с 300°C до 450°C – 3°C/мин;
 - с 450°C до 600°C – 2°C/мин;
 - свыше 600°C – 1°C/мин.
- Время выдержки при максимальной температуре – 30 мин.
- Скорость охлаждения: свыше 500°C – 3°C/мин, менее 500°C – не контролировалась.

В ряде экспериментов проводилась выдержка образцов при промежуточной температуре (350-550°C) в течение 30 мин.

3.2. Мембранные (фильтрационные) свойства

На первом этапе осуществлялся контроль свойств полученных образцов по их проницаемости по воздуху при температуре 25°C и пере-

паде давлений до 1,0 МПа. Это являлось контрольным методом, позволяющим достаточно легко проводить тестирование качества полученных образцов. Исследование газоразделительных и фильтрационных свойств проводилось только на лучших образцах.

Измерение газопроницаемости образцов проводилось: на исходном образце, образце после термостабилизации, образце после карбонизации.

Проницаемость исходной подложки №4 составляет примерно $550 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{атм}$ (при перепаде давлений 0,1 МПа).

После нанесения ФФС, её сушки и термостабилизации образцы становились газонепроницаемыми (при давлении до 1,0 МПа и применяемой системе определения проницаемости). Именно непроницаемость образцов при таком давлении являлось критерием качества полученного термостабилизированного покрытия. Проницание воздуха через покрытие могло осуществляться только через дефекты термостабилизированного слоя.

Проницаемость композитной мембраны с карбонизованным покрытием в первую очередь определялась качеством полученного слоя после термостабилизации и условиями проведения термостабилизации.

При температуре карбонизации менее $300\text{-}350^\circ\text{C}$ слой сохраняет свою газонепроницаемость. С повышением температуры карбонизации проницаемость постепенно увеличивается, однако, явно выраженной зависимости проницаемости от температуры карбонизации нами не выявлено. Можно сказать, что наилучшие результаты получаются при карбонизации при температуре $700\text{-}750^\circ\text{C}$ в течение 30 минут.

При таком режиме на подложке №4 достаточно устойчиво получается структура, обеспечивающая фильтрацию на уровне 0,05-0,15 мкм при проницаемости на уровне $50\text{-}140 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{атм}$ (при перепаде давлений 0,1 МПа), т.е. 0,1-0,25 от исходной. Таким образом, по сравнению с исходной подложкой мембрана с карбонизованным слоем на основе ФФС позволяет почти на 2 порядка снизить размер пор при приемлемом (с технологической точки зрения) уменьшении проницаемости. Причем лучшие результаты получены при условии фор-

мирования карбонизованного слоя только в приповерхностном слое пор исходной подложки. В этом случае при примерно одинаковых (при прочих равных условиях) структурах, проницаемость выше. Следует добавить, что на мембранах с карбонизованными слоями (в отличие от чистой подложки) наблюдается достаточно четкая зависимость проницаемости от перепада давлений на мембране. Так, для образца, имеющего проницаемость при $\Delta P = 0,1 \text{ МПа}$ на уровне $140 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{атм}$, проницаемость при $\Delta P = 0,025$ и $0,15 \text{ МПа}$ составляла примерно 90 и $160 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{атм}$, соответственно.

Газоселективные свойства слоев, образованных на подложке №4 в среднем достаточно низки и незначительно превышают коэффициенты разделения в кнудсеновском режиме. В тоже время на некоторых образцах селективность разделения пары He/N_2 достигала 8-12, при относительно меньшей проницаемости. Это свидетельствует о том, что на основе подложки №4 с карбонизованным покрытием из ФФС получение композитных мембран для разделения газовых смесей принципиально возможно. Однако, для этого необходим тщательный подбор всех стадий процесса их получения, и именно это является наиболее перспективным продолжением настоящей работы.

3.3. Термообработка и изменение структуры

Как уже упоминалось выше (раздел 3.1.1), уже на этапе отверждения (термостабилизации) растворов фенолоформальдегидных смол при нагреве на воздухе до 150°C наблюдается изменение массы образцов. Потеря веса покрытия из ФФС (если за начальную массу принять массу, определенную сразу после полной желатинизации покрытия, что соответствует 30-40 мин для ЛБС и 4 часа для РСФ после нанесения) составляет после проведения термостабилизации от 30 до 45%, что достаточно точно соответствует количеству содержащегося в растворе ФФС растворителя и воды. То есть можно сказать, что при термостабилизации происходит только сшивка покрытия без принципиального изменения его состава. Вообще изменение массы покрытия при термостабилизации величина достаточно постоянная (отклонение от среднего значения составляет не более 15%).

№	Подложка	Температура карбонизации, С	Относительное изменение массы, %
1	α -Al ₂ O ₃ 8*1,0 мм	500	13
		700	44
		900	50
2	α -Al ₂ O ₃ 16*4 мм	500	12
		700	44
		900	48
3	α -Al ₂ O ₃ 8*1,0 мм с покрытием (Ti)	700	43
4	α -Al ₂ O ₃ 8*1,0 мм с покрытием (Mo)	700	43
5	α -Al ₂ O ₃ 8*1,0 мм с покрытием (Cr-C)	700	41
6	α -Al ₂ O ₃ 8*1,0 мм с покрытием (ZrO ₂)	700	44
7	TiO ₂	700	44

Табл. 2

Потери веса для образцов на различных подложках при карбонизации приведены в *табл. 2* (в качестве прекурсора во всех случаях использовался ЛБС-1):

Изменение массы образцов при карбонизации определялось из предположения, что масса образца после термостабилизации принята за 100%.

Из данных, приведённых в *табл. 2*, следует, что подложка не оказывает влияния на изменение массы слоя при карбонизации. Следует добавить, что для подложек с эффективным диаметром пор 4 и 40 нм получить достоверных данных о потере массы при карбонизации не удалось ввиду частичного осыпания слоя уже на стадии проведения карбонизации.

В нашей работе проведены исследования особенностей процесса карбонизации полимерных прекурсоров на различных подложках методом рентгеновской дифракции. Следует отметить, что литературных данных о структурных изменениях ФФС в процессе карбонизации очень мало. В работе [14] представлены данные рентгеноструктурных исследований процесса перехода фенолоформальдегидной смолы (бакелитовый лак марки А) в углеродный материал. В структуре продуктов карбонизации при низкотемпературной обработке (до 1000°С) имеется как упорядоченная (в основном двумерная фаза), так и аморфная. Наблюдается широкий размытый пик (002) в области $2\theta \sim 18-24^\circ$ (излучение CuK_α), а также пики (hk), характерные для турбостратного углерода. По данным авторов

структурирование начинается уже на ранней стадии термообработки (при 200°С), когда происходит образование ароматических плоских фрагментов, и нарастает до температуры графитизации. При температуре 3000°С бакелит графитируется на 40%.

Анализ наших данных показывает, что структурные преобразования полимерных прекурсоров при термообработке в одинаковых условиях происходят по-разному при использовании различных подложек. Рассмотрим в качестве примера результаты по карбонизации прекурсора ФФС резольного типа (ЛБС-1) на некоторых из керамических трубок. (Подробнее результаты исследования особенностей процесса карбонизации ФФС новолачного и резольного типов на подложках различного состава и структуры методом рентгеновской дифракции будут опубликованы в отдельной статье).

Рентгеновская дифрактограмма отвержденной ФФС резольного типа (ЛБС-1), используемой в наших экспериментах, приведена на *рис. 2*. Термостабилизация проводилась на воздухе при температуре 150°С в течение 1 ч.

Карбонизация проводилась в потоке азота в режиме, приведенном в п. 3.1.2, до 700°С с выдержкой в течение 1,0 часа при максимальной температуре. Рентгенограммы двух карбонизованных образцов на подложках из пористой керамики на основе оксидов алюминия и титана, представлены на *рис. 3*.

Анализ рентгенограмм показывает, что при карбонизации ФФС, нанесенной на керамиче-

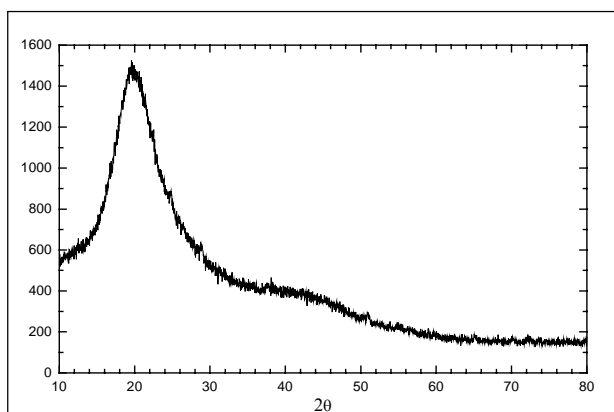


Рис. 2. Рентгеновская дифрактограмма отвержденной смолы резольного типа (ЛБС-1)

скую трубчатую TiO_2 - подложку, а также на керамические пористые трубчатые мембраны на базе $\alpha-Al_2O_3$ с дополнительными слоями хрома или карбидов хрома, протекают реакции деструкции - исходная структура полимера разрушается и заменяется разупорядоченным углеродом. Первый широкий пик смещается в сторону больших углов (типичное для ФФС положение этого пика $2\theta \sim 18,5^\circ$; для термостабилизированного лака ЛБС-1 по нашим данным он находится при $2\theta \sim 20^\circ$; после карбонизации смещается к $24-25^\circ$). Происходит только начало нового структурирования (с образованием новой структуры углеродного остатка). Увеличивается количество аморфного углерода.

Как уже было сказано выше, на подложках №№ 1 и 2 (табл. 1) были получены поверхностные карбонизованные слои (с недостаточной адгезией). На рентгенограммах этих образцов проявляется начальное структурирование, присутствуют пики керамики и размытый пик в области $2\theta \sim 20^\circ$.

Образец №3 (табл. 1) имеет хороший углеродный поверхностный слой (см. раздел 3.1 и 3.2). Пик в области $2\theta \sim 18-20^\circ$ не наблюдается, что подтверждает завершение карбонизации. Однако трехмерная упорядоченность поверхностного углеродного слоя полностью отсутствует.

Для крупнопористых подложек (образцы №№ 4-5 в табл. 1) проявляются только пики, соответствующие подложке. Как мы отмечали выше, карбонизация таких образцов не приводит к созданию поверхностного углеродного слоя, анализируемого в наших рентгеноструктурных исследованиях. Раствор полимерного прекурсора достаточно глубоко проникает в подложку. Однако получение в определенных условиях образца №4 с хорошими фильтрационными свойствами (см. раздел 3.2) говорит о том, что при карбонизации полимера происходит модификация внутренней поверхности макропор.

Дальнейшее повышение температуры углубляет структурирование, что подтверждается при анализе рентгенограмм образцов, карбонизованных в условиях «основного режима» карбонизации, описанного в разделе 3.1.2.

4. Дальнейшие исследования и перспективы использования углеродных фильтров и мембран

Углеродные мембраны перспективны для использования в водородной энергетике с целью выделения водорода из различных газовых смесей; восстановления ценного водорода из отра-

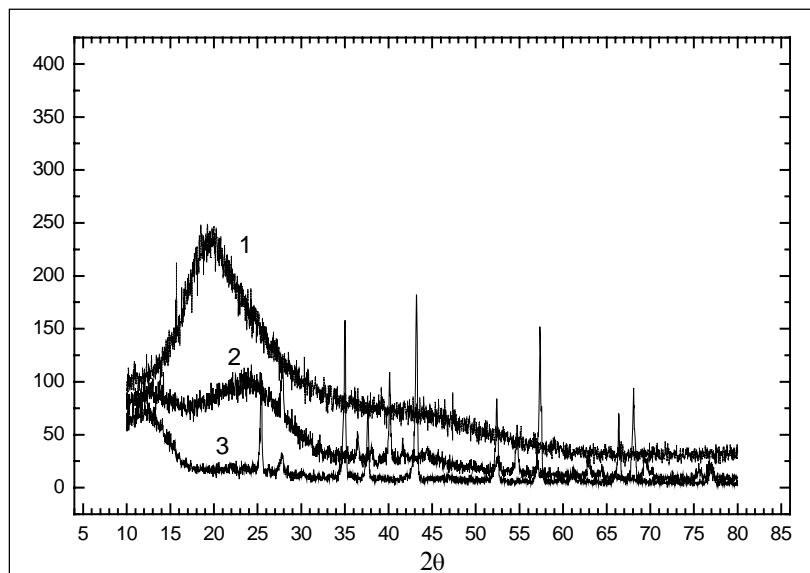


Рис. 3. Рентгеновские дифрактограммы углеродных мембран и отвержденной смолы: (1) – отвержденная смола (марка ЛБС-1) после карбонизации при нагреве до $700^\circ C$ и выдержке при этой температуре 1 ч.; (2) – ЛБС-1 на керамической трубчатой подложке на базе TiO_2 ; (3) – ЛБС-1 на керамической трубчатой мембране на базе $\alpha-Al_2O_3$, образец №3 в табл. 1

ботанных газов [напр., 15, 16]. Технология на основе использования углеродных мембран с селективным поверхностным потоком, разработанная в Air Products and Chemicals [16] внедрена в промышленность и используется для получения при высоком давлении обогащенных потоков водорода из смесей водорода с углеводородами. Разделение происходит за счет селективной адсорбции определенных компонентов смеси на стенки пор со стороны высокого давления и последующей селективной поверхностной диффузии адсорбированных молекул на сторону меньшего давления. В данном случае через мембрану селективно проходят углеводороды, а непроникший поток обогащается водородом. Недостатком данного типа мембран является их применимость к строго определенной газовой смеси.

В нефтехимической промышленности предлагается использование углеродных мембран для разделения легких алканов/алкенов с высокой селективностью [17, 18]. Ожидается, что энергопотребление будет значительно лучше, чем при использовании других методов – дистилляции, абсорбции, адсорбции.

Углеродные мембраны перспективны для решения экологических проблем, предотвращения загрязнения среды фторсодержащими газами. Так, они позволяют выделять такие газы как SF₆, C₂F₆, etc. из различных сред (воздуха, CO₂, etc.). Параметры мембран, разработанных в [19], - высокая проницаемость по воздуху 500 л/м²*бар*час и отличная селективность, и SF₆ может быть концентрирован до более чем 99% чистоты со степенью восстановления 99,7%.

Однако, несмотря на очевидные перспективы использования углеродных мембран, к сожалению приходится констатировать, что, по-видимому, единственные молекулярно-ситовые углеродные мембраны, которые выпускались для коммерческого использования, - это полволоконные мембраны фирмы Carbon Membrane Ltd (Israel) (эта фирма купила патенты «первооткрывателей» углеродных мембран, полученных карбонизацией полимеров, Кореша (Koresch) и Софера (Soffer); однако она прекратила свое существование в 2001 г. [20]. Фирма Blue Membranes GmbH (Germany) (насколько нам известно, единственная в Европе занимающаяся

производством газоразделительных углеродных молекулярно-ситовых мембран) начала разрабатывать концепцию новых «ситовых» модулей [20].

Работы по созданию углеродных молекулярно-ситовых газоразделительных мембран активно ведутся в США и Японии. Такие мембраны были получены при использовании трубчатой керамики фирмы NOK (Япония) на базе α-Al₂O₃ с диаметром пор 100-160 нм [21-25]. Однако эти подложки имеют наружный диаметр 2,4 мм, внутренний диаметр - 1,8 мм, т.е. не обладают достаточной прочностью и, следовательно, возникают трудности при создании аппаратов для практического применения.

В последнее время особое внимание уделяется исследованию поведения газов и жидкостей внутри углеродных нанотрубок (УНТ) и других наноструктур. Хотя полученные данные отрывочны, но ясно, что мембраны на основе УНТ (композитные, смешанные и др.) будут иметь существенные отличия от полимерных или цеолитовых мембран. что оно имеет яркие особенности. Сначала теоретики показали, что транспорт газа внутри одностенных нанотрубок (ОСНТ) на порядки величин больше, чем для других известных нанопористых материалов, например, цеолитов [26]. Затем появились и экспериментальные подтверждения: были сделаны первые мембраны, содержащие ОСНТ и многостенные нанотрубки (МСНТ) [27-28]. Нанотрубки были помещены в газоплотную пленку (в [27] использовались полимеры, а в [28] – нитрид кремния). Было продемонстрировано, а затем подтверждено новыми расчетами [29], что транспорт газов на 1-2 порядка выше, чем для обычной диффузии в режиме Кнудсена. Однако кроме проницаемости важной характеристикой для мембран является селективность. Эксперименты пока проведены для однокомпонентных газов. Теоретики [30]. предсказывают высокую селективность, но остается много невыясненных вопросов. Выводы относительно механизмов молекулярного транспорта являются противоречивыми, предположение некоторых авторов о диффузии газа в кнудсеновском режиме (с учетом «зеркальности» стенок нанотрубок), опровергаются выводами других исследователей.

Изучение механизмов транспорта молекул через такие композитные мембраны, рассмотре-

ние взаимосвязи кинетики диффузии и термодинамики адсорбции является необходимым условием целенаправленного синтеза углеродных мембран с заданными селективными свойствами. Как показывает анализ, проведенный в [3, 6], в этих и некоторых других исследованиях не принимаются во внимание значимые вопросы о природе, кинетике (диффузии) и предельных значениях сорбции водорода углеродными наноструктурами [31], которые тесно связаны с проблемой создания мембран нового поколения. В дальнейшем с использованием новых (нестандартных) концептуально-методологических подходов будут проанализированы возможные механизмы молекулярного транспорта в композите, содержащем углеродные наноструктуры, и проведено прогнозирование селективных свойств мембраны в зависимости от типа образующихся углеродных наноструктур.

5. Заключение

Разработанная технология создания композитных мембран с селективным углеродным слоем принципиально отличается тем, что при использовании промышленно выпускаемых, дешёвых полимерных прекурсоров направлена на формирование в процессе карбонизации определенной структуры (наноструктуры), которая должна улучшить не только массообменные свойства мембраны (селективность, проницаемость), но и эксплуатационные.

Результаты исследований показывают перспективность использования фенольных смол в качестве прекурсоров углеродных мембран. В качестве основы целесообразно применять термо- и химически стойкую керамику. Показано, что возможно формирование двух типов карбонизованных слоев – поверхностный углеродный слой и карбонизованные структуры в приповерхностном слое крупнопористой основы.

Полученные данные подтверждают принципиальную возможность создания высокотемпературных фильтров и композитных мембран для разделения газовых смесей на основе крупнопористой керамики с карбонизованным покрытием из ФФС.

В перспективе, разработанная технология предусматривает возможность создания на поверхности дополнительных каталитических

центров, способствующих формированию определенных наноструктур (фторирование в газовой фазе, нанесение дополнительных слоев методом магнетронного распыления и др.). Развитие работ по нанотехнологии в России позволит создать углеродные мембраны нового поколения.

Авторы выражают благодарность Е.В. Нефедовой за проведение исследований методом рентгеновской дифракции.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (номер проекта 06-08-00614).

Литература

1. Ismail A.F., David L.I.B. A review on the latest development of carbon membranes for gas separation // *J. Membr. Sci.* 2001. V.193 P.1–18.
2. Амирханов Д.М., Алексеева О.К., Котенко А.А. и др. Анализ современного состояния процессов получения композитных углеродных газоселективных мембран, формируемых в условиях контролируемой карбонизации полимеров // *Мембраны.* 2006. №4 (32), С.19-39.
3. Алексеева О.К., Амирханов Д.М., Котенко А.А. и др. Перспективы создания новых композитных материалов на основе углеродных наноструктур для газоразделительных и фильтрационных мембран // *Сб. материалов IV научно-практической конференции материаловедческих обществ России.* 21-24 ноября 2006 г. Ершово, Россия. С.64-65.
4. Алексеева. О.К., Амирханов Д.М. Достижения и перспективы в области создания неорганических газоразделительных мембран с углеродным разделительным слоем // *Российский химический журнал (Журнал РХО им. Д.И.Менделеева).* 2004, Т. 48 (5), С.82-89.
5. Alexeeva O.K., Amirkhanov D.M., Kotenko A.A. et al. Carbon membranes produced from polymeric compositions deposited on porous ceramic supports // *Extended abstract book of IX Int. conference ICHMS'2005 Sevastopol-Crimea-Ukraine, September 5-11, 2005, P. 590-593.*
6. Котенко А.А., О.К. Алексеева, Челяк М.М., Шапир Б.Л., Нечаев Ю.С. Новые направления мембранной технологии для выделения и концентрирования водорода в водородной энергетике // 10-я межд. конференц. «Водородное материаловедение и химия углеродных материалов» ICHMS'2007. г. Судак, Крым, Украина. 21-28.09.2007 г. С.734-737.
7. Алексеева О.К., Котенко А.А., Челяк М.М., Нефёдова Е.В. Особенности формирования углеродных мембран при карбонизации полимеров на пористых

- носителях // Всероссийская научная конференция мембраны-2007, Клязьма, 4-8 октября 2007г., С.141.
8. Амирханов Д.М., Алексеев С.Ю., Алексеева О.К., Котенко А.А., Челяк М.М., Шапир Б.Л. Карбонизация и графитизация полимерных покрытий на пористых керамических носителях // 2-ая Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология», Москва. 15-17 октября 2003 г. С. 44.
 9. Шапир Б.Л., Амирханов Д.М., Алексеева О.К., Алексеев С. Ю., Котенко А.А., Челяк М.М. Карбонизация полимерных покрытий на мезопористых керамических трубках с целью получения углеродных газоразделительных мембран // 8-я межд. конференц. «Водородное материаловедение и химия углеродных материалов» ICHMS'2003. г. Судак, Крым, Украина. 14-20.09.2003 г. С.860-861.
 10. А. Кноп, В. Шейб. Фенольные смолы и материалы на их основе. – Пер. с англ. М., «Химия», 1983. – 280 с.
 11. Грибанов А.В., Сазанов Ю.Н. Карбонизация полимеров (обзор) // ЖПХ. 1997. Т. 70. Вып. 6. С. 881-902.
 12. X. Zhang,, H. Xu, Y. Zhu, S. Zhu. Carbon molecular sieve membranes derived from phenol formaldehyde novolac resin blended with poly(ethylene glycol) // J. Membr. Sci. 2007. V.289. P. 86-89.
 13. Centeno T.A., Vilas J.L., Fuertes A.B. Effects of phenolic resin pyrolysis conditions on carbon membrane performance for gas separation // J. Membr. Sci. 2004. V.228. P. 45-54.
 14. Хакимова Д.К., Маслова Э.В., Филимонов В.А. и др. // В: Конструкционные материалы на основе графита. Сб. трудов № 7. М., Металлургия, 1972 г., С. 98-106.
 15. Алексеева О.К., Амирханов Д.М., Котенко А.А., Челяк М.М., Шапир Б.Л. Создание новых композитных материалов для задач водородной энергетики. // 10-я межд. конференц. «Водородное материаловедение и химия углеродных материалов» ICHMS'2007. г. Судак, Крым, Украина. 21-28.09.2007 г. С. 996-999.
 16. Rao M.B., Sircar S.. Performance and pore characterization of nanoporous carbon membranes for gas separation // J. Membr.Sci. 1996. V. 110. P. 109-118.
 17. Suda H., Haraya K., Alkene/alkane permselectivities of a carbon molecular sieve membrane. // J. Chem. Soc., Chem. Commun. 1997. P. 93.
 18. Okamoto K., Kawamura S., Yoshino M., Kita H., Hirayama Y., Tanihara N., Kusuki Y. Olefin/paraffin separation through carbonized membranes derived from an asymmetric polyimide hollow fiber membrane // Ind. Eng. Chem. Res. 1999. V. 38. P. 4424.
 19. Интернет-сайт www.p2pays.org/ref/22/21549.pdf. Carbon Membrane Separator for Elimination of SF6 Emissions from Gas-Insulated Electrical Utilities Gil Dagan, Giora Agam, Vitaly Krakov, Len Kaplan. Carbon Membranes Ltd, Rotem Industrial Park, D.N. Arava 86800, Israel.
 20. Lagorsse S., Leite A., Magalhaes F.D. et al. Novel carbon molecular sieve honeycomb membrane module: configuration and membrane characterization // Carbon. 2005. V. 43. P. 809-819.
 21. Kita H., Maeda H., Tanaka K., Okamoto K. Carbon molecular sieve membrane prepared from phenolic resin // Chem. Lett. 1997. V. 2. P. 179.
 22. Kusakabe K., Yamamoto M., Morooka S. Gas permeation and micropore structure of carbon molecular sieving membranes modified by oxidation // J. Membr. Sci. 1998. V. 149. P. 59-67.
 23. Yamamoto M., Kusakabe K., Hayashi J.-i., Morooka S. Carbon molecular sieve membrane formed by oxidative carbonization of a copolyimide film coated on a porous support tube // J. Membr.Sci. 1997. V. 133. P. 195-205.
 24. Kusakabe K., Gohgi S., Morooka S. Carbon molecular sieving membranes derived from condensed polynuclear aromatic (COP-NA) resins for gas separation // Ind. and Eng. Chem. Res. 1998. V. 37. №11. P. 4262-4266.
 25. Lee H.-J., Yoshimune M., Suda H., Haraya K.. Gas permeation properties of poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) (PPO) derived carbon membranes prepared on a tubular ceramic support // J. Membr. Sci. 2006. V. 279. P. 372-379.
 26. Skoulidas I., Ackerman D. M., Johnson J. K., Sholl D. S. Rapid transport of gases in carbon nanotubes // Phys. Rev. Lett. 2002. V. 89. P. 185901.
 27. Hinds B.J., Chopra N., Rantell T., Andrews R., Gavalas V., Bachas L.G.. Aligned multiwalled carbon nanotube membranes // Science. 2004. V. 303. P. 62-65.
 28. Holt J.K., Park H.G., Wang Y. et al. Fast mass transport through sub-2-nanometer carbon nanotubes // Science. 2006. V. 312. P. 1034.
 29. Skoulidas A. I., Sholl D. S., Johnson J. K. Adsorption and diffusion of carbon dioxide and nitrogen through single-walled nanotube membrane // J. Chem. Phys. 2006. V. 124. P. 054708.
 30. Chen H., Sholl D. S. Predictions of selectivity and flux for CH4/H2 separations using single walled carbon nanotubes as membranes. // J. Membr. Sci. 2006. V. 269. P. 152-160.
 31. Нечаев Ю.С. О природе, кинетике и предельных значениях сорбции водорода углеродными наноструктурами // УФН. 2006. Т.176 № 6. С. 581-610.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТОК ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ПРИМЕНЕНИЕ В НИХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В.А. Тверской, Ю.А. Федотов, П.А. Вдовин, В.П. Дубяга

МИТХТ им. Ломоносова, г. Москва,
ЗАО «НТЦ Владипор», г. Владимир

Проведен анализ влияния зависимости химической структуры диффузионных слоев на проницаемость и селективность CO_2 при выделении его из газовых смесей. Представлены модели облегченного переноса диоксида углерода в полимерных мембранах. Рассмотрены методы получения кислотного компонента полиэлектролитного комплекса. Показаны перспективы применения полиэлектролитных комплексов в мембранных газоразделительных процессах.

Ключевые слова: газоразделительная мембрана, пенетрант, носитель, облегченный перенос, полиэлектролитный комплекс.

Analysis has been made of influence of diffusion layer's chemical structures on the permeability and rejection of CO_2 during its removal from gas mixtures. Models of carbon dioxide relieved transfer in polymer membranes have been presented. Methods of producing the acid component of polyelectrolyte complex have been examined. Perspectives of using polyelectrolyte complexes in membrane gas separation processes have been shown.

Key words: gas separation membrane, penetrant, carrier, relieved transfer, polyelectrolyte complex.

1. Введение

2. Взаимосвязь химической структуры диффузионных слоев и их проницаемости по отношению к диоксиду углерода и селективности его выделения из газовых смесей

3. Методы синтеза полиэлектролитных комплексов и изучение массообменных свойств по отношению к различным газам

4. Влияние структуры полиэлектролитных комплексов и вклада элементарных стадий процесса взаимодействия диоксида углерода с полимерной матрицей на его массоперенос

5. Заключение

Литература

1. Введение

Мембранные процессы разделения газовых смесей являются неотъемлемой частью научно-технического прогресса во многих областях техники, в том числе, определяющих ее современное состояние. Это не только процессы в химической, нефтехимической и газовой промышленности, но и кондиционирование воздуха и газовых смесей для электронной промышлен-

ности, в автономных обитаемых замкнутых системах, перспективных биотехнологических, химических и фотохимических процессах утилизации, при хранении сельскохозяйственной продукции и др.

Уже в настоящее время мембранные процессы разделения газов успешно конкурируют с сорбционными и криогенными. Мембранные процессы отличает низкая энерго- и массоемкость, непрерывность и простота эксплуатации. Однако их развитие ограничивается отсутствием подходящих материалов для формирования диффузионных слоев газоразделительных мембран.

По комплексу показателей лучшими материалами для изготовления мембран являются полимеры. Их отличает широкий диапазон величин газопроницаемости и селективности, возможность синтеза полимера с заданной химической структурой и свойствами, возможность регулирования морфологии, простота и широкий набор методов переработки при изготовлении мембран различного геометрического профиля, возможность изготовления композиционных и многослойных мембран.

Успех научного поиска при разработке мембран новых поколений и реализации высокоэффективных мембранных процессов разделения газовых смесей во многом определяется глубиной понимания принципов функционирования мембранных систем и развитием физико-химических представлений о механизмах переноса в них.

В связи с этим актуальна цель представленной работы - теоретическое обоснование механизма переноса диоксида углерода в диффузионных слоях из полиэлектролитных комплексов, анализ взаимосвязи химической структуры и диффузионных свойств этих слоев.

2. Взаимосвязь химической структуры диффузионных слоев и их проницаемости по отношению к диоксиду углерода и селективности его выделения из газовых смесей

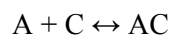
Анализ газопроницаемости большого числа полимерных материалов показывает [1-4], что при разделении смеси диоксида углерода с неполярными газами увеличение селективности сопровождается уменьшением проницаемости и наоборот. Наибольшие селективности достигаются в жесткоцепных полимерах, содержащих полярные группы: полиамидах [5], полисульфонах [6], поликарбонатах [7-9], поливинилхлориде, модифицированном N-метилдйтиокарбамамом [10], ароматических и алифатических простых эфирах [11], полисульфиде [12], полиимидах [13]. Это связано с увеличением растворимости диоксида углерода за счет его избирательного взаимодействия с полярными группами и одновременно уменьшения коэффициента диффузии вследствие уменьшения подвижности сегментов полимерных цепей.

В обзоре [14] обобщены данные по корреляционному анализу для прогнозирования параметров селективного переноса инертных, би- и многоатомных газов и паров углеводородов через полимерные мембраны и показано, что существующие корреляционные соотношения для диффузии, растворимости, проницаемости позволяют прогнозировать основные параметры трансмембранного переноса. В качестве корреляционных параметров рассматриваются характеристический диаметр и силовые постоянные мигрирующей молекулы.

Проведенные в работах [15, 16] исследования полимеров с температурами стеклования от 150 до 373°K и тридцати трех газов и паров различной природы показали, что коэффициенты проницаемости с достаточной точностью определяются температурой стеклования полимера и критической температурой пенетранта. Однако вышеприведенные корреляции относятся к системам со слабым взаимодействием газ-мембрана, где определяющим фактором переноса является диффузия.

Качественный скачок в направлении увеличения селективности связывается с разработкой мембран, в которых реализуется механизм облегченного переноса выделяемого компонента газовой смеси за счет избирательного обратимого взаимодействия газа с носителем, входящим в состав мембраны. Именно с помощью таких мембран с наибольшей эффективностью могут быть реализованы процессы выделения не только диоксида углерода, но и сероводорода, окислов серы и азота, аммиака, олефинов и ацетилена, способных образовывать с функциональными группами полимеров, из которых изготовлены диффузионные слои мембран, малоустойчивые (равновесные) комплексы и аддукты.

Уже первые появившиеся в 60-е годы сообщения [17-19] о разделении смесей газов с помощью мембран, содержащих в своем составе вещества, избирательно обратимо взаимодействующие с одним из компонентов газовой смеси, показали высокие потенциальные возможности такого типа мембран. В общем виде взаимодействие пенетранта с носителем может быть представлено уравнением:



где А – пенетрант, С – носитель (комплексообразователь), АС – комплекс пенетранта с носителем.

В обзорах [20-22] показана высокая селективность разделения газовых смесей с помощью жидких мембран, в которых реализуется механизм облегченного переноса. Термин «облегченный перенос» впервые был использован при описании процессов переноса в жидких мембранах, содержащих растворенный носитель. В этих мембранах носитель всегда подвижный. Напротив, в полимерных мембранах носитель

может быть связан с полимерной цепью различными способами:

- ковалентной связью и входить в боковую или основную цепь макромолекулы;
- координационной связью в случае комплексов переходных металлов (макромолекула в этом случае является лигандом);
- ионной связью, если носитель является противоионом.

Поэтому в настоящее время под облегченным переносом понимают процессы трансмембранного переноса через образование комплекса пенетранта с веществом-носителем, входящим в состав мембраны. В зависимости от способа иммобилизации носителя различают облегченный перенос с фиксированным либо подвижным носителем.

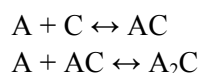
Разработанные в настоящее время модели облегченного переноса в полимерных мембранах с подвижным носителем и математическое описание этого процесса не отличаются от моделей переноса в жидких мембранах, рассмотренных в большом числе работ, начиная с 60-х годов [23-29]. Однако в большинстве из этих работ рассматриваются лишь предельные случаи переноса.

В работе [30] представлены математические модели облегченного переноса в широком диапазоне изменений условий переноса: процессы, лимитируемые диффузией и химическим взаимодействием пенетранта с носителем, процессы, где давление под мембраной отлично от нуля. Как и в большинстве работ по облегченному переносу, в этой работе рассматриваются параметры, влияющие на фактор облегчения (определяемый как отношение потоков пенетранта при наличии и отсутствии облегченного переноса). Показано, что величина фактора облегчения проходит через экстремум или запределивается в зависимости от толщины мембраны, соотношения между концентрациями пенетранта, носителя, констант прямой и обратной реакций образования комплекса пенетрант-носитель и коэффициента диффузии этого комплекса. Расчетные величины фактора облегчения, полученные в этой работе, вполне удовлетворительно совпадают с величинами, полученными в ранее опубликованных работах [31-33]. Смит и Квинн [34] получили аналитическое выражение для

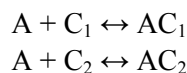
фактора облегчения в случае постоянной концентрации носителя вдоль мембраны. Это предположение является корректным при большом избытке носителя по отношению к пенетранту. Ноубл [35] провел сравнение диффузионно- и реакционно лимитируемых процессов и сделал вывод, что для последних фактор облегчения и селективность разделения двух газов, для одного из которых имеет место облегченный перенос, снижается с уменьшением толщины мембраны.

В работах [36-38] рассмотрены модели облегченного переноса в цилиндрических и сферических мембранах. В работе [39] Ноубл, рассматривая влияние фактора формы на модели переноса в диффузионно- и реакционно лимитируемых процессах, показал, что наибольший поток при прочих равных условиях дает плоская мембрана. В работе [40] Ноубл рассмотрел влияние градиента концентрации пенетранта вдоль оси цилиндрической мембраны. Проведенные им расчеты проиллюстрированы экспериментальными результатами по переносу этилена в жидкой мембране из водного раствора нитрата серебра.

Модели облегченного переноса в мембранах, содержащих два вида носителей, представлены в работе [41], где проведен анализ модели с последовательным присоединением пенетранта к носителям одного вида:

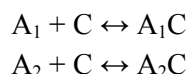


и модели одновременного присутствия двух видов носителей:



где C_1 и C_2 – носители различной природы. Показано, что величина фактора облегчения проходит через максимум в зависимости от величины произведения константы равновесия образования комплекса на концентрацию газа над мембраной.

Конкурирующий перенос двух газов, каждый из которых может образовывать комплекс с носителем:



рассмотрен в работах [42, 43]. В модели [43] предполагается постоянство концентраций свободного носителя по толщине мембраны. Эта модель удовлетворительно описывает [44] процесс разделения смеси CO_2/H_2 лишь при низких парциальных давлениях CO_2 , что авторы объясняют отсутствием данных по коэффициентам диффузии комплексов пенетрант-носитель. Однако авторы этой работы полагают, что предложенная модель может быть использована для прогнозирования величин факторов облегчения.

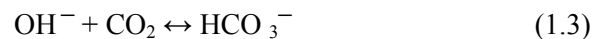
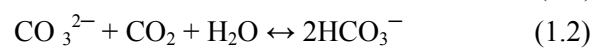
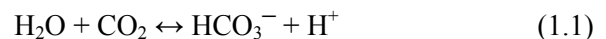
В отличие от жидких мембран, где носитель всегда подвижен, в полимерных мембранах возможна фиксация носителя на цепи макромолекулы. В работах [45, 46] Ноублом с соавторами проведен математический анализ облегченного переноса с фиксированным носителем и показано влияние константы равновесия реакции между пенетрантом и носителем и соотношения между облегченной и фиксированной диффузией на фактор облегчения. Этот анализ привел авторов к тем же выводам, что и модель двойной сорбции [47-49].

В цитированной работе [45] сделан вывод о зависимости потока пенетранта от морфологии мембраны. В работах [50, 51] Ноубл развил предложенную модель облегченного переноса в мембранах с фиксированным носителем, заключающуюся в том, что перенос осуществляется не непосредственно между фиксированными носителями, окруженными инертным полимером, а с участием пенетранта, растворенного в этом полимере, и установлении равновесия между пенетрантом, иммобилизованным на носителе и растворенным (свободным) в полимере. При математическом описании этого процесса использовано понятие эффективного коэффициента диффузии комплекса носитель-пенетрант.

В предложенной Касслером с соавторами [52] модели переноса предполагается, что перенос происходит в результате последовательных перескоков пенетранта от одного иммобилизованного носителя к другому (эстафетный механизм) и что существует перколяционный порог концентрации носителя, ниже которого облег-

ченного переноса нет. В модели же Ноубла отсутствует перколяционный порог. Отсутствие перколяционного порога при облегченном переносе в мембранах с фиксированным носителем подтверждается результатами исследований в работе [53], где показан облегченный перенос O_2 при концентрации Со-порфиринового комплекса в мембране 0,6 %. Из предложенной модели [50, 51] следует важный вывод: увеличение концентрации носителя автоматически не приводит к более высокой проницаемости пенетранта. Этот вывод подтвердили данные работы [22], авторы которой придерживаются аналогичной точки зрения на механизм переноса O_2 в мембранах, содержащих металл-порфириновые комплексы.

Для облегченного переноса CO_2 в полимерных мембранах используются те же реакции его взаимодействия с носителем, что и в жидких мембранах. Это поглощение CO_2 щелочными растворами и растворами карбонатов с образованием бикарбонат-иона:



и растворами первичных аминов с образованием карбаматов:



с той лишь разницей, что в полимерных мембранах носитель иммобилизован в структуре макромолекулы.

Впервые облегченный перенос CO_2 в полимерных мембранах рассмотрен в пионерской работе ЛеБланка с соавторами [54] и патенте [55]. В этих работах использовали ионообменную мембрану из сульфированного полистирола, привитого на политетрафторэтилен, с монокатионом ЭДА в качестве противоиона. Проницаемость CO_2 такой мембраны в 20 раз выше, чем аналогичной мембраны в Na^+ -форме. Авторы этих работ полагают, что монокатион ЭДА связывает CO_2 в карбамат:



и этот подвижный цвиттер-ион переносит CO_2 от одной поверхности мембраны к другой. Та-

кого типа мембраны имеют селективность разделения смеси CO_2/N_2 более 100 [54-57].

Эти исследования получили развитие в работах Вейя и Ноубла [44, 58-60]. В работах [58-60] изучали проницаемость CO_2 и CH_4 в мембране Нафион, нейтрализованной ЭДА, и в Na^+ -форме. Показано, что поток CO_2 через мембрану в Na^+ -форме пропорционален его содержанию в исходной газовой смеси, тогда как для мембраны в ЭДА⁺-форме наблюдается запределение потока при высоком содержании CO_2 в смеси. Аналогичные результаты получены в работе [56]. Селективность CO_2/CH_4 этих мембран увеличивается с 88 до 551 при уменьшении содержания CO_2 в смеси газов с 75 до 5 моль. %.

В работе [61] такого типа мембраны, в которых реализуется механизм облегченного переноса диоксида углерода, получены вымачиванием катионообменной мембраны в водном растворе ЭДА.

Разработанная в работе [28] математическая модель облегченного транспорта хорошо описывает этот процесс

при низком парциальном давлении CO_2 . Оказалось, что фактор облегчения (как отношение потоков CO_2 в мембранах в ЭДА⁺- и Na^+ -формах) увеличивается с 1,44 до 26,7 при снижении давления CO_2 с 1 до 0,01 ата. Авторы этих работ пришли к выводу, что перенос CO_2 лимитирует диффузия внутри мембраны, а роль граничных сопротивлений незначительна. Однако из данных работы [59] следует, что уменьшение толщины мембраны Нафион не приводит к пропорциональному увеличению проницаемости CO_2 . Этот факт однозначно указывает на влияние граничных сопротивлений на его перенос. Расчетным путем в последней работе были найдены коэффициенты диффузии свободного и связанного ЭДА в карбамат CO_2 , которые оказались равными $4,93 \times 10^{-6}$ и $9,71 \times 10^{-9}$ см²/с.

В жидких мембранах увеличение концентрации носителя приводит к росту потока пенетранта через мембрану. В цитированной работе [58] также показано, что поток CO_2 через мембрану прямо пропорционален доле сульфокислотных групп, содержащих в качестве противоиона ЭДА.

В работе [62] сравнивали проницаемость CO_2 мембраны Нафион при замене противоиона ЭДА (диамин с первичными аминогруппами) на диэтаноламин (моноамин со вторичной аминогруппой) и метилдиэтаноламин (моноамин с

третичной аминогруппой). Если первые два амина при взаимодействии с CO_2 образуют карбаматы, то последний, имеющий третичную аминогруппу, карбамат не образует. Авторы этой работы показали, что все три типа мембран имеют высокую проницаемость CO_2 , превосходящую проницаемость мембраны в Na^+ -форме. Однако никакого объяснения этому не дают. В работе [56] показано, что замена ЭДА в качестве противоиона на вторичный и стерически затрудненный первичный диамин приводит к уменьшению потока CO_2 через мембрану.

В работе [59] также исследовали проницаемость сульфокатионитовой мембраны из полибензимидазола, содержащего сульфонатные группы, которая изготавливается методом полива из раствора, что, как полагают авторы работы, позволяет увеличить производительность мембраны и уменьшить площадь, необходимую для реализации конкретных технологических схем выделения CO_2 , за счет уменьшения толщины. В амино-форму эту мембрану, как и мембраны Нафион, переводили вымачиванием в водном растворе моногидрохлорида ЭДА. В ЭДА⁺-форме эта мембрана имела в 3 раза более низкую проницаемость CO_2 , чем аналогичная мембрана Нафион, несмотря на то, что первая имела меньшую толщину (35 и 200 мкм, соответственно) и более высокую концентрацию сульфокислотных групп. Эквивалентная молекулярная масса мембраны Нафион равна 1100, а мембраны из сульфированного полибензимидазола – 237. Авторы относят этот факт к неполному обмену катиона Na^+ на монокатион ЭДА⁺ в полибензимидазольных мембранах, что подтверждают результатами элементного анализа. Следует полагать, что различие проницаемостей CO_2 этих мембран может быть связано и с их различной морфологией. Полибензимидазольные мембраны представляют собой однофазную систему, тогда как мембраны Нафион – многофазную.

Одним из основных условий, обеспечивающих высокую проницаемость мембран с подвижным носителем, является создание «транспортной» среды, в которой носитель и его комплекс с пенетрантом могут диффундировать. В ионитовых мембранах такой средой является набухшая в воде ионная фаза. Исследованию морфологии перфторированных сульфокислот-

ных мембран Нафион посвящено большое число исследований, результаты которых обобщены, в частности, в работах [63-69]. Следует отметить лишь, что эти мембраны представляют собой многофазные системы, содержащие гидрофобные перфторуглеродные кристаллическую и аморфную фазы, полярную ионную фазу, содержащую сульфокислотные группы и сорбированную воду, и межфазную область. Предложенная Гирке [67, 68] кластерная модель была успешно применена для объяснения диффузии ионов в этих мембранах. Противоречие этой модели, связанное с необходимостью реализации ионных кластеров и пластическим течением кристаллической фазы, которое не может быть полностью обратимым при изменении влагосодержания мембраны, преодолевается моделями, предложенными Литом [69] и Озериним и Ребровым [70-72]. Эти модели предполагают, что при набухании в воде ионная фаза раздвигает неполярные области, образуя водные домены. При этом проходные цепи между кристаллическими областями препятствуют набуханию. Эта модель хорошо согласуется с результатами рентгеноструктурного анализа и исследованиями физико-механических и электрофизических свойств мембран.

Все авторы единодушны в том, что в таких мембранах перенос газов происходит по набухшей в воде (или другом растворителе) ионной фазе. Хотя в отсутствие растворителя в осушенных мембранах перенос газов может происходить как по ионной [73, 74], так и гидрофобной аморфной фторуглеродной фазе [75]. Перенос газов по ионной фазе в сухих мембранах Нафион подтверждается зависимостью проницаемости N_2 от природы противоиона [76].

В работах [62, 46, 77, 78] показано, что изменение морфологии мембраны Нафион обработкой в горячем глицерине приводит к увеличению проницаемости CO_2 на 1-2 порядка. Авторы работ связывают это с изменением микроstructures мембраны и увеличением объема ионных кластеров.

В вышерассмотренных работах проницаемость CO_2 мембран Нафион исследовали на влажных газах и мембранах, набухших в воде. В работе [58] сравнивали проницаемость мембран Нафион в Na^+ -форме, набухших в воде и N-метилпирролидоне. Оказалось, что такая замена

приводит к увеличению проницаемости CO_2 и селективности его выделения из смесей с H_2 и CO . Однако, для мембран в амино-форме такая замена растворителей приводит к снижению проницаемости CO_2 .

В работе [79] исследовали проницаемость диоксида углерода и метана в мембране Нафион, набухшей в воде, метаноле, этаноле и n-пропаноле.

В работе [57] исследовали проницаемость CO_2 микропористой мембраны из полиэтилена с привитой полиакриловой кислотой, переведенной в ЭДА⁺-форму. Сообщается, что при парциальном давлении, равном 0,047 ата, проницаемость CO_2 и селективность CO_2/N_2 равны $1 \times 10^{-4} \text{ см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{см рт.ст.}$ и 4700, соответственно. Высокую эффективность этой мембраны связывают с высоким содержанием ионных групп и высоким содержанием в ней воды. Авторы отмечают стабильность мембраны.

Эти исследования развиты в работе [80], в которой наряду с акриловой кислотой проводили плазменную прививку метакриловой кислоты, используя в качестве подложек наряду с микропористой мембраной из полиэтилена политетрафторэтилен и монолитную пленку из поли-1-(триметилсилил)-1-пропина. Помимо этилендиамина в качестве носителя использовали диэтилентриамин и триэтилентетрамин.

В работе [81] исследована проницаемость пленок из фторопласта-42 с привитой полиакриловой кислотой (H^+ - и K^+ -формах). Показано, что наибольшая величина проницаемости CO_2 достигается при степени прививки полиакриловой кислоты 60-80 %, когда реализуется сплошная фаза привитой поликислоты по всей толщине мембраны. Дальнейшее увеличение содержания полиакриловой кислоты в мембране не приводило к увеличению проницаемости CO_2 . В работе отмечается, что селективность CO_2/N_2 такого типа мембран достигает 200-1000. Большую величину проницаемости CO_2 мембран в H^+ -, чем в K^+ -форме, автор связывает с большей величиной сорбции воды мембраны в солевой форме.

В работе [82] исследуется облегченный перенос диоксида углерода в мембране из альгината натрия, вымоченной в ЭДА. Показано, что проницаемость диоксида углерода и селективность его разделения с азотом такой мембраны увели-

чивается с увеличением концентрации ЭДА в мембране, выполняющего роль носителя. Механизм облегченного переноса подтверждается увеличением коэффициента проницаемости диоксида углерода с уменьшением его парциального давления в разделяемом газе. В этой мембране монопротонированный ЭДА является противоионом, связанным также с карбоксилатной группой.

В работе [83] в качестве подвижного носителя предлагается использовать 2,3-диаминопропионовую кислоту в мембране из гидрогеля сополимера винилового спирта с акриловой кислотой (в Cs^+ -форме). Проницаемость исследовали на газовой смеси состава: 3,65% диоксида углерода, 32,9% азота и 63,5% водяных паров, при температурах от 125 до 160°C. Показано, что селективность при разделении диоксида углерода с азотом такой мембраны достигает 700.

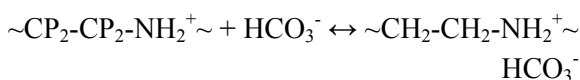
В работе [84] предлагается мембрана из композиции пентаэритритилтетраэтилендиамина, избирательно взаимодействующего с диоксидом углерода, с поливиниловым спиртом. Невысокие величины селективности CO_2/N_2 такой композиционной мембраны, вероятно, связаны с высокой молекулярной массой носителя и, вследствие этого, его низкой подвижностью.

Наряду с ЭДА, имеющим функциональные группы одной природы, в работах [54, 55] в качестве подвижного носителя, иммобилизованного в виде противоиона, применяли анион глицина, содержащего функциональные группы различной природы. Мембрана представляла собой пленку из политетрафторэтилена с привитым кватернизованным поливинилпиридином. Как и в случае ЭДА, при взаимодействии свободной аминогруппы глицина с CO_2 образуется карбамат. В этих работах показано, что замена в качестве противоиона аниона хлора на анион глицина приводит к увеличению проницаемости CO_2 мембраны в 7 раз.

В цитируемых работах [54, 55] также исследована проницаемость CO_2 сильноосновных мембран в CO_3^{2-} -форме. Карбонат-ион может участвовать в облегченном переносе CO_2 по реакции (1.2). Сильноосновная анионообменная мембрана на основе поликсилиленоксида во влажном состоянии при парциальном давлении CO_2 38 мм рт.ст. имела коэффициент проницаемости CO_2 в Br^- - и CO_3^{2-} -формах 105×10^{-9} и

117×10^{-9} $\text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{смHg}$, соответственно. Видно, что замена неактивного противоиона Br^- на активный CO_3^{2-} в этом случае мало изменяет поток CO_2 в мембране. Также малоэффективен и перевод мембраны из политетрафторэтилена с привитым кватернизованным поливинилпиридином из Cl^- в CO_3^{2-} -форму: проницаемость CO_2 при этом увеличивается лишь в 2 раза.

Исследований мембран с фиксированным носителем CO_2 много меньше, чем мембран с подвижным носителем. Пожалуй, первая попытка создания такого типа мембран была предпринята в работе [85], где изучали газопроницаемость слабоосновных композиционных мембран из смеси полиэтиленimina, эпоксидной смолы и поливинилбутирала. Авторы этой работы считают, что в присутствии паров воды кроме гидратации CO_2 по реакции 1.1 имеет место обратимая химическая реакция:



иммобилизации бикарбонат-иона, чем и объясняют повышенную растворимость CO_2 в этих мембранах по сравнению с его растворимостью в нейтральных мембранах или воде. По мнению авторов этой работы, в условиях, существующих в этой мембране ($\text{pH} = 11$), CO_2 в основном находится в виде бикарбонат-иона, скорость образования и диффузия которого и определяют проницаемость. Максимальная селективность CO_2/O_2 такой мембраны равна 30,4 при коэффициенте проницаемости CO_2 , равном $34,4 \times 10^{-9}$ $\text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{смHg}$, и сильно зависела от влажности.

Подобная по структуре и природе носителя мембрана описана в работе [86]. Эта мембрана сформирована из смеси полиэтиленimina с поливиниловым спиртом. Показано, что проницаемость диоксида углерода уменьшается с увеличением его парциального давления, в то время как проницаемость азота является постоянной величиной. Наибольшая селективность CO_2/N_2 достигнута при парциальном давлении диоксида углерода 0,065 ата и равна 230. Оказалось, что проницаемость обоих газов увеличивается с увеличением доли полиэтиленimina в смеси полимеров, а график зависимости селективности CO_2/N_2 от состава смеси имеет максимум.

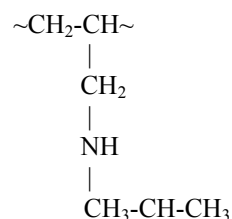
В работах [87, 88] описаны мембраны из сополимеров, содержащих третичные аминогруппы. В работе [87] - это сополимер акрилонитрила с 4-винилпиридином (до 9,8 моль.%), а в работе [90] - сополимеры N,N-диметиламиноэтилметакрилата (10 и 20 моль.%) с акрилонитрилом или 2-этилгексилметакрилатом. Для обоих сополимеров с акрилонитрилом наблюдали увеличение коэффициента проницаемости CO_2 при уменьшении его парциального давления, тогда как в случае сополимера с алкилметакрилатом коэффициент проницаемости CO_2 не зависел от его парциального давления, что, вероятно, связано с экранирующим эффектом длинноцепного алкильного радикала, препятствующего иммобилизации CO_2 на аминогруппе. Для всех сополимеров коэффициенты проницаемости O_2 и N_2 не зависели от их парциальных давлений, поэтому селективности CO_2/O_2 и CO_2/N_2 для первых двух сополимеров увеличивались с уменьшением парциального давления CO_2 . Авторы обеих работ объясняют полученные результаты с позиций модели двойной сорбции.

В работе [89] мембрана с фиксированным носителем изготовлена плазменной прививкой 2-(N,N-диметил)аминоэтилметакрилата на микропористую полиэтиленовую подложку. Селективность выделения диоксида углерода из смеси с азотом достигалась при испытаниях как на сухих, так и влажных газах, причем в последнем случае селективность выделения диоксида углерода достигала 130 (при его парциальном давлении 0,047 ата). В работе исследовано влияние степени прививки, парциального давления диоксида углерода и температуры на проницаемость газов и селективность.

В работе [90] для выделения CO_2 из смеси с CH_4 предложены многослойные мембраны, полученные плазменной обработкой в среде диизопропиламина полисилоксанового диффузионного слоя на полиимидной подложке. Проницаемость CO_2 такой мембраны равна $4,5 \times 10^{-4} \text{ см}^3 \cdot \text{см} / \text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{смHg}$ при селективности CO_2/CH_4 , равной 17. Высокую проницаемость CO_2 и селективность этой мембраны авторы объясняют избирательным взаимодействием CO_2 с аминогруппами, однако, отмечают, что мембрана сохраняет такие характеристики непродолжительное время (до 25 дней). Изменение селективности этой мембраны хорошо коррелирует с изме-

нением концентрации атомов азота в ее поверхностном слое.

В работе [46] предпринята попытка сравнить эффективность облегченного переноса CO_2 в мембранах с фиксированным (ковалентно связанным с цепью макромолекулы) и подвижным носителем (в виде противоиона в ионообменной мембране). Оба типа носителя содержали первичную аминогруппу, при взаимодействии которой с CO_2 образуется карбамат. Мембрана с подвижным носителем – это уже рассмотренная в предыдущем разделе мембрана Нафион в ЭДА⁺-форме. Мембраны с фиксированным носителем были изготовлены из полиаллиламина, имеющего ковалентно связанные первичные аминогруппы, и его модифицированного 2-бромпропаном аналога – поли-N-изопропилаллиламина, содержащего вторичные аминогруппы:



Оказалось, что для обеих мембран на основе полиаллиламина зависимость потока CO_2 от его парциального давления линейна даже при низких давлениях. Это предполагает незначительный вклад переноса CO_2 по механизму облегченного транспорта по сравнению с общим потоком CO_2 в мембране. Селективность CO_2/N_2 этой мембраны равна ~40, что сравнимо с селективностью мембраны Нафион в Na⁺-форме [66]. Авторы предполагают, что низкие проницаемость CO_2 (при толщине мембраны 320 мкм и давлении CO_2 18 кПа поток составлял $0,7 \times 10^{-9}$ моль/см²·с) и селективность этих мембран связаны с низким коэффициентом диффузии CO_2 по механизму облегченного транспорта. Это предположение подтверждается высокой сорбционной емкостью этих мембран по CO_2 , которая достигает ~0,5 моля CO_2 на моль аминогрупп. Следует полагать, что перенос CO_2 в этих мембранах через образование карбамата незначителен по сравнению с его переносом в виде бикарбонат-иона, как в вышерассмотренных слабоосновных гидрогелевых мембранах. Роль же первичных и вторичных аминогрупп сводит-

ся к созданию в мембране определенной величины рН и концентрации гидроксильных групп.

Проницаемость гидрофильных мембран для растворимых в воде газов зависит от влагосодержания, формирования и структуры фазы сорбированной воды, образования кластеров и ассоциатов воды. Именно по фазе сорбированной воды происходит облегченный перенос в мембранах с ионными носителями, которыми являются противоионы. Ввиду того, что коэффициенты диффузии и растворимости низкомолекулярных веществ (ионов, газов) зависят от степени связывания воды [91], то структура и свойства этой воды во многом определяют свойства мембраны.

Сорбированная ионитовой мембраной вода помимо транспортной среды для носителя и его комплекса с пенетрантом выполняет функции носителя, обеспечивая перенос CO_2 в виде бикарбонат-иона согласно уравнению 1.1.

Интересный пример реализации селективного переноса кислых газов (диоксид углерода и сероводород) рассмотрен в работе [92], где исследовали газопроницаемость мембраны на основе поливинилбензилтриметиламмонийфторида. Характеристики этой мембраны: селективность CO_2/H_2 равна 87, селективность CO_2/CH_4 равна 1000, проницаемость диоксида углерода равна $6 \times 10^{-6} \text{ см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{см Hg}$ при парциальном давлении диоксида углерода, равном 32 см рт. ст. и температуре 23°C. Отмечается, что проницаемость как диоксида углерода, так и сероводорода увеличивается с уменьшением парциального давления этих газов и зависит от влажности последних. Оптимальной является влажность в диапазоне 0,25–0,50. Мембрана сохраняет свои свойства в течение 30 дней испытаний, но отравлялась серосодержащими соединениями.

Эти исследования продолжены в работе [93], где слой из поливинилбензилтриметиламмонийфторида формировали на слое из полидиаллилдиметиламмонийфторида. Такая двухслойная мембрана имела в 2–18 раз более высокую селективность CO_2/H_2 и в 1,3–2,3 раза более высокую проницаемость диоксида углерода, чем мембрана из полидиаллилдиметиламмонийфторида.

В работе [94] изучали проницаемость и селективность на смесях CO_2/CH_4 и CO_2/H_2 мембран из поливинилбензилтриметиламмоний-

фторида, наполненного органическими и неорганическими солями фтористоводородной кислоты. Так, проницаемость диоксида углерода такой композиционной мембраны более, чем в 4 раза превышает проницаемость аналогичной не наполненной мембраны, тогда как селективности CO_2/CH_4 и CO_2/H_2 сравнимы для обеих мембран. Авторы отмечают, что проницаемость такой композиционной мембраны сильно зависит от относительной влажности газов и максимальна в диапазоне относительной влажности от 30 до 50%. Мембран, наполненная холинфторидом сохраняет свои свойства при относительной влажности ниже 30%. Характеристики такой композиционной мембраны сохраняются более 30 суток в смесях $\text{CO}_2/\text{CH}_4/\text{H}_2$. Однако они необратимо ухудшаются в присутствии следов серосодержащих соединений, в частности, сероводорода.

Прямыми (ЯМР- и ИК-спектроскопия, нейтронное и рентгеновское рассеяние) [95-99] и косвенным (ДСК) [100-103] методами экспериментально на большом числе примеров подтверждено существование сорбированной воды в нескольких состояниях, различающихся кинетическими и термодинамическими свойствами [104, 105]. Так, значительное возрастание коэффициента диффузии воды с повышением ее содержания в полимерной мембране чаще всего связано с увеличением доли сравнительно слабосвязанной воды, участвующей в процессе переноса. В цитированных работах показано, что не только химическая природа ионных групп гидрофильного полимера, но и их концентрация, а также природа гидрофобного окружения играют важную роль в формировании структуры сорбированной воды.

Обычно выделяют три состояния воды: незамерзающая связанная, замерзающая связанная (слабосвязанная) и свободная. В работах [95, 106] сделано предположение об установлении равновесия между различными состояниями сорбированной полимера воды. В работе [104] показано, что это равновесие хорошо описывается в рамках модели двойной сорбции.

В наибольшей степени изучено состояние воды в перфторированных сульфокатионитовых мембранах Нафион [64, 96, 98, 99, 107-112]. В этих многофазных системах помимо воды в упомянутых состояниях ее отдельные молекулы

могут находиться на межфазной границе раздела и в дефектах гидрофобной фазы. Наличие этой не связанной свободной воды впервые обнаружено Фалком [109]. Вода в такой форме обнаружена и в перфторированных сульфокатионитовых мембранах, по структуре близких к нафионовским, [96]. Эта вода испытывает гидрофобную гидратацию, обусловленную оттаиванием молекул воды углеводородной (перфторуглеродной) поверхностью, так что неассоциированные молекулы воды разворачиваются в противоположную сторону, образуя более упорядоченные структуры [111]. Именно с большим содержанием этой формы воды, вероятно, связана более высокая проницаемость CO₂ мембран Нафион по сравнению с однофазными мембранами из сульфированного полибензимидазола [59].

На влияние разделения фаз на газоразделительные свойства мембраны указывают в работе [114], где изучали проницаемость CO₂ мембран из сегментированных полиуретанов, содержащих в своей структуре ионные группы N-алкилпиридиния. Было показано, что увеличение степени сегрегации полиуретана приводит к увеличению селективности CO₂ и CO₂/N₂ (26,8 и 123,4, соответственно) мембраны при одновременном увеличении сорбции воды.

Таким образом, из анализа научно-технической и патентной литературы видно, что в области разработки полимерных мембран, в которых реализуется механизм облегченного транспорта, за сравнительно короткое время накоплен экспериментальный материал, показывающий принципиальную возможность создания газоразделительных мембран, сочетающих высокую производительность с высокой селективностью.

3. Методы синтеза полиэлектролитных комплексов и изучение их массообменных свойств по отношению к различным газам

Разработка новых ионогенных и ионоселективных полимерных материалов, обладающих высокой прочностью, химстойкостью и повышенной термостабильностью, имеет так же большое значение для интенсивно развивающейся технологии мембранного разделения, поскольку ассортимент промышленно производимых мембран в настоящее время весьма ограничен.

Целью данного анализа явился поиск путей синтеза ароматических полиамидов, содержащих ионогенные группы, а именно сульфогруппы, исследования свойств новых полимеров и анализ возможности использования для получения мембран различного назначения.

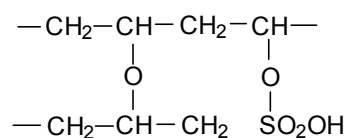
Методы получения кислотного компонента полиэлектролитного комплекса начнем с рассмотрения методов сульфирования высокомолекулярных соединений.

а) Сульфирование высокомолекулярных соединений

Работы по синтезу и исследованию свойств полимерных сульфокислот получили широкое распространение в конце 50-х – начале 60-х годов и относились в основном к процессам сульфирования полиолефинов. Позднее эти исследования нашли обобщение в ряде сборников и монографий [115]. В ранних работах в качестве сульфлирующих агентов использовались, как правило, серная или хлорсульфоновая кислоты [116].

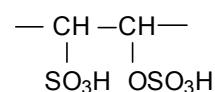
Сульфированные полиолефины обладают достаточно высокой химстойкостью и используются для получения гомогенных мембран [117].

Сульфирование поливинилового спирта 90%-ной серной кислотой при комнатной температуре в течении 10 часов приводит к образованию нерастворимого продукта [118].



Полученные таким образом иониты, содержащие звенья кислого сернокислого эфира винилового спирта, не устойчивы к нагреванию и гидролизу.

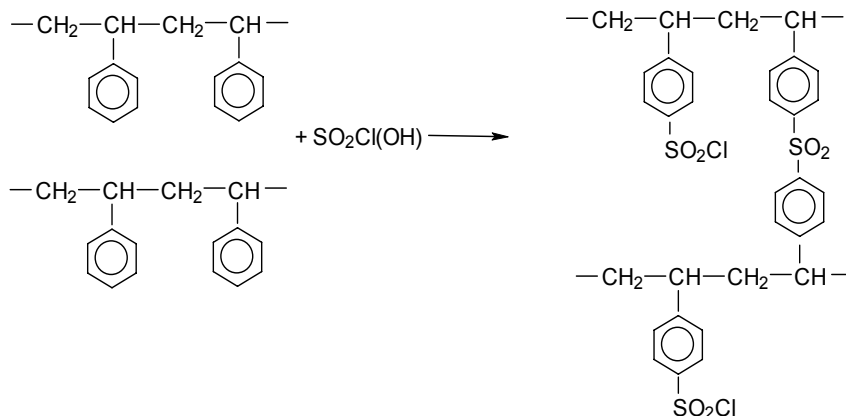
При действии серного ангидрида на поливиниловый спирт образуются звенья этионовой кислоты, в которой чередуются сульфогруппы и эфирные сульфокислотные группы



Сульфирование полиарилвинилов проводят очень часто в гранулах, подвергнутых предва-

рительному набуханию, что уменьшает число контактов между звеньями соседних цепей полимера и облегчает диффузию реагентов в гранулы сополимера. При сульфировании полистирола серной и хлорсульфоновой кислотами про-

цесс осложняется образованием сульфоновых поперечных связей. Причём сшивание в случае использования хлорсульфоновой кислоты выше, чем в случае сульфирования серной кислотой [119]:

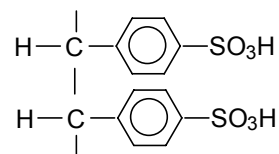


Кинетика сульфирования сополимеров стирола пропорциональна скорости диффузии серной кислоты в сополимер и поэтому зависит от частоты сетки сополимера.

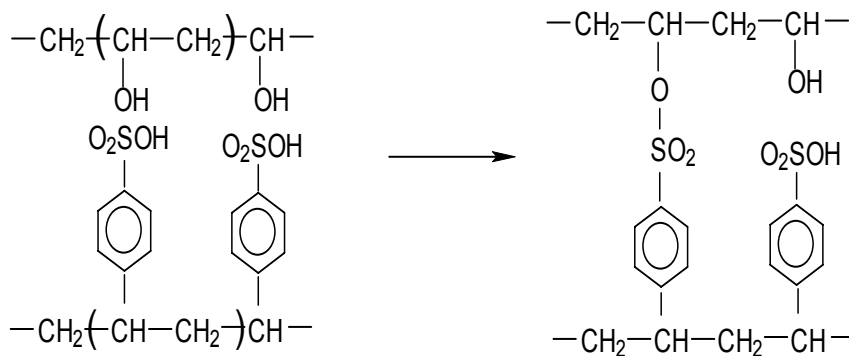
Исследования процессов сорбции паров воды сульфированными сополимерами стирола с дивинилбензолом показали, что в кислой форме на каждую сульфогруппу приходится 3,4 молей воды, а в натриевой форме – 1,4 моля. С повышением числа поперечных связей количество сорбированной воды снижается [120].

Сульфирование сополимеров аценафтилена и дивинилбензола проводят после выдержки при 110°C в толуоле в течение 24 часов для набухания, а затем 12 часов в концентрированной кислоте для более равномерного распределения реагента в сополимере. Собственно сульфиро-

вание проходит при 90°C в течение 15 часов. Полученный ионит с обменной ёмкостью 5,64 мг-экв/г отличается особенно высокой селективностью по отношению к двухвалентным ионам, что объясняется близким расположением сульфогрупп [121]



Полистиролсульфо кислоту получали сульфированием полистирола олеумом в растворе дихлорэтана. Процесс сшивки поливинилового спирта и полистиролсульфо кислоту авторы представляют следующей схемой:



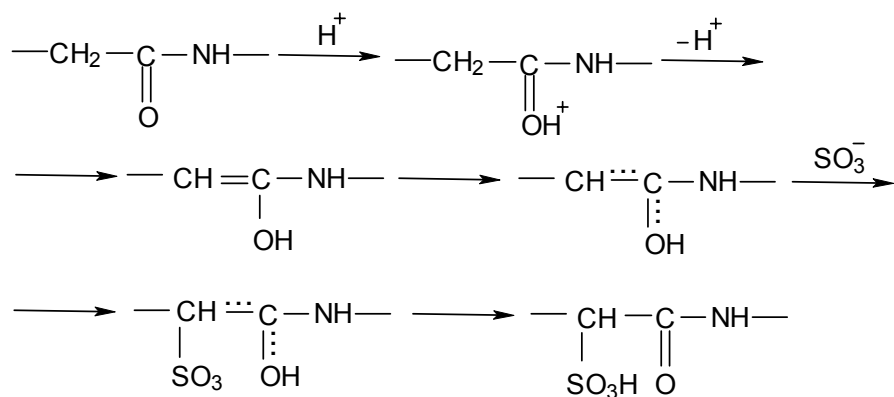
Наличие сульфоновых мостиков подтверждено данными ИК-спектроскопии. Для получения

мембран с лучшими характеристиками необходимо выбрать оптимальное между мостикообра-

зующими и сульфогруппами, которое обеспечивает нерастворимость мембраны и высокие электрохимические показатели.

Исследование реакции сульфирования алифатических полиамидов олеумом SO_3 или CCl_4 [122] показало, что при $80\text{-}90^\circ\text{C}$ процесс прохо-

дит полностью за 1,0-1,5 часа и приводит к образованию продуктов хорошо растворимых в воде и диметилсульфоксиде. Авторами было установлено, что в этих условиях все исследованные полиамиды сульфированы преимущественно в α -положение к амидной группе



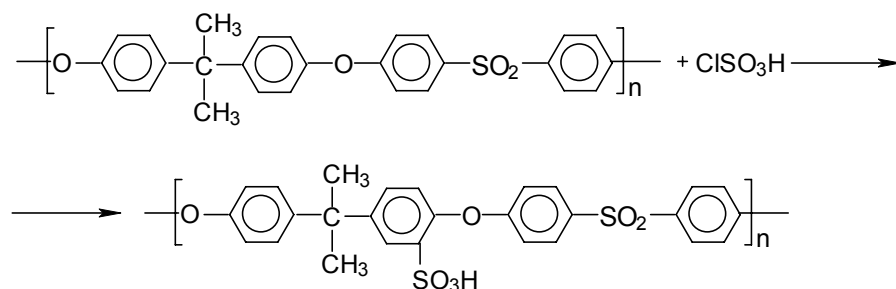
В патенте [123] предложено использовать сульфированный полифениленсульфид для получения ионообменных мембран с повышенной устойчивостью к окислению. Сульфирование полифениленсульфида проводят олеумом при $20\text{-}60^\circ\text{C}$ в течение 1-30 часов с последующим измельчением сшитого продукта сульфирования на шаровой мельнице. Затем измельченный полимер смешивают с раствором поливинилиденфторида в смеси метилэтилкетон – N,N-диметилформамид. Из смеси формируют пленку и испаряют растворители. Содержание SO_3H -групп в ионообменной мембране должно составлять 0,22-4,1 мг-экв/г.

Подробно процесс сульфирования полифениленсульфида и свойства получаемых продуктов исследованы в работе японских ученых [124].

Известно большое количество работ, посвященных сульфированию полифениленоксидов и исследованию свойств получаемых продуктов. В работе [125] сульфирование полифениленоксида осуществляли хлорсульфоновой кислотой в среде хлороформа. Исследование свойств

сульфированного полифениленоксида методами ДСК и ТГА показало, что разложение кислотной формы начинается при 110°C , а Na-соли при 250°C и сопровождается выделением SO_3 . В результате сульфирования полифениленоксида получают полимерные продукты, характеризующиеся улучшенной проницаемостью для ряда газов. Так, в патентах [126, 127] предложен способ получения полупроницаемых мембран из сульфированного полидиметилфениленоксида. Сульфирование проводят в растворе хлороформа при избытке хлорсульфоновой кислоты при 120°C . Полисульфофениленоксид высаживают метанолом и промывают Na_2CO_3 . Гомогенную мембрану для селективного выделения CO_2 из смесей с азотом и метанолом получают из 7% раствора в хлороформе путем полива и испарения растворителя на воздухе в течение 24 часов.

Сульфирование полисульфонов различной структуры хлорсульфоновой кислотой или SO_3 по схеме:

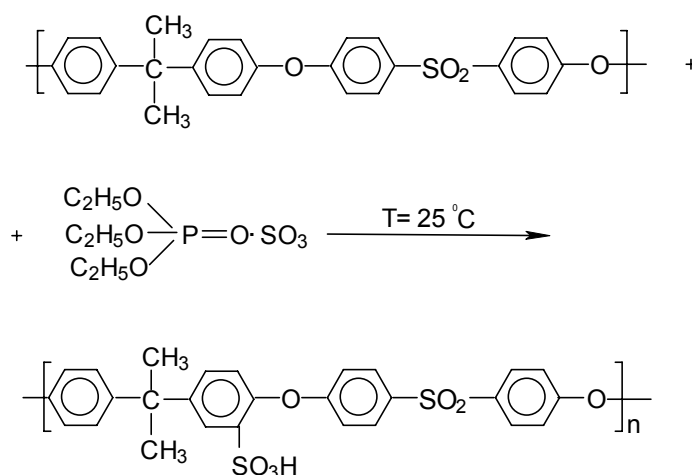


что приводит к получению гидрофильных и даже водорастворимых продуктов [128].

Причем независимо от структуры полисульфона при максимальном сульфировании в каждом ароматическом кольце сульфогруппой может замещаться только один протон, что, вероятно, обусловлено стерическими препятствиями. Установлено, что модифицированные полисульфоны так же, как и исходные растворяются в амидных растворителях. Вязкость полисульфонов с увеличением степени сульфирования

возрастает. Развитие исследований по химической модификации полисульфона получило в работе Ношау и Робенсона [129], в которой сульфирование проводили комплексом SO_3 с органическими соединениями фосфора.

В последние годы этот способ считается наиболее перспективным приемом получения полимеров. Пример сульфирования полисульфона, проводимого в растворе дихлорэтана комплексом триэтилфосфат-трехокись серы при комнатной температуре приведены ниже:



Комплексы типа алкилфосфат-трехокись серы все больше используется для сульфирования различных полимеров. Так, например, с целью улучшения физико-механических свойств и перерабатываемости полиэфиркетонов и полиэфиркетосульфонов, их суспензии в дихлорэтано обрабатывают $\text{SO}_3(\text{Et})\cdot\text{PO}$ при 20°C [130]. При этом, в отличие от сульфирования концентрированной H_2SO_4 или хлорсульфоновой кислотой деструкция полимеров практически не происходит. Сульфированные полиэфиркетоны растворимы уже не только в H_2SO_4 , но и в ДМФА. Растворимость их растет с увеличением степени сульфирования. Сульфированные полиэфиркетоны и полиэфиркетосульфоны термостабильны до 250°C , но быстро теряют массу при температуре выше 300°C . Обработка сульфированных полимеров Me_2NH приводит к получению сульфамидов, которые также превосходят по растворимости исходные продукты.

Совсем немного работ известно по сульфированию ароматических полиамидов, наибольший интерес, по нашему мнению, представляет патент фирмы Du Pont [131], в котором предлага-

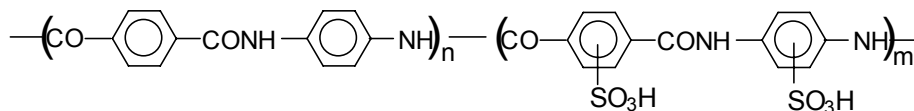
ется способ получения сульфированных полифениленфталамидов путем обработки исходного полимера SO_3 или другими сульфорирующими агентами типа хлорсульфоновой кислоты в среде амидного растворителя. Процесс сульфирования проводят при 25°C в течение 3-х суток.

Сульфированный продукт содержит 10,7% серы, что соответствует одной сульфогруппе на каждые два ароматических цикла. Согласно данным, исследования продуктов гидролиза сульфированного полиамида сульфогруппа находится в орто-положении к амидной группе в аминной компоненте. Использование полученного сульфированного сополиамида для получения обратноосмотических мембран взамен не сульфированного продукта позволяет значительно повысить их эффективность.

Для улучшения растворимости полипарафенилентерефталамида проводят его сульфирование в растворе 100% H_2SO_4 при температуре $90-95^\circ\text{C}$ в течение 15,5 часа и потом еще 5,25 часа при 95°C , после чего получают 20%-ный прядильный раствор сульфированного полипарафенилентерефталамида с содержанием S 1,7%

и характеристической вязкостью 2,7 [132]. Из полученного раствора можно формовать изделия типа волокон и пленок. В японской заявке [133] предлагается использовать в качестве ма-

териала селективно проницаемой мембраны сульфированный полипарафенилентерефталамид:



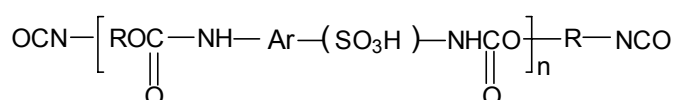
Сульфирование проводят в 18%-ном растворе полимера в 99,8%-ной H_2SO_4 при температуре 70-75°C и перемешивании в течение двух часов. Полученный раствор тонким слоем наносят на стекло и погружают в разбавленный (10%) раствор H_2SO_4 , а затем промывают холодной водой. Селективность мембраны по NaCl составляет 84%. Методами элементного анализа и ИК-спектроскопии определено содержание $-\text{SO}_3\text{H}$, которое составляет $8,7 \cdot 10^{-5}$ мг-экв/г, т.е. одна сульфогруппа на 50 звеньев полимера.

Сульфирование полиимидов хлорсульфоновой кислотой проводят в 1,2-дихлорэтаноле в течение 30 минут [134]. Осаждение сульфированных полимеров проводили метанолом. Полимер промывают водой и сушат при температуре 80°C. Сульфированные полиимиды используют для получения пленок, покрытий и формовочных смесей. Часто сульфирование полимеров проводят для увеличения или для придания им электропроводных свойств. В заявке [135] плен-

ки и волокна из полиимидов обрабатывают сульфидирующими агентами и получают продукты с удельной электропроводностью до $1,9 \cdot 10^4 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ в сравнении с $1,6 \cdot 10^4 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ для не сульфированного полимера. Такие же цели преследовались и авторами работ по сульфированию полифениленсульфида [136] и полифенилена [137].

б) Получение полисульфокислот из сульфированных олигомеров и полупродуктов

В ряде случаев для достижения требуемых свойств полимерных сульфокислот или по технологическим причинам получение их проводят через стадию сульфирования олигомеров или полупродуктов. Так, например, с целью получения сульфированных полиуретановых или полимочевинных клеев, покрытий и пленок из водных эмульсий сотрудниками американской фирмы Minnesota Coner [138] разработан способ получения сульфированных ароматических полиизоцианатов следующего строения:



Сульфирование полиизоцианата проводят сильным сульфидирующим агентом типа ClSO_3H или олеума при температуре около 90°C.

В патенте [139] предлагается способ получения сульфированных полиимидов – путем обработки полиамидокислоты при 10-50°C комплексом триалкилфосфат-трехокись серы с проведением последующей имидизации сульфированного продукта. Сульфированные полиимиды отличаются повышенной устойчивостью к действию растворителей.

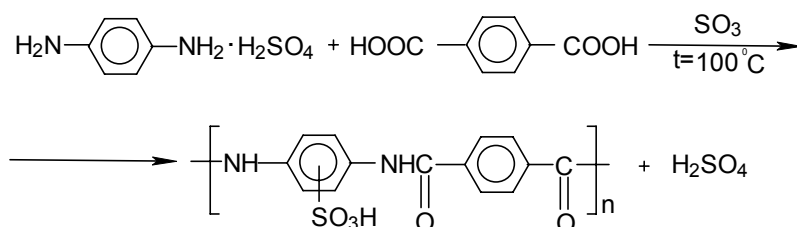
Для получения полимерных мембранных материалов, сочетающих высокую химическую стабильность с хорошей гидрофильностью в ряде работ предлагается использовать сульфосо-

держающие сополимеры, получаемые прививкой на инертную полимерную матрицу из полипропилена, полифторэтилена, политрихлорфторэтилена мономеров стирола [140], акриловой кислоты [141] или других мономеров, способных хорошо сульфироваться. Привитая радиационная сополимеризация проводится при облучении интенсивностью 5000-300000 рад/час. Сульфирование проводится 5-50% хлорсульфоновой кислотой в хлорированном углеводороде. Степень прививки составляет 3-50%, степень сульфирования 5-25%. После прививки и сульфирования мембрану помещают в раствор щелочи для перевода в солевую форму.

Имеется обширная литература по сульфированию полимеров в процессе их получения.

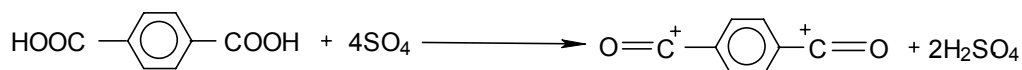
В работах Сильвера и сотрудников описан новый способ синтеза сульфированного полипарафенилентерефталамида путем поликонденсации терефталевой кислоты с парафенилендиамином в среде серного ангидрида. Оптимальными условиями для проведения этой реакции оказались следующие: температура ~100°C, время синтеза 8-12 часов, стехиометри-

ческое соотношение диамина и кислоты, соотношение SO₃/кислота в пределах 7,8-13,2. В этих условиях были получены сульфированные полиамиды с логарифмической вязкостью в H₂SO₄ в диапазоне 1,4-1,6 [142]. Присоединение сульфогрупп происходит в ароматическом ядре аминной компоненты:



Отмечается, что реакция сульфирования протекает со скоростью, меньшей скорости поликонденсации. Исследуя механизм процесса

[143], Сильвер пришел к выводу, что SO₃ усиливает нуклеофильность кислоты следующим образом:

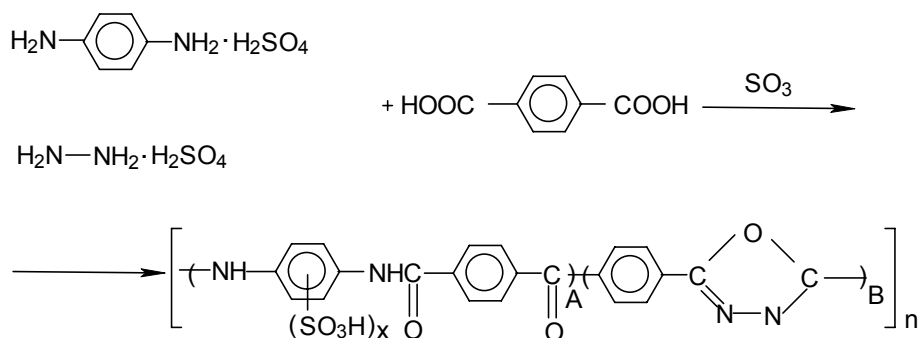


К недостаткам процесса следует отнести невысокий выход продукта, составляющий 27-47% от теоретического. В последующих работах Сильвера [144] показана возможность использования SO₃ в качестве конденсирующего агента в реакциях сернокислого п-фенилендиамин с диметилтерефталатом и 1,4'-бис-(трихлорметил)-бензолом. Получаемые полимеры характеризуются меньшей гидрофильностью по сравнению с полимерами, получаемыми в реакциях с участием терефталевой кислоты, что объясняется различной степенью сульфирования.

Растворы полимеров в серной кислоте и их реакционные сиропы обладают анизотропными

свойствами. Мокрым формованием из растворов сульфированных полимеров получают высокопрочные волокна. По данным ТГА, сульфированные полиамиды устойчивы на воздухе и в азоте до 400°C.

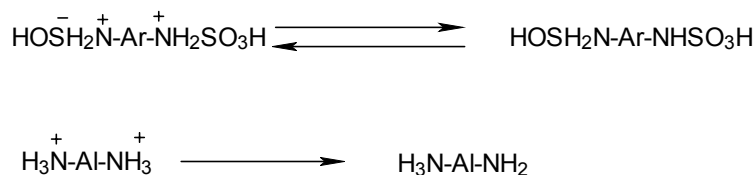
Для расширения спектра свойств сульфированных полиамидов в следующей работе этой серии были исследованы закономерности процесса сополиконденсации сернокислых п-фенилендиамин и гидразина с терефталевой кислотой в среде SO₃, который приводит к получению сополиамида с пара-фенилен-1,3,4-оксадиазольных фрагментов, не содержащий сульфогрупп [145]



Исследователями было установлено, что и молекулярная масса полимеров, синтезированных в растворе серной кислоты, зависит от основности диаминов, с уменьшением основности она растет. В кислых средах диамины подвер-

гаются депротонированию, что способствует ускорению процесса конденсации.

Установлено, что ароматические диамины депротонируются легче алифатических:



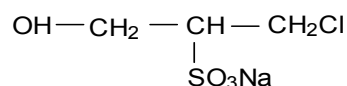
Введение в ароматические диамины электроотрицательных заместителей способствует образованию высокомолекулярных полиамидов в средах с высокой кислотностью. Понижение основности диаминов за счет электроотрицательных заместителей (например, F^- или Cl^-) позволяет не только повысить молекулярную массу и выход синтезируемых полиамидов, но и регулировать степень сульфирования продукта [146].

Так, изменение количества атомов галогена в ряде диамина от 0 до 4 приводит к снижению содержания сульфогрупп на звено от 2 до 0.

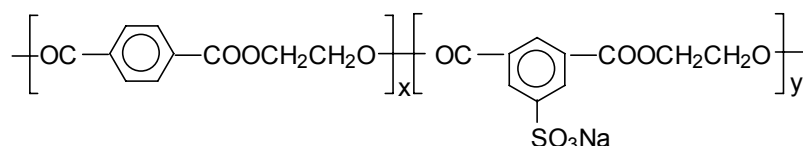
Существует еще один метод получения полимеров, содержащих сульфокислотные группы – это получение полимерных сульфокислот методом поликонденсации из сульфосодержащих мономеров.

Синтез полимерных сульфокислот, исходя из сульфированных мономеров, имеет ряд преимуществ по сравнению с полимераналогичными реакциями сульфирования высокомолекулярных соединений. Из них главными являются: отсутствие каких-либо деструктивных процессов, сопровождающих реакции сульфирования и возможность регулирования степени сульфиро-

вания (содержания сульфогрупп) полимера путем изменения соотношения сульфированных и не сульфированных сополимеров при сополиконденсации. При этом этим способом могут быть получены сульфокислоты на основе полимеров таких классов, принципиально сульфировать которые в настоящее время не возможно. Так, для получения плёнкообразующих водных красок с хорошими физико-химическими свойствами предлагается использовать водорастворимые полиэфиры, содержащие сульфогруппы [147]. Синтез их проводится поликонденсацией диолов с дикарбоновыми кислотами или их ангидридами при сополиконденсации с соединениями, содержащими сульфогруппы в боковой цепи, например, натриевой солью пропанхлоргидринсульфокислоты:



Использование в реакции полиэтерификации этиленгликоля с терефталевой кислотой 25-75 % натриевой соли 5-сульфоизофталевой кислоты приводит к получению хорошо растворимых в воде продуктов следующей структуры:



Соотношение между сульфированными и не сульфированными звеньями, обеспечивающее растворимость сополимера в воде в этом случае составляет 1/3 [148]. Сополиэфиры без полиэтиленоксидных блоков представляют собой хруп-

кие стеклообразные смолы с температурой плавления в диапазоне 190-200°C. Введение полиэтиленоксидных блоков приводит к повышению упругости и эластичности продукта.

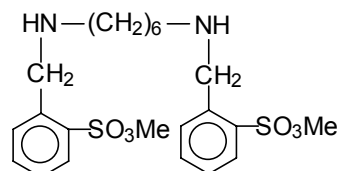
Водные растворы сополиэфиров обладают слабой кислой реакцией (рН 4,51-6,0). Термостабильность сополимеров достаточно высока и достигает 325-335°C. Рассмотренный выше способ получения водорастворимых полиэфиров в расширенном варианте предложен в патенте японских исследователей [149]. В ней кроме сульфоталевых кислот в качестве сомономеров используются также трикарбоновые кислоты и сульфанаты диолов.

В патентах ФРГ [150, 151], относящихся к концу 50-х годов, предлагаются 2 способа получения высокомолекулярных полимочевин исходя из сульфированных диаминов. По первому способу реакцию образования полимочевин проводят путём смешивания водных растворов солей щелочных металлов диаминосульфокислот и фосгена, добавляя его до момента достижения рН среды от 2,0 до 4,0. Фосген вводится в раствор постепенно в течение нескольких часов. Готовый полимер осаждают ацетоном или концентрированной HCl, а затем отмывают от низкомолекулярных соединений методом диализа.

По второму патенту, разработанному фирмой «Байер», синтез ведут в смеси амидных растворителей путём смешения раствора соли щелочных металлов диаминосульфокислоты с раствором стехиометрического количества диизоцианата. Получаемая сульфированные полимочевины могут быть использованы как фармацев-

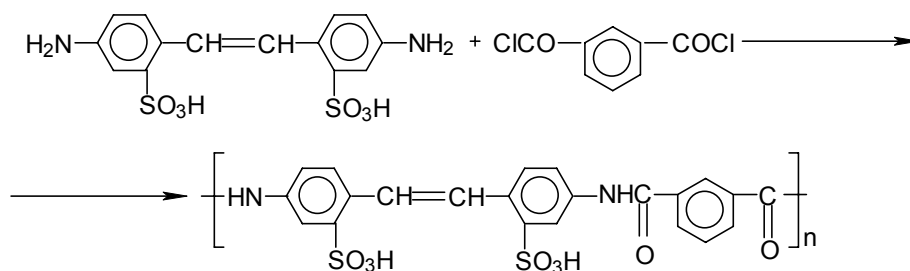
тические препараты, в частности как антибактериальные и противовирусные вещества.

Модификацию алифатических полиамидов для предания им сродства к красителям проводят путём введения в их состав в процессе синтеза мономеров, содержащих сульфогруппы, например диметил-5-сульфоизофталата натрия [152] или N,N'-(2-сульфонат-бензил)-гексаметилендиамина [153]:



Известны способы получения алифатических полиамидов с сульфогруппами поликонденсацией соли АГ или полимеризацией капролактама в присутствии ароматических моно- и полиаминсульфокислот [154]. Получаемые полимеры характеризуются улучшенной способностью к окрашиванию основными красителями.

Первые данные по синтезу и свойствам полностью ароматических полиамидов, содержащих сульфогруппы, приведены в работе [155], опубликованной ещё в начале шестидесятых годов. В ней среди прочих полимеров приведены сведения по полиамиду на основе 4,4'-диаминостильбен-2,2'-дисульфокислоты и дихлорангидрида терефталевой кислоты, получаемого по схеме:



Авторами была отмечена высокая термостабильность солевой формы сульфосо-держашего полиамида: температура начала деструкции составляет 360°C, т.е. не ниже, чем у незамещённых полиамидов. Однако работы в этом направлении были прекращены в связи с плохой растворимостью и не плавкостью продукта.

Вновь интерес исследователей к синтезу ароматических сульфосодержащих полиамидов

появился только в начале 80-х годов и связано это в основном с началом интенсивного развития работ в областях мембранной технологии и полимерных волокон. Большинство этих работ посвящено исследованию синтеза ароматических полиамидных сульфокислот методом растворной поликонденсации диаминосульфокислот с дихлорангидридами фталевых кислот в амидных растворителях.

Для изготовления высокоэффективной обратноосмотической мембраны фирмой «Горей» разработан способ получения ароматических сополиамидов, состоящих из сульфированных и незамещённых диаминов и смеси дихлорангидридов фталевых кислот [156]. Синтез проводят в полярном растворителе типа N-метилпирролидона, диметилсульфоксида, диметилформамида. Мембраны получают из концентрированных растворов сополиамидов с добавками сшивающих агентов. После формования проводится сшивка при 120°C.

В патенте США [157] описан способ получения мембран для обратного осмоса из ароматических сополиамидов, содержащих звенья сульфированного диамина. Синтез сополиамидов проводится в амидных растворителях или их смесях путём смешения раствора сульфированного и незамещённого диаминов с расплавом смеси дихлорангидридов изо- и терефталевых кислот при 45-50°C. Из диаминосульфокислот преимущественно используют 1,3-фенилендиамин-4-сульфокислоту или 4,4'-диаминодифениловый эфир-2,2'-дисульфокислоты, реакционный сироп используют для изготовления мембраны путём полива, подсушивания и осаждения.

Фирмой «Монсанто» США предлагается способ получения волокно- и плёнкообразующих полиамидов общей формулы $(-NH-C_6H_4-SO_3-C_6H_4-NHCOArCO-)_n$. Синтез проводят в растворе амидных растворителей в атмосфере азота при температуре 20-60°C. Из растворов солей щелочных металлов полиамидосульфокислот формируют высокопрочные волокна [158].

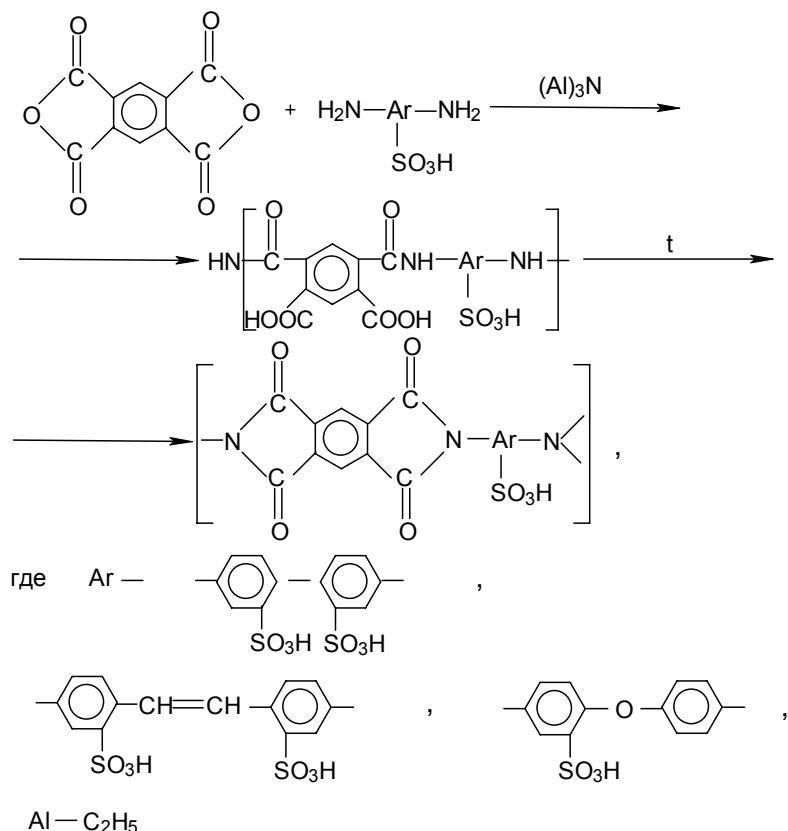
В работе [159] приводятся данные о синтезе и свойствах полиамидов, получаемых из 2,5-диаминобензолсульфокислоты и дихлорангидридов фталевых кислот в среде ДМАА при 0°C. Синтез проводится в присутствии триэтиламина для перевода SO_3 -группы в солевую форму в течение 6 часов при пониженной температуре. Полимер осаждается водой в виде набухшего геля. Отмечается, что использование более ре-

акционно-способного дихлорангидрида терефталевой кислоты позволяет получать полиамиды с большей молекулярной массой по сравнению с дихлорангидридом изофталевой кислоты. Исследование термических свойств полиамидосульфокислот показало, что при их нагреве наблюдаются две ступени потери массы: при 210°C и 345-350°C.

Известен целый ряд патентов, относящийся к получению сополиамидов различного строения, содержащих сульфогруппы, используемых для получения обратноосмотических и ультрафильтрационных мембран. В патентах Японии и США [160, 161] описан способ получения обратноосмотических мембран из сополимеров на основе фенилендиаминов, диаминосульфокислот (2,4-диаминобензолсульфокислота) и смеси изофталилхлорида и терефталилхлорида. Синтез их проводят в N-метил-пирролидоне или N,N-диметилацетамиде при пониженных температурах. Нейтрализация хлористого водорода, как правило, осуществляется окисью магния или кальция. В патенте [162] в качестве материала для обратноосмотической мембраны предлагается использовать сополимер м-фенилендиамина, 4,4'-диаминодифенилоксид-2,2'-дисульфокислоты со смесью дихлорангидридов изо- и терефталевой кислот. Синтез в ДМАА в атмосфере азота проводят при температуре до 30°C в течение 2-х часов. Полимер осаждается водой и промывается метанолом. Мембрану формируют из 20% раствора полимера в ДМАА, содержащего воду и соли LiCl и LiNO₃.

С целью модификации ароматических полиамидов в их состав вводят сульфозамещённые ксилилендимины [163], катехины [164], дигидразиды фталевых кислот [165], аминифенолов [166].

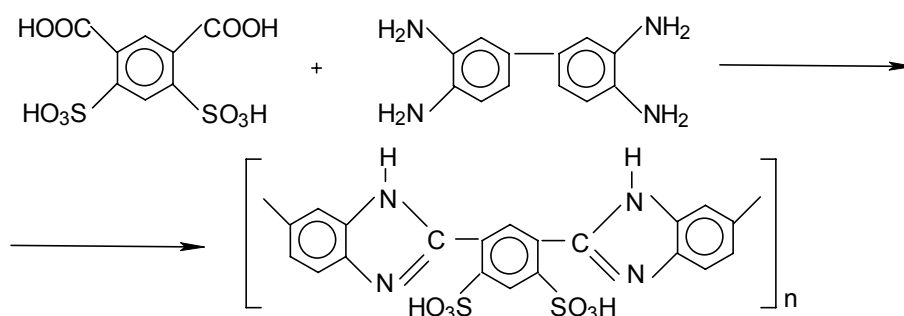
Для придания ионообменных свойств полиамамидам коллективом сотрудников НИФХИ им. Л.Я. Карпова была выполнена работа по синтезу сульфосодержащих полиамидов, исходя из диаминосульфокислот [167]. Синтез проводили в две стадии по следующей схеме:



Для улучшения растворимости диаминосульфо-
 фокислот в амидных растворителях их использо-
 вали в виде солей с триалкиламинами. На
 первой стадии образуются хорошо растворимые
 в воде сульфосодержащие полиамидокислоты.
 После проведения циклизации полиимиды ста-
 новятся лишь ограниченно набухающими. Пе-
 ревод сульфогрупп из солевой формы в кислот-
 ную 0,1н HCl приводит к резкому падению

прочности плёнок и ухудшению их
 термостабильности.

Получение сульфосодержащих полибензими-
 дазолов, исходя из сульфированных фталевых
 кислот описаны в работе [168]. Реакцию суль-
 фофталевых кислот с ароматическими диами-
 нами проводили в полифосфорной кислоте по
 схеме:



Полученные полимеры термоустойчивы до
 400°C. Их основным применением является

получение волокон и мембран.

4. Влияние структуры полиэлектролитных комплексов и вклада элементарных стадий процесса взаимодействия диоксида углерода с полимерной матрицей на его массоперенос

Как газоразделительные материалы полиэлектролитные комплексы пока не получили широкого применения, хотя, с одной стороны, использование для выделения кислых газов, в частности CO_2 , полиэлектролитных мембран [169] и мембран на основе интерполимерных комплексов [170], хорошо известно и позволяет достичь высоких показателей разделения. Высокая гидрофильность, атромбогенность, селективная проницаемость в отношении растворенных веществ, обусловленные структурой полиэлектролитных комплексов и содержащейся в материалах на их основе воды, делают перспективным их применение в различных областях мембранного разделения и, в частности, в газоразделительных процессах. Над разработкой и производством мембран на основе ПЭК работают такие фирмы, как Amicon Corp., Pall Corp., Polaroid Corp., Dow Chemical Corp., GKSS.

Полиэлектролитные комплексы являются продуктом обратимых донорно-акцепторных взаимодействий полимерных цепей содержащих ионогенные группы.

Исследование газоразделительных свойств материалов на основе комплексов ароматического полиамида с сульфонатными группами со слабоосновными полиоснованиями (полиэтиленполиамин, полиэтиленимин, поли-N-(2-аминоэтил-акриламид) позволило подобрать полимерную систему, которая имеет высокую проницаемость углекислого газа и селективностью по отношению к смеси CO_2/N_2 [171].

Возможной причиной значительного влияния природы поликатионных компонентов на газопроницаемость изученных ПЭК-материалов является различие степеней комплексообразования в системах полиамид – полиэтиленимин, полиамид – поли-N-(2-аминоэтил)акриламид, полиамид – полиэтиленполиамин. Увеличение этого показателя обуславливает, с одной стороны, уменьшение числа свободных функциональных групп ПЭ, а с другой – увеличение содержания гидроксида натрия, продукта полиэлектролитной реакции, который способствует

активации CO_2 и служит катализатором переноса углекислого газа через мембрану [172].

Участие гидроксил-ионов в переносе CO_2 в материалах на основе ПЭК подтверждается снижением их проницаемости с $1,6 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-5}$ $\text{см}^3/\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{ат}$ после промывания мембраны для удаления гидроксида натрия [173].

На материалах из смеси полиамид – полиэтиленполиамин было изучено влияние соотношения полимерных компонентов на газопроницаемость. В данном случае наиболее оптимальны ПЭК стехиометричного состава или с небольшим избытком аминного компонента. ПЭК на основе системы полиамид – полиэтиленполиамин использовались для получения диффузионных слоев газоразделительных мембран, проницаемость и селективность которых по CO_2 была значительно выше известных газоразделительных мембран [174].

5. Заключение

Проведенные исследования и анализ научно-технической литературы и патентной литературы по методам синтеза полиэлектролитных комплексов и изучению их массообменных свойств и патентные исследования по мембранным процессам выделения углекислого газа из газовых смесей показали, что проблемы выделения углекислого газа носят не только частный технологический характер, но и является актуальной при решении задач планетарного масштаба. Мембранные методы выделения углекислого газа, разработка новых полимеров для мембран, создание мембран и мембранных элементов для этих целей является быстроразвивающейся отраслью науки и имеет хорошую перспективу её развития.

Наиболее интересными материалами для создания мембран, имеющих высокую избирательную способность по отношению к компонентам разделяемой среды, являются мембраны с облегченным переносом, в частности, в случае выделения углекислого газа, мембраны на основе полиэлектролитных комплексов, имеющих в своем составе ароматические полиамиды содержащие кислотные группы, в частности, сульфогруппы. Выбор таких полимеров обу-

словлен возможностью, путем варьирования химического строения основной цепи, менять в широких пределах как полиэлектролитные свойства самого полимера, так и механические, сорбционные и разделительные свойства получаемых из них материалов.

Для создания таких мембран необходимо выбирать наиболее эффективную химическую структуру компонентов полиэлектролитных комплексов и методы их синтеза, позволяющий в широких пределах менять структуру полимера и его свойства для наиболее эффективного решения конкретной технологической задачи.

Резюмируя полученные в ходе исследований результаты можно отметить:

во-первых, строение макромолекулярной полиамидной цепи является одним из основных факторов, влияющих на свойства, в том числе и полиэлектролитные самого полимера и, как следствие, на характер его взаимодействия с противоположно заряженными полиэлектролитами: стехиометрический состав и структуру образующихся полиэлектролитных комплексов и, в итоге, на структуру и свойства (механические, сорбционные, разделительные) получаемых материалов;

во-вторых, ароматические сополиамиды образуют особую группу полимеров, на основе которых, используя возможность регулирования в процессе синтеза степени влияния фрагментов, отличающихся по своему строению и природе содержащихся ионогенных групп, могут быть созданы материалы, не уступающие или превосходящие композиции на основе гомополимеров;

в-третьих, модифицированные ароматические полиамиды представляют собой достаточно перспективные материалы для процессов газоразделения благодаря сочетанию хороших механических свойств, высокой гидрофильности и селективности.

Литература

1. Хванг С.-Т., Каммермейер., Мембранные процессы разделения, пер. с англ., М.: Химия, 1981, 464 с.
2. Николаев Н.И., Диффузия в мембранах, М.: Химия, 1980, 232 с.
3. Polymer permeability, by J. Comyn. Ed., London and New York, 1985, 392 p.
4. Рейтлингер С.А., Проницаемость полимерных материалов, М.: Химия, 1974, 272 с.
5. Scholz H.P., Schönmier A., Wiesegart H., Tassles W., Kleinschmidt W., Патент ГДР № 104915, Кл. 12 e 304, 1973; РЖХим, 1975 № 4П278П.
6. Kulkarni S.S., Funk E.W., Li N.N., Riley R.L., AIChE Symp. Ser., 1983, 229, p. 172-178.
7. Norton F.I., J. Appl. Polym. Sci., 1963, v. 7, 5, p. 1649-1659.
8. Vieth W.R., Eilenberg I.A., Advan. Polym. Sci. Eng., Proc. Symp., 1972, p. 145-162.
9. Koros W.J., Paul D.R., Rocha A.A., J. Polym. Sci., Polym. Physics Ed., 1976, v. 14, 4, p. 687-702.
10. Nakagawa T., Hopfenberg H.B., Stannett V., J. Appl. Polym. Sci., 1971, v. 15, 1, p. 231-245.
11. Kantor S.W., Juliano P.C., Патент США № 37813786, Кл. 260-824-R, 1971.
12. Pilato L.A., Litz L.M., Hargitay B., Osborne R.C., Farnham A.G., Kawakami J.H., Fritze Chem., 1975, v. 16, 2, p. 41-46.
13. Ямпольский Ю.П., Высокомолек. Соед., Краткие сообщ., 1993, т. 35, № 1, с. 51-62.
14. Тепляков В.В., Ж. Всес. Хим. О-ва им. Д.И. Менделеева, 1987, т. 32, № 6, с. 693-697.
15. Robeson L.M., J. Membr. Sci., 1991, v. 62, 2, p. 165-185.
16. Li C.C., AIChE Journal, 1972, v. 20, 5, p. 1015-1017.
17. Ward W.J., Robb W.L., Science, 1967, v. 156, p. 1481-1484.
18. Ward W.J., Robb W.L., Патент США № 33965106, кл. 55-16, 1968.
19. Dounoucos A., Патент США № 3447286, кл. 55-16, 1969.
20. Bhave R.R., Sirkar K.K., Liquid membranes, theory and applications (R.D. Noble and J.D. Way Ed.), ACS Symposium Series, v. 347, p. 138-151, ACS, Washington, DC, 1987.
21. Naraya K., Chem. Econ. Eng. Rev., 1981, v. 13, p. 20-28.
22. Nishide H., Tsudida E., in "Polymers for Gas Separation" (by ed. N.Toshima) VVH Publishers, Inc., New York, 1992, p. 183-220.
23. Friedlander S.K., Keller K.H., Chem. Eng. Sci., 1965, v. 20, p. 121-129.
24. Ward W.J. III, AIChE Journal, 1970, v. 16, 5, 3, p. 405-410.
25. Schultz J.S., Goddard J.D., Suchdeo S.R., AIChE Journal, 1974, v. 20, 3, p. 417-445.
26. Goddard J.D., Schultz J.S., Suchdeo S.R., AIChE Journal, 1974, v. 20, 4, p. 625-645.

27. Behr J.-P., Kirch M., Lehn J.-M., J. Amer. Chem. Soc., 1985, v. 107, 1, p. 241-246.
28. Noble R.D., Way J.D., Powers L.A., Ind. Eng. Chem. Fundam., 1986, v. 25, 3, p. 450-452.
29. Leiber J.P., Noble R.D., Way J.D., Bateman B.R., Sep. Sci. and Technology, 1985, v. 20, 4, p. 231-256.
30. Teramoto M., Ind. Eng. Chem. Res., 1994, v. 33, 9, p. 2161-2167.
31. Jemaa N., Noble R.D., J. Membr. Sci., 1992, v. 70, 1-3, p. 289-293.
32. Basaran O.A., Burban P.M., Auvil S.R., Ind. Eng. Chem. Res., 1989, v. 28, 1, p. 108-119.
33. Goddard J.D., Schultz J.S., Bassett R.J., Chem. Eng., 1970, v. 25, 4, p. 665-683.
34. Smith D.R., Quinn J.A., AIChE Journal, 1979, v. 25, 1, p. 197-200.
35. Noble R.D., Sep. Sci. and Technology, 1985, v. 20, 7-8, p. 577-585.
36. Stroeve P., Ziegler E., Chem. Eng. Commun. 1980, v. 6, 1-3, p. 81-103.
37. Hoofd L., Kreuzer F., AIChE Symp. Ser., 1981, v. 77, 202, p. 123-129.
38. Folkner C.A., Noble R.D., J. Membr. Sci., 1983, v. 12, 3, p. 289-301.
39. Noble R.D., Ind. Eng. Chem. Fundam., 1983, v. 22, 1, p. 139-144.
40. Noble R.D., Sep. Sci. and Technology, 1984, v. 19, 8/9, p. 469-478.
41. Kirkkopru-Dindi A.K., Noble R.D., J. Membr. Sci., 1989, v. 42, 1-2, p. 13-25.
42. Niiya K.Y., Noble R.D., J. Membr. Sci., 1985, v. 23, 2, p. 183-198.
43. Dindi A., Noble R.D., Koval C.A., J. Membr. Sci., 1992, v. 65, 1-2, p. 39-45.
44. Way J.D., Noble R.D., J. Membr. Sci., 1989, v. 46, 2-3, p. 309-324.
45. Noble R.D., J. Membr. Sci., 1990, v. 50, 2, p. 207-214.
46. Yamaguchi T., Boetje L.M., Koval C.A., Noble R.D., Bowman C.N., Ind. Eng. Chem. Res., 1995, v. 34, 11, p. 4071-4077.
47. Petropoulos J.H., J. Polym. Sci., Part A-2, 1970, v. 8, 10, p. 1797-1801.
48. Koros W.J., Paul D.R., J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed., 1978, v. 16, 11, p. 1947-1963.
49. Barrer R.M., J. Membr. Sci., 1984, v. 18, p. 25-35.
50. Noble R.D., J. Chem. Soc. Faraday Trans., 1991, v. 87, 13, p. 2089-2092.
51. Noble R.D., Gas Sep. Purif., 1988, v. 2, 1, p. 16-19.
52. Cussler E.L., Aris R., Brown A., J. Membr. Sci., 1989, v. 43, 2-3, p. 149-164.
53. Tsuchida E., Nishide H., Ohyanogi M., Kawakami H., Macromolecules, 1987, v. 20, 8, p. 1907-1912.
54. LeBlanc O.H., Ward W.J., Matson S.L., Kimura S.G., J. Membr. Sci., 1980, v. 6, 3, p. 339-343.
55. Kimura S.G., Ward W.J., Matson S.L., Патент США № 4318714, Кл. 55-16, 1982.
56. Langevin D., Pinoche M., Selegny E., Metayer M., Poux R., J. Membr. Sci., 1993, v. 82, 1-3, p. 51-63.
57. Matsuyama H., Teramoto M., Iwai K., J. Membr. Sci., 1994, v. 93, 3, p. 237-244.
58. Way J.D., Noble R.D., Reed D.L., Ginley G.M., Jarr L.A., AIChE Journal, 1987, v. 33, 3, p. 480-487.
59. Noble R.D., Pellegrino J.J., Grosogogeat E., Sperry D., Way J.D., Sep. Sci. and Technology, 1988, v. 23, 12/13, p. 1595-1610.
60. Way J.D., Noble R.D., Intern. Solvent Extraction Conference, ISEC'86, Preprints, München (FRG), 1986, p. 873-881.
61. Langevin D., Pinoche M., Selegny E., Metayer M., Roux R., J. Membr. Sci., 1993, v. 82, 1-3, p. 51-63.
62. Pellegrino J.J., Ko M., Nassimbene R., Einert M., in "Gas Separation Technology" (by ed. Vansant E.F., Dewolfs R.), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1990, p. 445.
63. Ukihashi H., Yamabe M., Miyake H., Prog. Polym. Sci., 1986, v. 12, 4, p. 229-270.
64. Тимашев С.Ф., Физикохимия мембранных процессов, М.: Химия, 1988, 240 с.
65. Xue T., Trent J.S., Osseo-Asare K., J. Membr. Sci., 1989, v. 45, 3, p. 261-271.
66. Sondheimer S.J., Bunce N.J., Fyfe C.A., J. Macromol. Sci. Rev. Macromol. Chem. Phys., 1986, v. C26, 3, p. 351-411.
67. Gierke T.D. Munn G.E., Wilson F.C., J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed., 1981, v. 19, 11, p. 1687-1704.
68. Hsu W.Y., Gierke T.D., J. Membr. Sci., 1983, v. 13, 3, p. 307-326.
69. Litt M.H., Amer. Chem. Soc. Polymer Preprints, 1997, v. 38, 1, p. 80-81.
70. Озерин А.Н., Ребров А.В., Якунин А.Н., Боговцева Л.П., Тимашев С.Ф., Бакеев Н.Ф., Высокомолек. Соед. А, 1986, т. 28, 2, с. 254-259.
71. Озерин А.Н., Ребров А.В., Якунин А.Н., Бессонова Н.П., Дрейман Н.А., Соколов Л.Ф., Бакеев Н.Ф., Высокомолек. Соед. А, 1986, т. 28, 11, с. 2303-2307.
72. Ребров А.В., Озерин А.Н., Свергун Д.И., Боброва Л.Р., Бакеев Н.Ф., Высокомолек. Соед. А, 1990, т. 32, 8, с. 1593-1599.
73. Sakai T., Takenaka H., Torikai E., J. Electrochem. Soc., 1986, v. 133, 1, p. 88-92.
74. Sakai T., Takenaka H., Torikai E., J. Membr. Sci., 1987, v. 31, 2-3, p. 227-234.
75. Chiou J.S., Paul D.R., Ind. Eng. Chem. Res., 1988, v. 27, 11, p. 2161-2164.
76. Mauritz K.A., Stefanithis I.D., Chen H., Amer. Chem. Soc. Polymer Preprints, 1991, v. 32, 1, p. 271-272.
77. Pellegrino J.J., Nassimbene R., Noble R.D., Gas Sep. Purif., 1988, v. 2, 1, p. 126-130.

78. Heaney M.D., Pellegrino J., J. Membr. Sci., 1989, v. 47, 1-2, p. 143-161.
79. Pellegrino J., Kang Y.S., J. Membr. Sci., 1993, v. 82, 1-2, p. 163-174.
80. Matsuyama H., Teramoto M., Sakakura H., Iwai K., J. Membr. Sci., 1996, v. 117, 1-2, p. 251-260.
81. Рагольская Е.А., Радиационно-химическая прививочная полимеризация виниловых мономеров на сополимер тетрафторэтилена с винилиденфторидом, Дис. Канд. Хим. Наук, М., НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 1989.
82. Kim M.-J., Park Y.-I., Youm K.-H., Lee K.-H., J. Membr. Sci., 2004, v. 245, 1-2, p. 79-86
83. Yegani R., Hirozawa H., Teramoto M., Himeji H., Okada O., Takigawa T., Ohmura N., Matsumiya N., Matsuyama H., J. Membr. Sci., 2007, v. 291, 1-2, p. 157-164.
84. Wang Z., Li M., Cai Y., Wang J., Wang S., J. Membr. Sci., 2007, v. 290, 1-2, p. 250-258.
85. Tajar J.G., Miller I.F., AIChE Journal, 1972, v. 18, 1, p. 78-83.
86. Matsuyama H., Terada A., Nakagawara T., Kitamura Y., Teramoto M., J. Membr. Sci., 1999, v. 163, 2, p. 221-227.
87. Yoshikawa M., Ezaki T., Sanni K., Ogata N., J. Appl. Polym. Sci., 1988, v. 35, 1, p. 145-154.
88. Yoshikawa M., Fujimoto K., Kinugawa H., Kitao T., Ogata N., Chem. Letters, 1994, 12, p. 243-246.
89. Matsuyama H., Teramoto M., Sakakura H., J. Membr. Sci., 1996, v. 114, 2, p. 193-200.
90. Matsuyama H., Hirai K., Teramoto M., J. Membr. Sci., 1994, v. 92, 3, p. 257-265.
91. Higuchi A., Fushimi H., Iijima T., J. Membr. Sci., 1985, v. 25, 2, p. 171-180.
92. Quinn R., Laciak D.V., J. Membr. Sci., 1997, v. 131, 1-2, p. 49-60.
93. Quinn R., J. Membr. Sci., 1998, v. 139, 1, p. 97-102.
94. Quinn R., Laciak D.V., Pez G.P., J. Membr. Sci., 1997, v. 131, 1-2, p. 61-69.
95. Yamada-Nosaka A., Ishikiriya K., Todoki M., Tanzawa H., J. Appl. Polym. Sci., 1990, v. 39, 11/12, p. 2443-2452.
96. Тимашев С.Ф., Боговцева Л.П., Шифрина Р.Р., Попков Ю.М., Базов В.П., Высокомолек. Соед., А. 1987, т. 29, № 9, с. 1819-1824.
97. Рагольская Е.А., Павлов С.А., Телешов Э.Н., Докл. АН СССР, 1990, т. 314, 2, с. 405-409.
98. Lee E.M., Thomas R.K., Burgess A.N., Barnes D.J., Soper A.K., Rennie A.R., Macromolecules, 1992, v. 25, 12, p. 3106-3109.
99. Ребров А.В., Озерин А.Н., Якунин А.Н., Дрейман Н.А., Тимофеев С.В., Попков Ю.М., Бакеев Н.Ф., Высокомолек. соед., Серия А, 1987, т. 29, 7, с. 1453-1457.
100. Tasaka M., Suzuki S., Ogawa Y., Kamaya M., J. Membr. Sci., 1988, v. 38, 2, p. 175-183.
101. Haldankar G.S., Spencer H.G., J. Appl. Polym. Sci., 1989, v. 37, 11, p. 3137-3146.
102. Hatakeyama T., Nakamura K., Hatakeyama H., Thermochim. Acta, 1987, v. 123, p. 153-161.
103. Грушевская Л.Н., Алиев Р.Э., Куриленко Л.Н., Кабанов В.Я., Высокомолек. соед., Краткие сообщ., 1991, т. 33, 1, с. 38-42.
104. Galin J.C., Galin M., J. Polym. Sci., part B: Polymer Physics, 1992, v. 30, 10, p. 1103-1111.
105. Galin J.C., Galin M., J. Polym. Sci., part B: Polymer Physics, 1992, v. 30, 10, p. 1113-1121.
106. Чалых А.Е., Краков В.Э., Высокомолек. Соед., А. 1988, т. 30, № 9, с. 1896-1901.
107. Дюплесси Р., Эскоубе М., Родмак Б., Волино Ф., Роче Е., Эйзенберг А., Пинери М., в кн. «Вода в полимерах», пер. с англ. Под ред. С. Роуланда, М.: Мир, 1984, с. 443-456.
108. Кои Дж., Эскоубе М., Роче Е., Дюплесси Р., Эйзенберг А., Пинери М., в кн. «Вода в полимерах», пер. с англ. Под ред. С. Роуланда, М.: Мир, 1984, с. 456-468.
109. Falk M., Can. J. Chem., 1980, v. 58, 14, p. 1495-1501.
110. Волков В.И., Нестеров И.А., Чичагов А.В., Муромцев В.И., Тимашев С.Ф., Хим. физ., 1985, т. 4, 5, с. 644-650.
111. Ostrovska J., Narebska A., Colloid and Polym. Sci., 1984, v. 262, 4, p. 305-310.
112. Pushpa K.K., Nandan D., Iyer R.M., J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1, 1988, v. 84, 6, p. 2047-2056.
113. Кестинг Р.Е., Синтетические полимерные мембраны, пер. с англ., М.: Химия, 1991, 336 с.
114. Петренко К.Д., Шрубович В.А., Привалков В.П., Шевченко В.В., Протасова Н.В., Укр. Хим. Журнал, 1992, т. 58, № 1, с. 81-84.
115. Самсонов Г.В., Тростянская Е.Б., Елькин Г.Э. Ионный обмен, сорбция органических веществ. Л., Наука, 1969.
116. Васильев А.А., Кальниньш К.К. О свойствах сульфокатионитов на основе полиэтилена и поливинилхлорида. В сб. Синтез и свойства ионообменных материалов. М., Наука, 1968, с.79.
117. Любман Н.Я., Шостак Ф.Г. Сб. Синтез и исследование высокомолекулярных соединений. Алма-Ата, 1964, с.76.
118. Васильев А.А., Ваншейдт А.А. Сульфокислотные ионообменные смолы на основе поливинилхлорида и других винильных полимеров. Ж. прикл. хим., 1959, 32, I, с.150.
119. Тростянская Е.Б., Пашков А.Б. Сб. Исследования в области ионообменной хроматографии. Изд. АН СССР, М., 1957, с.117.

120. Самсонов Г.В., Тростянская Е.Б., Елькин Г.Э. Ионный обмен. Л., Наука, 1971, с.84.
121. Dolar D., Maharcic, Pirs M., Makromolek Chem., 1965, 84, 108.
122. Vaya I., Zilka f., Bracl I., Chem. Information of Polyamides, 1974, 4, 873.
123. Пат. США 773371, 29.08.78.
124. Kuroiva M., Maeda K., Kobunshi ronbunshu, 1984, 41, 2, 63.
125. Huang R.I., Kim I.I., J. Appl. Polym. Sci., 1984, 29, 12, 1-2, 4017.
126. Пат. США 4427419, 24.01.84.
127. Пат. США 4521224, 4.06.85.
128. Mottet C., Revillon A., Le Perches P., Zlauro M., Guyot A., Polym. Bull, 1982, 8, 11-12, 511.
129. Noshay F., Robenson I., Appl. Polym. Sci., 1976, 20, 7, 1985.
130. Ogawa T., Marvell C., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1985, 23, 4, 1231.
131. Пат. США 3839294, 1.10.74.
132. Пат. США 4162346, 24.07.79.
133. Заявка Японии 53-95183, 19.08.78.
134. Leori C., Amer. Chem. Soc. Polym. Prepr., 1974, 5, 676.
135. Заявка Японии 60-181129, 14.04.85.
136. Заявка Японии 57-21456, 4.02.82.
137. Murali R., Amer. Chem. Soc. Polym. Prepr., 1986, 27, 1, 343.
138. Пат. США 3998870, 21.02.76.
139. Пат. США 4574144, 4.03.86.
140. Семёнов В.И., Шевлякова Н.В. Исследование структуры сульфокислотных мембран из полиэтилена с привитым полистиролом. Высокомолекул. соед., 1983, 25, 8, 590.
141. Forest J., J. Appl. Polym. Sci., 1982, 6, 2189.
142. Silver F.M., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1979, 17, 11, 3519.
143. Silver F.M., Amer. Chem. Soc. Polym. Prepr., 1979, 20, 1, 207.
144. Silver F.M., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1980, 18, 6, 1787.
145. Silver F.M., Black W.B., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1979, 17, 11, 3543.
146. Silver F.M., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1980, 8, 1787.
147. Маслош В.З. Изынеев А.А. Синтез, исследование и пути применения водорастворимых сульфосодержащих олигоэфиров. В сб. Водорастворимые полимеры и их применение. Тез. I Всесоюзн. конф., Иркутск, 1979, с.34.
148. Осипко И.Ф. Водорастворимые сополиэфиры, как антистатик для волокна лавсан. Хим. волокна, 1987, 3, с.19.
149. Заявка Японии 61-37815 от 22.02.86.
150. Пат. ФРГ 1046309, 4.06.59.
151. Пат. ФРГ 1067212, 7.04.60.
152. Пат. Японии 55-14173 от 14.04.80.
153. Заявка ФРГ 2339865, 20.02.75.
154. Богданов М.Н., Мандорова Ф.М., Кравченко Т.В., АС СССР 233904, 24.12.68.
155. Dine-Hart R.A., Moore B.J., Whight W.W., J. Polym. Sci., 1964, 2, 4, 369.
156. Пат. Японии 58-14242, 18.03.83.
157. Пат. США 4595708, 17.06.86.
158. Пат. США 4317902, 2.03.82.
159. Chandhury A.K., Min B.J., Pearce E.M., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1980, 17, 10, 2949.
160. Пат. США 4454176, 1986.
161. Пат. США 4595708, 17.06.86.
162. Пат. США 4471110, 11.09.84.
163. Пат. Японии 49-17676, 2.05.74.
164. Пат. Японии 49-17674, 2.05.74.
165. Пат. Японии 57-43088, 13.09.82.
166. Пат. Японии 49-17673, 2.05.74.
167. Васильева И.В., Телешов Э.Н., Калинина Т.Н., Праведников А.Н. Синтез и свойства сульфированных полипиромеллитимидов. Высокомолекул. соед., 1972, 14, 1, с.143.
168. Uno K., Niime K., Iwata j., Toda F., J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed., 1977, 15, с.1309.
169. Quinn R. // Membr. Sci. 1998. V. 139, No. 1, p. 97.
170. Matsuyama H., Terada A., Nakagawara T., Kitamura Y., Teramoto M. // Membr. Sci. 1999. V. 163, No. 2, p. 221.
171. Смирнова Н.Н. Дис. ... канд. хим. наук. М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 1993.
172. Okabe K., Nakabayashi M. Pat. 2879057 Japan. 1999.
173. Тверской В.А. Дис. ... докт. хим. наук. М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 1998.
174. Смирнова Н.Н., Федотов Ю.А., Кирш Ю.Э., Вдовин П.А., Тверской В.А. // Наука Кубани. 2000. № 5, с. 75.

ЭЛЕКТРОЭКСТРАКЦИЯ АНИОНОВ ИЗ СОЛЕЙ ЦИРКОНИЯ И ЕГО ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОМ ПРОЦЕССЕ

Т.А. Седнева

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН,
Апатиты Мурманской обл.
e-mail: *sedneva@chemy.kolasc.net.ru*

В работе приводятся результаты изучения состава цирконийсодержащих осадков, полученных в результате гидролиза азотно-, серно- и азотносерноокислых растворов от переработки бадделеита в электромембранном процессе с одновременной утилизацией соответствующих кислот. Показано, что из азотнокислого раствора циркония осаждается гидроксид циркония $ZrO(OH)_2 \cdot 2H_2O$, из азотносернокислого смесь $ZrO(OH)_2 \cdot 2H_2O$, $H_2[ZrO(SO_4)_2]$ и $ZrO_{0,72}SO_4OH$, а из сернокислого - $H_2[ZrOSO_4(OH)_2] \cdot 2H_2O$, прокалывание которых приводит к образованию оксида циркония, содержащего не менее 99,97% ZrO_2 .

Ключевые слова: цирконий, азотно- и сернокислый раствор, гидролиз, ионообменные мембраны, электромембранный процесс.

In work results of studying of composition zirconium containing the deposits received as a result of hydrolysis nitrate-, sulphate- and nitrate-sulphate of zirconium solutions in electromembranous process with simultaneous salvaging of the appropriate acids are resulted. It is shown, that from the nitrate solution of zirconium oxyhydroxide of zirconyl $ZrO(OH)_2 \cdot 2H_2O$, from nitrate-sulphate mix - $ZrO(OH)_2 \cdot 2H_2O$, $H_2[ZrO(SO_4)_2]$ and $ZrO_{0,72}SO_4OH$, and from sulphate - $H_2[ZrOSO_4(OH)_2] \cdot 2H_2O$ which incineration results in formation of oxide of the zirconium containing not less of 99,97 % ZrO_2 settles.

Key words: zirconium, nitrate-, sulphate- and sulphate solutions, hydrolysis, ion-exchange membranes, electromembranous process.

Зачастую при вскрытии редкометалльных концентратов не удается избежать сверхстехиометрического расхода кислот, что приводит к получению растворов с чрезмерно избыточной кислотностью от 1,5 до 6 моль/л. В технологии РЗЭ избыточное содержание кислоты затрудняет последующее экстракционное разделение. В технологии диоксида циркония с этим связана необходимость дополнительного расхода щелочей на нейтрализацию свободной кислоты, что приводит к перерасходу не только реагентов, но и к увеличению технологических потоков, оборудования, производственных площадей, и т.д. Электролиз сильноокислых растворов солей циркония может решить проблему снижения в них содержания избыточной кислоты безреагентным способом [1-4].

Задачей исследований является исследование электромиграции анионов через анионообменную мембрану из азотно-, азотносерноокислых и

сернокислых солей циркония в анолит двухкамерного электролизера и изучение структуры получаемых при этом в катодите осадков циркония при снижении кислотности подвергаемого диализу раствора соли.

В указанных целях растворы от азотнокислотного вскрытия бадделеита подвергали электролизу в катодной камере 2-х камерного проточного электролизера фильтр-прессного типа с анионообменной мембраной МА-41 (рис. 1) по схеме:

$+ , H_2O, HNO_3 \parallel MA-41 \parallel ZrO(NO_3)_2, HNO_3, H_2O, -$

Изучали зависимость электромиграции через анионообменную мембрану нитрат-ионов и воды в периодическом процессе электролиза от времени, плотности тока, соотношения потоков анолита и католита а также состава раствора.

Раствор 1, получаемый непосредственно при вскрытии минерала 6 н азотной кислотой со-

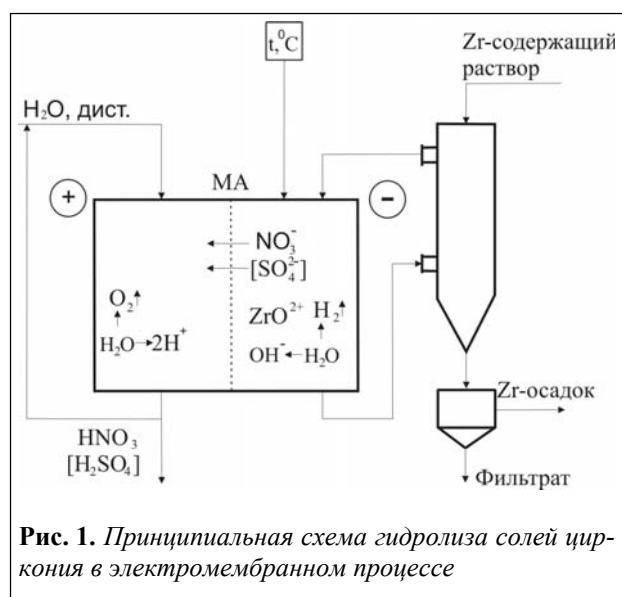
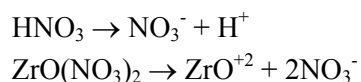


Рис. 1. Принципиальная схема гидролиза солей циркония в электромембранном процессе

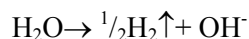
держал избыток кислоты около 296 г/л HNO_3 . В раствор 2 вводили около 0,5 моль/л H_2SO_4 для более эффективного вытеснения нитрат-иона ионом сульфата за счет связывания циркония в более устойчивое к гидролизу соединение. Известно, что нитратные соединения циркония весьма неустойчивы, в то время как гидролиз сульфатных комплексов идет не до конца [5], поскольку в отличие от нитрат-иона сульфат-ион имеет большее сродство к атому циркония. Связи циркония и сульфатной группы существуют и в водных растворах, несмотря на конкуренцию гидроксил-ионов OH^- . Ионообменные мембраны преимущественно пропускающие однозарядные ионы в данном случае должны обеспечить селективную электроэкстракцию нитрат-иона в анолит. Модельный раствор 3 был приготовлен растворением в дистиллированной воде сульфата циркония. Все растворы содержали 90 г/л (0,73 моль/л) ZrO_2 .

При прохождении электрического тока нитрат-ионы от диссоциации кислоты и соли в католите

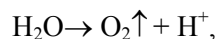


мигрирует в анолит.

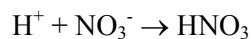
На катоде протекает разряд воды с образованием газообразного водорода и гидроксил-ионов, имеющих большее сродство к цирконии, чем нитрат-ионы.



На аноде разложение воды с выделением газообразного кислорода и генерацией катионов водорода



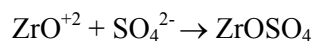
которые с поступающими из католита нитрат-ионами образуют азотную кислоту.



В католите при значительном снижении кислотности возможен гидролиз и образование плохо растворимого гидроксида циркония



а в присутствии серной кислоты возможна стабилизация цирконил-иона в растворе с образованием растворимого сульфата циркония.



Процесс осуществляли в электролизере фильтр-прессного типа с электродной и мембранной поверхностью 0,2 дм², интенсивностью протекания потока электролита $\text{Re} = 500$ при силе тока 2 А. Анодом служила платиновая, а катодом – стальная пластина. Для разделения электродных пространств использовали анионообменную мембрану МА-41. В качестве анолита первоначально использовали дистиллированную воду. Электролиты циркулировали в замкнутых циклах, а католит дополнительно через отстойную камеру с ловушкой и фильтром для отделения осадка. В процессе электролиза на аноде выделялся кислород, на катоде – водород, в анолите концентрировалась кислота, а в катодной - твердая фаза цирконий содержащего соединения.

На основании экспериментальных данных по общепринятым методикам рассчитывали перенос воды с нитрат-ионом по изменению объемов электролитов и концентрации кислоты в анолите n , моль H_2O /моль HNO_3 , извлечение нитрат-ионов в анолит C , %; эффективность процесса: выход по току η , %, удельный расход электроэнергии W , кВт·ч/кг ZrO_2 , производительность Q , кг ZrO_2 /м²·ч в расчете на мембранную поверхность.

Кинетика концентрирования азотной кислоты в анолите (табл. 1) и характер кривых (рис. 2) указывают на смену кинетического контроля переноса нитрат-ионов через мембрану на

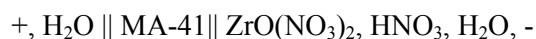
Время, ч	U, В	Анолит		Катодит	n, моль/ моль	C, %	η, %	W, кВт·ч/кг	Q, кг/м ² ·ч
		ΔV _а , мл	HNO ₃ , г/л	HNO ₃ , г/л					
Раствор 1. +, H ₂ O MA-41 ZrO(NO ₃) ₂ , HNO ₃ , H ₂ O, - V _а = 200 мл, V _к = 100 мл									
0	29,9	0	0	296	-	0	-	-	-
1	8,3	3	6,0	284	-	4,1	51,8	6,1	1,2
2	6,8	5	21,5	253	0,77	14,5	61,0	5,2	1,43
3	6,0	8	35,5	225	0,77	24,0	60,4	4,9	1,42
5	5,4	16	70,0	156	0,77	47,3	59,6	3,4	1,40
7	8,0	20	93,5	109	0,77	63,2	56,8	4,9	1,34
7,5*	29,9	22	107,0	82	0,76	72,3	60,7	5,2	1,22
14,0**	29,9	-	130,7	34,6	0,71	88,3	84,6	8,8	0,87
Осадок 1									
Раствор 2. +, H ₂ O MA-41 ZrO(NO ₃) ₂ , HNO ₃ , H ₂ O, - V _а = 80 мл, V _к = 80 мл									
0	29,9	0	0	296	-	0	-	-	-
1	6,3	6	28,2	268	0,77	9,5	51,2	9,2	1,21
3	5,9	8	93,4	202	0,29	31,6	58,3	8,7	1,30
5	5,1	10	139,7	156	0,25	47,1	53,5	5,0	1,26
7	6,7	11	170,0	126	0,23	57,4	47,0	5,2	0,98
14	29,9	12	194	102	0,20	65,5	27,1	19,6	0,64
Раствор 3. +, H ₂ O MA-41 ZrO(NO ₃) ₂ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ O, - V _а = 80 мл, V _к = 80 мл									
0	29,9	0	0	290	-	0	-	-	-
0,5	9,7	4	14,8	288	1,0	5,1	52,8	9,5	1,18
1	6,1	6	28,0	281	0,77	10,0	51,3	8,2	1,14
3	5,1	8	92,6	209	0,30	31,9	57,8	5,2	1,29
5	4,6	10	139,9	152	0,25	28,2	53,6	4,9	1,20
7*	6,1	11	171,4	110	0,22	59,1	47,4	5,3	1,06
14**	29,9	-	194,3	вспенивание	-	67,0	26,6	18,3	0,62
Осадок 2									
Раствор 4. +, H ₂ O MA-41 ZrOSO ₄ , H ₂ O, - V _а = 200 мл, V _к = 100 мл									
0	29,9	-	H ₂ SO ₄	-	-	0	-	-	-
1*	12,1	-	20,2	-	-	-	-	-	-
2,5**	17,9	-	38,4	Осадок 3	-	41,4	84,0	18,5	0,29
Примечания: * - помутнение католита, ** - обильное выпадение осадка									

Табл. 1. Параметры электромембранного процесса электроэкстракции нитрат-иона из цирконийсодержащих растворов

$I = 2 \text{ A}$, $ZrO_2 = 90 \text{ г/л}$

диффузионный контроль после выравнивания концентрации кислоты по обе стороны мембраны [6]. Поэтому регулирование процесса в пользу более эффективного концентрирования утилизируемой в анолите кислоты изменением соотношения объемов анолита и католита возможно при относительном уменьшении объема анолита, а для более глубокого ее извлечения из католита при относительном уменьшении по-

следнего. Так при соотношении $V_k:V_a = 1:2$ за 14 ч электролиза по схеме:



в анолите была достигнута концентрация 130,7, а при $V_k:V_a = 1:1$ за то же время она составила 194,0 г/л HNO₃ соответственно с падением дифференциальной производительности от 0,87 до 0,64 кг/м²·ч.

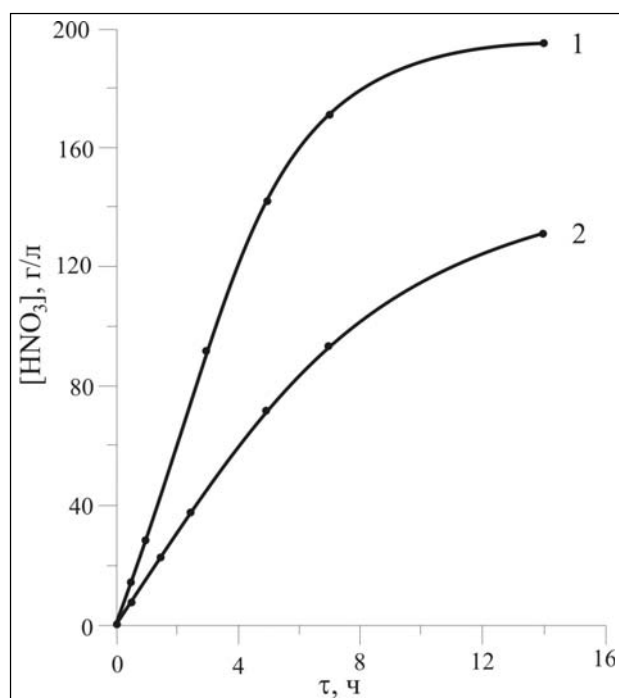


Рис. 2. Кинетика электроэкстракции нитрат-иона через анионообменную мембрану.

Растворы: 1 - $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2SO_4 - H_2O$; 2 - $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2O$

Сравнение результатов с электроэкстракцией нитрат-ионов из аналогичных систем, но с введением сульфат-ионов при прочих равных условиях не обнаруживает заметного предполагаемого влияния на процесс их переноса, но гидролиз соли в присутствии сульфат-ионов начинается при более высокой остаточной кислотности: при 110 против 34 г/л HNO_3 . Выпадение осадка сопровождается сильным вспениванием сульфатсодержащего католита. При этом, в рамках эксперимента наблюдается абсолютная селективность по отношению переноса одновалентных ионов, на что указывает отсутствие сульфат-ионов в анолите на всех этапах электролиза. В анолите концентрируется чистая азотная кислота. В случае электродиализа раствора сульфата циркония в отсутствие одновалентных анионов перенос электричества через мембрану осуществляется за счет миграции в анолит сульфат-ионов и концентрирования в нем серной кислоты. При этом осадок в католите появляется практически сразу, поскольку католит не содержит избыточной кислоты.

При извлечении 75-80% нитрат-ионов из цирконий содержащих растворов с избыточной кислотностью католит сначала мутнеет, а затем в нем набирается осадок с повышенной адгезией

к стальному катоду. Напряжение на электролизере при этом резко возрастает, а ток падает с 2,0 до 0,1 А.

На рис. 3 представлена кинетика извлечения (1-5) и выхода по току (1*-5*) азотной кислоты из системы $ZrO(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2SO_4 - H_2O$ в анолит в зависимости от плотности тока для степени извлечения нитрат-ионов 70%. Очевидно, что повышение плотности тока от 2,5 до 10 А/дм² способствует ускорению процесса, но сопровождается значительным снижением выхода по току, что указывает на усиление диффузионного контроля с повышением силы тока. Максимальный выход по току 98,7-83,5% сопровождается процессом при плотности тока 2,5 А/дм², в то время как при 5 А/дм² он составляет 92,5-62%, при 10 – 80-46%, а при 20 – всего 39-21%.

Из рис. 4, на котором представлены тенденции изменения производительности, выхода по току и удельного расхода электроэнергии в зависимости от силы тока, следует, что повышение производительности электроэкстракции

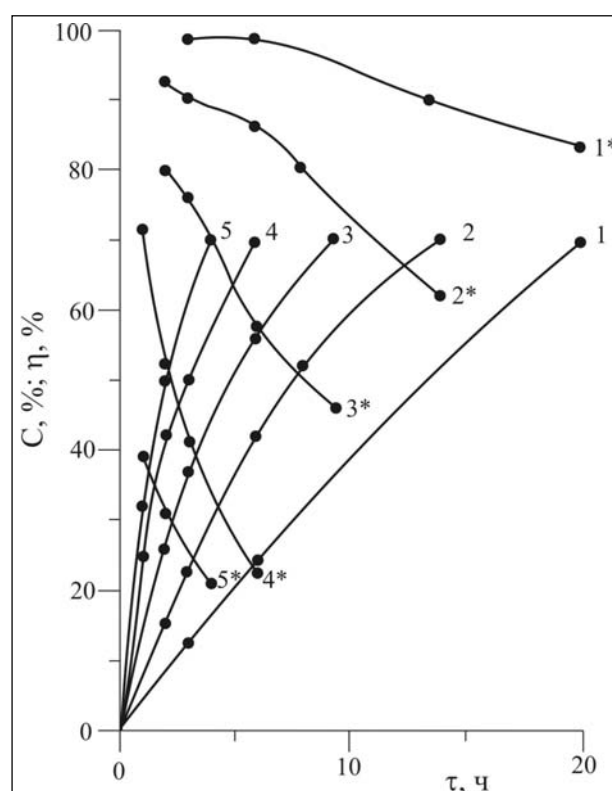


Рис. 3. Влияние тока I на выход по току η (1*-5*) и извлечение C (1-5) азотной кислоты из раствора $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2SO_4 - H_2O$ в анолит от времени τ . Сила тока, А: 1,1* - 0,5; 2,2* - 1; 3,3* - 2; 4,4* - 5; 5,5* - 10

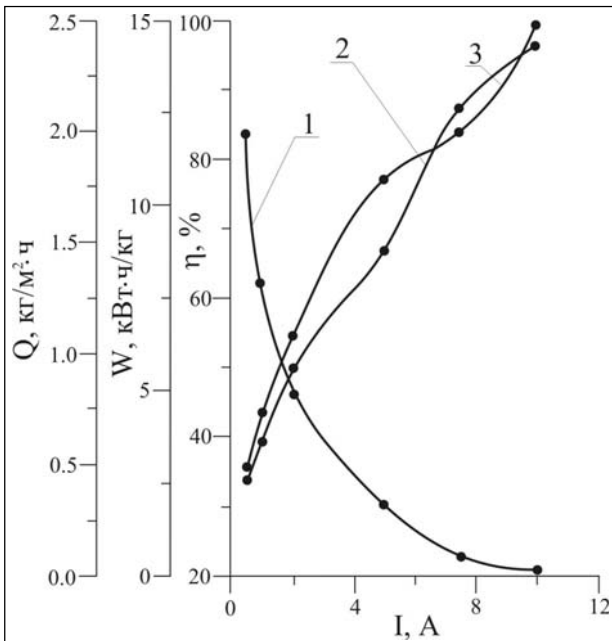


Рис. 4. Зависимость выхода по току η (1), удельного расхода электроэнергии W (2) и производительности Q (3) процесса концентрирования азотной кислоты в анолите из раствора $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2SO_4 - H_2O$ от силы тока I для степени извлечения 70%

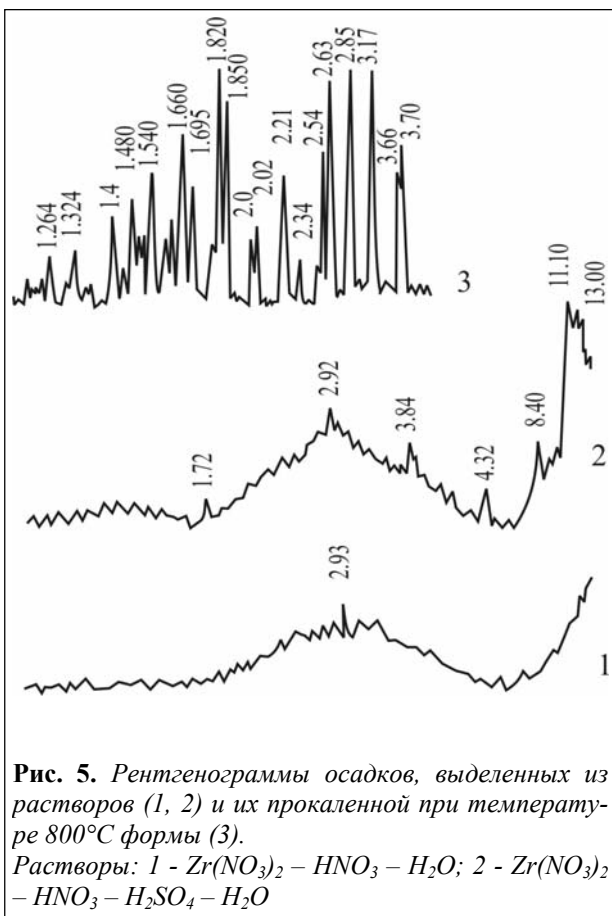


Рис. 5. Рентгенограммы осадков, выделенных из растворов (1, 2) и их прокаленной при температуре $800^\circ C$ формы (3).
Растворы: 1 - $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2O$; 2 - $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2SO_4 - H_2O$

нитрат-ионов из цирконийсодержащих растворов осуществляется за счет увеличения энергозатрат.

Извлечение 70% кислоты в анолит при силе тока 2 А (10 А/дм^2) составляет 2,6 кВт·ч/кг при скорости накопления $0,49 \text{ кг/м}^2\cdot\text{ч}$, тогда как при 10 А скорость процесса возрастает до $2,48 \text{ кг/м}^2\cdot\text{ч}$ с повышением затрат электроэнергии до $14,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч/кг}$.

Следует отметить, что нитрат-ион мигрирует через анионообменную мембрану в гидратной оболочке. При этом соотношение молекул H_2O/HNO_3 колеблется в зависимости от соотношения потоков электролитов $V_k:V_a$ и стадии электролиза от 0,77 до 0,22 моль/моль.

Полученные из азотнокислых (осадок 1) и азотносернических растворов (осадок 2) осадки по результатам рентгенофазового анализа (рис. 5) представляют собой сильно оводненную в основном аморфную массу со слабовыраженным характеристическим рефлексом ($2,93 \text{ \AA}$) гидроксида циркония $ZrO(OH)_2 \cdot 2H_2O$. Термoанализ (рис. 6) по мере прогревания осадка идентифицирует формирующийся маловодный

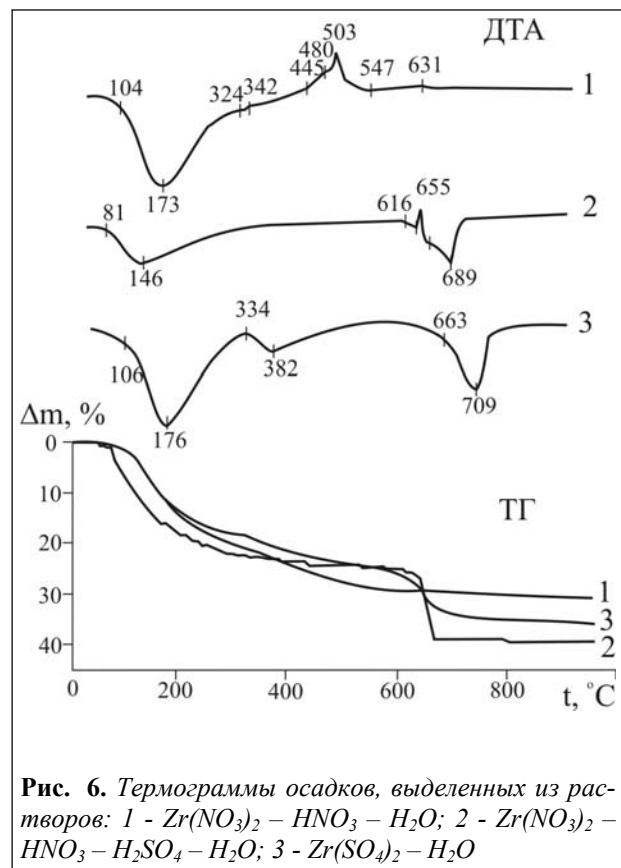


Рис. 6. Термограммы осадков, выделенных из растворов: 1 - $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2O$; 2 - $Zr(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2SO_4 - H_2O$; 3 - $Zr(SO_4)_2 - H_2O$

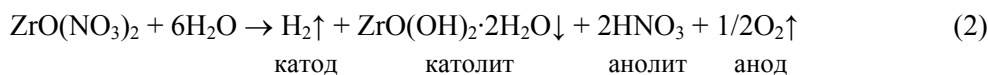
Соединение	Метод анализа	Содержание групп, %		
		ZrO ₂	H ₂ O	SO ₃
Осадок 1	Термографический Аналитический	70,8-68,0	29,2-32,0	-
		68,7	31,1	
Осадок 2	Термографический Аналитический	59,6-51,8	25,1-26,2	15,3-23,0
		55,0	25,7	21,5
Осадок 3	Термографический Аналитический	44,5-44,8	26,8-25,9	28,7-29,3
		44,7	26,4	29,3
ZrO(OH) ₂ ·2H ₂ O	Расчетный	69,5	30,5	0
H ₂ [ZrO(SO ₄) ₂]·3H ₂ O	То же	34,7	20,2	45,1
H ₂ [ZrOSO ₄ (OH) ₂]·2H ₂ O	То же	44,7	26,2	29,1

Табл. 2. Идентификация соединений циркония, полученных в электромембранных процессах из систем: 1- ZrOCl₂ - H₂O; 2 - ZrSO₄ - H₂O

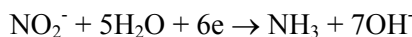
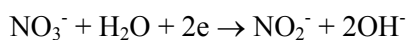
гидроксид циркония, близкий по составу к ZrO(OH)₂·2H₂O. Первый глубокий эндоэффект (104 -173°C) соответствует дегидратации. Экзоэффект при температуре 503°C указывает на кристаллизацию ZrO₂ в метастабильной тетрагональной модификации, которая трансформируется в моноклинную модификацию (рис. 6, 1 - ДТГ) с экзоэффектом при температуре 631°C, что подтверждается также рентгенограммой 3 на рис. 5. Исходя из аналитических и

расчетных данных (табл. 2), также следует, что продуктом электрогидролиза нитрата циркония является гидроксид циркония. Данные 1-3 - ТГ (рис. 6) и химического анализа показывают совпадающие результаты: 70,8-68,0% ZrO₂, 29,2-31,1 H₂O.

Таким образом, механизм электрогидролиза нитрата циркония в условиях непрерывного удаления из зоны гидролиза кислотного остатка можно представить уравнением:



На термограмме 1 - ДТА (рис. 6) присутствует также слабый экзоэффект 324-342°C, характерный для окисления аммиака [7,8]. Условия электрогидролиза нитратной соли, сопровождаемые усиливающейся поляризацией при адгезии осадка на катоде, не исключают разряда нитрат-иона с образованием аммиака [9], который может быть захвачен осадком.



В результате электрогидролиза раствора сульфата циркония получается осадок 3 аморфного характера. Термоанализ (рис. 6) идентифицирует его как основной сульфат циркония с эндоэффектами при температурах 106-176 и 334-382°C, сопровождаемыми потерей около

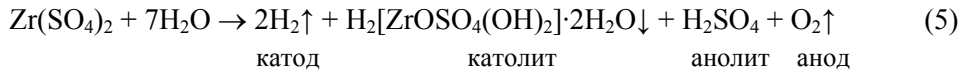


Механизм электрогидролиза сернокислого циркония в условиях непрерывного удаления из

зоны гидролиза отщепляемого сульфат-иона можно представить следующим образом:



заканчивающегося по мере миграции сульфат-иона в анолит выпадением осадка.



На рентгенограмме осадка 2 присутствуют межплоскостные расстояния (1,72Å; 2,92Å) гидроксида циркония $\text{ZrO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ также цирконилсерной кислоты $\text{H}_2[\text{ZrO}(\text{SO}_4)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (2,98Å 4,32Å) и ее гидролизованной формы нестехиометрического состава $\text{ZrO}_{0,72}\text{SO}_4\text{OH}$ (8,40Å; 11,1Å; 12,2Å).

Термограмма осадка 2 является промежуточной. Эндопики на дериватограмме (рис. 6, ДТА 2) при температурах 81-146 и 689°C, обусловленные дегидратацией соединения и потерей SO_3 соответственно, также указывают на сульфатное соединение.

В то же время наличие экзопика при температурах 616-655°C, указывающее на кристаллизацию оксида циркония ZrO_2 , характерно для гид-

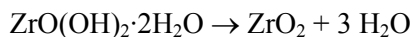


Возможно, именно осадок цирконилсерной кислоты кристаллизуется первым при еще достаточно высокой концентрации азотной кислоты в католите (110 г/л HNO_3), чего не наблюдается в чисто азотнокислом растворе, где помутнение католита происходит только при снижении кислотности до 34 г/л HNO_3 . Кроме того, с



до образования вышеуказанного основного сульфата циркония нестехиометрического состава. Указанные процессы определяют сложный состав осадка 3.

Прокаливание осадков 1-3 при температуре 700°C приводит к получению оксида циркония, что подтверждается рентгенографическим анализом (рис. 5, рентгенограмма 3).



Заключение

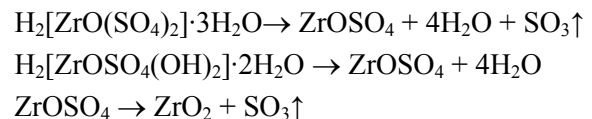
1. Изучали электроэкстракцию анионов в анодное пространство из азотно-, серно- и азотносернокислых растворов его солей от вскрытия бадделеита в электромембранном процессе с одновременным гидратообразованием.

2. Установлено, что электроэкстракция нитрат-ионов до остаточного содержания в католи-

оксида циркония. Результаты дериватографических измерений убыли массы (рис. 6, ТГ2), как и результаты химического анализа состава осадка 2 указывают на смешанный характер осадка, содержащего, по-видимому, как гидроксид циркония, так и цирконилсерную кислоту и, возможно, продукты ее более глубокого гидролиза.

Поскольку содержание серной кислоты недостаточно для связывания всего количества циркония, то из азотносернокислого раствора часть циркония осаждается в виде гидроксида циркония (реакция 1), который является продуктом гидролиза нитрата циркония (реакция 1). Замещение нитрат-сульфат-ионом приводит в кислой среде к кристаллизации цирконилсерной кислоты.

повышением температуры электролита вследствие резкого возрастания напряжения на электролизере в условиях интенсивного выпадения осадка возможно углубление гидролиза цирконилсерной кислоты по реакции (4) с потерей воды



По результатам химического анализа осадки содержат не менее 99,97% ZrO_2 . Содержание примесных элементов (табл. 3) в полученных продуктах находится на уровне $1 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^{-4}\%$, что удовлетворяет техническим требованиям к диоксиду циркония марки «осч» 7-2.

те 0,5 моль/л HNO_3 из азотно- или азотносернокислых растворов в электролизере с анионообменной мембраной протекает без образования твердой фазы с выходом по току 60%, удельным расходом электроэнергии 5,2 кВт·ч/кг, производительностью 1,2 кг/м²·ч и концентрированием в анолите азотной кислоты до 3 моль/л HNO_3 .

Примеси	Содержание примесей, %		
	Полученный (1-3) ZrO ₂	Цирконий(IV) окись МРТУ 6-09-4837-67, осч 7-2	Цирконий(IV) окись МРТУ 6-09-5705-68, осч 7-3
Fe	2·10 ⁻³	4·10 ⁻³	5·10 ⁻⁴
Co	1·10 ⁻⁴	-	1·10 ⁻⁴
Mn	3·10 ⁻⁴	-	1·10 ⁻⁴
Cu	1·10 ⁻³	-	3·10 ⁻⁴
Ni	1·10 ⁻³	-	1·10 ⁻⁴
Cr	3·10 ⁻⁴	-	3·10 ⁻⁴
K	1·10 ⁻³	4·10 ⁻³	-
Na	1·10 ⁻³	4·10 ⁻³	-
Si	2·10 ⁻³	4·10 ⁻³	-
SO ₄	2·10 ⁻³	5·10 ⁻³	-
Ti	4·10 ⁻³	4·10 ⁻³	-
Cl	2·10 ⁻³	2·10 ⁻³	-

Табл. 3. Состав продуктов

3. Показано, что при глубоком извлечении анионов цирконийсодержащие растворы подвергаются гидролизу, в результате которого из азотнокислых растворов выделяется твердая фаза ZrO(OH)₂·2H₂O, из азотносернокислого смесь ZrO(OH)₂·2H₂O, H₂[ZrO(SO₄)₂]·3H₂O и ZrO_{0,72}SO₄OH, а из сернокислого раствора - H₂[ZrOSO₄(OH)₂]·2H₂O.

4. Полученный прокаливанием продуктов электрогидролиза диоксид циркония содержит не менее 99,97% ZrO₂ и соответствует по содержанию примесных элементов оксиду марки «осч» 7-2.

Литература

1. Михайличенко А.И., Михлин Е.Б., Патрикеев Ю.Б. Редкоземельные металлы. М.: Металлургия, 1987. 232 с.
2. Медведев И.Н., Нефедова Г.З., Смагин В.Н. и др. Синтез, свойства и применение ионитовых мембран в электродиализе. М.: НИИТЭХИМ, 1985. Вып.11 (241). 42 с.

3. Water and Sewage International. 1998. V.2, № 11. P. 30-33.
4. Седнева Т.А. Гидролиз солей циркония в электро-мембранном процессе. Мембраны. М., 2007. № 1 (33). С. 43-47.
5. Большаков К.А. Химия редких и рассеянных элементов. М.: Высшая школа, 1965. Т.1. 349 с.
6. Николаев Н.И. Диффузия в мембранах. М.: Химия, 1980. 232 с.
7. Закирова А.В., Колонкова М.А., Сажина В.А., Стрижко А.С. Изв.высших уч.заведений. М.: Цветная металлургия, 1969. №5. 232 с.
8. Атрощенко В.И., Каргин В.И. Технология азотной кислоты. М.: Химия, 1970. 496 с.
9. Баймаков Ю.В., Жулин А.И. Электролиз в гидрометаллургии. М.: Металлургия, 1977. 335 с.

Печатается в соответствии с решением Ученого совета Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья Кольского научного центра РАН.

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «МЕМБРАНЫ-2007»

«На том же месте и в тот же час», т.е. в октябре в пансионате «Клязьма» прошла 10 Всероссийская мембранная конференция. Юбилейное мероприятие запомнится участникам трагической нотой – неожиданной преждевременной кончиной накануне конференции Николая Альфредовича Платэ, который должен был возглавить ее работу. Доклад Ю.П. Ямпольского и фильм, посвященные памяти академика Н.А. Платэ, дали участникам возможность еще раз оценить его вклад и значимость в развитии российской химической промышленности, в том числе и мембранной технологии.

Если говорить об этом очень коротко, то он был создателем и руководителем (менеджером высшего ранга) стратегии и тактики развития мембранной науки и техники в СССР и в России и пламенным пропагандистом в высоком значении этого слова отечественной мембранной науки в нашей стране и за рубежом.

Вклад Николая Альфредовича в развитие и решение мембранной проблемы состоял как в постановке и проведении в жизнь личных научных, технологических и организационных инициатив, так и в «пробивании» включения мембранных проблем в перечень приоритетных научно-технических мероприятий, осуществляемых и реализуемых в стране:

- формирование и утверждение в рамках государственных научно-технических программ разделов по основным направлениям развития мембранной науки и технологии;

- создание научных и экспертных советов по проблеме;

- подготовка и выпуск постановлений Правительства по широкому внедрению мембранных процессов в народном хозяйстве;

- подготовка и проведение коллегии Миннауки России «О развитии работ по критиче-

ской технологии федерального уровня «Мембраны»;

- проведение в СССР и в России международных научных конференций, семинаров и научных школ;

- проведение в СССР и в России научных конференций по проблеме «Мембраны».

В результате его работы, которую он с блеском выполнял вместе со своими многочисленными учениками и коллегами, была сформирована отечественная мембранная школа, которая по ряду направлений продолжает занимать ведущие позиции в мире. Наши ученые и технологи с успехом выступают с пленарными докладами на международных симпозиумах, а ведущие мировые ученые на отечественных конференциях. Российские ученые и технологи трижды удостоивались премий Российской Федерации в области науки и техники, отечественные мембранные аппараты получили золотую и серебряную медали на выставке «Эврика» в Брюсселе. Мембранная продукция и технологии проданы в США, ФРГ, Китай, Австралию, Южную Корею, Финляндию и другие страны.

За три прошедших между конференциями года многое изменилось в условиях и возможностях организации и проведения научных исследований, прикладных и конструкторских разработок. Были опасения, что мембранология уйдет в решение преимущественно практических задач, иссякнет творческий потенциал, уйдут ведущие специалисты. Но ничего этого не произошло, наоборот, мембранное сообщество обогатилось новыми, в основном молодыми коллегами, появилось много работ, выполняемых совместно академическими, вузовскими и коммерческими организациями. Интересны некоторые статистические выкладки.

На конференции было сделано 196 устных и стендовых сообщений. Среди авторов этих работ представители 91 организации, из которых 19 относятся к институтам РАН, 22 – вузы, 21 – государственные унитарные предприятия и учреждения и 29 – коммерческие организации.

Не лишним будет перечислить организации, наиболее активно участвующие в конференции, что оценивается количеством докладов, в которых авторами являются представители организаций:

- Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН – 33 доклада;
- ЗАО НТЦ «Владипор» – 13 докладов;
- Воронежский государственный университет – 13 докладов;
- Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН – 12 докладов;
- РХТУ им. Д.И. Менделеева – 11 докладов;
- Кубанский государственный университет – 11 докладов;
- НИИ «Медполимер» – 10 докладов;
- МГУ им. М.В. Ломоносова – 10 докладов;
- Нижегородский государственный университет – 9 докладов;
- Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н. Флерова ОИЯИ – 9 докладов;
- ФГУП «Центр Келдыша» – 8 докладов;
- Институт проблем химической физики РАН – 7 докладов.

К сожалению, не все российские организации, в которых занимаются проблемами мембранной технологии, пожелали участвовать в конференции. На наш взгляд, одна из причин этого явления – опасение руководителей о возможной утечке конкурентам своих научно-технических достижений. Вторая причина заключается в необходимости совершенствования методики проведения конференции. Традиционные формы проведения таких мероприятий вырабатывались десятилетиями и до недавнего времени, видимо, оставались оптимальными. Сегодня же только личных амбиций авторов мало в качестве стимула участвовать в конференциях, поэтому будущим организаторам полезно подумать о фор-

ме докладов, об их редактировании, о расширении дискуссий, об элементах конкурсов и премий и о придании конференциям дополнительных полномочий.

В любом случае послушать и почитать представленные работы было и интересно, и полезно. Мощный просветительский потенциал всех мембранных конференций неоспорим и является главным их богатством, как, впрочем, и личные встречи, и беседы с коллегами.

Первый доклад В.П. Дубяги, посвященный мировой конъюнктуре мембранной технологии и ее положению на рынке, прибавил мембранщикам уверенность в правильности выбранного дела. За последние годы в мировой мембранной практике заметно вырос интерес к газоразделению, оживились работы по электромембранным процессам, уже появился рынок совмещенных, так называемых гибридных мембранных процессов, куда временно относят мембранные реакторы, мембранный катализ, первапорацию, мембранную адсорбцию, мембранные топливные элементы. Каждый из этих процессов может скоро стать паровозом всей мембранной технологии.

Расклад тематики докладов нашей конференции по рубрикам:

- общие вопросы и обзоры – 9 докладов, 4%;
- баромембранные процессы – 87 докладов, 45%;
- электромембранные процессы – 30 докладов, 15%;
- мембранное газоразделение – 35 докладов, 18%;
- гибридные мембранные процессы – 35 докладов, 18%.

Как следует из приведенной в докладе В.П. Дубяги статистики, интересы российских мембранщиков абсолютно адекватны мировым тенденциям.

Не менее интересен и другой расклад – по этапам ведения научных исследований. Любое новое направление начинается с рождения идеи. Затем следует изучение соответствующих закономерностей в модельных условиях, разработка

необходимых мембран, начиная с синтеза материалов и изучения закономерностей процесса формирования мембран, их изготовления. Далее возникает необходимость в проведении конструкторских разработок, а затем уже рождается технология. На последнем этапе решаются чисто прикладные, технические проблемы. Конечно, такая градация условна, границы размыты, но тенденцию проследить можно.

С этих позиций распределение докладов нашей конференции можно представить следующим образом:

- общие вопросы и обзоры – 9 докладов, 4%;
- научные исследования, которые можно назвать фундаментальными – 50 докладов, 26%;
- мембраны и материалы – 65 докладов, 33%;
- мембранное оборудование – 13 докладов, 7%;
- разработка новых технологий – 19 докладов, 10%;
- прикладные и практические проблемы – 40 докладов, 20%.

Такое распределение – в пользу разработки и усовершенствования мембран – традиционно для российской мембранной науки. Положительные результаты такой тенденции очевидны: производство микро-, ультра- и нанофильтрационных мембран в ЗАО НТЦ «Владипор», производство ионитовых мембран в ОАО «Щекиноазот», производство керамических мембран в ООО «Керамикфильтр» и, наконец, производство трековых мембран, когда несколько производителей позволяют обеспечить потребность в России и поставки на экспорт трековых мембран высокого качества. К сожалению, утеряно

отечественное производство газоразделительных мембран.

Наука не развивается директивными указаниями, но направление научной мысли корректируется и даже организуется общественной потребностью и соответствующим финансированием. В России такую роль во многом исполняет Федеральное агентство по науке и инновациям конкурсами в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса на 2007–2012 годы». Практически во всех лотах основным требованием является достижение практического и полезного результата, а также привлечение внебюджетных средств, которые могут быть получены только от заинтересованных коммерческих организаций. Такие обстоятельства фактически закрывают возможность получения бюджетных средств на выполнение чисто фундаментальных исследований, что, конечно же, не позволяет в полной мере использовать для практических целей и технологий традиционно высокий для наших исследований уровень теоретических разработок.

Возникшая ситуация была обсуждена за Круглым столом, собравшим заинтересованных участников конференции. Было высказано общее понимание в необходимости объединения потенциалов исследовательских лабораторий и групп с возможностями технологических центров для выполнения крупных комплексных проектов, направленных на решение актуальных практических задач, которые могут получать финансирование в рамках федеральных и отраслевых целевых программ.

И.Б. Бесфамильный, А.А. Свитцов

РЕШЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«МЕМБРАНЫ-2007»

Десятая мембранная конференция проходила 1–4 октября 2007 года и была посвящена выдающемуся российскому ученому и организатору науки академику Николаю Альфредовичу Платэ, внесшему крупный вклад в становление и развитие отечественной мембранной науки и технологии, в создание российской научной школы в этой важнейшей и приоритетной области знаний.

В работе конференции приняли участие 170 российских ученых, технологов и производителей, а также ученые и инженеры из 10 иностранных государств. Участники конференции представляли академическую, отраслевую и вузовскую науку, малый и средний бизнес.

Программа конференции включала 52 устных и 144 стендовых сообщения, тематика которых охватывала практически все направления развития мировой мембранной науки и техники. Конференция продемонстрировала высокий уровень фундаментальных и прикладных научных исследований в России, масштабную реализацию разработок во многих высокотехнологичных отраслях промышленности, в водоподготовке и жилищно-коммунальном хозяйстве.

В рамках конференции прошло обсуждение приоритетных в мировой мембранологии и перспективных для России направлений развития мембранной науки и технологии. На итоговом заседании участники конференции решили:

1. Отмечая наличие в Перечне критических технологий Российской Федерации, утвержденном Президентом РФ 21.05.2006 г. (Пр-842), строки «Технологии создания мембран и каталитических систем», обратиться в Российский фонд фундаментальных исследований с предложением включить в классификатор РФФИ на

проведение конкурсов фундаментальных исследований отдельной строкой мембранную тематику с формулировкой:

– формирование систем канальных наноструктур;

– создание субмикронных барьерных нанослоев;

– исследование неравновесного массопереноса в пористых средах.

2. Уточнить и откорректировать перечень приоритетных и перспективных для России направлений развития мембранной науки и технологии, опубликовать его в журнале «Критические технологии «Мембраны» и направить перечень в Российскую академию наук, Федеральное агентство по науке и инновациям, Федеральное агентство по промышленности, Минобрнауки России, Минпромэнерго России, Фонд содействия развитию малых форм предприятия в научно-технической сфере, в другие заинтересованные министерства и ведомства для его возможного использования при формировании грантов и конкурсных проектов в рамках федеральных и отраслевых целевых программ.

3. Отмечая высокий уровень издания и очевидную полезность для развития отечественной мембранной технологии журнала «Критические технологии «Мембраны», обратиться в Федеральное агентство по науке и инновациям с просьбой обеспечить финансовую поддержку единственному в России и странах СНГ мембранному тематическому научному периодическому изданию.

4. Отметить значительный вклад Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева и лично ученого секретаря конференции «Мембраны-2007» Л.А. Паренаго в организации и проведении настоящей конференции.

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕХНОЛОГИЯМ
ФИЛЬТРАЦИИ И СЕПАРАЦИИ FILT SEP-2007.
МОСКВА, СОКОЛЬНИКИ, 30 ОКТЯБРЯ – 2 НОЯБРЯ 2007 г.**

Процессы фильтрации и сепарирования играют важную роль в развитии производства во многих отраслях промышленности, сельского хозяйства и социальной сферы. Успех первой в России специализированной Международной выставки «Filt Sep-2006», организованной по инициативе Выставочного холдинга MVK определился тем, что наряду с традиционными технологиями фильтрации и сепарирования были представлены материалы и процессы, основанные на использовании мембранных методов, являющихся частью наноиндустрии.

По сравнению с прошлогодней выставкой число участников возросло более чем в полтора раза. Расширилась и география. Среди зарубежных экспонентов присутствовали фирмы из Франции, Израиля, Германии, Дании, Италии, США. Большинство крупных и хорошо себя зарекомендовавших российских предприятий, работающих в области водо- и газоочистки, также были представлены на выставке.

Традиционно, значительная доля представленных образцов продукции и оборудования состояла из тканых и нетканых материалов на основе полимеров, стекла, керамики и металлов в виде плоских, рукавных, гофрированных и других фильтрэлементов и сопутствующих технологий. Значительно увеличилось представительство мембранных технологий, в основном в виде установок по водоподготовке и переработке жидких сред в пищевой и биотехнологической промышленности. О том, что данный сегмент бизнеса далек от насыщения и, тем более, стагнации говорит тот факт, что несмотря на обилие инжиниринговых фирм, действующих на рынке в этой области, признанные зарубежные авторитеты как, например, датская фирма НОН и японская Toque организовали свои полноформатные представительства и надеются на их эффективное функционирование.

Традиционным для каждой выставки стало проведение параллельно с экспозицией и научно-технических семинаров, охватывающих большинство аспектов заявленной тематики.

К сожалению, в этот раз ни Ассоциация инженеров по контролю микрозагрязнений (АСИНКОМ), ни организаторы научно-практического семинара «Современное технологическое оборудование и технологические решения очистки производственных, бытовых и поверхностных вод» не оформили для официального каталога выставки тезисы своих докладов.

Большой интерес вызвал семинар «Процессы фильтрации и мембранного разделения жидких и газообразных сред», организованный ЗАО НТЦ «Владипор» со своими партнерами. Глубокому и всестороннему анализу современного состояния развития мембранных технологий был посвящен доклад генерального директора В.П. Дубяги. Особый акцент был сделан на сравнение настоящего и будущего потенциала развития различных методов мембранного разделения и сфер их применения. Современные тенденции развития нанотехнологий применительно к процессам разделения и концентрирования жидкостей были представлены в докладе «Наноструктурированные материалы для контроля и очистки жидких сред». Вопросам решения чрезвычайно актуальной задачи – очистке отходов спиртового производства, был посвящен очень интересный и информативный доклад ЗАО «Владисарт» «Применение современных технологий при переработке послеспиртовой барды». Инжиниринговая фирма ООО «Альтаир», специализирующаяся на изготовлении установок и использованием мембранных элементов разного типа провела презентацию на тему «Оборудование и процессы получения чистой питьевой воды, воды для медицинской, пищевой промышленности и технологических

целей». Все более востребованная технология очистки промышленных сточных вод с применением мембранных биореакторов была представлена в совместном сообщении немецкой фирмы «Верле» и ЗАО «Владисарт». Институт кристаллографии РАН – ведущий разработчик трековых (ядерных) мембран, оценил современное состояние и перспективы развития этой очень важной области. Было отмечено, что в настоящее время вместо микроэлектроники большая часть этого типа мембран, около 90%, направляется в производство медицинских изделий – плазмофильтров.

Следует отметить, что несмотря на то, что «Filt Sep» действительно является единствен-

ным специализированным форумом по проблемам фильтрации и сепарации, эти процессы во все большем объеме отражаются в других выставочных мероприятиях (по проблемам виноделия, производства ликеро-водочной и безалкогольной продукции, фармацевтики и биотехнологий, строительства и коммунального хозяйства, переработки молочного сырья и соков). В связи с этим, возможно, организаторам следует изменить периодичность данного мероприятия и позиционировать его не как ежегодный форум, а проводить раз в два или три года. Результатом будет дальнейшее увеличение участников и более качественная подготовка и проведение научно-практической конференции.

В.Г. Дзюбенко

РЕФЕРАТИВНЫЙ РАЗДЕЛ¹

Обзоры и общие вопросы

36.МБ.1. Методы удаления нитратов при подготовке воды. Methoden zur Nitratentfernung - Stand der Technik. *Holl Wolfgang*. BBR. 2006. 57, № 1, с. 68–77. Библ. 21. Нем.

Обзорная публикация. В настоящее время как поверхностные, так и грунтовые воды во многих случаях содержат нитраты в концентрациях, существенно превышающих предельно допустимые нормы, что объясняется преимущественно смывом азотных удобрений с сельскохозяйственных полей. Среди методов удаления нитратов называются следующие: удаление на анионообменных смолах с замещением хлоридов, применяемых при регенерации смол; биологическая денитрификация с применением внешних источников углерода, при этом нитраты восстанавливаются с образованием азота; удаление нитратов на мембранах нанофильтрации/обратного осмоса, при этом помимо создания трансмембранного давления перемещение ионов может осуществляться посредством электропотенциала при использовании пары электродов перед и за мембраной. Нитраты могут удаляться в электродиализаторах с анионо- и катионообменными мембранами, в электрохимических мембранных системах и др.

36.МБ.2. Применение жидкокристаллических сетчатых полимеров. Applications of liquid crystal network polymers. *Tong Tat H.* Proc. SPIE. 2005. 5741, с. 56–63. Библ. 23. Англ.

В обзоре фирмы Cornerstone Research Group Inc. (CRG) рассмотрены вопросы разработки, получения и применения перспективных жидкокристаллич. сетчатых полимеров (ЖКП) для изготовления легких, в том числе мембранных рефлекторов, зеркал, фильтров для защиты от лазерного излучения, высокотемпературных клеев, "интеллектуальных" и проводящих композиц. материалов, в которых используются такие полимеры, как полианилин, полипиррол и политиофен, в том числе материалов с эластомерной матрицей. ЖКП на основе ароматич. сополиэфиров исследовали в качестве клеев для соединения титана. ЖКП-прекурсоры перспективны для приклеивания накладок из композитов при ремонте самолетов.

36.МБ.3. Слободской спиртоводочный завод. Совершенствование технологии водоподготовки и качество ликероводочных изделий. *Федоренко В. И., Косицкий Е. Я.* Водоочистка. 2007, № 1, с. 48–51. Рус.

Обзор. Изложена работа старейшего предприятия России (с 1862 г.) - Слободского спиртоводочного завода. Подробно описана система подготовки воды для ликероводочного производства, приведена технологическая схема мембранной системы водоподготовки.

36.МБ.4. Получение липидных эмульсий и прозрачных гелей с использованием жидких кристаллов. Formation of lipid emulsions and clear gels by liquid crystal emulsification. *Suzuki T., Iwai H.* (Kao Corporation, Global R&D, 2-1-3 Bunka, Su-

mida-ku, Tokyo 131, Japan). *Int. J. Cosmet. Sci.* 2007. 29, № 1, с. 63–65. Англ.

Обзор по последним способам получения тонких эмульсий, липидных эмульсий и прозрачных гелей с использованием жидких кристаллов (ЖК). Суммированы данные о эмульгировании ЖК, структуре и поведении лиотропных ЖК. Образование жидкокристаллич. фазы часто наблюдают в эмульсиях и биологич. системах. Значение образования ЖК во время эмульгирования анализируют, сравнивая стабильность и состояние эмульсий, приготовленных различными способами. Обсуждают использование ЖК для получения спец. эмульсий и гелей. При эмульгировании ЖК масляная фаза диспергируется непосредственно в ламеллярной жидкокристаллич. фазе, состоящей из ПАВ, глицерина и воды для получения гелеподобной эмульсии масло/ЖК, с послед. разбавлением оставшейся водой для образования эмульсии. Установили, что взаимодействие ПАВ и полиола, в частности, глицерина способствует водородному связыванию и повышению прочности ламиллярной жидкокристаллич. мембраны (МБ), что приводит к возникновению эмульсии масло/ЖК. Взаимодействие ЖК и масла анализировали по изменениям молек. движения МБ на поверхности раздела масло/ЖК, используя электронный спиновой резонанс. При добавлении масла жидкое состояние жидкокристаллич. МБ не изменяется и эмульсии масло/ЖК получают одним способом. Это приводит к одинаковым характеристикам эмульгирования ЖК, что полезно для масел с различной полярностью и различного молек. состава. Когда использовали самоорганизующиеся искусственные липиды *Stratum corneum*, содержащие псевдоцерамиды, в качестве основного компонента масла, то получили мультиламеллярную эмульсию с конц. ламеллярной структурой. Такие эмульсии выполняют в *Stratum corneum* физиологич. функции. Под высоким давлением липидные эмульсии образуют гелеподобные эмульсии, в которых капли гомогенных наноэмульсий перегруппировываются, образуя гексагональную сетку.

36.МБ.5. Загрязнение и очистка керамических мембран. *Shi Chun-hua, Dai Chang-hong, Wang Cheng-wen, Wang Zhen.* Jieneng jishu=Energy Conserv. Technol. 2007. 25, № 1, с. 61–63. Библ. 16. Кит.; рез. англ.

Дается обзор сущности, загрязнения, предотвращения загрязнения и очистки керамич. МБ. Представлены перспективы развития метода сепарации при помощи керамич. мембран.

36.МБ.6. Введение в мембранную технологию. *Свиццов А.А.* М. ДеЛи принт. 2007, 208 с., ил. Рус.

Представлены теор. и практ. основы мембранных процессов, начиная от строения молекулы воды, взаимодействия воды с растворенными веществами и материалом МБ, и заканчивая обзором и прогнозом рыночной конъюнктуры мембранных технологий. Последовательно рассмотрены физ.-хим. принципы различных процессов, способы получения и свойства полупроницаемых МБ, мембранная аппаратура, технол. схемы

¹Рефераты взяты из реферативной БД ВИНТИ

организации мембранных процессов, примеры успешного применения мембранных технологий.

Статьи

36.МБ.7. Универсальные мембранные насосы. Langlebige Laborpumpe. Chem. Plants + Process. 2006, Прил. Top Prod. 2006, с. 31, 1 ил. Нем.; рез. англ.

Фирма Liquiport выпускает насосы KNF в двух исполнениях, предназначенные для перекачивания практически всех жидкостей в лабораторных и промышленных условиях. Они - самовсасывающие, могут работать без смазки, требуют миним. обслуживания. Подача - 0,2-31,0 л/мин при давлении 6 бар.

36.МБ.8. Универсальные электромагнитные клапаны. Magnetventile fur jede Anwendung. Maschinenmarkt. 2006, № 40, с. 51, 1 ил. Нем.

Фирмой Danfoss (Германия) предлагаются две новые модели EV 212 В и EV 222 В электромагнитных клапанов с сервоуправлением для регулирования потоков малоагрессивных сред или для использования на подверженных загрязнению установках. Клапаны, с резьбовыми подключениями 1/8" и 2" (3,18 и 50,8 мм), изготавливаются из высококачественной стали и оснащены разделительными мембранами, исключающими вероятность контактирования транспортируемой среды с сердечником электромагнита и его загрязнение. Использование регулируемого компенсирующего сопла, изменяющего продолжительность открывания и закрывания клапана, обеспечивает демпфирование или предотвращение воздействия возможных гидравлических ударов.

36.МБ.9. Модель Maxwell-Stefan-Gouy-Debye концентрационного профиля заряженного растворенного вещества в поляризационном слое. A Maxwell-Stefan-Gouy-Debye model of the concentration profile of a charged solute in the polarisation layer. *Vasan S. S., Field Robert W., Cui Zhanfeng.* Desalination. 2006. 192, № 1-3, с. 356-363. Англ.

36.МБ.10. Влияние радиуса волокон полволоконных мембранных модулей на поток проникания. Effect of fiber lumen radius on the permeate flux of hollow fiber membrane modules. *Mondor Martin, Moresoli Christine.* Desalination. 2006. 191, № 1-3, с. 365-370. Англ.

36.МБ.11. Свойства микропористых полипропиленовых мембран в тупиковой фильтрации с различной газопроницаемостью. Dead-end filtration properties of microporous polypropylene membranes with different gas permeation rates. *Wang Jianli, Ruan Wenxiang, Ji Jianbin, Yao Kejian.* Desalination. 2006. 192, № 1-3, с. 68-73. Англ.

36.МБ.12. [Продление жизни полиэтиленовых геомембранных барьеров]. The service life of polyethylene geomembrane barriers. *Needham A. D., Smith J. W. N., Gallagher E. M. G.* Eng. Geol. 2006. 85, № 1-2, с. 82-90. Англ.

Такие мембраны широко используются для сепарации и очистки растворов. Их действие зависит от размеров микроотверстий, сделанных в мембранах. Однако при длительном ис-

пользовании эти отверстия расширяются и вокруг них образуются микротрещины, что ухудшает деятельность мембран. Предложены мероприятия по продлению срока действия мембран, основывающиеся на использовании реактивов, укрепляющих стенки микроотверстий.

36.МБ.13. Компактная установка проточной микрофильтрации с низким потреблением энергии. Micro-machined sieve improves performance of crossflow filtration. *Chem. Eng. (USA).* 2005. 112, № 12, с. 16, 1 ил. Англ.

Фирма "FluXXion B. V." (Нидерланды) совместно с компанией BTS (Германия) разработала данную установку с использованием пористой мембраны на кремниевой подложке. Пульсирующий с частотой до 20 кГц перекрестный ток питательного раствора предохраняет микропоры от забивки, а тонкая подложка (до 1 мкм), покрытая нитридом кремния для коррозионной стойкости, обеспечивает фильтрацию при низком давлении (до 0,4 бар) и перепаде давления до 0,2 бар, что составляет одну десятую от потерь давления в современных проточных установках. Данные фирмы разработали модульные конструкции установок (с набором в 50-60 штук подложек диаметром 0,152 м) производительностью 2-5 м³/ч, применяемых в пищевой, фармацевтической и биохимической отраслях промышленности.

36.МБ.14. Перспективы оптической техники для измерения толщины кека биологических частиц в процессе фильтрации. A promising optical technique to measure cake thickness of biological particles during a filtration process. *Ouazzani Kamar, Bentama Jilali.* Desalination. 2007. 206, № 1-3, с. 36-41. Англ.

Рассмотрен метод непрерывного оптического измерения осадка биологических частиц на минеральной мембране, основанный на применении фотоперерывателя. Чувствительность и точность метода изучены на модельной системе, состоящей из слоя хлебных дрожжей на плоской поверхности мембраны.

36.МБ.15. Тенденции и перспективы применения мембранных технологий в системах водоснабжения и водоотведения. *Белогорский А. А., Лапшин В. К.* Энергосбережение и водоподгот. 2006, № 3, с. 9-11. Рус.

Все виды мембран (МБ) имеют определенные требования к качеству входной воды. Наименее требовательны к составу входной воды МБ микро- и ультрафильтрации. МБ, которые допускают обработку хлорированной воды, высокое содержание взвешенных частиц (от 50 до 40000 мг/л в зависимости от типа МБ) и работают в широком диапазоне pH (от 1 до 13). Для МБ нанофильтрации и обратного осмоса обычно требуется предварительная обработка воды, которая заключается в удалении взвешенных частиц, растворенного железа и нейтрализации окислителей. Установки мембранной фильтрации удобны в эксплуатации ввиду их достаточно высокого уровня автоматизации, но требуют тщательного соблюдения технологии их эксплуатации. Развитие и совершенствование МБ идет в следующих направлениях: создание механически, химически и температурноустойчивых МБ (новые полимерные материалы, материалы на основе целлюлозы, керамика, серебро, ком-

позитные материалы); создание МБ низкой степени загрязнения для работы в биореакторах; повышение срока службы МБ до 7 и более лет и др.

36.МБ.16. Обрастание мембран при очистке сточных вод. Fluorescent staining for study of extracellular polymeric substances in membrane biofouling layers. *Chen Ming-Yuan, Lee Duu-jong, Yang Z., Peng X. F., Lai J. Y.* Environ. Sci. and Technol. 2006. 40, № 21, с. 6642–6646. Англ.

Сообщается, что мембранные биореакторы широко применяются при очистке СВ, разделение иловой смеси в них производится на мембранах, проблемой является их биообрастание. В опытах исследовалась структура отложений на мембранах, установлено, что она имеет слоистый характер, при этом в отложениях присутствуют нуклеиновые кислоты, протеины, полисахариды нескольких видов, они фиксируются на поверхности мембраны из эфирцеллюлозы. В экспериментах использовался лазерный сканирующий микроскоп, с его помощью было получено изображение структур отложений на мембранах.

36.МБ.17. Использование модифицированных анионообменных мембран для удаления различных анионов из сточных вод. Предварительная очистка перед обессоливанием. A modified anion-exchange membrane applied to purification of effluent containing different anions. Pre-treatment before desalination. *Amara Mourad, Kerdjoudj Hacene.* Desalination. 2007. 206, № 1–3, с. 205–209. Англ.

36.МБ.18. Удаление красителя кислый красный и хлорида натрия из водных растворов нанофильтрацией. Removal of Acid Red and sodium chloride mixtures from aqueous solutions using nanofiltration: Докл. [EuroMed 2006: Conference on Desalination Strategies in South Mediterranean Countries, Montpellier, 21-25 May, 2006]. *Al-Aseeri Mohamed, Bu-Ali Qais, Haji Shaker, Al-Bastaki Nader.* Desalination. 2007. 206, № 1–3, с. 407–413. Англ.

Спиральные нанофильтрационные мембраны использовали для удаления смеси NaCl и красного красителя. Исследовали растворы с содержанием красителя 0, 10, 100 и 200 мг/л и NaCl в концентрациях 0, 1000, 10000 и 50000 мг/л. Эксперименты проводились при 4^х разных давлениях от 4 до 12 бар. Результаты экспериментов показали, что в отсутствие NaCl снижение окрашенности составляло 97,2%, а при концентрациях красителя 200 мг/л и NaCl 1000 мг/л увеличивалось до 98,2%.

36.МБ.19. Гибридные мембраны с протонной проводимостью в качестве твердого полиэлектролита топливных элементов. Hybrid proton-conducting membranes as fuel cells solid polyelectrolytes. *Blazquez J. Alberto, Mecerreyes David, Miguel Oscar, Rodriguez Javier, Cendoya Ione, Ajuria Jon, Iruin Juan J., Santos J. Ignacio, Maresin Catherine, Mercier Regis*(CIDETEC, Centro de Tecnologias Electroquimicas, Paseo Miramon 196, 20009, San Sebastian, Испания). Trans. ASME. J. Fuel Cell Sci. and Technol. 2006. 3, № 3, с. 308–311, 5 ил. Библ. 29. Англ.

Изготовлена серия новых гибридных органических - неорганических мембран для ТЭ. Мембраны получены на основе

сульфированных нафтилимидов и вольфрамфосфорной кислоты N-метилпирролидона (НМП), осажденной из раствора НМП. Эти мембраны, составленные из двух компонент с протонной проводимостью, имеют высокие механические свойства, высокую ионную проводимость ($10,5 \times 10^{-2}$ С/см при 80°C); ТЭ с мембранами из этих материалов дают хорошие характеристики при 70°C.

36.МБ.20. Газопроницаемость и селективная проницаемость обработанных плазмой полиэтиленовых мембран. Gas permeability and permselectivity of plasma-treated polyethylene membranes. *Nakata M., Kumazawa H.* J. Appl. Polym. Sci. 2006. 101, № 1, с. 383–387, 5 ил. Библ. 7. Англ.

Влияние обработок NH₃-плазмой и N₂-плазмой на каучукоподобные ПЭ-мембраны (МБ) и на пермеац. характеристики CO₂, O₂ и N₂ исследовано с помощью измерений проницаемости. Обработки NH₃-плазмой и N₂-плазмой увеличивали как коэф. пермеации для CO₂, так и идеальный фактор разделения для CO₂ по отношению к N₂. В случае O₂-транспорта увеличивались как коэф. пермеации для O₂, так и идеальный фактор разделения для O₂ по отношению к N₂. Влияние обработок NH₃-плазмой и N₂-плазмой на полимерные МБ вероятно вызывает увеличение проницаемости и селективной проницаемости одновременно.

36.МБ.21. Диффузия в удлиняемых мембранах. Diffusion in elongated membranes. *Liu Q., Xiao S., De Kee D., Moresoli C.* J. Appl. Polym. Sci. 2006. 99, № 5, с. 2746–2751, 4 ил., табл. 2 ил. Библ. 12. Англ.

Модель, предложенная Кохеном (Cohen), использована, чтобы описать процесс диффузии через полимерные мембраны, подвергаемые приложенным извне растягивающим нагрузкам. Этот, основанный на теории континуальной механики, подход сравнивают с моделью, разработанной с помощью мезаскопич. теории. Эксперим. данные, полученные с использованием разновидности систем полимер-растворитель, успешно описываются моделью. Найдено, что кривые зависимости производительности от времени для деформаций вплоть до 80%-ного удлинения могут быть приведены к эталонной кривой.

36.МБ.22. Проницаемость и электрокинетические характеристики капиллярных пористых полиэтилентерефталатных мембран с привитыми термочувствительными полимерами. Permeability and electrokinetic characterization of poly (ethylene terephthalate) capillary pore membranes with grafted temperature-responsive polymers. *Geismann Christian, Yaroshchuk Andriy, Ulbricht Mathias.* Langmuir. 2007. 23, № 1, с. 76–83. Англ.

Полиэтилентерефталатные (ПЭТ) мембраны (МБ) с трековым травлением со средним диаметром пор 692 и 1629 нм были функционализированы с использованием в кач-ве мономера N-изопропилакриламида и метода фотоиницированной прививки, при котором поверхностно-селективная реакция м. б. эффективно достигнута путем сочетания немодифицированной поверхности ПЭТ с бензофеноном и, наоборот, аминированной поверхности ПЭТ с бензофенонкарбоновой кислотой. Измерена проницаемость двух МБ. Влияние диаметра пор МБ,

поверхностного заряда и ионной силы раствора м. б. интерпретировано с позиций модели пространственного заряда. Весьма отчетливые изменения в проницаемости как функции от температуры были измерены для ПЭТ-МБ с привитыми слоями поли(N-изопропилакриламида).

36.МБ.23. Термочувствительный перенос через упорядоченные мезопористые мембраны на основе сополимера диоксид кремния/поли(N-изопропилакриламид) и микросферические частицы. Thermo-responsive transport through ordered mesoporous silica/PNIPAAm copolymer membranes and microspheres. *Fu Qiang, Rama Rao G. V., Ward Timothy L., Lu Yun-feng, Lopez Gabriel P.* *Langmuir*. 2007. 23, № 1, с. 170–174. Англ.

Термочувствительный полимер, поли(N-изопропилакриламид) (ПИППА), был внедрен в полимеризационный каркас диоксида кремния с использованием связывающего агента, 3-метакрилоксипропилтриметоксисилана. Гидратационный переход ПИППА сочетался с его более низкой t_g в водном p -ре, что сохранялось в гидратированной матрице из диоксида кремния и было использовано для регулирования проницаемости мембран и поведения частиц при удалении молекул. В данной работе представлен новый метод получения гибридных мембран диоксид кремния/ПИППА и частиц, характеризующих эти материалы; также задокументированы свойства по обратимому молекулярному переносу этих новых гибридных материалов.

36.МБ.24. Антиокислительные свойства папайновых гидролизатов пшеничной клейковины в различных окислительных системах. Antioxidant properties of papain hydrolysates of wheat gluten in different oxidation systems. *Wang Jin-shui, Zhao Mou-ming, Zhao Qiang-zhong, Jiang Yue-ming.* *Food Chem*. 2007. 101, № 4, с. 1658–1663. Англ.

Методом ферментативного гидролиза с папайном перерабатывали клейковину, которая является побочным продуктом выработки пшеничного крахмала. Методом мембранного ультрафильтрации отделяли фракцию с молекулярной массой 5 мДальтон. Антиокислительную активность др. полученных фракций оценивали различными способами. Фракция Р обладала почти такой же антиокислительной активностью, как витамин Е при pH 7,0. Представлены сведения о молекулярной массе и антиокислительной активности др. фракций гидролизата.

36.МБ.25. Снятие характеристик коллагеновых волокон в мембране Браша с использованием метода атомно-силовой микроскопии с химической модификацией. Characterization of collagen fibers in Bruch's membrane using chemical force microscopy. *Mallick Shrestha Basu, Bhagwandin Sandhya, Ivanisevic Albena* (Department of Physics, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA). *Anal. and Bioanal. Chem.* 2006. 386, № 3, с. 652–657. Англ.

Описано картирование морфологич. и адгезионных свойств коллагеновых волокон в МБ Браша при использовании атомно-силового микроскопа с наконечниками, функционализированными различными хим. группами, для получения карт гид-

рофильных и гидрофобных областей на ПВ глазной ткани. Наилучшее прилипание зафиксировано при функционализации наконечников группами NH₂. Оптимизация адгезионных сил проведена на основе распределения различных функциональных групп в трехспиральной структуре коллагеновых волокон.

36.МБ.26. Оценка четырех способов измерения потенциала истечения мембран для микро- и ультрафильтрации. Evaluation of four measurement operation modes of streaming potential for microfiltration and ultrafiltration membranes. *Wang Zhi, Zhao Yuanyuan, Ye Nan, Wang Jixiao, Zhao Zhiping, Wang Shichang.* *Chin. J. Chem. Eng.* 2006. 14, № 4, с. 456–463. Библ. 19. Англ.

Характеристики поверхностного заряда МБ могут определяться при помощи потенциала истечения. С целью получения более точных значений потенциала истечения, изучались четыре способа измерения, причем способ с устойчивым ступенчатым снижением давления оказался лучшим. Как pH подаваемой для фильтрования жидкости, так и предварит. пропитка МБ могли влиять на измерение потенциала истечения.

36.МБ.27. Усиление дистилляции при помощи мембран: разработки и перспективы. Augmenting distillation by membranes: Developments and prospects. *Olujic Z., Perez P., De Bruijn F. T., De Graauw J., Jansens P. J.* *Chem. and Biochem. Eng. Quart.* 2006. 20, № 3, с. 301–318. Библ. 35. Англ.

Рассматривается усиление дистилляции путем сочетания перфузии с МБ. Соединение перфузии с полимерными МБ является жизнеспособной альтернативой обычным промышленным процессам дегидратации спиртов. Описаны недавние разработки с целью увеличения потоков путем использования керамических мембран, сосредоточиваясь на перфузии, так же, как и на возможностях регенерации органических растворителей и реактантов, образующих азеотропы с другими органическими соединениями.

36.МБ.28. Удаление природных органических субстанций из воды в интегрированном процессе МІЕХ[®] - ультрафильтрация. Usowanie naturalnych substancji organicznych z wody w zintegrowanym procesie MІEХ - ultrafiltracja. *Kabsch-Korbutowicz Malgorzata.* *Ochr. srod.* 2006, № 1, с. 17–22, 7. Табл. 3 ил. Библ. 20. Пол.; рез. англ.

Эффективным способом удаления природных органических загрязнений из воды является технология, определяемая термином МІЕХ[®] DOC, разработанная в 90-е гг. XX в. фирмой Orica Watercare. В этой технологии используется метод ионного обмена, служащий для удаления органических загрязнений в виде макромолекул. Используется анионообменная смола МІЕХ[®]. Целью данных исследований было определение пригодности процесса МІЕХ[®] DOC для предварительной очистки воды перед процедурой ультрафильтрации (с использованием мембран). Определенно влияние расхода смолы МІЕХ[®] и граничной разделительной способности мембраны (cut-off) на эффективность очистки воды и интенсивность блокирования мембран.

36.МБ.29. Очистка городских сточных вод в мембранном биореакторе с мембранами для нанофильтрации из ацетатцеллюлозы. A submerged nanofiltration membrane bioreactor for domestic wastewater treatment: the performance of cellulose acetate nanofiltration membranes for long-term operation. *Choi Jae-Hoon, Fukushi Kensuke, Yamamoto Kazuo.* *Separ. and Purif. Technol.* 2007. 52, № 3, с. 470–477. Библ. 27. Англ.

В пилотном эксперименте в течение 250 суток испытывался мембранный биореактор с полуволоконными мембранами из ацетатцеллюлозы, модуль нанофильтрации содержал 81000 волокон с внешним/внутренним диаметром 177/86 мкм и длиной 270 мм, суммарная поверхность 12,1 м². Поступающие СВ содержали общий органический углерод в среднем 62,5 мг/л, содержание растворенного органического углерода в очищенных СВ 0,5–2,0 мг/л. Присутствующие в СВ одновалентные и двухвалентные ионы задерживались с эффективностью 40 и 60% соответственно. Фильтрация проводилась в перекрестном режиме, трансмембранное давление 60–85 кПа, проницаемость мембран 0,0006 л/м²чкПа, регенерация реагентная.

36.МБ.30. Кинетика удаления цинка из отработанных травильных растворов. Kinetics of zinc recovery from spent pickling effluents. *Samaniego H., San Roman M. F., Ortiz I.* *Ind. and Eng. Chem. Res.* 2007. 46, № 3, с. 907–912. Англ.

Исследована кинетика удаления Zn с помощью полуволоконных мембран как основная ступень с экстракцией растворителем. Установлен коэффициент массопереноса через органическую полуволоконную мембрану равный $3,89 \times 10^{-4}$ м/ч.

36.МБ.31. Удаление Cr(VI) модифицированными NO_x композитными мембранами. Separation of Cr(VI) by zeolite-clay composite membranes modified by reaction with NO_x. *Shukla Anurag, Kumar Anil.* *Separ. and Purif. Technol.* 2007. 52, № 3, с. 423–429. Библ. 30. Англ.

Для удаления Cr(VI) из раствора хромовой кислоты использовали метод ультрафильтрации с композитными мембранами на основе цеолит-глина, при давлении 1,5–4,0 бара. Размер пор мембран ~10–30 нм. Сравнивали эффективность немодифицированных (M₁) мембран, модифицированных нитрованием (M₂) и модифицированных аминированием. Результаты экспериментов показали, что по своей эффективности удаления Cr(VI) мембраны располагаются в следующем порядке M₁ (50%), M₂ (60%), M₃ (66%).

36.МБ.32. Очистка сточных вод в мембранном биореакторе, сопротивление фильтрованию и характеристики кека. Membrane fouling in a submerged membrane bioreactor (SMBR): characterisation of the sludge cake and its high filtration resistance. *Wang Xiao-Mao, Li Xiao-yan, Huang Xia.* *Separ. and Purif. Technol.* 2007. 52, № 3, с. 439–445. Библ. 29. Англ.

Указывается, что обрастание погружных мембран при эксплуатации мембранных биореакторов является основной проблемой. В лабораторных экспериментах производилось исследование данных процессов, реактор имел емкость 5 л, в нем находился модуль из полуволоконных мембран с порами 0,4 мкм, общая поверхность 0,2 м², удаление фильтрата вакуумированием. Установлено, что увеличение сопротивления фильтрованию определяется преимущественно отложениями,

имеющими вид кека, который представляет собой систему биополимерных кластеров, при этом сопротивление кека на мембранах фильтрованию на несколько порядков превышает сопротивление кека от процессов обезвоживания акт. ила (в приводимом примере 10^{14} и $1,9 \times 10^{11}$ м/кг соответственно). Делается вывод, что образование названных кластеров можно предотвратить/замедлить путем интенсивного перемешивания иловой смеси и т. д.

36.МБ.33. Мембраны из композиционных материалов из ZrO₂ и TiO₂ для разделения жидких фаз: получение и свойства. Zirconia and titania composite membranes for liquid phase separation: preparation and characterization. *Zhang Haimin, Quan Xie, Chen Shuo, Zhao Huimin, Zhao Yazhi, Li Wenjing.* *Desalination.* 2006. 190, № 1–3, с. 172–180. Англ.

Из коллоидных золь-гелей TiO₂ золь-гель методом синтезированы трубчатые без трещин композиц. керамич. мембраны TiO₂/ZrO₂ на подложках из ZrO₂. Размеры пор в полученных мембранах в основном контролировали свойствами золя и условиями прокаливания. Дифференциально-термич. анализом и термогравиметрией и измерением вязкости изучено влияние таких параметров, как добавки и растворители, на гидролиз и поликонденсацию золь-гелей. Композиц. керамич. мембраны TiO₂/ZrO₂ исследовали рентгеновской дифрактометрией и сканирующей электронной микроскопией. Исследовали проницаемость композиц. мембран. Эксперименты показали, что поток и удерживающую способность мембраны можно контролировать количеством полиэтиленгликоля (PEG). PEG в золе TiO₂ использовали в качестве органич. добавки для получения композиц. мембран без трещин. Чем большее количество PEG вводили в исходный раствор, тем больше был размер и количество пор в синтезированных мембранах после выгорания органики при термообработке. Контролируя количество вводимого в раствор PEG, получали композиц. керамич. мембраны TiO₂/ZrO₂ с различным размером пор, которые могут быть использованы в фотокаталитич. мембранных реакторах и для разделения смесей жидкость/жидкость и жидкость/твердое.

36.МБ.34. Разработка и свойства новых керамических мембран для микрофильтрации из природного и синтетического апатита. Elaboration and properties of new ceramic microfiltration membranes from natural and synthesised apatite. *Masmoudi S., Larbot A., El Feki H., Ben Amar R.* *Desalination.* 2006. 190, № 1–3, с. 89–103. Англ.

Разработали и исследовали новые минеральные мембраны для микрофильтрации, нанесенные на апатитовые макропористые подложки. Выбор материала обоснован его низкой стоимостью, а также его термич. и химич. стойкостью. Активные слои получали из синтезированного гидроксиапатита (НА) и природного апатита (АВ). Мембраны, осажденные на трубчатые подложки, на основе АВ получали шликерным литьем. Термообработка для мембран с НА (MS) включала 24 ч сушку при комнатной температуре с последующим спеканием при 600°C и при 750°C для мембран с АВ (MB). Морфология поверхности и поперечного сечения, исследованная сканирующей электронной микроскопией, была гомогенной и не содер-

жала каких-либо макродефектов (трещин и т. п.). Средний диаметр пор активного слоя составил $\sim 0,25$ мкм и 0,2 мкм для мембран MS и MB, соответственно. Полученные мембраны использовали для обработки очищенных от каракатиц сточных вод. Разработанные керамич. мембраны показали высокую степень очистки воды (99%) от мути.

36.МБ.35. Баромембранные процессы разделения: задачи и проблемы. Колзунова Л. Г. Вестн. ДВО РАН. 2006, № 5, с. 65–76. Библ. 32. Рус.; рез. англ.

Рассмотрены методы формирования полупроницаемых мембран и оценки их характеристик. Показаны преимущества электрохимич. метода синтеза полимерных мембран (электрополимеризация). Проведено сравнение методов исследования их надмолекулярной структуры (фазовый состав, размер пор, общая пористость, асимметричное строение). Показаны преимущества видеомикроскопии для изучения мембран в набухом состоянии. Определены перспективы баромембранных технологий.

36.МБ.36. Транспорт через полимерную смешанную мембрану с вытравленными треками. Transport through track etched polymeric blend membrane. Awasthi Kamendra, Kulshreshtha Vaibhav, Tripathi B., Acharya N. K., Singh M., Vijay Y.K. Bull. Mater. Sci. 2006. 29, № 3, с. 261–264, 3 ил. Библ. 12. Англ.

Полимерные мембраны (МБ) из ПКР и полисульфона, имеющие толщину 27 мкм, получены способом отливки из раствора. Изучены транспортные свойства пор в смешанной МБ. Поры в этой МБ получены по технологии травления треков. Для этой цели тонкую полимерную МБ подвергали обработке одинарным тяжелым ионом Ni^{7+} (100 МэВ) с послед. хим. травлением ионного трека. Измерения пермеации иона показывают, что поры в полимерной МБ заряжаются или нейтрализуются, что зависит от изменения концентрации растворителя. Кривая U-1 (напряжение-сила тока) при концентрации N/10 показывает, что поры заряжаются отрицательно, в то время как при концентрации N/20 линейный характер кривой U-1 указывает, что поры приближаются к нейтральному состоянию, а при след. концентрации, N/40, поры становятся полностью нейтральными, следовательно, выпрямит. характеристики пор исключаются. Газопроницаемость этой МБ для водорода и диоксида углерода измерена с увеличением продолжительности травления. Проницаемость измерена с обеих сторон. Проницаемость с передней стороны больше, чем проницаемость с задней стороны, что указывает на асимм. характеристики мембраны.

36.МБ.37. Разделение энзимов и дрожжевых клеток на вибрационном волоконном мембранном модуле. Separation of enzymes and yeast cells with a vibrating hollow fiber membrane module. Beier Soren Prip, Jonsson Gunnar. Separ. and Purif. Technol. 2007. 53, № 1, с. 111–118. Англ.

Показано, что вибрационный микрофильтрационный волоконный мембранный модуль способен выделять макромолекулы (энзим Fungamyl) из пекарных дрожжевых суспензий при очень низком трансмембранном давлении, очень низкой скорости поперечного потока и очень высокой трансмиссии

энзима. При разных степенях вибрации модуля определен критический поток. Критический поток повышался при повышении частоты и амплитуды вибрации. Найдена корреляция между критическим потоком и средней мембранной поверхностной сдвиговой скорости.

36.МБ.38. Мембраны SiO_2-TiO_2 , полученные "золь-гель"-методом. SiO_2-TiO_2 membranes by the sol-gel process. Mendez-Vivar J., Mendoza-Serna R. Silicon Chem. 2006. 3, № 1–2, с. 59–64. Англ.

Использование мембран (МБ) для разделения газов является важной альтернативой в промышленных разделит. процессах. Полимерные Si-Ti золи, полученные из изопропоксид титана и тетраэтоксисилана, были использованы для осаждения МБ на подложки из $\alpha-Al_2O_3$. Ацетилацетон и эвгенол были раздельно использованы для хелатирования Ti-прекурсора с целью снижения химич. реакционной способности, чтобы избежать осаждения. Получены функции радиального распределения гелей, созревающих при комнатной температуре. Ксерогели были изучены с помощью термогравиметрического и дифференциального термического анализов на воздухе. С использованием N_2 -адсорбции при 77 К определена микропористость прокаленных при 773 К твердых материалов. Толщина МБ определена с помощью сканирующей электронной микроскопии. Получены предварительные результаты по проницаемости для закрепленных на коммерческих подложках из оксида алюминия мембран для одиночных газов He, N_2 и CO_2 . Степени разделения, α , при 773 К He/ CO_2 и N_2/CO_2 для полученных МБ превосходили кнудсеновский теоретический предел.

36.МБ.39. Пористые мембраны на основе полимеров с молекулярными отпечатками и полимерных частиц. Poregous molecularly imprinted polymer membranes and polymeric particles. Sergeeva T. A., Brovko O. O., Piletska E. V., Piletsky S. A., Goncharova L. A., Karabanova L. V., Sergeeva L. M., El'skaya A. V. Anal. chim. acta. 2007. 582, № 2, с. 311–319. Англ.

Синтезированы пористые свободные мембраны (МБ) на основе полимеров с молекулярными отпечатками (ПМО) методом in situ полимеризации с использованием синтетического метода по принципу взаимопроникающих полимерных сеток; полученные МБ-ПМО были опробованы в процессе твердотельной экстракции триазиновых гербицидов из водных растворов. Атразин-специфические МБ-ПМО были получены путем иницируемой УФ-облучением сополимеризации метакриловой кислоты, диметилакрилататриэтиленгликоля и олигоуретанакрилата в присутствии шаблона (атразина). Добавление олигоуретанакрилата обуславливает образование высокосшитого ПМО и формирование свободной гибкой МБ толщиной 60 мкм. Высокие потоки воды через МБ-ПМО достигаются благодаря добавлению линейных полимеров (полиэтиленгликоля с M_w 20 000 и полиуретана с M_w 40 000) к начальной смеси мономеров перед полимеризацией. В результате образуются типичные полувзаимопроникающие полимерные сетки (полу-ВППС), где сшитый полимер представлен атразин-специфическим ПМО, а линейный полимер - полиэтиленгликоль/полиуратаном. Экстракция линейных полимеров из полу-

ВППС приводит к образованию в структуре МБ больших пор. Экстракция молекул шаблона приводит к образованию в полимерной сетке центров, которые по форме и расположению функциональных групп дополняют атразин. Указанные полимерные МБ были получены из той же смеси мономеров, но без использования шаблона. Распознавательные св-ва МБ-ПМО были изучены для процесса твердофазной экстракции по их способности селективно реадсорбировать атразин из 10^{-8} и 10^{-4} М водных растворов. Показан эффект молекулярных отпечатков для обоих типов МБ-ПМО и установлено влияние типа линейного соединения на их распознавательные свойства. Распознавательные св-ва МБ-ПМО были сравнены с таковыми для частиц ПМО того же состава. Морфология МБ-ПМО была исследована с помощью сканирующей электронной микроскопии. Высокие потоки для разработанных МБ наряду с их высокими сорбционной емкостью делают эти МБ привлекательной альтернативой частицам ПМО в разделительных процессах.

36.МБ.40. Лазерный синтез композитных мембран палладий - оксид алюминия для получения водорода высокой чистоты из газификационной смеси. Laser synthesis of palladium - alumina composite membranes for production of high purity hydrogen from gasification. Singh Binay, Sheth Atul C., Dabhotre Narendra B. Appl. Surface Sci. 2006. 253, № 3, с. 1247–1254. Англ.

Описан специальный метод основанного на использовании лазера осаждения композитных палладиево-керамических мембран (МБ). Тонкую пленку осаждали на керамическую подложку при облучении лазером Nd-YAG покрывающего подложку из γ -оксида алюминия прекурсора. Оптимизированы параметры метода, использующего лазерное воздействие, для синтеза композитных МБ метал-керамика. Изучены физич. и химич. характеристики МБ на основе γ -оксида алюминия с покрытием и сравнены с различными другими МБ на основе оксида алюминия, приведенными в литературе. Осуществлены эксперименты по проникновению водорода из смеси $\text{CO} + \text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{H}_2$, полученной в процессе типичной каталитической газификации. Композит метал-керамика показал хорошую механическую и термическую устойчивость и наличие конечного потока проникновения водорода около 0.061 моль/ $\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Энергия активации МБ найдена соответствующей 5.39 кДж/моль в диапазоне т-р $900-1300^\circ\text{F}$.

36.МБ.41. Осветление пива в аппарате с тангенциально-поточной микрофильтрацией. Кретов И. Т., Ключников А. И., Потатов А. И. Изв. вузов. Пищ. технол. 2006, № 6, с. 66–68. Библ. 5. Рус.

В современном пивоварении процесс осветления пива целесообразно производить без использования такого сложного и дорогостоящего оборудования, как сепараторы и кизельгуровые фильтры. Осветление пива на мембранных фильтрах является энерго- и ресурсосберегающей технологией фильтрации, что позволит предприятиям, использующим данную технологию, увеличить свою конкурентоспособность.

36.МБ.42. Применение микроультраfiltrации для очистки вод поверхностных источников. Шиненкова Н. А., По-

воров А. А., Ерохина Л. В., Наследникова А. Ф., Дубяга В. П., Дзюбенко В. Г., Шишова И. И., Солодихин Н. И. (Россия, ЗАО "Мембраны" г. Владимир). Водочистка. 2006, № 6, с. 36–39. Библ. 8. Рус.

Технология очистки воды из поверхностных источников на основе процессов ультра- и микрофильтрации с использованием капиллярных мембран (МБ) в последнее десятилетие нашла в мире широкое практич. применение. Рассматривается возможность применения рулонных элементов на основе полимерных МБ для проведения процесса фильтрации в тупиковом режиме с периодич. обратноточной промывкой фильтратом. Решение задачи было осуществлено в рамках совместного российско-германского проекта. Длительные испытания пилотной установки с использованием рулонных мембранных элементов на основе полимерных микроультраfiltrационных МБ, причем удельная производительность этих МБ совпадает с ранее определенной для капиллярных МБ и составляет $80-100$ л/ $\text{м}^2 \cdot \text{час}$ для разного типа МБ. Потери воды при разработанной технологии водоподготовки составляют $5-7\%$ от общего количества фильтрата. Периодичность проведения химич. мойки и состав моющего раствора зависит от состава и концентрации загрязняющих веществ в исходной воде. Фильтроцикл до химич. регенерации составляет от 1-го месяца при проведении только обратноточной промывки фильтратом и до 2-х и более месяцев при введении водовоздушной промывки.

36.МБ.43. Устойчивое состояние и динамическое взаимодействие фотосенсибилизаторов с плазматическими белками и мембранами относительно к их клеточному захвату и субклеточной локализации. Steady state and dynamic interactions of photosensitizers with plasmatic proteins and membranes in relation to their cellular uptake and subcellular localization. Brault Daniel, Mojzisova Halina, Bonneau Stephanie (BIOMOCETI, CNRS UMR 7033, Universite Pierre & Marie Curie, Genopole Campus 1, 5, rue Henri Desbrueres, 91030 EVRY, France). J. Porphyrins and Phthalocyanines. 2006. 10, № 4–6, с. 234. Англ.

Представленные результаты работ идентифицируют некоторые структурные параметры, управляющие клеточным захватом и субклеточным распределением порфиринов и родственных макроциклов. По результатам исследований сделан вывод, что параметры, полученные от физикохимических исследований в растворе, могут стать эффективным инструментом для конструирования фотосенсибилизаторов с предсказуемым клеточным захватыванием и субклеточной локализацией.

36.МБ.44. Усиленное проникновение воды при обратном осмосе через мембраны на основе цеолита типа MFI с высоким содержанием алюминия. Enhanced water permeation of reverse osmosis through MFI-type zeolite membranes with high aluminum contents. Li Liangxiong, Liu Ning, McPherson Brian, Lee Robert. Ind. and Eng. Chem. Res. 2007. 46, № 5, с. 1584–1589. Англ.

Синтезированы мембраны (МБ) на основе цеолита типа MFI с различным отношением Si/Al путем затравочного и вторично-

го роста. Для оптимизации условий синтеза варируют ряд факторов, включая щелочность, время синтеза и отношение Si/Al. Исследовано разделение ионов 0.10 М р-ра NaCl с помощью цеолитных МБ на системе обратного осмоса с попережным потоком. Найдено, что содержание алюминия играет важную роль при росте цеолита и последующем разделительном поведении при обратном осмосе. Найдено, что гидрофильность и поверхностный заряд МБ, измеренные по краевому углу и дзета-потенциалу, строго зависят от содержания алюминия в МБ. Как поток воды, так и задерживание ионов существенно повышаются при введении ионов алюминия в решетку цеолита; поток воды увеличивается от 0.112 до 1.129 кг/м²×ч, а задерживание ионов улучшается от 90.6 до 92.9%.

36.МБ.45. Характеристики композитных мембранных электролитов PVdF-HFP/TiO₂, полученных методами фазовой инверсии и обычного литья. Characteristics of PVdF-HFP/TiO₂ composite membrane electrolytes prepared by phase inversion and conventional casting methods. *Kim Kwang Man, Park Nam-Gyu, Ryu Kwang Sun, Chang Soon Ho.* Electrochim. acta. 2006. 51, № 26, с. 5636–5644. Англ.

Пористые полимерные мембраны на основе поли(винилиденфторид-со-гексафторпропилена) (PVdF-HFP), наполненные разным количеством нанокристаллических частиц TiO₂, получены методом фазовой инверсии. Для растворения полимера и получения взвеси с TiO₂ в качестве растворителя использовали N-метил-2-пирролидона (НМП). Физические и электрохимические характеристики, такие как морфология, термическое и кристаллическое поведение и другие транспортные свойства литий-ионных частиц, получены для полимерных пленки/мембраны и полимерных электролитов с абсорбированным раствором электролита. Полученные методом фазовой инверсии полимерные электролиты показали более высокие электрохимические характеристики (ионная проводимость, электрохимическая и межфазная стабильность), чем литые пленки.

36.МБ.46. Сорбция и проникновение растворов хлоридных солей, воды и метана в мембране нафийон. Sorption and permeation of solutions of chloride salts, water and methanol in a Nafion membrane. *Villaduega J. P. G., Barragan V. M., Seoane B., Ruiz-Bauza C.* Electrochim. acta. 2006. 51, № 28, с. 6297–6303. Англ.

Изучены сорбция смесей вода-метанол, содержащих растворенную хлоридную соль, в мембране нафийон и их транспорт через мембрану под действием градиента давления. Оба типа экспериментов выполнены в пяти различных солях: хлоридах лития, натрия, цезия, магния и кальция. С ростом содержания метанола в растворе наблюдалось увеличение потока через мембрану и ее смачиваемость. Эти факты объяснены увеличением пористости мембраны, что приводит к возрастанию подвижности растворителей в мембране и подвижности боковых цепей полимера. В отличие от этого, влияние типа электролита на пористость и проницаемость мембраны не очень существенное, за исключением растворов CsCl, по-видимому, из-за небольшой гидратации иона Cs⁺.

36.МБ.47. ММ-фильтрация с применением иммобилизованных коагулянтов. *Федоренко В.И., Бурковский С.С.* Ликероводоч. пр-во и виноделие. 2007, № 1, с. 19–20. Рус.

ИС-ММ-фильтрация является эффективным способом доочистки артезианских и поверхностных вод с сезонными колебаниями мутности, прошедших стадию предварительного осветления. Это фильтрование применяют в мембранных системах водоподготовки и позволяет снизить интенсивность осадкообразования на мембранах.

36.МБ.48. Мембранная фильтрация вина. *Шауб Х. П.* Ликероводоч. пр-во и виноделие. 2007, № 1, с. 4–5. Рус.

Приведены: схема обводки пластинчатого и мембранного фильтров перед разливом, включая фильтр для регенерирующих сред и схема монтажа свечных фильтров перед разливом, включая фильтр для регенерирующих сред. Показано, что правильно подобранный фильтр-картон является лучшей защитой для мембранных свечей. В производственной практике оправдала себя комбинация свечей: Зейтц МИКРО сорп, GM 0,8 мкм в качестве предварительного, а Зейтц МЕМБРАН карт XL II 0,45 - конечного фильтра.

36.МБ.49. Сравнение влияния осаждения спиртом и мембранного фильтрования на химические и поверхностные свойства пектина из пульпы из сахарной свеклы. Comparison of alcohol precipitation and membrane filtration effects on sugar beet pulp pectin chemical features and surface properties. *Yapo Beda Marcel, Wathélet Bernard, Paquet Michel*(Unite de Chimie Biologique Industrielle, Faculte Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 2-Passage des Deportes, 5030 Gembloux, Belgique). Food Hydrocolloids. 2007. 21, № 2, с. 245–255. Библ. 24. Англ.

Для выделения пектинов из водных экстрактов из сахарной свеклы использовали осаждение спиртом и микрофильтрацию на мембранах. Метод осаждения спиртом позволил получить больше пектинов с большим содержанием нейтральных сахаров, белков и золы, но с меньшим содержанием галактуроновой кислоты. Осажденный спиртом пектин обладал немногими лучшими эмульсионными свойствами. Высоко- и низкомолекулярные фракции пектина также различались по свойствам, в т. ч. - эмульсионным. Определены основные факторы, влияющие на свойства пектина как эмульгатора и стабилизатора эмульсий.

36.МБ.50. Получение тонких частиц красных фосфоров на основе Y₂SiO₅:Ln³⁺ (Ln=Eu, Tb, Sm) и Gd_{9,33}(SiO₄)₂:Ln³⁺ (Ln=Eu, Tb), с использованием системы эмульсионных жидких мембран. Preparation of Y₂SiO₅:Ln³⁺ (Ln=Eu, Tb, Sm) and Gd_{9,33}(SiO₄)₂:Ln³⁺ (Ln=Eu, Tb) phosphor fine particles using an emulsion liquid membrane system. *Hirai Takayuki, Kondo Yuki.* J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 1, с. 168–174. Англ.

С использованием метода эмульсионной жидкой мембраны (вода-в масле-в воде) (ЭЖМ) получены наночастицы красных фосфоров Y₂SiO₅:Eu(I) и Gd_{9,33}(SiO₄)₂:Eu(II). В качестве экстрагента катионов иттрия³⁺, гадолиния³⁺ и европия³⁺ из внешней водной фазы использована 2-метил-2-этилгептановая кислота. Размеры частиц прекурсоров I и II составляли 20-60 нм

с небольшой примесью частиц с размерами 300 нм. Показаны преимущества метода ЭЖМ по сравнению с методом золь-гель-процесса.

36.МБ.51. Теоретические и технологические аспекты применения биомембранных технологий глубокой очистки сточных вод. Швецов В. Н., Морозова К. М., Нечаев И. А., Киристаев А. В. ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. 2007, № 1, с. 10–13, 48. Библ. 7. Рус.; рез. англ.

В процессе исследований впервые установлены важные взаимосвязи технологических параметров работы биореакторов и мембранных модулей, что позволило обосновать выбор оптимальных режимов их работы. Обобщение и анализ полученных результатов позволили обосновать и разработать рекомендации на проектирование крупномасштабных мембранных биореакторов для очистки природных и сточных вод производительностью до 30 тыс. м³/сут. Практическая реализация этих рекомендаций на производственных объектах обеспечит улучшение технико-экономических характеристик технологий очистки. Это особенно эффективно при реконструкции очистных сооружений, поскольку внедрение биомембранных технологий на существующих площадях и емкостных сооружениях обеспечивает увеличение производительности в 3-4 раза (в зависимости от типа воды и мощности станции) без существенных строительных работ.

36.МБ.52. Получение мембраны из карбида кремния радиационным отверждением поликарбосилана и поливинилсилана. Formation of silicone carbide membrane by radiation curing of polycarbosilane and polyvinylsilane and its gas separation up to 250°C. Wach Radoslaw A., Sugimoto Masaki, Yoshikawa Masahito (Япония, Takasaki Advanced Radiation Research Institute, Japan Atomic Energy Agency, Takasaki, Gunma). J. Amer. Ceram. Soc. 2007. 90, № 1, с. 275–278. Библ. 21. Англ.

На пористой подложке из Al₂O₃ получено керамич. покрытие SiC из смеси поликарбосилана и поливинилсилана. Образование поперечных связей в полимере происходило в кислородсодержащей атмосфере при облучении, после чего покрытие подвергали термообработке при 850°C с целью превращения в керамику SiC. Пленку SiC использовали в качестве мембраны для разделения газов, достигнута высокое отношение разделения H₂ (206) и He (241) по сравнению с N₂ при 250°C.

36.МБ.53. Изготовление шаблонов из анодного оксида алюминия на изогнутых поверхностях. Fabrication of anodic aluminium oxide templates on curved surfaces. Yin Aijun, Guico Rodney S., Xu Jimmy (Brown University, Providence, RI 02912, USA). Nanotechnology. 2007. 18, № 3, с. 035304. Англ.

Анодирование Al является простым и недорогим способом получения нанопористых шаблонов с равномерными и регулируемыми диам. пор. При этом процесс анодирования обеспечивает возможность обработки произвольных поверхностей (ПВ), напр., изогнутых, что пока не применяется при наноразмерном изготовлении деталей. В данной статье охарактеризованы пленки (ПЛ) анодированного Al на Si подложках с изогнутой внешней ПВ. Структура полученных анодных оксидных Al ПЛ исследована методом сканирующей электронной

микроскопии. На изогнутой ПВ наблюдали уникальные свойства, включая изгиб, разветвление пористых каналов и прекращение их роста. Предложены возможные механизмы роста, которые могут внести вклад в понимание механизма самоорганизации при формировании пористых мембран на основе анодных оксидов Al. Новые структуры м. б. перспективными для оптич., электронных и электрохимич. применений.

36.МБ.54. Тканые и нетканые материалы для производства мембран и фильтрующих элементов на их основе различного назначения. Дзюбенко В. Г., Дубяга В. П. Текстиль. пром-сть. 2006, № 1–2, спец. вып. Науч. альманах, с. 73–75. Рус.

Для удобства комплектования установок были разработаны и в настоящее время выпускаются 15 типоразмеров рулонных фильтрующих элементов, отличающихся друг от друга габаритами, конструкционными материалами и, соответственно, характеристиками.

36.МБ.55. Асимметрические эффекты в каталитических мембранах. Теляков В. В., Цодиков М. В., Магсумов М. И., Каптейн Ф. Кинет. и катал. 2007. 48, № 1, с. 139–142. Библ. 9. Рус.

С использованием золь-гель метода разработана гибридная мембранно-каталитическая система на основе металлокерамической мембраны с размером каналов d~0.12 мкм, на внутренней поверхности которых сформирован слой высокодисперсного катализатора состава Cr₂O₃×Al₂O₃×ZnO, предназначенного для конверсии метанола, а на геометрической поверхности мембраны - тонкий слой оксидного покрытия состава P_{0.03}Ti_{0.97}O_{2+δ}, обладающего однородной пористой структурой с d~2 нм. Найдено, что скорость превращения метанола, а также проницаемость мембраны в отношении газов существенным образом зависят от направления потока паров метанола и газом (H₂, He, CO₂, Ar, CH₄). При диффузии паров метанола в направлении к мезопористому слою каталитическая активность возрастает практически на порядок, а коэффициенты проницаемости газов снижаются в 3-8 раз по сравнению с этими показателями для обратного направления потока газобразных молекул. Зависимость газопроницаемости от температуры с учетом возможных типов массопереноса в пористых средах позволяет предположить, что при движении газов в направлении к слою мезопористого покрытия, состоящего из модифицированного фосфором оксида титана, доминируют поверхностный поток и активированная диффузия, в то время как в обратном направлении основным является свободно-молекулярное течение.

36.МБ.56. Повышенная стабильность каталитических мембран на основе пористой тонкой пленки на керамическом носителе, образованных с участием Pd-Ag-прослойки. Enhanced stability of catalytic membranes based on a porous thin film on a ceramic support by forming a-Ag interlayer. Abate Salvatore, Centi Garbiele, Perathoner Siglinda, Frusteri Francesco. Catal. Today. 2006. 118, № 1–2, с. 189–197. Англ.

36.МБ.57. Экспериментальное изучение "тупикового" процесса ультрафильтрации с использованием суспензии

диоксида кремния. Experimental study of the dead-end ultrafiltration process using silicone dioxide suspensions. *Al-Hammadi Hassan, Al-Bastaki Nader.* Desalination. 2007. 206, № 1–3, с. 513–523. Англ.

За последнее десятилетие быстро растет число применений ультрафильтрационных (УФ) мембран (МБ) для обработки воды. Успешная работа "тупикового" УФ-процесса требует тщательной подготовки эксперимента и проведения моделирования для оптимизации рабочей методики. Оптимальный режим прямого и обратного циклов играет важную роль при минимизации обратимых эффектов загрязнения и при контроле необратимого загрязнения. Цель работы - изучить изменения периодов фильтрации (ПФ) и обратной промывки (ОП) на работу установки пилотных масштабов с одной 200 мм промышленной МБ для "тупиковой" УФ. Представлены результаты первоначального эксперимента для суспензии SiO₂ (аэросил 200) при концентрации 500–4000 ppm. При низких концентрациях SiO₂ (менее 500 ppm) снижение потока не наблюдалось в течение экспериментов. При концентрации свыше 2000 ppm снижение потока начинало появляться после нескольких циклов фильтрации, в течение которых не наблюдалось снижения потока. При 4000 ppm снижение потока наблюдалось на первом цикле. Кроме того, ПФ оказывает значительное влияние в этом случае. Использование четырехминутного ПФ приводит к полному блокированию МБ до окончания цикла. С трехминутным ПФ устойчивая и непрерывная работа достигается при 80% снижении потока. Долговременная работа возможна при циклической ОП под давлением. При использовании концентрации 4000 ppm, отношении ПФ и ОП 3:1 и отношении давлений ОП к ПФ 2.251 можно непрерывно работать со снижением потока на 80%.

36.МБ.58. Эффективность ионного разделения нового мембранного модуля, действующего с помощью электрического поля, включающего ячейки из сети микроканалов. Ionic separation efficiency of a novel electric-field-assisted membrane module comprising an array of microchannel units. *Hsu Jyh-Ping, Lin Sung-Hwa, Tseng Shiojenn, Su Ay, Lee Duu-jong, Chen Chur-Jen.* J. Colloid and Interface Sci. 2007. 307, № 2, с. 516–523. Англ.

Изучена эффективность ионного разделения (ЭИР) нового мембранного (МБ) модуля, включающего ячейки из сети микроканалов (МК). Выведено полуэмпирическое выражение для ЭИР в условиях аппроксимации Дебая-Хюккеля. Анализ показал, что влияние размера МК, плотности закрепленного заряда (ПЗЗ) в слое МБ, проницаемости слоя МБ на ЭИР сильно зависят от типа валентности электролита в воде, применяемой для обработки. В условиях симметричного электролита ЭИР находится вблизи единицы и не зависит от изменения системных параметров. Если валентность катиона выше, чем аниона, ЭИР выше единицы и уменьшается до единицы с увеличением размера МК. В противоположность этому, если валентность катиона ниже валентности аниона, то ЭИР менее единицы и увеличивается до единицы с увеличением размеров МК. В случае реализации двух последних условий влияние как ПЗЗ в

МБ-слое, так и проницаемости МБ-слоя на ЭИР будут противоположными.

36.МБ.59. Контролирование необратимого загрязнения с применением динамических мембран. Control of irreversible fouling by application of dynamic membranes. *Pessoa de Amorim M. T., Afonso Ramos Ilia Rosa.* Desalination. 2006. 192, № 1–3, с. 63–67. Англ.

36.МБ.60. Оптические датчики концентрации растворенного кислорода. Optische sauerstoffsensoren. *Hengel Robert.* WWT: Wasserwirt. Wassertechn. 2006, № 9, с. 44–46. Нем.

Рекламируются датчики нового типа, предназначенные для использования на станциях водоподготовки в режиме он-лайн, в полевых условиях и т. д. В соответствии с принципом измерения концентрации растворенного кислорода (КРК) торцевая часть цилиндрического корпуса закрыта стеклянным диком, на внешнюю поверхность которого нанесен слой флуоресцирующего состава (СФС), свойства которого определяются величиной КРК. В корпусе установлен фотодиод, генерирующий излучение в определенной части спектра и освещающий СФС, и лучеприемник, фиксирующий отраженный сигнал. При измерении КРК интенсивность флуоресцентного потока зависит от значения КРК, сигнал от лучеприемника обрабатывается электронным преобразователем. Сообщается о преимуществах этого датчика КРК в сравнении с традиционно применяемыми мембранополарографическими датчиками.

36.МБ.61. Предварительная очистка инфильтрата при размещении фосфогипса. Chemical-physical pretreatment of phosphogypsum leachate. *Battistoni Paolo, Carniani Enrico, Fratesi Valeria, Balboni Pietro, Tornabuoni Pierluigi.* Ind. and Eng. Chem. Res. 2006. 45, № 9, с. 3237–3242. Англ.

Сообщается, что при производстве фосфогипса образовывались большие количества отходов, которые имели очень низкие значения pH, а также содержали в высоких концентрациях такие загрязнители, как фториды, нитраты, фосфаты, аммиак и тяжелые металлы. Эти отходы размещались на свалке, и при выпадении дождей выделялись большие объемы токсичных дренажных СВ, которые загрязняли водоисточники. В проведенных экспериментальных работах эти СВ отводились и подвергались двухступенчатой обработке, на первой ступени в реакторе с СВ производилась коррекция pH с доведением до значения 6,7 с внесением извести 10 г/л, при этом удаление фторидов и фосфатов при осаждении составило 96 и 80% соответственно, после чего производилась очистка на мембранных фильтрах.

36.МБ.62. Жесткие нафталиндиимидные стержни как анионные π-полосы в липидных бислоиных мембранах. Rigid naphthalenediimide rods as anion-π slides in lipid bilayer membranes. *Gorteau Virginie, Matile Stefan* (Univ. of Geneva, Dep. of Organic Chemistry 111 Geneva, Switzerland). *Chimia.* 2006. 60, № 7–8, с. 434. Библ. 2. Англ.

Жесткие п-олигофенильные стержни служат скелетом в наноструктуре синтетических бислоиных мембран, которые функционируют как пористые датчики или быстрые фотосистемы. Единственным примером функциональной, а не струк-

турной роли жестких п-олигофенильных стержней, является трансмембранный п-полос или желоб, где катионы K^+ передаются вверх от одного п-катионного сайта к другому вдоль скелета, пересекая бислойную мембрану (I). В представленной работе описан инвертированный квадрупольный момент нафталиндиимидного модуля как подход к комплементарным жестко-стержневым анионным п-полосам (II).

36.МБ.63. Экологически безопасное рециклирование кислот для травления и нержавеющей стали. Environmentally sustainable recycling of acids for pickling of stainless steel. *Lehmann Ulrich*(ThyssenKrupp Nirosta GmbH, Dillenburg). ThyssenKrupp Techforum. Engl. Ed. 2006, № 1, с. 26–29, 6 ил. Англ.

Рассмотрены основы нового электрохимич. процесса, позволяющего полную регенерацию использованных для травления нержав. стали кислот с возвратом их в основной процесс. Из отработанных кислот извлекают мелкие частицы и соли металлов. В процессе использована разница осмотич. давлений между водой и кислотой и диафрагма, через которую проходят ионы кислоты и не проходят соли металлов. Сбросную воду очищают с помощью электродиализа и нейтрализуют. Приведены схемы с разным уровнем регенерации отработанной травильной кислоты. При использовании электродиализа и мембранного электролиза в процесс возвращаются не только кислота, но и сбросная вода, которая после электролиза пригодна для разбавления отработанной кислоты. Кроме того, есть возможность использовать растворенные в травильной кислоте хром, никель и железо.

36.МБ.64. Характеристики разделения смесей уксусная кислота-вода с использованием мембран на основе привитого сополимера винилового спирта и 4-винилпиридина по технологиям перапарации и эвапомеации за счет перепада температур. Separation characteristics of acetic acid-water mixtures using poly(vinyl alcohol-g-4-vinyl pyridine) membranes by pervaporation and temperature difference evaporation techniques. *Asman Gulsen, Sanli Oya*. J. Appl. Polym. Sci. 2006. 100, № 2, с. 1385–1394, 13 ил. Библ. 53. Англ.

Разделение смесей уксусная кислота-вода проведено с использованием методов перапарации (ПВ) и эвапомеации за счет перепада температур (ТПЭВ). Для процесса разделения 4-винилпиридин был привит на ПВС. Мембраны (МБ) получены из привитого СПЛ способом отливки и сшиты термообработкой. Исследовано влияние состава смеси на характеристики разделения, проведено сравнение технол. параметров способов разделения. Скорости пермеации высоки при ПВ, тогда как в ТПЭВ-способе были высоки факторы разделения. МБ давали скорости пермеации 0,1–3 кг/м²ч и факторы разделения 2–61 в зависимости от состава питающей смеси и способа разделения.

36.МБ.65. Получение и характеристика биосовместимой смешанной мембраны типа поли-L-молочная кислота-желатина. Preparation and characterization of biocompatible poly(L-lactic acid)/gelatin blend membrane. *Zhao Xiaodong, Liu Wenguang, Yao Kangde*. J. Appl. Polym. Sci. 2006. 101, № 1, с. 269–276, 7 ил., табл. 1 ил. Библ. 22. Англ.

Смешанные мембраны (МБ) типа поли-L-молочная кислота (ПМК)-желатина получены способом отливки из раствора и путем использования ДМСО в качестве соразтворителя. Измерение с помощью сканирующей электронной микроскопии показало, что, когда количества желатины в смешанных МБ типа ПМК-желатина составляют <5%, размеры фазового разделения желатины находятся в интервале нескольких сот нанометров. Это помогает при сохранении прочности ПМК-МБ. Анализ методом рентгеновской дифракции обнаружил, что полукрист. ПМК становилась аморфной, а т. пл. крист. ПМК изменялась от 56° до 38° после того, как она была обработана в ДМСО-растворителе. Когда содержание желатины составляет <5%, пленки не только сохраняют хорошие мех. свойства, но и улучшают гидрофильность ПМК. Молек. движение ПМК в смешанных пленках исследовали, кроме того, ¹³С-ЯМР с кросс-поляризацией с вращением под магич. углом в тв. состоянии. На базе результатов измерения времен релаксации найдено, что молек. движение ПМК100 и смесей ПМК-желатина увеличивалось по сравнению с молек. движением исходной ПМК. Дополнительно установлено, что полукрист. ПМК становилась аморфной.

36.МБ.66. Полимеры, проводящие ионы лития, в качестве перспективных материалов для получения мембран используемых в литиевых аккумуляторах, работоспособных в морской воде. Lithium-ion conductive polymers as prospective membranes for lithium-seawater batteries. *Welna Daniel T., Stone David A., Allcock Harry R.* Chem. Mater. 2006. 18, № 18, с. 4486–4492. Англ.

Исследовано получение проницаемых для ионов лития мембран для литиевых аккумуляторов, на основе амфифильных проводящих моноионы полинорборненов с боковыми циклотрифосфазеновыми группами (ЦТГ). Присоединенные к 5-норборнен-2-метоксизвеньям ЦТГ способны к полимеризации. 2-(2-Феноксизтокси)этоксизаместители в ЦТГ облегчают перенос катионов лития и придают гидрофобные свойства полимерному электролиту. 4-(литийкарбоксилато)феноксигруппы, присоединенные ко второму сомономеру, позволяют получать четвертичные анионы с присоединенными мобильными катионами лития и увеличивают конечную стабильность размеров полимеров. Обсуждены синтез норборненметоксисомномеров с ЦТГ, их метатезисная полимеризация с раскрытием цикла, дестабилизация и реакция с литием боковых 4-(пропилкарбоксилато)феноксигрупп и сопоставлены способность к транспорту ионов и гидрофобность получаемых полимеров.

36.МБ.67. Факторы, определяющие селективность полимерных мембран: фрактальная модель. Factors defining the selectivity polymer membranes: a fractal model. *Kozlov G. V., Dolbin I. V., Zaikov G. E.*(Inst. of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow 119991, Russian Federation). J. Appl. Polym. Sci. 2006. 101, № 1, с. 331–333, 2 ил. Библ. 15. Англ.

Показано, что селективность полимерных непористых мембран (МБ), определяемая диффузионной способностью, зависит от структуры полимера довольно сложным образом. Наиболее важной характеристикой в этом случае является размер

D_p , регулирующий процессы транспорта газов; степень молек. подвижности влияет только при достаточно больших величинах выбранных газ. молекул, а также разности этих диаметров и размера D_p .

36.МБ.68. Гибридные мембраны с протонной проводимостью в качестве твердого полиэлектролита топливных элементов. Hybrid proton-conducting membranes as fuel cells solid polyelectrolytes. *Blazquez J. Alberto, Mecerreyes David, Miguel Oscar, Rodriguez Javier, Cendoya Ione, Ajuria Jon, Irui Juan J., Santos J. Ignacio, Marestin Catherine, Mercier Regis*(CIDETEC, Centro de Tecnologias Electroquimicas, Paseo Miramon 196, 20009, San Sebastian, Испания). Trans. ASME. J. Fuel Cell Sci. and Technol. 2006. 3, № 3, с. 308–311, 5 ил. Библ. 29. Англ.

Изготовлена серия новых гибридных органических - неорганических мембран для ТЭ. Мембраны получены на основе сульфированных нафтилимидов и вольфрамфосфорной кислоты N-метилпирролидона (НМП), осажденной из раствора НМП. Эти мембраны, составленные из двух компонент с протонной проводимостью, имеют высокие механические свойства, высокую ионную проводимость ($10,5 \times 10^{-2}$ С/см при 80°C); ТЭ с мембранами из этих материалов дают хорошие характеристики при 70°C.

36.МБ.69. Безопорные полиэлектролитные пленки в качестве сенсоров для осмотического давления. Freestanding polyelectrolyte films as sensors for osmotic pressure. *Nolte Marc, Donch Ingo, Fery Andreas*. ChemPhysChem. 2006. 7, № 9, с. 1985–1989, 4 ил. Библ. 47. Англ.

Безопорные ультратонкие полиэлектролитные (полидиаллилдиметиламмонийхлорид) многослойные мембраны (МБ), переведенные с тв. подложки в топографически структурированный полидиметилсилоксан, используют в качестве мех. сенсоров. Благодаря полупроницаемости МБ, молекулы с высоким молек. весом могут быть либо уловлены внутри них, либо исключены, генерируя при этом осмотич. давл. Это приводит к деформации. Исследована деформация как функция осмотич. давл. и представлена аналитич. теория, которая полностью описывает данные. Т. обр., осмотич. давл. могут быть определены количественно. Индивидуальные чувствит. к осмотич. давл. элементы имеют только микроскопич. размеры, установки для измерений легки в изготовлении.

36.МБ.70. Характеристика и оценка производительности полимерных мембран из хитозана, наполненных цеолитом-У натрия: влияние концентрации цеолита натрия. Characterization and performance evaluations of sodium zeolite-Y filled chitosan polymeric membrane: effect of sodium zeolite-Y concentration. *Ahmad A. L., Nawawi M. G. Mohd, So L. K. J.* Appl. Polym. Sci. 2006. 99, № 4, с. 1740–1751, 8 ил. Библ. 33. Англ.

При формировании МБ толщиной 20-30 мкм из 2%-ных растворов в 10%-ной АсОН в раствор вводили 0,1-0,5% цеолита Na с размером частиц 2 мкм и исследовали морфологию, физ.-мех. свойства и производительность МБ при первапорац. разделении смеси изопропанол-вода. Установлено, что оптим. концентрация цеолита Na в МБ составляет 0,4%, при которой

цеолит равномерно и полностью покрывает хитозан. Прочность на растяжение и удлинение при разрыве составляют соотв. 59,3 МПа и 27,5%, а степень набухания 6,5%. При первапорац. разделении смеси изопропанол-вода концентрация изопропанола в пермеате снижается с 90 до 16,6% по сравнению с разделением на МБ из хитозана, не содержащих цеолита.

36.МБ.71. Поверхностные и механические свойства микропористых мембран из полиэтиленгликоль-полидиметилсилоксанового сополимера и хитозана. Surface and mechanical properties of microporous membranes of poly(ethylene glycol)-polydimethylsiloxane copolymer/chitosan. *Rutnakornpitur Metha, Ngamdee Paradorn*. Polymer. 2006. 47, № 23, с. 7909–7917. Англ.

Блок сополимер ПЭГ-ПДМС получен реакцией конденсации ПЭГ и полиметилсилоксандиола. При этом ПЭГ модифицировали реакцией концевых гидроксильных групп с янтарным ангидридом. Полидиметилсилоксандиол получали полимеризацией с раскрытием цикла октаметилциклотетрасилоксана с последующим гидросилилированием аллиловым спиртом. СПЛ вводили в хитозан, при этом хорошая набухаемость и смачиваемость хитозана сохранялись благодаря гидрофильным блокам ПЭГ, в то время как диметилсилоксановый блок действовал как упрочняющий модификатор. Сравнительно с немодифицир. образцом хитозан, содержащий СПЛ, показал снижение как контактного угла, так и скорости проницаемости водяного пара. Введение СПЛ в хитозан повышало гибкость пленок.

36.МБ.72. Реакционная способность мембран с газовым барьером, наполненных реакционноспособными частицами. Reactivity of gas barrier membranes filled with reactive particulates. *Solovyov Stanislav E. J.* Phys. Chem. B. 2006. 110, № 36, с. 17977–17986. Англ.

Исследованы пластичные пленки с газовым барьером и структуры, способные удалять проникающее вещество посредством необратимых химических реакций в полимерной матрице, применительно к контролю окружающей среды. Значительное сокращение скорости проникновения через такие активные барьеры (Б) требует обеспечения высокой реакционной способности (РС) Б. Когда РС образцы приобретают форму тонко измельченных частиц, умеренно распределенных в матрице, РС композитная мембрана подвержена низкочастотным столкновениям молекул р-ренного газа с распределенными РС частицами. Средний размер частиц и их объемная доля в матрице идентифицируются как критические факторы, воздействующие на общую РС равномерно заполненного композитного Б. Разработана двумерная модель реакционной диффузии в матрице для крупного зерна, рассматривающая единичную ячейку с целью оценки влияния скорости реакции на столкновение с частицами. Выбрана единичная длина диффузионного молекулярного вытеснения, равная среднему диаметру РС частицы, для описания диффузии через Б и статистики столкновений молекула-частица. Описан соответствующий метод оценки РС Б. Представлено количественное описание влияния системных параметров на эффективную скорость переноса га-

за через РС композитный Б, включая полимерные нанокompозитные Б с РС добавками.

36.МБ.73. Иерархическое выращивание упорядоченных в больших масштабах мембран на основе цеолита силикалита-1 с высокой проницаемостью и селективностью для циркуляции CO₂. Hierarchical growth of large-scale ordered zeolite silicalite-1 membranes with high permeability and selectivity for recycling CO₂. *Guo Hailing, Zhu Guangshan, Li Hua, Zou Xiaoqin, Yin Xiaojun, Yang Weishen, Qiu Shilun, Xu Ruren.* *Angew. Chem. Int. Ed.* 2006. 45, № 42, с. 7053–7056. Англ.

Цеолитная мембрана (МБ) на основе силикалита-1 (Сл) на сетке из нержавеющей стали (СНС) была синтезирована гидротермальным методом. Первоначально зерна нанокристаллов Сл были распределены монослоем на предварительно обработанной СНС, а затем расположены вертикально в автоклаве, футерованном тефлоном и содержащем реакционный р-р 0.32 ТРАОН/1.0 ТЕОС/165 H₂O (ТРАОН=гидроксид тетрапропиламмония, ТЕОС=тетраэтилортосиликат) для вторичного роста при 170°C в течение 3 дней. Механизм роста контролировали методами рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии. По сравнению со стандартными МБ MFI, поддерживаемыми другими носителями, МБ Сл на СНС обладают высокой термич. и механ. устойчивостью, обеспечивают высокие значения потока проникновения и селективности по отношению к CO₂. Такая высокая эффективность цеолитных МБ может быть использована для разделения, циркуляции и повторного применения CO₂ выхлопных газов заводов по переработке угля, химических предприятий и др.

36.МБ.74. Моделирование методом молекулярной динамики сопротивления массопереносу на границах зерен двоянных цеолитных мембран. Molecular dynamics simulations of mass transfer resistance in grain boundaries of twinned zeolite membranes. *Newsome David A., Sholl David S.* *J. Phys. Chem. B.* 2006. 110, № 45, с. 22681–22689. Англ.

Сопротивление массопереносу газовых молекул через цеолитные мембраны включает вклады от межкристаллитной диффузии и вклады от межфазных эффектов. Такие межфазные эффекты возникают либо на границах газ-цеолит, либо на границах, существующих внутри кристаллов цеолита. Представлена первая, детализированная на атомном уровне модель, позволяющая проверить межфазный массоперенос, связанный с границами внутри гранул цеолита, имеющая отношение к приложениям мембран. Проведены расчеты двоянных кристаллов силикалита в кристаллографической форме, которые были идентифицированы в предыдущих экспериментах. Использовали общий метод молекулярной динамики в большом каноническом ансамбле с двойным контролем для моделирования проникновения CH₄ и CF₄ через тонкие двоянные кристаллы силикалита. Величина сопротивления на границах гранул была довольно существенной, по крайней мере, для тонких кристаллов, доступных для данного моделирования.

36.МБ.75. Новые композитные мембраны на основе альгината натрия с включениями молекулярного сита SBA-15 для перапорационной дегидратации водных смесей изо-

пропанола с 1,4-диоксаном при 30°C. Novel sodium alginate composite membranes incorporated with SBA-15 molecular sieves for the pervaporation dehydration of aqueous mixtures of isopropanol and 1,4-dioxane at 30°C. *Bhat Santoshkumar D., Aminabhavi Tejraj M.* *Microporous and Mesoporous Mater.* 2006. 91, № 1–3, с. 206–214. Англ.

Композитные мембраны (МБ) на основе альгината натрия (NaAlg), полученные поливом из раствора после введения включений из молекулярных сит SBA-15 и Fe-SBA-15, были подвергнуты шивке с использованием глутаральдегида. Полученные МБ были опробованы для перапорационной дегидратации водных растворов изопропанола и 1,4-диоксана при температуре окружающей среды (30°C) для оценки их преимуществ по сравнению с исходными МБ на основе NaAlg. Установлено существенное преимущество разработанных композитных МБ, содержащих включения из молекулярных сит SBA-15, по сравнению с исходными МБ на основе NaAlg.

36.МБ.76. Активность фермента к увеличению характеристик привязанных бислоиных мембран. Enzyme activity to augment the characterization of tethered bilayer membranes. *Valincius Gintaras, McGillivray Duncan J., Febo-Ayala Wilma, Vanderah David J., Kasianowicz John J., Losche Mathias.* *J. Phys. Chem. B.* 2006. 110, № 21, с. 10213–10216. Англ.

Скорость Ca²⁺-запускаемой дегградации фосфолипазы A₂ (ФЛА₂) привязанных бислоиных мембран (ПБЛМ), состоящих из синтетического липида β-меркаптоэтанола и пальмитоилолеилфосфатидилхолина (I) в ~80 раз выше, чем ПБЛМ, полученных из дифитаноилфосфатидилхолина (II). Данные электрохимической импедансной спектроскопии и нейтронного отражения (НО) показали полные, свободные от воды ПБЛМ, которые характеризуются идеальным емкостным поведением и присутствием водного резервуара в бислоиной субфазе вблизи поверхности подложки (Au) для обеих ПБЛМ. Сделан вывод о структурной схожести I и II ПБЛМ по всей поверхности, но заметных различиях границы внешний листок/раствор. ФЛА₂ является чувствительным тестом структурных различий, не фиксируемых ЭИС и НО.

36.МБ.77. Физическое старение тонких мембран на основе 6FDA полиимида, содержащих группы карбоновой кислоты. Часть I. Свойства переноса. Physical aging of thin 6FDA-based polyimide membranes containing carboxyl acid groups. Pt I. Transport properties. *Kim J. H., Koros W. J., Paul D. R.* *Polymer.* 2006. 47, № 9, с. 3094–3103. Англ.

Определено влияние молекулярной структуры на кинетику физ. старения тонких пленок (350 нм) из стеклообразного 6FDA полиимида с помощью оценки изменений газопроницаемости (He, O₂, N₂) при 35° в течение 2000 ч. Использованы образцы гомополимера и СПЛ с карбоксильной кислотой. Установлено, что процесс старения коррелирует с уровнем свободного объема полимера. Чем больше свободный объем, тем быстрее протекает старение.

36.МБ.78. Новая ультрачувствительная мембрана Ленгмюра-Блоджетт для селективного определения кальция в водных растворах. A novel ultra-sensing composed Langmuir-

Blodgett membrane for selective calcium determination in aqueous solutions. *Kalinina M. A., Golubev N. V., Raitman O. A., Selector S. L., Arslanov V. V.* Sens. and Actuators. B. 2006. 114, № 1, с. 19–27. Англ.

Многослойная организованная мембрана получена из октадециламина и комплексанта на $\text{Ca}(2+)$ - 1,2-бис-(2-аминофеноксид)этан-N,N,N,N-тетрауксусной кислоты по методике Ленгмюра-Блоджетт. С использованием микровзвешивания на кварцевом кристалле изучено большинство аналитических параметров. Логарифм отклика сенсора пропорционален концентрации кальция от 10^{-8} до 10^{-1} М при времени отклика 10 с. На 8 стандартах $\text{Ca}(2+)$ и 5 мембранах для каждого стандарта определено относительное стандартное отклонение - 0,042. Мембрану можно применять для определения Ca в 0,1 М растворах NaCl в нейтральной среде. Показана возможность применения мембраны для различных методов регистрации.

36.МБ.79. Электрокинетические характеристики многоканальных мембран. Electrokinetic characterisation of cleaned non-circular multi-channelled membranes. *Chiu T. Y., James A. E.* Desalination. 2006. 189, № 1–3, с. 13–20. Англ.

Рассмотрены возможности использования явления электровязкости для измерения ζ -потенциала многоканальных мембран.

36.МБ.80. Внедрение мембранных технологий на стадии предочистки исходной воды. *Кутилов Л. В., Кузьмин С. В.*(Заинская ГРЭС Россия). Экол. пр-ва. 2006, № 3, прил. Энергетика, с. 8–9. Рус.

Показана необходимость реконструкции водоподготовительной установки (ВПУ) на Заинской ГРЭС в целях замены исходной артезианской воды на воду из водохранилища р. Камы. Реконструкцию решено провести в 2 этапа, на 1-ом этапе предочистка исходной речной воды должна проводиться с помощью механич. сетчатых фильтров и 3 модулей ультрафильтрации (УФ). На 2-ом этапе предложено ввести в действие обратноосмотич. установку. Эксплуатация УФ установки позволила улучшить качество исходной воды, в том числе: удалить взвешенные вещества (содержание $<5 \text{ мг/дм}^3$); снизить окисляемость на 40%; уменьшить содержание нефтепродуктов на 80%; снизить содержание железа на 60-80%. В результате был сделан вывод, что предочистка методом УФ обеспечивает необходимое качество осветленной воды для обессоливания методом обратного осмоса. В настоящее время начат 2-ой этап реконструкции ВПУ Заинской ГРЭС - строительство здания для размещения оборудования обратноосмотич. установки.

36.МБ.81. Эколого-экономические аспекты применения мембранных методов в процессах очистки природных вод. *Бондаренко В. И., Первов А. Г.* ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. 2006, № 5, с. 21–24. Библ. 5. Рус.

Рассмотрено применение мембранных методов подготовки воды в котельной. Приведены принципиальная технологич. схема подготовки воды для паровых котлов, расход сточных вод, ПДК по отдельным компонентам, их суммарный годовой сброс, затраты на оплату сброса отдельных компонентов в пределах норм и при их превышении, капитальные и эксплуатационные затраты. Анализ представленных в таблицах дан-

ных показывает, что очистка воды мембранными методами с использованием разрешенных реагентов для ингибирования и промывки аппаратов приводит к появлению сточных вод, сброс которых в системы канализации не вызывает трудностей при согласовании в соответствующих организациях; собственно затраты на сброс составляют 0,2 руб/м³ очищенной воды, а в целом для условий Москвы не превышают 0,5% общих эксплуатационных затрат.

36.МБ.82. Механические свойства и структурная стабильность перовскитных кислород-проницаемых плотных мембран. Mechanical properties and structural stability of perovskite-type, oxygen-permeable, dense membranes. *Lee Shi-woo, Woo Sang Kuk, Lee Kee Sung, Kim Do Kyung.* Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 236–243. Англ.

Механич. свойства рассмотрены в качестве критического фактора для электрохимич. использования ион-проводящих оксидов ввиду того, что химически наводимые напряжения могут вызывать ухудшение свойств компонентов. Также необходимо снижать толщину проводников для более высоких характеристик. Исследовали механич. свойства и структурную стабильность в восстановительной среде плотных кислород-проницаемых мембран. Механич. свойства, такие как сопротивление разрыву и трещиностойкость, рассмотрены с точки зрения микроструктуры и относительной плотности. Обсуждены причины повреждения мембран, происходящие в процессе работы, с точки зрения изменения параметров решетки, вызванных нестехиометрией, фазовой нестабильностью в восстановительной среде, а также напряжениями, вызванными конфигурацией реактора. Проведен анализ напряжений в мембранах и фрактографич. исследования. Установлено, что мембраны из LaGaO_3 , легированного Sr и Fe , надежны в восстановительной среде при повышенных температурах.

36.МБ.83. Керамика SiBCN, полученная из полимера, и потенциальные возможности ее использования в высокотемпературных мембранах. Polymer-derived SiBCN ceramic and their potential application for high temperature membranes: Dedicated to Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hartmut FueSS on the occasion of his 65th birthday. *Hauser Ralf, Nahar-Borchard Saifun, Riedel Ralf, Ikuhara Yumi H., Iwamoto Yuji*(Германия, Darmstadt University of Technology). Nippon seramikkuu kyokai gakuji ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap. 2006. 114, № 1330, с. 524–528. Библ. 38. Англ.

Синтезирован новый предкерамич. полимер путем реакции гидроборирования 1,3,5-тривинил-1,3,5-триметил-циклотрисилазана с диметилсульфидом борана. Проведены спектроскопич. исследования полученного полиборосилазана, методами термогравиметрии и масс-спектрометрии исследована его термич. стабильность. Превращение полимера в керамику происходило при 1050°C в инертной атмосфере аргона, при этом образовывалась черная рентгеноаморфная керамика SiBCN, термически стабильная до 1800°C. Тонкая пленка керамики SiBCN была получена методом погружения на пористой подложке из Al_2O_3 . Анализ изотерм сорбции N_2 показал, что тонкая пленка содержит небольшое количество микропор диаметром 0,6 нм и мезопоры размером 2,7-6 нм. Общий

объем пор на ~ 3 порядка меньше, чем в аморфных мембранах SiO_2 с селективной проницаемостью водорода, полученных из полисилазана. Полученные результаты свидетельствуют о потенциальной возможности использования тонких пленок SiBCN в качестве мембранных молекулярных сит для высокотемпературного разделения малых молекул газов, подобных водороду, размером $< 0,3$ нм.

36.МБ.84. Получение гидрофильных керамических мембран для дегидратационных мембранных реакторов. Preparation of hydrophilic ceramic membranes for a dehydration membrane reactor. *Lee Kew-Ho, Youn Min-Young, Sea Bongkuk.* Desalination. 2006. 191, № 1–3, с. 296–302. Англ.

Для синтеза диметилэфира из метанола разработаны водоселективные глиноземисто-кремнеземистые композиц. мембраны в качестве мембранного реактора. Модифицировали мембраны на пористых подложках из нержавеющей стали золь-гель методом, сопровождающимся процессом всасывания. Процесс модифицирования оказался эффективным с точки зрения увеличения селективной проницаемости паров за счет удаления дефектов и точечных наколов. У оптимизированных композиц. мембран величина водопроницаемости составила $1,14 \times 10^{-7}$ мол/м²·с·Па, при водо/метанольной селективности 8,4 при температуре 250°C. Каталитич. реакцию для синтеза диметилэфира из метанола, используя мембрану, проводили при 230°C, процесс превращения метанола сопоставлен с процессом в обычном реакторе с неподвижным слоем. Степень превращения метанола в мембранном реакторе (82,5%) она намного выше, чем в обычном реакторе с неподвижным слоем (68%). Такое повышение реакц. эффективности может сохраняться, если пары воды, образующиеся в реакц. зоне, непрерывно удаляются.

36.МБ.85. Получение и свойства трубчатых керамических мембран для обработки масляных эмульсий. Preparation and characterization of tubular ceramic membranes for treatment of oil emulsions. *Benito J. M., Conesa A., Rubio F., Rodriguez M. A. J.* Eur. Ceram. Soc. 2005. 25, № 11, с. 1895–1903. Англ.

Из керамич. материалов получены многослойные мембраны для обработки маслосодержащих вод. Изготовлены подложки из Al_2O_3 и кордиерита с промежуточным слоем из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Верхние слои $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ с очень высокой пористостью получали золь-гель методом с последующим тщательным исследованием их характеристик ввиду важности этого слоя при фильтрации. Сканирующей электронной микроскопией, определением проницаемости азота и адсорбцией-десорбцией азота исследовали структуру верхнего мембранного слоя на и без подложке. Для получения требуемого размера пор и величины пористости исследовали влияние концентрации золя и температуры прокаливания на структуру мембран. Определено количество PVA в качестве связующего пластификатора, необходимое для получения мембран без дефектов. Получен верхний мембранный слой трубчатой формы со средним диаметром пор ~ 4 нм и пористостью 72%.

36.МБ.86. Использование катионно-обменных мембран для одновременного извлечения свинца и этилен-диамин-

тетраацетата в процессе электрокинетической экстракции. Use of cation-exchange membranes for simultaneous recovery of lead and EDTA during electrokinetic extraction. *Amrate S., Akretche D. E., Innocent C., Seta P.* Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 405–410. Англ.

Для удаления Pb из загрязненных почв в районе алжирского завода аккумуляторных батарей содержание Pb $\sim (4432 \pm 275)$ мг/кг использовали метод электрокинетической экстракции. Для повышения эффективности извлечения Pb в катодит вводили хелатный реагент (двухнатриевая соль этилендиаминтетраацетат 0,1 М). Для предотвращения потери лигандов в ячейку устанавливали катионообменную мембрану. Изучение распределения Pb по колонне почвы показало его транспортно направлению к аноду несмотря на большое количество кальция. Установлена возможность одновременного извлечения из почвы Pb и хелатного реагента.

36.МБ.87. Полиэлектrolитные мембраны на основе сульфированного полифениленоксида и имидазола. Bronsted acid-base polymer electrolyte membrane based on sulfonated poly(phenylene oxide) and imidazole. *Liu Yifeng, Yu Qinchen, Yuan Jun, Ma Liangliang, Wu Yihua.* Eur. Polym. J. 2006. 42, № 9, с. 2199–2203. Англ.

Описано получение полиэлектролитных мембран на основе продуктов взаимодействия сульфополифениленоксида и имидазола. Показана высокая термич. стабильность мембран, сохраняющих электропроводность $(1-6,9) \times 10^{-3} (\text{Ом}\cdot\text{см})^{-1}$ при температурах 120 и 200° соответственно.

36.МБ.88. Влияние окислительного отверждения на проницаемость углеродных мембран на основе полифениленоксида. Effects of oxidation curing on the permeation performances of polyphenylene oxide-derived carbon membranes. *Lee Hong-Joo, Yoshimune Miki, Suda Hiroyuki, Haraya Kenji.* Desalination. 2006. 193, № 1–3, с. 51–57. Англ.

Углеродные мембраны (МБ) получают нанесение ПФО на пористые трубчатые керамич. мембраны из окиси Al, карбонизацией при температуре $> 700^\circ$ и дополнительным окислением. Исследовано изменение проницаемости МБ в зависимости от условий окисления. Показано увеличение проницаемости МБ с расширением пор, протекающее при увеличении температуры окисления.

36.МБ.89. Влияние полиэтиленгликолевых добавок на структуру и характеристики смешанных ультрафильтрационных мембран. *Ke Lin-nan, Wu Guang-xia, Xu Shu-guang.* Huanjing kexue=Environ. Sci. 2005. 26, № 1, с. 108–111, 2 ил., табл. 1 ил. Библ. 11. Кит.; рез. англ.

Смешанные мембраны (МБ) на основе полисульфона (ПФС) и полимера А изготовлены по процессу фазовой инверсии из литьевого раствора, содержащего ПФС, полимер А, диметил-ацетамид (I) и полиэтиленгликоль (ПЭГ). МБ, полученные с варьированием молек. веса ПЭГ-добавок, характеризовали с помощью сканирующего электронного микроскопа, измерения производительности по воде и задерживания трипсина. Опыты по измерению производительности по воде показывают, что они не имеют никакой нелинейной зависимости от

молек. веса ПЭГ. Производительность по воде у МБ, полученной из литьевого раствора, содержащего ПСФ, полимер А, ПЭГ-4000 и I, составляла 115,2 мл./см²×ч, что в 6 разе больше, чем у МБ без ПЭГ. ПЭГ в качестве нерастворителя изменял термодинамич. свойства в полимерном растворе, промотируя фазовое разделение литьевого раствора; др. словами, ПЭГ увеличивал вязкость раствора, замедляя фазовое расслоение. Два различных эффекта работают одновременно, влияя на структуру и характеристики мембран.

36.МБ.90. Облегченный транспорт диоксида углерода через мембрану на основе сополимера 2-N,N-диметиламиноэтилметакрилата и акрилата натрия. Facilitated transport of carbon dioxide through poly(2-N,N-dimethyl aminoethyl methacrylate-co-acrylic acid sodium) membrane. *Shen Jiangnan, Qiu Junhong, Wu Liguang, Gao Congjie.* Separ. and Purif. Technol. 2006. 51, № 3, с. 345–351, 15 ил. Библ. 23. Англ.

Водорастворимый сополимерный мембранный материал, содержащий трет. амин и карбоксильные группы, синтезирован для облегченного транспорта CO₂ путем радикальной полимеризации 2-N,N-диметиламиноэтилметакрилата (I) и акриловой кислоты (II). Композитные мембраны (МБ) получены с СПЛ I и II в качестве разделит. слоя и полисульфоновой ультрафильтрац. МБ в качестве подложки. Исследованы скорости пермеации МБ для чистого CO₂ и CH₄. Результаты показывают, что сополимерная МБ обладает повышенной проницаемостью для CO₂. МБ обнаруживает проницаемость для CO₂ порядка 6,12×10⁻⁷ см³/см²×с×Па при станд. температуре и давл. (СТД) и проницаемостью для CH₄ порядка 2,4×10⁻⁹ см³/см²×с×Па при 299 К и давл. газа 1,14 кПа. Результаты со смешанным газом не так хороши как результаты, полученные с чистым газом из-за эффектов сочетания между CO₂ и CH₄.

36.МБ.91. Полимерные мембраны LOGICROOF®: новое слово о гидроизоляционных материалах. *Татаркин К.* Кров. и изоляц. матер. 2006, № 5, с. 9. Рус.

Рассмотрены преимущества применения новейших гидроизоляц. материалов - полимерных мембран LOGICROOF®, производимых компанией "ТехноНИКОЛЬ".

36.МБ.92. Высококачественные кровельные системы Sika и Sarnafil. *Енисейский С. Н.* Кров. и изоляц. матер. 2006, № 5, с. 51. Рус.

Компания "Sika" предлагает кровельные системы на основе ПВХ- и ПО-мембранах, которые надежны в эксплуатации и устойчивы к различным климатич. воздействиям.

36.МБ.93. Удаление поверхностно-активного вещества, додецилбензолсульфоната натрия, из воды с использованием композитной мембраны диоксид кремния/диоксид титана наностержни/нанотрубки с фотокаталитической способностью. The removal of sodium dodecylbenzene sulfonate surfactant from water using silica/titania nanorods/nanotubes composite membrane with photocatalytic capability. *Zhang Haimin, Quan Xie, Chen Shuo, Zhao Huimin, Zhao Yazhi.* Appl. Surface Sci. 2006. 252, № 24, с. 8598–8604. Англ.

Сообщаются эксперим. результаты по удалению додецилбензолсульфоната натрия (I) из воды с использованием композит-

ной мембраны (МБ) диоксид кремния/диоксид титана наностержни/нанотрубки с фотокаталитич. способностью. Многофункциональная композитная МБ была успешно получена из коллоидных зольей х-диоксид кремния/диоксид титана (х=молярный процент диоксида кремния) "золь-гель"-методом. Полученные МБ были охарактеризованы с помощью рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии диффузного отражения в УФ-видимой области. Процентное содержание фазы анатаза в диоксиде титана достигало 93% в случае, если композитная МБ 20% диоксид кремния/диоксид титана наностержни/нанотрубки прокаливалась при 400°C в течение 2 ч. Большая часть (95%) объема пор локализовалась в мезопорах с диаметрами в диапазоне от 1,4 до 10 нм. Экспериментальные результаты показали, что удаление I достигает 89% после 100 мин при сочетании методов фотокатализа и мембранного фильтрования. Хотя I полностью не разлагается при фотокатализе, его разложение позволяет усилить мембранный поток и предотвратить засорение МБ. Показано, что возможна успешная обработка сточных вод, содержащих поверхностно-активное вещество, с использованием разработанной композитной МБ; это предст. интерес в отношении промышл. применения.

36.МБ.94. Идентификация природы и исследование морфологии засорения анионообменной мембраны в процессе обычного электродиализа. Nature identification and morphology characterization of anion-exchange membrane fouling during conventional electrodialysis. *Ayala-Bribiesca Erik, Pourcelly Gerald, Bazinet Laurent.* J. Colloid and Interface Sci. 2007. 308, № 1, с. 182–190. Англ.

Изучено влияние на засорение анионообменных мембран (АО-МБ) значения pH концентр. р-ра и содержания кальция, карбоната и белка в разбавл. р-ре при обычном электродиализе. Показано, что после деминерализации р-ров, содержащих CaCl₂, с использованием концентр. р-ра при pH от 7 до 12 появляется минеральное засорение поверхности АО-МБ при контакте с концентратом. Минеральные осадки присутствовали в форме цилиндрических волокон в условиях концентр. р-ра при pH 7, тогда как для pH 12 минеральный осадок имел рыхлую и губчатую текстуру, сформированную из нерегулярных агрегатов. Природа засорения была идентифицирована как фосфат кальция с содержанием или без содержания гидроксида кальция. Кроме того, обнаружено засорение поверхности АО-МБ гелеподобными белковыми образованиями при контакте с дилюатом после процедуры деминерализации с использованием концентрата при pH 2 или 7, вне зависимости от минерального состава дилюата.

36.МБ.95. In situ формирование наноструктур из единиц (μ-гидроксо)бис(μ-карбоксилато)дирутения в мембране Nafion и ее использование для селективного восстановления иона нитрозония в водной среде. In situ nanostructure formation of (μ-hydroxo)bis(μ-carboxylato) diruthenium units in Nafion membrane and its utilization for selective reduction of nitrosonium ion in aqueous medium. *Kumar Annamalai Senthil,*

Tanase Tomoaki, Iida Masayasu. Langmuir. 2007. 23, № 2, с. 391–394. Англ.

Получена наноструктурированная молекулярная пленка, содержащая единицы (μ -гидроксо)бис(μ -карбоксилато)дирутения ($3+$) в матрице мембраны (МБ) Nafion. Процедура конверсии приводит к мелким агрегатам наночастиц из единиц $\{\text{Ru}_2^{3+}(\mu\text{-OH})\}$ в МБ Nafion ($\text{Nf-Ru}_2^{3+}(\mu\text{-OH})\}$), где средний размер частиц (4.1 ± 2.3 нм) является близким к размеру кластеров в Nafion (~ 4 нм). С использованием молекулярных мембранных пленок Nafion ($\text{Nf-Ru}_2^{3+}(\mu\text{-OH})\}$) были разработаны химически модифицированные электроды на поверхностях ИТО/стекло и электрода из стеклоглассера и продемонстрировано селективное восстановление нитрозония (NO^+), по-видимому, по реакции $\{\text{Ru}_2^{3+}(\mu\text{-OH})\}$ с HNO_2 без вмешательства молекулярного кислорода в кислый водный раствор. Мембранные пленки ($\text{Nf-Ru}_2^{3+}(\mu\text{-OH})\}$) устойчивы даже в физиологических условиях (рН 7).

36.МБ.96. Получение трехмерной сетчатой мезопористой мембраны на основе оксида алюминия. Preparation of three-dimensional netlike mesoporous alumina membrane. Wang Biao, Fei Guang Tao, Wu Bing, Jin Zhen, Zhang Li De. Chem. Lett. 2006. 35, № 12, с. 1336–1337. Англ.

Изготовлена сетчатая мезопористая мембрана (МБ) на основе оксида алюминия со слоями с регулируемым размером пор путем анодизации и последующего химического травления. Все микроканалы в этих мезопористых МБ являются взаимосвязанными. Путем подбора условий анодизации м. б. успешно получены серии мезопористых МБ на основе оксида алюминия.

36.МБ.97. Очистка сточных вод на компактной мембранной осветительной установке бельгийского солодовенного цеха. Vom Bundel zum Baukasten. Kullmann Christoph, Awe Martin. Brauindustrie. 2007. 92, № 1, с. 14–27. Нем.

Мембранный способ разделения уже несколько лет является составной частью современных способов и установок обработки сточных вод. Сочетание ступени биологической очистки и фильтрации через мембраны представляет собой мембранный биореактор, где проводятся указанные операции. По этому способу мембраны непосредственно погружаются в активный ил. Вместо обычного вторичного отстоя седиментацией мембраны отделяют активный ил от воды. Бельгийский солодовенный цех, расположенный близ Антверпена, увеличил в 2004 г. производство солода с 110 до 250 тыс. т/год (солода), и удвоил производительность осветительной установки. Описана эта установка, отличающаяся компактностью. После многомесячных испытаний на пилотной установке выбор пал на погружную систему из модульных полых волокон PURON®. Подробно описаны устройства и работа данной системы, которая перерабатывает свыше 2000 м³/день стоков, значительно снижая содержание N, P, ХПК и БПК стоков.

36.МБ.98. Получение тонких частиц красных фосфоров на основе $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ln}^{3+}$ ($\text{Ln}=\text{Eu}, \text{Tb}, \text{Sm}$) и $\text{Gd}_{0.33}(\text{SiO}_4)_2:\text{Ln}^{3+}$ ($\text{Ln}=\text{Eu}, \text{Tb}$), с использованием системы эмульсионных жидких мембран. Preparation of $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ln}^{3+}$ ($\text{Ln}=\text{Eu}, \text{Tb}, \text{Sm}$)

and $\text{Gd}_{0.33}(\text{SiO}_4)_2:\text{Ln}^{3+}$ ($\text{Ln}=\text{Eu}, \text{Tb}$) phosphor fine particles using an emulsion liquid membrane system. Hirai Takayuki, Kondo Yuki. J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 1, с. 168–174. Англ.

С использованием метода эмульсионной жидкой мембраны (вода-в масле-в воде) (ЭЖМ) получены наночастицы красных фосфоров $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Eu}(\text{I})$ и $\text{Gd}_{0.33}(\text{SiO}_4)_2:\text{Eu}(\text{II})$. В качестве экстрагента катионов иттрия³⁺, гадолиния³⁺ и европия³⁺ из внешней водной фазы использована 2-метил-2-этилгептановая кислота. Размеры частиц прекурсоров I и II составляли 20–60 нм с небольшой примесью частиц с размерами 300 нм. Показаны преимущества метода ЭЖМ по сравнению с методом золь-гель-процесса.

36.МБ.99. Теоретические и технологические аспекты применения биомембранных технологий глубокой очистки сточных вод. Швецов В. Н., Морозова К. М., Нечаев И. А., Куристаев А. В. ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. 2007, № 1, с. 10–13, 48. Библ. 7. Рус.; рез. англ.

В процессе исследований впервые установлены важные взаимосвязи технологических параметров работы биореакторов и мембранных модулей, что позволило обосновать выбор оптимальных режимов их работы. Обобщение и анализ полученных результатов позволили обосновать и разработать рекомендации на проектирование крупномасштабных мембранных биореакторов для очистки природных и сточных вод производительностью до 30 тыс. м³/сут. Практическая реализация этих рекомендаций на производственных объектах обеспечит улучшение технико-экономических характеристик технологий очистки. Это особенно эффективно при реконструкции очистных сооружений, поскольку внедрение биомембранных технологий на существующих площадях и емкостных сооружениях обеспечивает увеличение производительности в 3–4 раза (в зависимости от типа воды и мощности станции) без существенных строительных работ.

36.МБ.100. [Очистка сточных вод в мембранном биореакторе]. Incorporation of the concept of microbial product formation into ASM3 and the modeling of a membrane bioreactor for wastewater treatment. Oliveira-Esquerre K. P., Narita H., Yamato N., Funamizu N., Watanabe Y. Braz. J. Chem. Eng. 2006. 23, № 4, с. 461–471. Библ. 20. Англ.

Процесс очистки промышленных СВ в мембранном биореакторе исследовался с использованием пилотной установки с каскадированным объемом, разделенным на 5 секций, в последней находился блок с иммобилизованной микрофлорой. Погружной модуль для разделения иловой смеси находился в отдельной емкости, выполнялся из волоконных мембран для микрофильтрации, поры 0,2 мкм, общая поверхность 3 м². На основании полученных результатов разработана модель процесса, которая учитывает процессы образования метаболитов и синтеза компонентов, которые организмы биоценоза выделяют в иловую смесь. Показано, что применение данной модели позволяет оптимизировать подачу воздуха в реактор, а также такие параметры, как возраст биомассы, ее концентрацию, время пребывания и т. д.

36.МБ.101. Получение мембраны из карбида кремния радиационным отверждением поликарбосилана и поливи-

нилсилана. Formation of silicone carbide membrane by radiation curing of polycarbosilane and polyvinylsilane and its gas separation up to 250°C. *Wach Radoslaw A., Sugimoto Masaki, Yoshikawa Masahito*(Япония, Takasaki Advanced Radiation Research Institute, Japan Atomic Energy Agency, Takasaki, Gunma). *J. Amer. Ceram. Soc.* 2007. 90, № 1, с. 275–278. Библ. 21. Англ.

На пористой подложке из Al_2O_3 получено керамич. покрытие SiC из смеси поликарбосилана и поливинилсилана. Образование поперечных связей в полимере происходило в кислородсодержащей атмосфере при облучении, после чего покрытие подвергали термообработке при 850°C с целью превращения в керамику SiC. Пленку SiC использовали в качестве мембраны для разделения газов, достигнута высокое отношение разделения H_2 (206) и He (241) по сравнению с N_2 при 250°C.

36.МБ.102. Мембраны из диоксида кремния. Silica membranes - basic principles. *Ayral Andre, Julbe Anne, Roualdes Stephanie, Rouessac Vincent, Durand Jean, Sala Beatrice.* *Period. polytechn. Chem. Eng.* 2006. 50, № 1, с. 67–79. Библ. 28. Англ.

Продемонстрирована возможность приготовления микроскопических SiO_2 мембран, обладающих повышенной стойкостью в водных растворах и влажном водяном паре. Последнее позволяет использовать их в процессах специального назначения типа высокотемпературное разделение газов, переиспарение или наночистоты органич. среды. Представлены методы синтеза мембран и примеры их конструкций.

36.МБ.103. Изготовление шаблонов из анодного оксида алюминия на изогнутых поверхностях. Fabrication of anodic aluminium oxide templates on curved surfaces. *Yin Aijun, Guico Rodney S., Xu Jimmy*(Brown University, Providence, RI 02912, USA). *Nanotechnology.* 2007. 18, № 3, с. 035304. Англ.

Анодирование Al является простым и недорогим способом получения нанопористых шаблонов с равномерными и регулируемыми диам. пор. При этом процесс анодирования обеспечивает возможность обработки произвольных поверхностей (ПВ), напр., изогнутых, что пока не применяется при наноразмерном изготовлении деталей. В данной статье охарактеризованы пленки (ПЛ) анодированного Al на Si подложках с изогнутой внешней ПВ. Структура полученных анодных оксидных Al ПЛ исследована методом сканирующей электронной микроскопии. На изогнутой ПВ наблюдали уникальные свойства, включая изгиб, разветвление пористых каналов и прекращение их роста. Предложены возможные механизмы роста, которые могут внести вклад в понимание механизма самоорганизации при формировании пористых мембран на основе анодных оксидов Al. Новые структуры м. б. перспективными для оптич., электронных и электрохимич. применений.

36.МБ.104. Асимметрические эффекты в каталитических мембранах. *Тепляков В. В., Цодиков М. В., Магсумов М. И., Каптейн Ф.* *Кинет. и катал.* 2007. 48, № 1, с. 139–142. Библ. 9. Рус.

С использованием золь-гель метода разработана гибридная мембранно-каталитическая система на основе металлокерамической мембраны с размером каналов $d \sim 0.12$ мкм, на внутренней поверхности которых сформирован слой высокодисперсного катализатора состава $Cr_2O_3 \times Al_2O_3 \times ZnO$, предназначенно-

го для конверсии метанола, а на геометрической поверхности мембраны - тонкий слой оксидного покрытия состава $P_{0.03}Ti_{0.97}O_{2 \pm \delta}$, обладающего однородной пористой структурой с $d \sim 2$ нм. Найдено, что скорость превращения метанола, а также проницаемость мембраны в отношении газов существенным образом зависят от направления потока паров метанола и газом (H_2 , He, CO_2 , Ar, CH_4). При диффузии паров метанола в направлении к мезопористому слою каталитическая активность возрастает практически на порядок, а коэффициенты проницаемости газов снижаются в 3–8 раз по сравнению с этими показателями для обратного направления потока газобразных молекул. Зависимость газопроницаемости от температуры с учетом возможных типов массопереноса в пористых средах позволяет предположить, что при движении газов в направлении к слою мезопористого покрытия, состоящего из модифицированного фосфором оксида титана, доминируют поверхностный поток и активированная диффузия, в то время как в обратном направлении основным является свободно-молекулярное течение.

36.МБ.105. Экспериментальное изучение "тупикового" процесса ультрафильтрации с использованием суспензии диоксида кремния. Experimental study of the dead-end ultrafiltration process using silicone dioxide suspensions. *Al-Hammadi Hassan, Al-Bastaki Nader.* *Desalination.* 2007. 206, № 1–3, с. 513–523. Англ.

За последнее десятилетие быстро растет число применений ультрафильтрационных (УФ) мембран (МБ) для обработки воды. Успешная работа "тупикового" УФ-процесса требует тщательной подготовки эксперимента и проведения моделирования для оптимизации рабочей методики. Оптимальный режим прямого и обратного циклов играет важную роль при минимизации обратимых эффектов загрязнения и при контроле необратимого загрязнения. Цель работы - изучить изменения периодов фильтрации (ПФ) и обратной промывки (ОП) на работу установки пилотных масштабов с одной 200 мм промышленной МБ для "тупиковой" УФ. Представлены результаты первоначального эксперимента для суспензии SiO_2 (аэросил 200) при концентрации 500–4000 ppm. При низких концентрациях SiO_2 (менее 500 ppm) снижение потока не наблюдалось в течение экспериментов. При концентрации свыше 2000 ppm снижение потока начинало появляться после нескольких циклов фильтрации, в течение которых не наблюдалось снижения потока. При 4000 ppm снижение потока наблюдалось на первом цикле. Кроме того, ПФ оказывает значительное влияние в этом случае. Использование четырехминутного ПФ приводит к полному блокированию МБ до окончания цикла. С трехминутным ПФ устойчивая и непрерывная работа достигается при 80% снижении потока. Долговременная работа возможна при циклической ОП под давлением. При использовании концентрации 4000 ppm, отношении ПФ и ОП 3:1 и отношении давлений ОП к ПФ 2.251 можно непрерывно работать со снижением потока на 80%.

36.МБ.106. Эффективность ионного разделения нового мембранного модуля, действующего с помощью электрического поля, включающего ячейки из сети микрокана-

лов. Ionic separation efficiency of a novel electric-field-assisted membrane module comprising an array of microchannel units. *Hsu Jyh-Ping, Lin Sung-Hwa, Tseng Shiojenn, Su Ay, Lee Duu-jong, Chen Chur-Jen*. *J. Colloid and Interface Sci.* 2007. 307, № 2, с. 516–523. Англ.

Изучена эффективность ионного разделения (ЭИР) нового мембранного (МБ) модуля, включающего ячейки из сети микроканалов (МК). Выведено полуэмпирическое выражение для ЭИР в условиях аппроксимации Дебая-Хюккеля. Анализ показал, что влияние размера МК, плотности закрепленного заряда (ПЗЗ) в слое МБ, проницаемости слоя МБ на ЭИР сильно зависят от типа валентности электролита в воде, применяемой для обработки. В условиях симметричного электролита ЭИР находится вблизи единицы и не зависит от изменения системных параметров. Если валентность катиона выше, чем аниона, ЭИР выше единицы и уменьшается до единицы с увеличением размера МК. В противоположность этому, если валентность катиона ниже валентности аниона, то ЭИР менее единицы и увеличивается до единицы с увеличением размеров МК. В случае реализации двух последних условий влияние как ПЗЗ в МБ-слое, так и проницаемости МБ-слоя на ЭИР будут противоположными.

36.МБ.107. Насос, активируемый водой, для портативных применений в системах с микропотоками. A water-activated pump for portable microfluidic applications. *Good Brian T., Bowman Christopher N., Davis Robert H.* *J. Colloid and Interface Sci.* 2007. 305, № 2, с. 239–249. Англ.

Исследованы характеристики микронасоса (МН), изготовленного на микрочипе, для портативных применений в системах с микропотоками (МП), на основании математического моделирования и проведения экспериментальных испытаний. Этот МН приводится в действие водой, подаваемой с помощью капельницы на ионные полимерные частицы, которые набухают из-за протекающего при смачивании осмоса. В результате увеличения объема частиц увеличивается изгиб мембраны (МБ), приводящий к выдавливанию жидкости из соседнего резервуара. Составляющие МН, также как компоненты системы МП, изготовлены с использованием метода контактной фотолитографической полимеризации. Максимальная скорость потока, достигаемая с помощью данного МН, составляет 17 мкл/мин на один мг сухих полимерных частиц диаметром 355–425 мкм. Скорость потока можно контролировать, устанавливая размер частиц и их количество, свойства МБ и размеры каналов. Экспериментальные результаты демонстрируют хорошее согласие с аналитической моделью, описывающей набухание частиц и их связь с силами сопротивления от изгиба МБ, вязкостным потоком в микроканалах и межфазными эффектами. Ключевой характеристикой данного МН является возможность его размещения непосредственно на микроустройстве и то, что он требует крайне незначительное количество воды и никакого внешнего источника энергии для своего функционирования. Поэтому данная система полезна для применения в высокопортативных устройствах.

36.МБ.108. Регулирование размера капелек, покрытых наночастицами, путем экструзии через полученные трав-

лением треков мембраны. Sizing nanoparticle-covered droplets by extrusion through track-etch membranes. *Tangirala Ravishubhash, Revanur Ravindra, Russell Thomas P., Emrick Todd*. *Langmuir*. 2007. 23, № 3, с. 965–969. Англ.

Межфазная сегрегация наночастиц на капельках, такая как капельки воды в масле, достигается путем перемешивания или встряхивания органических р-ров наночастиц с водой. Это обычно приводит к формированию капелек с большим распределением по размерам, от 10 мкм до более чем 200 мкм в диаметре. В данной работе описано применение полученных травлением треков мембран (МБ) для регулирования размеров покрытых наночастицами капелек. При прохождении этих капелек через МБ, в основном, снижается их размер путем разрушения капелек в процессе экструзии и повторного формирования наночастиц размера, соответствующего диаметру пор МБ. Если наночастицы, использованные в этой процедуре регулирования размеров капелек, покрыты функциональными лигандами, достигается стабилизация диаметра капелек после экструзии благодаря полимеризации/сшивке с участием лигандов.

36.МБ.109. Удаление Cd^{2+} из синтетических сточных вод с использованием мицеллярно усиленной ультрафильтрации на полволоконной мембране. Removal of Cd^{2+} from synthetic wastewater using micellar-enhanced ultrafiltration with hollow fiber membrane. *Xu Ke, Zeng Guang-ming, Huang Jin-hui, Wu Jiao-yi, Fang Yao-yao, Huang Guohe, Li Jianbing, Xi Beidou, Liu Hongliang*. *Colloids and Surfaces. A.* 2007. 294, № 1–3, с. 140–146. Англ.

Мицеллярно усиленная ультрафильтрация (МУУФ) была использована для удаления Cd^{2+} из синтетич. сточных вод путем использования ультрафильтрационной мембраны на полых полисульфоновых волокнах в присутствии додецилсульфата натрия (SDS) в кач-ве ПАВ. Исследовано влияние некоторых важных параметров, включая время действия, конц-ию SDS, трансмембранное давление, pH р-ра, конц-ию питающего электролита и смесь SDS и Brij. Показано, что задерживание Cd^{2+} может достигать 99%. Однако, МУУФ не достигается, когда синтетич. сточные воды сильно кислые. Присутствие электролита может уменьшать эффективность МУУФ, тогда как смесь SDS и Brij может ее повышать.

36.МБ.110. Цеолитные неорганические твердые носители для иммобилизации бычьего сывороточного альбумина: сравнительное изучение некоторых цеолитных кристаллов и композитных мембран. Zeolite inorganic supports for BSA immobilization: comparative study of several zeolite crystals and composite membranes. *Tavolaro Adalgisa, Tavolaro Palmira, Drioli Enrico*. *Colloids and Surfaces. B.* 2007. 55, № 1, с. 67–76. Англ.

Цеолиты (ЦТ) благодаря их низкой токсичности и высокой совместимости рассматриваются в кач-ве новых биоматериалов для медицинских применений. В данной работе обсуждается поверхностное адсорбц. поведение цеолитных кристаллов и композитных мембран (МБ). ЦТ-материалы были получены гидротермальным синтезом с использованием различных реакционноспособных гелей для варьирования брэнстедовской

кислотности в микропористых структурах. Спектрофотометрический анализ был использован для оценки адсорбции (АД) белков к таким поверхностям. Показано, что хим. состав ЦТ и его структура влияют на АД белков. Поверхность ЦТ У адсорбирует большее кол-во бычьего сывороточного альбумина, чем др. структуры. Количество адсорбир. в-ва повышается с т-рой и зависит от рН р-ра, имея наиболее высокое значение при рI белка. Изучено влияние конфигурации МБ на АД белка с использованием различных структур и кристаллич. типов ЦТ. Показано, что различия в поведении МБ зависят от типа гидротермальной кристаллизации внутри неорганического тв. носителя.

36.МБ.111. Поверхностная модификация мембраны на основе сополимера тетраметиленадипата и терефталата путем послойной сборки полиэлектролитного полислоя хитозана и сульфата декстрана. Surface modification of poly(tetramethylene adipate-co-terephthalate) membrane via layer-by-layer assembly of chitosan and dextran sulfate polyelectrolyte multilayer. *Yu Da-Guang, Jou Chi-Hsiung, Lin Wen-Ching, Yang Ming-Chien.* Colloids and Surfaces. B. 2007. 54, № 2, с. 222–229. Англ.

Для усиления гидрофильности и гемосовместимости была разработана мембрана (МБ) на основе сополимера тетраметиленадипата и терефталата (ПТАТ) путем иммобилизации полиэлектролитных полислоев (ПЭПС). Полисахаридные ПЭПС, включающие хитозан (положительно заряженный и антибактериальный агент) и сульфат декстрана (СД, отрицательно заряженный и антибактериальный агент), были успешно получены послойной сборкой с использованием аминилизованной ПТАТ-МБ. Показано, что для модифицир. МБ стационарное значение краевого угла достигается после покрытия четырьмя бислоями (в предположении, что достигается полное покрытие); при этом, если внешним слоем является слой СД, то ПТАТ-МБ может противостоять адгезии пластинок и адсорбции фибриногена плазмы человека (тем самым эффективно продлевается время коагуляции крови).

36.МБ.112. Сравнение вращающихся дисков и вибрирующих мембраны при ультраочистке эмульсий из масла в воде. Comparison between rotating disk and vibratory membranes in the ultrafiltration of oil-in-water emulsions. *Moulai-Mostefa N., Akoum O., Nedjihoui M., Ding L., Jaffrin M. Y.* Desalination. 2007. 206, № 1–3, с. 494–498. Англ.

Сравнивали гидродинамич. параметры фильтрующих систем на одних и тех же жидкостях.

36.МБ.113. Влияние рН и концентрации соли на поперечноточную микрофильтрацию альбумина бычьей сыворотки сквозь керамическую мембрану. Influence of pH and salt concentration on the cross-flow microfiltration of BSA through a ceramic membrane. *De la Casa Emilio J., Guadix Antonio, Ibanez Ruben, Guadix Emilia M.* Biochem. Eng. J. 2007. 33, № 2, с. 110–115. Англ.

36.МБ.114. Тенденции и перспективы применения мембранных технологий в системах водоснабжения и водоот-

ведения. *Белогорский А., Лапиин В.* Гл. инж. Упр. пром. пр-вом. 2006, № 8, с. 96–99. Рус.

В последние 10–15 лет широкое применение находят мембранные технологии (МТ) обработки воды. МТ являются реальной альтернативой традиционным технологиям подготовки питьевой и индустриальной воды, а также в обработке муниципальных и индустриальных сточных вод. Основные факторы, стимулирующие внедрение МТ: безопасность питьевой воды, возросшие требования к качеству обработки сточных вод, стремительный рост водопотребления и необходимость модернизации существующего оборудования водоснабжения. 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 МТ стремительно растет и только в Европе в период с 2003 г. до 2010 г. оценивается в несколько десятков миллиардов долл. США. Приведены основные параметры и характеристики различных видов мембранной фильтрации.

36.МБ.115. Синтез и применение продуктов взаимодействия серного ангидрида с перфторолефинами. *Фурин Г.Г.* (Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН, проспект Академика Лаврентьева, 9, Новосибирск 630090 Россия). Химия в интересах устойчив. развития. 2007. 15, № 1, с. 11–23. Библ. 21. Рус.

Рассмотрен комплекс проблем и направлений ускоренного развития методов синтеза фторсодержащих β-сультонов взаимодействием триоксида серы с перфторолефинами в связи с перспективностью их использования для получения фторматериалов широкой сферы практического применения. Например, они нашли применение в качестве полупродуктов для получения полифторированных сульфо- и карбоновых кислот, используемых для изготовления фторированных мембран для электрохимических процессов. Анализируется влияние заместителей при кратной связи на образование четырехчленного цикла и кислот Льюиса на получение ненасыщенных фторсульфатов. Описаны сферы практического использования.

36.МБ.116. Ген pssA кодирует UDP-глюкоза: полипренилфосфат-глюкозилфосфотрансферазу, инициирующую процесс биосинтеза экзополисахарида у Rhizobium leguminosarum. *Ксензенко В. Н., Ивашина Т. В., Дубейковская З. А., Иванов С. Г., Наназашвили М. Б., Дружинина Т. Н., Калинин Н.А., Шибанов В.Н.* (Ин- белка РАН, 142290, Пушкино, ул. Институтская, 4). Биоорг. химия. 2007. 33, № 1, с. 160–166. Библ. 17. Рус.; рез. англ.

Симбиотические азотфиксирующие бактерии *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* VF39 секретируют кислый гетерополисахарид, биосинтез которого включает стадию образования полипренилдифосфатоктасахарид, углеводный фрагмент которого соответствует повторяющемуся звену полимера. Анализ аминокислотной последовательности продукта идентифицированного ранее гена pssA показал его гомологию с последовательностями бактериальных полиизопренилфосфат-гексозо-

1-фосфат-трансфераз, катализирующих образование фосфодиэфирной связи между полипренилфосфатом и гексозо-1-фосфатами, донорами которых являются нуклеотидсахара. Методом иммуноблотинга показано, что в клетках ризобий синтезируется белок с молекулярной массой 25 кДа, что предполагает трансляцию открытой рамки считывания гена *pssA* со второго иницирующего кодона с последующей модификацией белка. Показано, что *PssA* является интегральным мембранным белком, участвующим в переносе глюкозо-1-фосфата с UDP-глюкозы на полипренилфосфат с образованием полипренилдифосфатглюкозы. На основании этих данных сделан вывод о том, что ген *pssA* кодирует UDP-глюкоза: полипренилфосфат-глюкозилфосфотрансферазу.

36.МБ.117. Получение перовскитных оксидов из прекурсоров-хелатообразователей и мембраны из полых волокон. From chelating precursor to perovskite oxides and hollow fiber membranes. *Liu S., Liu M., Shao Z., Da Costa J. C. Diniz, Xu Z. P.* (Австралия, The University of Queensland, Brisbane). *J. Amer. Ceram. Soc.* 2007. 90, № 1, с. 84–91. Библ. 40. Англ.

Перовскиты $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Co}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ (BSCF) являются перспективным материалом для керамич. мембран со смешанной проводимостью и хорошим электродным катализатором для топливных элементов с твердым оксидным электролитом. Порошок BSCF был синтезирован из растворимого в воде хелатного комплекса при относительно низкой температуре. Для синтеза прекурсора были использованы этилендиаминтетрауксусная кислота и лимонная кислота. Прекурсор подвергали термич. разложению. Чистый однофазный перовскит может быть получен после спекания при $\geq 800^\circ\text{C}$ (5 ч). Мягкий порошок прекурсора, синтезированный при более низкой температуре (600°C), не растворим в воде и более подходит для изготовления газонепроницаемых трубчатых или полволоконных керамич. мембран. В противоположность этому, полые волокна, полученные традиционным способом с использованием порошка перовскита в качестве исходного материала, обнаруживают утечку газа. Волокна испытаны при разделении воздуха при атмосферном давлении и температурах $700\text{--}950^\circ\text{C}$. Полученные данные о потоке кислорода составляют $3,90 \text{ мл} \times (\text{мин} \times \text{см}^2)^{-1}$ и хорошо согласуются с экспериментальными данными, известными из литературы.

36.МБ.118. Синтез и свойства нанокomпозиционной керамической мембраны $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ для разделения газа. Synthesis and characterization of nano-composite alumina-titania ceramic membrane for gas separation. *Ahmad A. L., Othman M. R., Idrus N. F.* (Малайзия, Universiti Sains Malaysia, Penang). *J. Amer. Ceram. Soc.* 2006. 89, № 10, с. 3187–3193. Библ. 11. Англ.

Керамич. композиц. мембраны получены с использованием промышленных керамич. мембраны из TiO_2 , покрытых Al_2O_3 золь-гель способом, и поливинилового спирта (PVA) в качестве связующего. Исследовали свойства мембран. Изучено влияние концентрации PVA и температуры спекания на вязкость, размер пор, пористость и удельную поверхность мембраны. 2 об.% раствор PVA, содержащий 4 г PVA в 100 мл во-

ды, обеспечивал получение соответствующего уровня пористости, чтобы избежать образования трещин на слое геля. Вязкость золя и размер пор мембран существенно возросли по мере увеличения концентрации PVA. Плотность мембраны возросла при увеличении температуры спекания, а уровень пористости при этом снижился. Полученную композиц. мембрану исследовали на проницаемость чистого газа в низкотемпературной области (301 К).

36.МБ.119. Ионопроводящие композиционные мембраны из стеклокерамики $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$. Ionically conducting composite membranes from the $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ glass-ceramic. *Thokchom Joykumar S., Kumar Binod. J.* *Amer. Ceram. Soc.* 2007. 90, № 2, с. 462–466. Библ. 12. Англ.

Сообщается о способе получения Li-проводящих композиционных мембран (МБ) из стеклокерамики $14\text{Li}_2\text{O} \times 9\text{Al}_2\text{O}_3 \times 38\text{TiO}_2 \times 39\text{P}_2\text{O}_5$ и полиэтилена. Способ включает отливку пластин из шликера стеклопорошка с органич. добавками, выжигание связующего из сырых пластин, термообработку при $950\text{--}1100^\circ\text{C}$ и пропитку пористых пластин раствором полиэтилена. Обсуждается ионная проводимость и микроструктура МБ толщиной 150–350 мкм. Кристаллиты в стеклокерамике имеют проводимость жидкостного типа при 25°C , в то время как зернограничная проводимость в 5 раз ниже. Более низкая зернограничная проводимость объясняется на основе кристаллографич. несогласованности и существования AlPO_4 на границе зерен. Пропитка полиэтиленом пористой МБ улучшает ее механич. эластичность при незначительном ухудшении проводимости.

36.МБ.120. Новый способ получения энергии путем обратного электролиза. Renewable energy by reverse electrolysis. *Turek M., Bandura B.* *Desalination.* 2007. 205, № 1–3, с. 67–74. Англ.

Исследовано использование обратного электролиза (ОЭД) для получения энергии за счет разности между химич. потенциалами (ПТ) конц. и разб. солевых растворов. В процессе использовали потоки рассола и разб. растворов через чередующиеся ячейки, разделенные катион- и анионообменными мембранами (МБ), которые образуют сборку, помещенную между 2 электродами (Э), для получения электричества путем пропускания соли через МБ. Использована ячейка для электролиза с небольшим расстоянием между МБ (0,19 мм), чтобы минимизировать электросопротивление разбавленного отделения и толщину граничного слоя. Применены модельные растворы NaCl, содержащие 35,4 и 0,56 г/л; 1,05 и 2,05 г/л. При этом предполагалось, что в дальнейшем электростанции для получения энергии с помощью ОЭД будут располагаться в широких устьях рек. Проанализированы кривые ток-напряжение при различных линейных скоростях потоков. Проведена оценка тенденций в электросопротивлении ионообменных МБ и их стоимости, чтобы определить эффективность использования обратного электролиза для получения электроэнергии.

36.МБ.121. Исследование химического осаждения сплава Pd-Ag. *Jiang Boquan, Xiao Zheng-qiang, Gu Lai, Quan Shui-qing,*

Wang Min-wei(Nanchang University, Nanchang 330039, China). Diandu yu tushi=Electroplat. and Finish. 2006. 25, № 5, с. 4–6. Библ. 6. Кит.; рез. англ.

Предложена математич. модель, описывающая соосаждение сплава Pd-Ag и основанная на теории химич. осаждения. Доказано, что расчетные величины параметров модели близки к эксперим. величинам, что свидетельствует о возможности ее использования для исследований по соосаждению Pd-Ag. Влияние параметров модели [температуры (Т), мол. соотношения Pd/Ag в ванне (МС), концентрации этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТУ) в ванне (К)] на скорость осаждения, содержание Ag в осадке и разность потенциалов (ПТ) восстановления Pd и Ag исследовано при определенных общей концентрации ионов металлов в ванне ($[M]_0$), содержании восстановителя - гидразина и величине pH. Эксперим. результаты показывают, что при $[M]_0$, Т, К, МС, равных 5×10^{-3} мол/л, 40°C, 40 г/л и 4:1, соотв., получена тонкая неорганич. пленка (ПЛ) сплава, содержащего 76,9% Pd и 23,1% Ag. Полученная ПЛ имела толщину 8,5 мкм и была нанесена на керамич. трубку. Проникновение потоков H_2 и N_2 через такую композиц. мембрану составляло $7,9 \times 10^{-3}$ м³/м²×с и $2,1 \times 10^{-6}$ м³/м²×с, соотв.

36.МБ.122. Технология получения водорастворимых наномембран. *Ming Xu, Hong-qin Dai, Zhi-juan Pan, Jian-min Wang.* Suzhou daxue xuebao. Gongke ban=J. Soochow Univ. Eng. Sci. Ed. 2005. 25, № 1, с. 14–18, 8 ил. Библ. 6. Кит.; рез. англ.

Электроформование является новым способом получения сверхтонких волокон и нановолокон. С его помощью можно отформовать волокна от нанометрового до микрометрового диаметра и придать им форму волоконистых мембран (МБ) как у нетканой ткани. Использован водн. раствор водорастворимого полимера типа ПВС, чтобы получить волокна диам. 100 нм и 600 нм электроформованием. Через изменение параметров процесса, таких как электрич. напряжение, концентрация формовочного раствора и расстояние между капилляром и собирающей сеткой, получают различные нановолоконистые МБ; обсуждены зависимости между как процессом электроформования, так и параметрами процесса и морфологич. особенностями волокон. Результаты показали, что при некотором режиме могут быть отформованы стабильные и равномерные волокна.

36.МБ.123. Получение и характеристика пористых гибридных мембран на основе полиметилметакрилата и диоксида кремния. Preparation and characterization of novel porous PMMA-SiO₂ hybrid membranes. *Ali Zulfikar Muhammad, Mohammad A. Wahab, Hilal Nidal.* Desalination. 2006. 192, № 1–3, с. 262–270. Англ.

Композитные мембраны на основе ПММА и диоксида кремния отливают из тройного раствора, получаемого добавлением тетраэтилортосиликата в растворе ПММА. Разработан способ диспергирования неорганич. частиц в растворе ПММА. Формуемые мембраны имеют хорошую проницаемость по воде. МБ охарактеризованы методами сканирующей электронной микроскопии, ДСК и ТГА и тестированием ультрафильтрац.

свойств. Обсуждено влияние условий формования МБ на их структуру, термич. свойства, проницаемость и способность удерживать декстран.

36.МБ.124. Устойчивость к адсорбции протеина и проницаемость ультрафильтрационных мембран на основе полиэфирсульфона и соевого фосфатидилхолина. Protein-adsorption-resistance and permeation property of polyethersulfone and soybean phosphatidylcholine blend ultrafiltration membranes. *Wang Yan-qiang, Wang Ting, Su Yan-lei, Peng Fu-bing, Wu Hong, Jiang Zhong-yi.* J. Membr. Sci. 2006. 270, № 1–2, с. 108–114. Англ.

Ультрафильтрационные мембраны (УМБ) изготавливают на основе полиэфирсульфона и соевого фосфатидилхолина (СФХ). Методом рентгеноэлектронной спектроскопии показано и по величине контактного угла сделан вывод, что УМБ по ПВ обогащены СФХ. Имобилизация и компоновка фосфатидилхолиновых групп на ПВ придает УМБ гидрофильность. Исследованы адсорб. свойства УМБ и устойчивость к обрастанию загрязнениями.

36.МБ.125. Получение и характеристика новой положительно заряженной нанофильтрационной мембраны. *Zhang Hao-qin, Liu Jin-dun, Chen Wei-hang, Wang Ya-hui, Fang Wen-ji.* Gaoxiao huaxue gongcheng xuebao=J. Chem. Eng. Chin. Univ. 2006. 20, № 1, с. 115–119, 7 ил., табл. 3 ил. Библ. 11. Кит.; рез. англ.

Новая положительно заряженная нанофильтрац. мембрана (МБ) получена межфазной полимеризацией. Полисульфоновая МБ была поочередно погружена в водн. раствор полиэтиленimina (ПЭИ) и гексановый раствор тримезоилхлорида, затем субстрат с покрытием отверждали при нагревании с циркуляцией воздуха. Единообразная конструкция применена, чтобы оптимизировать условия получения при изготовлении заряженной МБ. Эксперим. данные обработаны с использованием программного обеспечения типа SPSS, после чего было выведено модельное уравнение. Модельное вычисление показывает, что удерживание ПЭГ400 увеличивается с увеличением продолжительности полимерной реакции или временем отверждения при нагревании. Взаимодействие между концентрациями ПЭИ и ПАВ достаточно очевидно. Когда концентрация ПЭИ ниже, эффект ПАВ является положительным; но, когда концентрация ПЭИ выше, эффект ПАВ становится отрицательным. Эксперим. результаты мембранного разделения для смеси NaCl/ПЭГ400/H₂O показывают, что фактор разделения понижается с увеличением концентрации NaCl или ПЭГ400 в смеси. При 0,4 МПа и 25°, когда концентрации NaCl и ПЭГ400 составляют 0,01 моль/л и 500 мг/л, соотв., фактор разделения МБ для смешанной системы NaCl-ПЭГ400 будет >10.

36.МБ.126. Электрохимические свойства ионитовых мембран на основе смеси сульфосодержащих сополимеров этилена, пропилена и диена и полипропилена. Electrochemical properties of ion-exchange membranes based on sulfonated EPDM-polypropylene blends. *Compan V., Fernandez-*

Carretero F. J., Riande E., Linares A., Acosta J. L. J. Electrochem. Soc. 2007. 154, № 2, с. В159–В164. Англ.

Описано получение катионитовых мембран на основе смесей сульфосодержащих СПЛ этилена, пропилена и диена и ПП. Изучены основные электрохим. свойства мембран, имеющих числа переноса 0,94–0,99, проводимость $(7,25\text{--}9,84)\times 10^{-4}$ при 25° и $(8,35\text{--}1,03)\times 10^2$ (Ом \times см) $^{-1}$ при 90° соотв., и показана линейность электрохим. отклика мембранной ячейки с Ag/AgCl-электродами в широком интервале концентраций HCl.

36.МБ.127. Новое отделение фильтрации на пивоваренном заводе фирмы "Ottakringer" (Вена). Neuer Filterkeller in der Ottakringer Brauerei. *Rosa A., Schuurman R. Mitt. Oster. Getranke Inst.* 2006. 60, № 4, с. 81–82. Нем.

Описаны усовершенствования производства пива, проведенные на пивоваренном заводе фирмы "Ottakringer", включая применение нового отделения фильтрации с заменой устаревшего оборудования, высокой степенью автоматизации и надежности, оптимизацией эксплуатационных расходов, компактностью оборудования и возможностью расширения мощности производства. Указано, что эти мероприятия отражаются на качестве пива, которое должно оставаться на постоянном уровне и соответствовать требуемым стандартам. Отмечено, что новое фильтрационное оборудование отличается стабильностью действия и многосторонностью действия. Указано, что перед применением нового фильтрационного оборудования были проведены эксперименты на пилотной установке с мембранным фильтром. При этом учитывался опыт других пивоваренных заводов и фирм. Проведена модернизация обвязки трубопроводами броульного отделения, заменена одна емкость на две, установлены холодильник для молодого пива (300 гл/час) с рекуперацией энергии, линия фильтрации через мембраны с оборудованием для очистки на месте (без демонтажа) и аппаратом для дегазации воды.

36.МБ.128. Удаление тяжелых металлов из сточных вод ультрафильтрацией с использованием поверхностно-активных веществ. Removal of heavy metals by surfactant-enhanced ultrafiltration from wastewaters. *Ferella Francesco, Prisciandaro Marina, De Michelis Ida, Veglio Francesco.* Desalination. 2007. 207, № 1–3, с. 125–133. Англ.

Исследовано влияние катионных и анионных ПАВ на повышение эффективности ультрафильтрационного удаления тяжелых металлов из СВ. Исследовано удаление свинца и мышьяка при использовании додецилбензосульфоновой кислоты (ДСК) анионного ПАВ и катионного ПАВ додециламина (ДА). Использована керамич. мембрана с размером пор 20 нм. Металлы добавляли в биологич. очищенную воду. Pb и As удаляли и при использовании ДСК и ДА одновременно. Количество вводимых ионов Pb и As варьировало от 4,4 до 7,6 мг/л. Результаты исследования показали, что количество удаляемого Pb >99% в системе Pb/ДСК и в системе Pb/ДА, в то время, как снижения ионов As в обеих системах ~19%. Почти полное удаление свинца происходит не только за счет ПАВ, а также за счет биосорбции микроорганизмами, в то

время, как As токсичен для микроорганизмов, поэтому эффективность его удаления значительно меньше.

36.МБ.129. Удаление неорганического азота из сточных вод туалета с использованием мембранного биореактора в циркуляционной схеме. Inorganic nitrogen removal of toilet wastewater with an airlift external circulation membrane bioreactor. *Li Gang, Wu Lin-lin, Dong Chun-song, Wu Guang-xia, Fan Yao-bo.* J. Environ. Sci. 2007. 19, № 1, с. 12–17. Библ. 17. Англ. СВ от туалета в рекреационной зоне в среднем имели ХПК 466 мг/л, БПК₅ 275 мг/л, содержали неорганический азот (HON) 336 мг/л, аммонийный азот 318 мг/л. В пилотном эксперименте исследовалась работа схемы очистки, которая включала септик, узел нормализации pH, промежуточный накопитель, азротенк и мембранный биореактор (МБР) с погружным мембранным модулем на базе полволоконных мембран, общая поверхность 50 м², поры 0,2 мкм. В МБР пневмоаэратор располагалась под мембранами, МБР и азротенк замкнуты в контур рециркуляции, суммарное время пребывания в обеих емкостях 20 ч, возраст биомассы 30–60 сут, ее концентрация 1–2,35 г/л. В конце периода адаптации удаление NH₄=N составило 91,5%, HON 70%, остаточное содержание ХПК 229 мг/л, БПК₅ 8,8 мг/л.

36.МБ.130. Риски нанотехнологий для здоровья человека и окружающей среды. *Красный Б.Л., Тарасовский В.П.* (В Институте кристаллографии РАН ИК РАН им. А. В. Шубникова, ЗАО "НТЦ "Бакор"). Стекло и керамика. 2007, № 1, с. 32. Рус.

Показано, что наряду с положительным влиянием на нашу жизнь нанотехнологии и наноматериалы могут оказать на нее и крайне отрицательное воздействие. Наночастицы вследствие малого размера способны проникать в клетки, пересекать клеточные мембраны, двигаться вдоль аксонов и дендритов, которые соединяют нейроны. Эти частицы могут накапливаться в живых тканях. Частицы размером 20 нм и менее локализуются в митохондриях клеток и не выводятся из организма. Наличие 60 нг таких частиц в легких крыс приводило к летальному исходу. Исследования, проведенные Агентством по охране окружающей среды США, показали, что наночастицы TiO₂, используемого в кремах для кожи, могут воздействовать на клетки головного мозга мышей, нарушая химич. баланс и потенциально вызывая разрушение нейронов.

36.МБ.131. Особенности свойств пористых и композиционных материалов. *Крючков Ю. Н.* Теор. основы хим. технол. 2007. 41, № 1, с. 79–87. Библ. 25. Рус.

Рассмотрены особенности структуры малопористых материалов на основе уточненной глобулярной модели и перколяционного подхода. Проведенный анализ показал, что частично насыщенные жидкостью пористые материалы являются естественными градиентными материалами по размерам пор и проницаемости и аналогично композиционные материалы с электропроводящими порошковыми или волокнистыми наполнителями являются естественными градиентными материалами по электропроводности. Из изложенного следует возможность регулирования тонкости очистки фильтрами и

мембранами (и по аналогии - электросопротивления композитов) как модификацией поверхностного слоя (технологич. путь управления свойствами), так и простым изменением толщины фильтрующего материала или толщины композита (перколяционный путь управления свойствами пористых материалов и композитов).

36.МБ.132. Изотермический холодный запуск полимерэлектродных топливных ячеек. Isothermal cold start of polymer electrolyte fuel cells. *Tajiri Kazuya, Tabuchi Yuichiro, Wang Chao-Yang*. J. Electrochem. Soc. 2007. 154, № 2, с. В147–В152. Англ.

Рассмотрена работа полиэлектродов при низких температурах. Описан механизм работы топливного элемента с полупроницаемыми полиэлектродными мембранами и показано влияние пористости, плотности тока, концентрации воды и электролитов на работоспособность системы при -30° .

36.МБ.133. Связанная модель раствор-мембрана. *Шеин А. Г., Волошин А. В.* Биомед. технол. и радиоэлектрон. 2006, № 4, с. 21–25. Рус.; рез. англ.

Предложена модель влияния электромагнитных волн на транспорт ионов через мембраны, основанная на предположении существования высокочастотных составляющих плотности тока, концентрации и потенциала. Приведено уравнение пассивного транспорта для переменной составляющей плотности тока. Показано, что существует граничная частота, ниже которой возмущения существовать не могут. Приведено уравнение, позволяющее анализировать воздействие внешнего высокочастотного поля на транспорт ионов сквозь мембрану.

36.МБ.134. Некоторые вопросы реакции выделения водорода и его диффузии через стальную мембрану. *Вигдорovich В. И., Цыганкова Л. Е., Заратина И. В., Шель Н. В., Матвеева М. В.* Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2006. 49, № 11, с. 86–92, 154. Рус.; рез. англ.

Обобщены литературные данные, указывающие на наличие на металлах в растворах электролитов различных форм адсорбированного водорода. Рассмотрена связь доли водорода, проходящего через стальную мембрану (СтЗ), в общем количестве катодно восстановленных H^+ , с потенциалом ее входной стороны в условиях катодной поляризации, кислотностью среды ($E_k = \text{const}$) и концентрацией воды в смешанном растворителе (системы $C_2H_5OH-H_2O$ и $C_2H_4(OH)_2-H_2O$).

36.МБ.135. Антиоксидантные свойства антоцианинов, экстрагированных из тканей перикарпия плодов литчи (китайской вишни) (Litchi chinensis Sonn.), и их роль в процессе потемнения перикарпия. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (Litchi chinensis Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning. *Duan Xuewu, Jiang Yueming, Su Xinguo, Zhang Zhaoqi, Shi John*. Food Chem. 2007. 101, № 4, с. 1365–1371. Англ.

Изучены антиоксидантные свойства антоцианинов, экстрагированных и очищенных из перикарпия плодов литчи. Оценивалось также влияние экзогенной обработки антоцианинами на потемнение перикарпия и проницаемость мембраны плодов литчи после сбора. Показано, что антоцианины из плодов литчи сильно ингибировали окисление линолевой кислоты и про-

являли доза-зависимую активность по утилизации свободных радикалов в отношении радикалов DPPH, супероксидных анионов и гидроксильных радикалов. Деградация дезоксирибозы гидроксильными радикалами ингибировалась антоцианинами, которые действовали преимущественно как хелаторы ионов железа, а не как прямые утилизаторы гидроксильных радикалов. Было также обнаружено, что антоцианины обладают высокой редуцирующей способностью. Редуцирующая способность антоцианинов, аскорбиновой кислоты и бутилированного гидрокситолуола (все - в концентрации 100 мкг/мл) составила 3,70, 0,427 и 0,148, соответственно, это говорит о том, что антоцианины из перикарпия литчи являются высокоактивными донорами электронов. Кроме того, применение антоцианинов для обработки собранных плодов литчи в значительной мере предотвращает потемнение перикарпия и замедляет повышение проницаемости мембраны. Поэтому возможно, что применение антоцианинов будет перспективно с точки зрения выведения свободных радикалов и снижения перекисления липидов перикарпия плодов литчи.

36.МБ.136. Химическая очистка мембран, применяемых для ультрафильтрации при производстве молочных продуктов. Chemical cleaning of ultrafiltration membranes in the milk industry. *Kazemimoghdam Mansoor, Mohammadi Toraj*. Desalination. 2007. 204, № 1–3, с. 213–218. Англ.

Ультрафильтрация с помощью мембран имеет применение при производстве молочных продуктов, например, при дегидратации молока и повышении концентрации сыворотки. Загрязнение этих мембран при производстве молочных продуктов связано с осаждением микроорганизмов, белков, жиров и минеральных веществ на поверхностях мембраны. Химическая очистка мембран имеет существенное значение. Представлены результаты исследований полисульфоновой ультрафильтрационной мембраны, загрязненной осадком компонентов молока. Исследовано влияние различных очищающих реагентов на восстановление загрязненных мембран. Полученные результаты показывают, что сочетание додецилсульфата Na, этилендиаминтетрауксусной кислоты и NaOH, может быть использовано в качестве очищающего материала для обеспечения оптимального восстановления и регенерации мембраны, использованной для дегидратации молока. Полученные экспериментальные результаты могут быть применены в промышленных масштабах, и данный метод позволяет устранить загрязнение мембран.

36.МБ.137. Получение молока с гидролизованной лактозой с помощью дрожжевых клеток, проницаемость которых повышена этанолом. Production of lactose-hydrolyzed milk using ethanol permeabilized yeast cells. *Panesar Reeba, Panesar Parmjit S., Singh Ram S., Kennedy John F., Bera Manav B.* Food Chem. 2007. 101, № 2, с. 786–790. Англ.

Для решения проблемы энзиматической экстракции и плохой проницаемости клеточной мембраны для лактозы, проводился эксперимент с целью повышения проницаемости клеток *Kluyveromyces marxianus* NCIM 3465. В дальнейшем они использовались для получения молока с гидролизованной лактозой. Различные параметры процесса, такие как нагрузка биомассы,

температура, перемешивание и время обработки, были оптимизированы с целью обеспечить максимальный гидролиз лактозы в сепарированном молоке с помощью этих клеток. Дрожжевые клетки обеспечивали 89%-ный гидролиз молочной лактозы в оптимизированных условиях.

36.МБ.138. Компьютерное моделирование топливных элементов с протон-проводящей мембраной. 4 Всероссийская Каргинская конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика В.А. Каргина, "Наука о полимерах 21-му веку", Москва, 29 янв.-2 февр., 2007: Тезисы устных и стендовых докладов. Т. 3. *Ермак О. М.* М. МГУ. 2007, с. 322. Рус.

Предложена простейшая модель мембраны топливного элемента (ТЭ). Рассмотрены стационарный и нестационарный режимы работы модельной системы. Для стационарного случая проведено сравнение с другими классич. моделями ТЭ. Показано, что даже сильно упрощенная модель мембраны способна "улавливать" ключевые моменты поведения ТЭ с протон-проводящей мембраной. Однако, для более детального понимания необходимо ввести в рассмотрение другие составляющие топливного элемента.

36.МБ.139. Исследование взаимодействия диметилсульфоксида (DMSO) с липидными мембранами и его влияния на межмембранные взаимодействия с помощью малоуглового рассеяния нейтронов. 19 Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния, Обнинск, 12-15 сент., 2006: Программа и тезисы докладов. *Горшков Ю. Е., Горделий В. И.* Обнинск (Калуж. обл.). ФЭИ. 2006, с. 75–76. Рус.

Изучено влияние диметилсульфоксида (I) на структуру мембран фосфолипидов (II) в широком диапазоне концентраций DMSO. Предметом исследования являлась тройная система II/I/вода. Исследования проводились для концентраций $0,0 \leq X_I \leq 1,0$ в избытке растворителя при $T=12,5^\circ\text{C}$ и при $T=55^\circ\text{C}$, что соответствует гелю L_β' и жидкокристаллической L_α фазам липидных мембран. Методом малоуглового рассеяния нейтронов определена зависимость периода повторяемости D мультислойных мембран и толщины одиночных везикул D_m в геле L_β' и жидкокристаллической L_α фазах от X_I в избытке растворителя I/вода. Комплементарное использование величин D и D_m позволило определить межмембранное расстояние D_w . Показано, что с ростом концентрации I межмембранное расстояние значительно уменьшается и при концентрации растворителя $I=0,4$ соседние мембраны находятся практически в стерическом контакте друг с другом. Использование дейтерированного I и метод вариации контраста позволили впервые определить количество молекул I, сильно связанных с мембраной. Общий объем таких молекул равен 480 \AA^3 , что сравнимо с объемом самой полярной головы липидной молекулы и объясняет ранее наблюдавшийся фазовый переход липидной мембраны в фазу с взаимным проникновением цепей.

36.МБ.140. Полимерные материалы в мембранном разделении. 4 Всероссийская Каргинская конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика В.А. Каргина, "Наука о полимерах 21-му веку", Москва, 29 янв.-2 февр.,

2007: Тезисы устных и стендовых докладов. Т. 3. *Волков В. В., Хотимский В. С., Ямпольский Ю. П.* М. МГУ. 2007, с. 49. Рус.

Рассмотрены новые подходы к получению материалов с улучшенной комбинацией проницаемости и селективности. Отмечено, что мембранные свойства реализуются в полимерных стеклах с большим неравновесным свободным объемом. Традиц. подходом достижения этих свойств является введение SiMe₃-групп. Приведены примеры новых успехов в реализации этого подхода. Неожиданным результатом, полученным в последние годы, является демонстрация обратного процесса - дисилилирование - также приводящего к увеличению свободного объема. Важным инструментом в понимании наноструктуры свободного объема и количеств. предсказания транспортных параметров становятся компьютерные методы моделирования и, прежде всего, молек. динамика. Приведены примеры успешного применения метода молек. динамики для описания структуры и свойств новых полимерных мембранных материалов с высоким неравновесным свободным объемом.

36.МБ.141. Явления несимметрического газопереноса в анизотропных пористых средах. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. *Курчатов И. М., Лагунов Н. И.* М. МИФИ. 2007, с. 20–21. Рус.

С применением методов стохастической динамики разработана модель специфического взаимодействия молекул газа с шероховатостями внутренней поверхности пористой среды в свободно-молекулярном режиме. Объяснены явления гистерезиса и анизотропии проницаемости композиционных мембран.

36.МБ.142. Экспериментальное исследование процесса массопереноса в мембранно-абсорбционных системах с подвижным жидким носителем. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. *Нещименко Ю. П., Окунев А. Ю., Дианов А. И.* М. МИФИ. 2007, с. 22–23. Рус.

Разработан и реализован селективный мембранный вентиль, позволяющий проводить исследования процесса переноса в газожидкостных мембранных системах. Результаты экспериментальных исследований могут быть использованы для определения коэффициентов переноса в элементарных стадиях процесса.

36.МБ.143. К вопросу определения параметров пористой структуры мембран методом распознавания образов. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. *Крюков А. В., Курчатов И. М., Лагунов Н. И., Уваров В. И.* М. МИФИ. 2007, с. 24–25. Рус.

Разработана методика определения характеристик пористых мембран по компьютерным изображениям срезов мембран. Определены пористость и распределение пор размерам для асимметрических керамических и полимерных мембран.

36.МБ.144. Мембранный процесс извлечения неона и гелия из сбросных газов криогенных установок. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. *Писарев Г. И., Талакин О. Г., Лагунов Н. И.* М. МИФИ. 2007, с. 26–27. Рус.

Проведены исследования полуволоконного мембранного модуля по разделению тройной смеси неон-азот-гелий. Определены проницаемости компонентов через мембрану модуля. Сравнение экспериментальных и расчетных данных дало совпадение результатов в пределах 5-7%.

36.МБ.145. Мембранные контакторные системы для удаления углекислого газа с жидкими носителями различных типов. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. Барсуков Ю. С., Демченко С. Д., Окунев А. Ю. М. МИФИ. 2007, с. 30–31. Рус.

Приведены результаты экспериментального исследования удаления CO₂ в рециркуляционной и проточной мембранных контакторных системах с водой и моноэтаноламином в качестве жидкого носителя. Получено хорошее совпадение экспериментальных и расчетных данных.

36.МБ.146. Исследование процесса удаления растворенного кислорода из воды в каталитическом мембранном контакторе/реакторе. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. Батдалова С. Г., Петрова И. В., Лебедева В. И. М. МИФИ. 2007, с. 33–34. Рус.

Создана проточная установка для изучения процесса глубокого удаления растворенного кислорода из воды в каталитическом мембранном контакторе/реакторе. В разработанном каталитическом мембранном контакторе/реакторе концентрация растворенного кислорода в воде была снижена на несколько порядков только за счет каталитической реакции восстановления кислорода водородом на палладиевом катализаторе в режиме, исключающем физическую сдвигу кислорода водородом.

36.МБ.147. Продавливание смачивающих - несмачивающих жидкостей через нанопористые полимерные материалы. Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. Царьков С. Е., Паращук В. В., Волков А. В. М. МИФИ. 2007, с. 35–36. Рус.

Представлены результаты по продавливанию смачивающих-несмачивающих жидкостей через мембраны на основе стеклообразного полимера поли(1-триметилсилил-1-пропина).

36.МБ.148. Влияние на транспортные свойства включения в полимерные цепи полиимидов фенилхиноксалиновых фрагментов. 4 Всероссийская Каргинская конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика В.А. Каргина, "Наука о полимерах 21-му веку", Москва, 29 янв.-2 февр., 2007: Тезисы устных и стендовых докладов. Т. 3. Рогова И. А., Алентьев А. Ю., Видякин М. Н., Врута М., Намцис Е., Lungu R. М. МГУ. 2007, с. 212. Рус.

Изучена газопроницаемость ряда полифенилхиноксалинов (ПФХ) и полиимида. Для ряда газов коэф. проницаемости для ПФХ оказались выше, чем для ПИ. В целях улучшения коэф. проницаемости и селективности полимерных мембран в полиимидные мономерные звенья в качестве диаминой компоненты введены фенилхиноксалиновые фрагменты. Определены коэф. проницаемости, диффузии и растворимости для следующих газов: H₂, He, O₂, N₂, CO, CO₂, CH₄, а также идеальные факторы разделения по парам газов. Проведено сравнение транспортных характеристик изученных полимеров.

36.МБ.149. Гибридный мембранно-десорбционный процесс для регенерации масла. Hybrid membrane-desorbition process for oil regeneration. 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. Dmitriev E. A., Morgunova E. P., Trushin A. M. Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 87. Англ.

С появлением керамич. Мб стало возможным создание процессов, сочетающих микрофильтрацию и десорбцию. Предложена конструкция модуля микрофильтрации - десорбции, представляющего собой одноходовой кожухотрубчатый обменник, в котором трубки заменены керамич. Мб. Масло, содержащее примеси, подается в трубчатое пространство керамич. Мб. Мб задерживают микрочастицы, капли воды, и масло, свободное от примесей, стекает вниз по внешней поверхности керамич. Мб. На поверхности кожуха поддерживается вакуум, поток масла в виде тонкой жидкостной пленки или дисперсия жидкости в газе (паре) подвергается десорбции. Возможны 3 режима работы модуля в зависимости от содержания влаги в масле и остаточного давления в пространстве кожуха. В экспериментах использованы трансформаторные и индустриальные масла. Разработана мат. модель процесса для течения жидк. пленки.

36.МБ.150. Нанофильтрация на керамических мембранах inopor. Nanofiltration with ceramic inopor[®]-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. Voigt I., Fischer G., Muller N., Herrmann K. Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 86. Англ.

В последние годы нанофильтрация приобретает все большее значение благодаря способности удалять растворимую органику из сточных вод и выделять энзимы, протеины, сахараиды и др. из растворов. Разработаны микропористые керамич. TiO₂-Мб со средн. размером пор 0,9 нм. По сравнению с полимерными керамич. Мб стойки к высоким температурам, орг. растворителям и высокому рН среды. Первые нанофильтрац. керамич. Мб были установлены для обработки окрашенных сточных вод, получаемых в текстильной промышленности. При трансмембранном давлении 15 бар достигнута пропускная способность 150-200 кг/м²×ч. Благодаря малому размеру пор и цилиндрич. форме Мб показали пониженную тенденцию к забивке. Возможно также повторное использование пермеа-

та для различных процессов промывки в красильных производствах.

36.МБ.151. Технология: кучное выщелачивание-жидкостная экстракция-электролиз. Heap leaching-solvent extraction-electrowinning technology. Современные технологии освоения минеральных ресурсов: Материалы 4 Международной научно-технической конференции, Красноярск, 11-26 апр., 2006: Сборник научных трудов. Вып. 4. *Habashi F.* (Laval Univ., Quebec City, Канада). Красноярск. Издательство ГУЦМиЗ. 2006, с. 361–362, 8 ил., табл. 2 ил. Библ. 13. Англ.

К 2000 г. по технологии кучное выщелачивание-жидкостная экстракция-электролиз мировое производство Cu возросло до 20%. Сначала она использовалась лишь в жарких и сухих регионах: Аризона, Ута, но вследствие очевидных экономич. преимуществ стала распространяться на Север (Юкон, Аляска). При этом для подогрева кучи при выщелачивании используют отходящие воды тепловых электростанций. Размеры куч за последнее время возросли до 300 м по высоте. При этом первоначально работают с кучей в 10-20 м. После ее выработки либо ее удаляют в отвалы, либо наращивают за счет досьпки руды. Рассмотрены устройства поддонов и системы отвода растворов: глинистое основание, асфальтовые покрытия, непроницаемые мембраны, перфорированные трубы для аэрации и откачки растворов. Подача воздуха в подошву кучи, позволило существенно увеличить производительность, особенно при использовании биотехнологии.

36.МБ.152. Выбор оптимальных технологических решений для очистки сточных вод гальванических производств. Коррозия металлов и антикоррозионная защита: Научно-практическая конференция, Москва, 4-6 дек., 2006: Тезисы докладов. *Поворов А. А., Павлова В. Ф., Шиненкова Н. А., Начева И. И., Коломийцева О. Н.* М. РХТУ. 2006, с. 64–65. Рус. Комплексные мембранные установки на основе мембранных и гибридных технологических схем блочно-модульного типа обеспечивают переработку сред практически любого состава на установках различной производительности. Комбинированные технологии и установки могут постоянно совершенствоваться за счет модернизации основных модулей.

36.МБ.153. Газодиффузионные электроды. Gas diffusion electrodes. 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: Plant Equipment, Green Solvents for Environmentally Friendly Processes, High-Tech Surfaces, Safe Plants - Safe Products, New Materials for Fuel Cell Technology, Processing and Production of Nanomaterials, Dosing, Feeding and Homogenisation of Disperse and Viscous Media, Process Intensification, Fraunhofer-Network of Electrochemistry, Natural and Synthetic Gas for Power Generation, Synthetic Fuels and Chemicals (Gaskatel GmbH). Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 220. Библ. 1. Англ.

Газодиффузионные электроды (ГДЭ) используют в ТЭ, газовых датчиках, некоторых типах аккумуляторов и в электролизерах. Название ГДЭ не совсем точное, т. к. объединяет два различных диффузионных процесса, диффузию газа и диффу-

зию жидкости или пара. Благодаря фазовому превращению газ/жидкость при электрохимич. реакции (напр., O_2 и H_2 в воду) обе диффузии находятся в равновесии и не вызывают диффузионных ограничений всего процесса. Из-за огромных различий в плотности и подвижности оба диффузионных процесса имеют большую разницу по времени. Для переноса жидкости наиболее важной характеристикой материала является угол смачивания катализатора и индивидуальная поддержка катализатора. Рассмотрена смачиваемость некоторых электродов, изготовленных из порошка политетрафторэтилена, углерода сажи, углерода и др. модификаций, а также таких каталитич. металлов как Ag и Ni. Перечислены методы определения смачиваемости. Полученные результаты скоррелированы с результатами исследований, в жидких электролитах типа КОН, а также с мембранными процессами, такими как в мембранах РВІ для высокотемпературных ТЭ и в мембранах Nafion для хлорно-щел. электролиза. Полученные результаты показали прямую зависимость переноса жидкости от состава электрода, что означает изменение в переносе жидкости от диффузионного типа к осмотическому.

36.МБ.154. Синтез поликатионов на основе хлорида диаллилдиметиламмония методом радикальной полимеризации. Международная конференция по органической химии "Органическая химия от Бутлерова и Бейльштейна до современности", посвященная 145-летию теории строения органических соединений А. М. Бутлерова и 100-летию памяти о Ф.Ф. Бейльштейне, Санкт-Петербург, 26-29 июня, 2006: Материалы конференции. *Власов П. С., Олифиренко А. С., Баранов В. В., Пименов А. В., Домнина Н. С.* СПб. Изд-во СПбГУ. 2006, с. 735. Рус.

С целью разработки новых гидрофилизирующих реагентов для мембран из полиакрилонитрила, осуществлен синтез водорастворимых полимеров на основе хлорида диаллилдиметиламмония. Процесс полимеризации проводили в водном растворе при 60° в течение различного времени в присутствии азоинициатора 2,2'-азобис(2-метилпропиогидразида). Использование данного азоинициатора приводит к функционализации концевых фрагментов полиэлектролита, что необходимо для дальнейшей поверхностной модификации полиакрилонитрильных мембран.

36.МБ.155. Использование мембранных и флотационных технологий для ресурсосбережения в металлообрабатывающей и электронной промышленности. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической и нефтехимической промышленности: Тезисы докладов Конференции, Москва, 11-12 окт., 2006. *Каграманов Г.Г., Судилковский П.С.* (Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Россия, г. Москва). М. РХТУ. 2006, с. 47–48. Рус.

Наиболее эффективной схемой ресурсосбережения является организация водооборота очистки сточных вод (СВ) с возвратом очищенной воды в технологич. процессе. Исследована эффективность очистки модельных СВ от катионов меди, никеля и железа (III) с помощью мембранных методов: микрофльтрации на керамич. мембранах, обратного осмоса и на-

нофильтрации на рулонных мембранных элементах. Найдены зависимости основных технич. характеристик процессов - селективности очистки и удельной производительности мембран - от времени фильтрации, pH, температуры и концентрации катионов в исходной СВ. Наибольшей степени очистки СВ в сочетании с наибольшим выходом продукта (чистой воды) можно добиться с помощью интеграции мембранных и флотационных процессов разделения. Существует 2 подхода к такой интеграции: 1-ый заключается в использовании флотационной предочистки перед основной стадией очистки мембранными методами; 2-ой подразумевает использование флотационной обработки концентратов, образовавшихся при проведении мембранной фильтрации. Оба включают в себя рециркуляцию промежуточного продукта: в 1-ом случае это концентрат мембранной стадии, а во 2-ом - флотационно-очищенный концентрат. Интеграция методов очистки СВ позволяет создать эффективные ресурсосберегающие схемы водооборота, работающие в непрерывном режиме с малым потреблением реагентов и электроэнергии.

36.МБ.156. Высокоэффективные технологии очистки и контроля сточных вод и почв. Материалы Научно-технической конференции, посвященной 50-летию Энгельского технологического института (филиал) СГТУ, Энгельс, 20-21 нояб., 2006. *Ольшанская Л. Н.* Саратов. СГТУ. 2006, с. 115-119. Библ. 7. Рус.

Сотрудниками кафедры ЭКОС ("Разработка новых высокоэффективных технологий комплексной очистки и обеззараживания воды, почвы и утилизации отходов разработаны новые технологии по извлечению тяжелых металлов (ТМ) из сточных вод и загрязненных почв методами фиторемедиации и фитомелиорации; селективного извлечения ТМ керамическими фильтрами-мембранами, изготовленными на основе модифицированных гальваношламов; отрабатывают технологию изготовления твердоконтактных ионоселективных электродов для контроля ТМ в сточных и природных водах. Конечной целью является создание комплексного модуля для извлечения поглощенных растениями и накопленных мембранами веществ и повторного использования их в производстве различных продуктов. Новым направлением исследования является использование углеродсодержащих материалов (углеродных волокон, тканей, терморасширенного графита и др.) для очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов. Продолжаются работы по созданию новых материалов для экологически чистых литиевых источников тока (ЛИТ); отрабатываются технологии утилизации выработавшей свой ресурс реакторной части ЛИТ (катодных, анодных материалов, электролита, конструкционных материалов и др.). Ведутся исследования по утилизации гальванических шламов электрохимических производств, вторичному использованию отходов полимерных материалов и отходов растениеводства в производстве товаров, имеющих важное народно-хозяйственное значение. Все эти направления являются актуальными и перспективными.

36.МБ.157. Исследование процесса удаления растворенного кислорода из воды в одноволоконном каталитическом мембранном контакторе/реакторе. Научная сессия МИФИ -

2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. Т. 9. *Логаилов С. Ю., Романова И. А., Окунев А. Ю.* М. МИФИ. 2007, с. 28-29. Рус.

Проведено исследование механизма удаления растворенного кислорода из воды в одноволоконном каталитическом контакторе/реакторе. Разработана математическая модель процесса. Реализована методика определения коэффициентов переноса газов на элементарных стадиях процесса основанная на согласовании экспериментальных и расчетных данных.

36.МБ.158. Подготовка воды с использованием мембран. Elimination de la durete de l'eau par des membranes. Actes du 4 Colloque franco-roumain de chimie appliquee (COFrRoCA - 2006), Clermont-Ferrand, 28 juin-2 juill., 2006. *Ciobanu Gabriela, Carja Gabriela, Istrati Lacramioara, Harja Maria, Ciobanu Octavian.* Bacau. Alma Mater. 2006, с. 190. Фр.

Отмечается, что методы мембранного фильтрования могут быть эффективно использованы при подготовке питьевой воды с удалением суспензий, коллоидов, карбонатов и гидроксидов магния, патогенной микрофлоры и т. д. В лабораторных экспериментах использовались мембраны, выполненные из полиуретана, ацетата целлюлозы, в том числе с добавлением микрочастиц цеолита и т. д., все они предназначались для нанофильтрации. Установлено, что присутствие в исходной воде гиперсульфатов существенно ухудшает качество фильтрования, поэтому их следует удалять на ступени предварительной обработки.

36.МБ.159Д. Неравновесные процессы в проточных ионообменных мембранных системах. канд. хим. наук. *Добрынина Н. Н.* (Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60). Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 22 с., ил. Библ. 9. Рус.

Цель работы - моделирование мембранных систем, функционирующих в условиях потока, с использованием теории графов и принципов неравновесной термодинамики и применение их в изучении процессов, протекающих на границе раздела фаз.

36.МБ.160Д. Структура и гидратация ионообменных мембран. канд. хим. наук. *Резников А. А.* (Воронежский государственный университет, 394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1). Воронеж. гос. ун-т, Воронеж, 2006, 19 с., ил. Библ. 15. Рус.

Целью работы было формирование представлений о типах химических связей в селективных мембранах на основе проведенных квантово-химических расчетов их структуры и энергий ион-ионного и ион-дипольного взаимодействия. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: рассчитать структуры и энергии гидратации ионов в растворах и мембранах неэмпирическим методом, использующим расширенный валентно-расщепленный базисный набор; на основе анализа микроструктуры мембран рассчитать электростатическое взаимодействие противоионов и фиксированных ионов с учетом зависимости диэлектрической проницаемости от межионного расстояния, а также баланса сил кулоновского притяжения и отталкивания; измерить энергии активации про-

тивоионов в мембранах и на их основе обсудить типы химических связей, определяющих процесс мембранного транспорта; исследовать ионно-молекулярную природу удерживания электролита ацетилцеллюлозными мембранами в процессе обратного осмоса.

Патенты

36.МБ.161П. Способ обессоливания воды. Method of desalting: Заявка 1595850 ЕПВ, МПК⁷ С 02 F 1/44, В 01 D 61/02. Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. Co., Ltd. Sugito Yoshifumi, Takizawa Minoru, Isono Yasuyuki, Saji Mikio, Fukasawa Masayuki, Kanao Shinzo, Umeda Keisuke, Nakamura Michiei. №04710476.5; Заявл. 12.02.2004; Оpubл. 16.11.2005. Англ.

Способ предназначен для опреснения воды с высоким содержанием. В соответствии со способом предлагается двухстадийная схема, на первой стадии опресняется большая часть исходной воды, при этом соли концентрируются в оставшейся, меньшей части, которая опресняется на второй стадии. В приводимом примере на первой стадии использовался вращающийся с большой скоростью тарельчатый диск, расположенный в горизонтальной плоскости, на него подавалась вода при температуре 40°C, при этом на поверхности диска образовывалась тонкая пленка воды. В условиях вакуумирования при давлении в камере около 4 кПа вода быстро испарялась и затем пар конденсировался. Содержание солей в оставшейся части увеличивалось с 3,5 до 10%, этот концентрат опреснялся на мембранном модуле.

36.МБ.162П. Обработка сточных вод фильтрованием в мембранах. Vorrichtung zur Behandlung von Flüssigkeiten, hierin enthaltenes Mittel sowie Verfahren zur Behandlung von Flüssigkeiten unter Einsatz dieser Vorrichtung und dieses Mittels: Заявка 1642636 ЕПВ, МПК⁸ В 01 D 65/02, В 01 D 61/18. HydroSep AG. Krein Hans-Jurgen. №04023264.7; Заявл. 30.09.2004; Оpubл. 05.04.2006. Нем.

Данные предложения связаны с тем, что при обработке СВ фильтрованием проблемой является образование на мембранах отложений, что приводит к уменьшению трансмембранного потока, приводятся различные способы регенерации мембран, называются их недостатки, указывается, что также метод перекрестноточного фильтрования не является достаточно эффективным. Приводятся данные о том, что в начальный период отложения имеют рыхлую структуру, и могут быть удалены при кратковременном интенсивном воздействии. В связи с этим предлагается удалять отложения при обратных промывках в импульсном режиме, при воздействии на отложения ультразвукового излучения или гидравлического удара с применением сжатого воздуха. Приводится пример обработки мембран блока для микро- или ультрафильтрации и т. д.

36.МБ.163П. Способ и устройство для очистки сточных вод. Device and method for cleaning a fluid, such as water: Пат. 7083729 США, МПК⁸ С 02 F 3/00. Paques B. V., Sjoerd Hubertus

Josef Vellinga. №10/432333; Заявл. 23.11.2001; Оpubл. 01.08.2006; НПК 210/620. Англ.

Данные разработки связаны с тем, что мембранные биореакторы (МБР) обеспечивают эффективную очистку СВ, предлагается исполнение мембраны для использования в МБР. В соответствии со способом мембранный модуль состоит из большого количества фильтрующих мембранных элементов. Отдельный элемент включает 2 фильтрующие поверхности, разделенные небольшим зазором, каждая поверхность содержит большое количество расположенных параллельно волокон из полиэфира толщиной 0,5 мм, которые находятся в слое полисульфон 0,25 мм, через него фильтруется иловая смесь, фильтрат отводится через зазоры между фильтрующими поверхностями при вакуумировании. Для подключения к вакуумной системе используются перфорированные трубки небольшого диаметра, расположенные параллельно волокнам из полиэфира.

36.МБ.164П. Мобильная установка для фильтрования сточных вод. Waste water filtration system vehicle: Заявка 1640053 ЕПВ, МПК⁸ В 01 D 35/06. Zeotek Research Inst. Ltd. Inoue Masahito, Inoue Kouichi. №03730867.3; Заявл. 10.06.2003; Оpubл. 20.03.2006. Англ.

Способ предназначен для периодической обработки СВ, например, на ряде производств. В соответствии со способом система размещается в автомобильном контейнере, процесс обработки многоступенчатый. Исходная СВ насосом через предварительный фильтр подается на фильтры для удаления масел, их загрузка находится в электрическом поле. Далее следуют 4 параллельно включенных мембранных фильтра с полволоконными мембранами, фильтрат и концентрат поступают и отводятся через сборные коллекторы, предусмотрен отбор проб. Регенерация мембран производится с использованием сжатого воздуха, компрессор с воздушными фильтрами находится также в контейнере. Предусмотрена возможность нагрева СВ и т. д.

36.МБ.165П. Топливный элемент с протонным проводником на основе производных фуллеренов. Power generating apparatus having proton conductor unit that includes a fullerene derivative: Пат. 7045240 США, МПК⁸ Н 01 М 8/10. Sony Corp., Yamada Atsuo, Kajiura Hisashi, Shiraishi Masashi, Maruyama Ryuichiro, Watanabe Yasuhiro, Nakamura Takahiro, Miyazawa Hiroshi. №10/466860; Заявл. 09.01.2002; Оpubл. 16.05.2006; Приор. 15.01.2001, №2001-006441(Япония); НПК 429/33. Англ.

Патентуется генератор эл. энергии, включающий ТЭ с полимерной электролитной мембраной и водородным и кислородным электродами, а также содержащий накопитель водорода, снабжающий им анод ТЭ. Накопитель водорода может содержать водород под давлением от 0,3 до 3,5 атм. В качестве материала накопителя, удерживающего водород, могут использоваться сплавы металлов (в частности, La-Ni), а также углеродные материалы на основе производных фуллеренов. Углеродные материалы могут использоваться в виде нановолокна и нанотрубок.

36.МБ.166П. Электропроводящее покрытие для электродов топливных элементов с полимерной электролитной мембраной. Conductive coatings for pem fuel cell electrodes: Пат. 7037617 США, МПК⁸ Н 01 М 2/00. Delphi Technologies, Inc., Eddy David S., Mantese Joseph V., Oakley Charles D. № 10/224871; Заявл. 21.08.2002; Опубл. 02.05.2006; НПК 429/34. Англ.

Эл. контактная поверхность биполярной пластины для штабеля ТЭ образуется из металла или металлич. сплава, которые при окислении дают пассивирующие слои, поддерживающие высокую эл. проводимость и предупреждающие коррозионное разрушение штабеля ТЭ. Сплавы Ti-Nb, Ni-Ta, La-Sr-Cr и La-Sr-Co известны образованием пассивирующих оксидных слоев с высокой эл. проводимостью. Такие слои могут образовываться *in situ* после сборки ТЭ или в процессе сборки. Биполярные пластины могут содержать такие слои, образуя подложки из проводящих слоев металлич. сплавов.

36.МБ.167П. Способ получения винилиденхлорида: Пат. 2291850 Россия, МПК⁸ С 07 С 17/25. Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. *Шаванов С.С., Бикбулатов И.Х., Быковский Н.А., Садыков Н.Б., Фанакова Н.Н., Исламутдинова А.А., Музафарова Л.Р.* № 2005132702/04; Заявл. 24.10.2005; Опубл. 20.01.2007. Рус.

Предложен способ получения винилиденхлорида дегидрохлорированием 1,1,2-трихлорэтана с образованием целевого продукта и четвертичных аммониевых солей. В качестве реагента дегидрохлорирования используют водно-спиртовые растворы гидроксидов диметил-β или γ-хлордипропенил аммония, получаемые электролизом растворов диметил-β или γ-хлордипропенил аммоний хлорида в воде в присутствии метилового, этилового или бутилового спиртов в электролизерах с ионообменными мембранами. Полученные гидроксиды направляют на дегидрохлорирование. Способ позволяет создать безотходную высокопроизводительную и экологически чистую технологию получения винилиденхлорида.

36.МБ.168П. Способ получения аминов. Method for the production of amines: Пат. 7091383 США, МПК⁸ С 07 С 209/36. BASF AG, Vanoppen Dominic, Schwab Ekkehard, van Laar Frederick, Voss Hartwig, Oehlschlaeger Steffen, Mackenroth Wolfgang, Morgenschweis Konrad, Penzel Ulrich, Weidner Bernd. № 10/500862; Заявл. 30.01.2003; Опубл. 15.08.2006; НПК 564/422. Англ.

Патентуют способ получения аминов по реакции каталитического гидрирования нитроароматического соединения с последующим удалением катализаторов из реакционной смеси, где: 1) реакционная смесь состоит из ароматического амина и воды; 2) удаление катализаторов проводят непрерывно методом мембранного фильтрования при давлении со стороны суспензии 5-50 бар, перепад давления 0,3 бар и скорость потока 1-6 м/с; 3) размеры пор мембранного фильтра от 10 нм до 20 мкм; 4) в качестве катализаторов используют переходные металлы VIII группы, нанесенные на носитель, например Pt, Pd и/или Ir на угле; 5) для гидрирования используют моно- и полинитро-С₆-С₁₈-ароматические соединения, например о-, м-,

п-динитробензолы, о-, м-, п-нитроанилины, 1-хлоро-2,4-динитробензол.

36.МБ.169П. Повышение регенерации белка масличных семян. Enhanced oil seed protein recovery: Пат. 7087720 США, МПК⁸ С 07 К 14/415. Burcon NutraScience (MB) Corp., Murray E. Donald, Westdal Paul S. №10/314202; Заявл. 09.12.2002; Опубл. 08.08.2006; НПК 530/377. Англ.

Патентуется способ получения белкового изолята, основанный на отжимании семян рапса до выделения масла и получения муки, которую экстрагируют для выделения остаточного масла при <100° 10-30 мин, присутствующий в муке белок солибилизируют до образования водного белкового раствора имеющего ионную силу 0,1-0,6 и pH 5-6,8, раствор отделяют от муки семян, повышают его концентрацию до 5-15% с использованием мембранной фильтрации. Концентрированный раствор белка охлаждают при <15° до образования мицелл, которые осаждают, в полученной аморфной массе определяют содержание белка методом Кельдаля (5-40 г/л), адсорбируют пигменты на активированном угле и очищенный белковый изолят, содержащий 200-300 г/л белка, сушат и используют в качестве пищевой добавки, в кормах.

36.МБ.170П. Способ устранения запаха материалов на основе соевых, используемых в составах напитков. Method of de-flavoring soy-derived materials for use in beverages: Пат. 7037547 США, МПК⁸ А 23 L 1/20. Kraft Foods Holdings, Inc, Akashe Ahmad, Meibach Ronald Louis. №10/655478; Заявл. 04.09.2003; Опубл. 02.05.2006; НПК 426/598. Англ.

Патентуется способ получения напитков, содержащих соевый белковый материал с уменьшенной интенсивностью специфического запаха. Способ предусматривает следующие этапы: приготовление водной смеси, включающей соевый белковый материал, из которого удалены ароматические соединения, и подслащающее вещество; гомогенизацию водной смеси с целью получения напитка, содержащего соевый материал. Для получения белкового материала проводят следующие операции: приготовление водного состава материала, содержащего растворимые соевые белки, ароматические соединения и нерастворимые компоненты; растворение соевых белков при доведении pH водного состава до значений 9-12 и высвобождение ароматических соединений; ультрафильтрацию водного состава с использованием мембраны с разделяющей способностью 50.000 дальтонов с целью получения пермеата, содержащего ароматические соединения, и ретентата, содержащего растворенные соевые белки; сбор соевых белков.

36.МБ.171П. Способ изготовления газоплотного и температуронагружаемого модуля с керамическими порами или капиллярными мембранами. Verfahren zur Herstellung gasdichter und temperaturbelastbarer Module mit keramischen Hohlfaser- oder Kapillarmembranen: Заявка 102005008900 Германия, МПК⁸ В 01 D 63/02. Fraunhofer-Ges. zur Forderung der angewandten Forschung e. V. *Stroh Norbert, Schiestel Thomas.* №102005008900.3; Заявл. 26.02.2005; Опубл. 07.09.2006. Нем.

Предлагается способ изготовления модуля для фильтрац. и сепарац. техники. Он образован из формованного корпуса, в котором с обеих сторон заделаны полые волокна или капиллярные Мб. Каждая заделка представляет собой газоплотный и температуроустойчивый элемент, т. наз. "Pottungen". Элемент образован минимум из двух слоев различных литых масс.

36.МБ.172П. Каталитически активный проточный мембранный пористый реактор для превращения органических соединений. Katalytisch aktiver Membranporendurchflussreaktor zur Umsetzung vor organischen Verbindungen: Заявка 102005010213 Германия, МПК⁷ В 01 J 19/24. Bayer Technology Services GmbH. *Wolf Aurel, Warsitz Rafael, Nickel Andreas, Stange Olaf, Schomacker R., Purnama Herry, Schmidt Andrea, Dittmeyer Roland, Urbanczyk Daniel, Voigt Ingolf.* № 102005010213.1; Заявл. 05.03.2005; Оpubл. 07.09.2006. Нем. Предложен реактор для гидрирования орг. веществ. Каталитически активные поры Мб имеют диаметр 0,1-10 мкм. Время пребывания реакц. раствора в порах составляет от 1×10^{-3} до 0,25 с. Активным покрытием керамич. пористых Мб служит гидрирующий катализатор.

36.МБ.173П. [Обессоливание морской воды в процессе обратного осмоса]. An optimal high recovery, energy efficient dual fully integrated nanofiltration seawater reverse osmosis desalination process and equipment: Заявка 1614661 ЕПВ, МПК⁸ С 02 F 1/44, В 01 D 61/02. Saline Water Conversion Corp. *Hassan Ata Mohammad.* №04425501.6; Заявл. 09.07.2004; Оpubл. 11.01.2006. Англ.

При получении питьевой воды путем обессоливания воды морской широко применяется метод обратного осмоса, основными его недостатками являются быстрая кольматация мембран и высокие значения трансмембранного давления. Патентуется ряд вариантов исполнения опреснительных систем, во всех случаях перед ступенью обратного осмоса включена ступень предварительной обработки морской воды, например, песчаный фильтр для удаления взвешенных веществ и ступень нанофильтрации, на которой удаляется значительное количество солей. Метод возврата энергии основан на том, что концентрат в модуле обратного осмоса находится при рабочем давлении (например, 85 бар), при этом концентрат сбрасывается не напрямую, а проходит через турбину, которая может приводить насос подачи исходной воды на модуль, электрогенератор и т. д.

36.МБ.174П. Погружная мембранная система для фильтрования воды. Immersed membrane filtration system and overflow process: Пат. 7052610 США, МПК⁸ В 01 D 65/02, С 02 F 1/44. ZENON Environmental Inc, Janson Arnold, Adams Nicholas William Harcsar, Cadera Jason, Cote Pierre Lucien, Pedersen Steven Kristian. №11/038278; Заявл. 21.01.2005; Оpubл. 30.05.2006; НПК 210/636. Англ.

Патентуется способ фильтрования воды из поверхностных источников с целью получения питьевой воды в процессах микро- и ультрафильтрации. В модулях для фильтрования могут применяться как плоские, так и полволоконные мембраны. В представленном варианте исполнения 3 таких модуля разме-

щаются один над другим в вертикально расположенном корпусе, что увеличивает производительность системы. В нижней части корпуса установлен пневмоаэратор, при его работе уменьшается скорость образования отложений на мембранах. Для обратной промывки мембран используется только фильтрат или фильтрат с добавлением химич. реагентов, величина трансмембранного потока от 10 до 40 л/м²ч.

36.МБ.175П. Извлечение диоксида углерода. Sequestration of carbon dioxide: Пат. 7132090 США, МПК⁷ В 01 D 53/04. General Motors Corp., Dzeidzic Daniel, Gross Kenneth B., Gorski Robert A., Johnson John T. №10/428533; Заявл. 02.05.2003; Оpubл. 07.11.2006; НПК 423/230. Англ.

Патентуется способ извлечения CO₂, образовавшегося при сжигании природного топлива, и переводение его в твердую или другую стабильную форму. Для извлечения CO₂ из газового потока газ пропускают через содержащий H₂O газозуловитель с диффузионной газовой мембраной и катализатором для получения H₂CO₃, которую затем осаждают в виде соли. Сначала H₂CO₃ получают ионы HCO₃⁻, а затем ионы CO₃²⁻, чтобы связать углерод в виде Na₂CO₃, CaCO₃ или MgCO₃. Приведена схема установки. Патентуемый способ позволяет извлечь из газового потока содержащего CO₂ до 80% его первоначального количества и превратить CO₂ в соли. Катализатор закреплен на пористой мембране.

36.МБ.176П. Полимерный электролит с кислотной, основной и эластомерной группами. Polymer electrolyte having acidic, basic and elastomeric subunits: Пат. 7052805 США, МПК⁸ Н 01 М 2/16, Н 01 М 10/08. SRI International, Narang Subhash, Ventura Susanna C., Olmeijer David L. №09/872770; Заявл. 01.06.2001; Оpubл. 30.05.2006; НПК 429/314. Англ.

Патентуется электролитная мембрана из полимера, полученного из мономера с кислотными функциями (в частности, 2-акриламидо-2-метил-1-пиропансульфокислоты), полимера из основного мономера (в частности, поливинилимидазола) и эластомерного полимера на основе акрилонитрила. Мембрана имеет электрич. проводимость >0,005 С/см, непроницаемая для метанола, обладает большой термич. стабильностью.

36.МБ.177П. Эпитаксиальные тонкие пленки. Epitaxial thin films: Пат. 7033637 США, МПК⁸ В 05 D 5/12. MicroCoating Technologies, Inc., Hunt Andrew Tye, Deshpande Girish, Lin Wen-Yi, Jan Tzyu-Juan. №09/889237; Заявл. 12.01.2000; Оpubл. 25.04.2006; НПК 427/77. Англ.

Обнаружены эпитаксиальные тонкие пленки (ПЛ), которые м. б. использованы в качестве буф. слоев для высокотемпературных сверхпроводников, электролитов для ТЭ с электролитом из твердых оксидов, газоразделит. слоев мембран (МБ) или диэлектрич. материала в электронных приборах. Особенности тонких эпитаксиальных ПЛ: беспористость, идеальные границы зерен, плотная структура, газонепроницаемость, отсутствие точечных дефектов субмикронного масштаба в оксидах со смешанной проводимостью на подложках из пористой керамики. Изучены эпитаксиальные ПЛ как диэлектрич. материал в конденсаторах. Эти ПЛ обладают очень высокой диэлектрич. проницаемостью и обеспечивают низкие потери ем-

кости. Тонкая эпитаксиальная ПЛ формируется из перовскита на текстур. подложке (напр., Ni). Описаны осаждение SrTiO₃ на текстур. Ni, конструкция ТЭ с тонкой ПЛ электролита и пористыми электродами по обе стороны слоя электролита, а также осаждение Sr, допированного манганитом La, на α-плоскость сапфира методом регулируемого химич. осаждения из паровой фазы и т. д.

36.МБ.178П. Протонпроводящие материалы на основе фуллеренов. Fullerene-based proton conductive materials: Пат. 7008713 США, МПК⁸ Н 01 М 8/10. Sony Corp., Nuber Berthold, Pietzak Вjoern. №10/985492; Заявл. 10.11.2004; Оpubл. 07.03.2006; Приор. 05.02.2002, №P2002-028642(Япония); НПК 429/33. Англ.

Патентуется состав и способ изготовления протонпроводящих мембран на основе функционализированных фуллеренов. Для обеспечения химич. и термич. стабильности такого материала функциональные группы, обеспечивающие протонную проводимость, соединяются с молекулой фуллерена через частично или полностью фторированный мостиковой структурой. При использовании фуллеренов C₆₀, C₇₀ или их смесей максимальная протонная проводимость таких материалов достигает 3×10⁻² См/см при 50°C. Описан способ изготовления протонпроводящих мембран на основе таких фуллеренов. Предполагается, что мембраны этого типа м. б. использованы в качестве тв. протонпроводящего электролита в топливных элементах, стабильно сохраняя свою работоспособность при температурах до 90°C.

36.МБ.179П. Каталитический фильтр для сброса H₂ из аккумуляторов. Catalytic hydrogen vent filter for batteries: Пат. 6953637 США, МПК⁷ Н 01 М 8/00. Energy Related Devices, Inc., Hockaday Robert G., Turner Patrick S., Bradford Zachary R., DeJohn Marc D., Navas Carlos J., Uhrich Wade F., Vaz Heathcliff L., Vaul Luke L. №09/870777; Заявл. 01.06.2001; Оpubл. 11.10.2005; НПК 429/53. Англ.

Патентуется устройство каталитич. фильтра, обеспечивающего возможность рекомбинации H₂ и O₂, образующихся при работе герметичного аккумулятора (напр., никель-металлгидридного), а также сброс избыточного водорода в атмосферу. Благодаря использованию фильтра предотвращается избыточное повышение внутреннего давления и сохраняется содержание H₂O (продукт рекомбинации указанных газов) в системе. Принципиально фильтр состоит из внутреннего каталитически активного и внешнего (обращенного к атмосфере) водородопроницаемого слоев. Проницаемый для газов каталитически активный слой содержит катализатор на основе переходных металлов (Pt, Pd, Ru и др.) обеспечивающий протекание процесса рекомбинации. Водородопроницаемый слой представляет собой селективную мембрану на основе водородопроницаемых металлов и сплавов (Pd, Pd-Ag, LaNi₅, ZrMn₂ и др.). Обсуждается конструкция и способ изготовления фильтра.

36.МБ.180П. Мембрана, используемая в топливном элементе и способ ее получения. Membran, insbesondere für eine Verwendung in einer Brennstoffzelle und Verfahren zu ihrer Herstellung: Заявка 102004009396 Германия, МПК⁷ F 16 J 3/02,

Н 01 М 8/02, С 08 J 5/22. Schuster Robert H. №102004009396.2; Заявл. 24.02.2004; Оpubл. 08.09.2005. Нем.

Патентуется мембрана для ТЭ. Мембрана состоит из органич. полимера и вещества с протонной проводимостью. Протонпроводящее вещество измельчено до наночастиц. Форма этих частиц близка к сферической. Частицы образуют протонпроводящие цепочки внутри полимера. Мембрана получается механически прочной, протонпроводящей и термически стойкой, т. е. имеет свойства, необходимые для электролита в ТЭ.

36.МБ.181П. Способ получения ионопроводящих полиэлектролитных мембран. Ion conductive polymer electrolyte membrane and production method for the same: Заявка 1615286 ЕПВ, МПК⁸ Н 01 М 8/10, Н 01 М 10/40. Polymatech Co., Ltd. Shimoyama Naoyuki, Saitoh Fumio, Kimura Toru, Tobita Masayuki. №05014543.2; Заявл. 05.07.2005; Оpubл. 11.01.2006. Англ. Полиэлектролитные мембраны, обладающие ионной проводимостью, получают на основе композитов, включающих кристаллич. полимеры, в качестве которых используют полибензоксазолы, полибензтиазолы и полибензимидазолы. Пример (г). 39,06 полифосфорной кислоты, 11,52 пентоксида фосфора, 6,39 4,6-диаминорезорциндигидрохлорида и 8,05, 2-сульфотерефталевой кислоты смешивают в токе N₂ при 70° в течение 0,5 ч, 3 ч при 120°, 10 ч при 130°, 10 ч при 165° и 15 ч при 190° до образования раствора сульфобензоксазола, обладающего оптич. анизотропией. 25%-ный раствор продукта в полифосфорной кислоте помещают в виде тонкой пленки между электродами в магнитном поле и проводят обработку продукта при 100° и магн. поле 5-10 Т до образования полиэлектролитной ориентированной структуры мембраны.

36.МБ.182П. Прокладки, образующие каналы течения в мембранных фильтрационных модулях. Feed spacers for filtration membrane modules: Пат. 6989097 США, МПК⁸ В 01 D 29/07. Nat. Research Council of Canada, Karode Sandeep K., Kumar Ashwani. №10/438993; Заявл. 16.05.2003; Оpubл. 24.01.2006; НПК 210/493.4. Англ.

Описывается новая форма пучков прядей, разделяющих слои свернутых спирально мембранных модулей для фильтрования с перекрестным течением. Пряжи в рядах параллельны друг друга, а ряды прядей налагаются и скрепляются друг с другом под углом между собой и к продольной оси мембранного модуля. Поперечные сечения прядей имеют вогнутую форму, что способствует лучшему перемешиванию объема жидкости с элементом жидкости, смежным с поверхностью Мб, что позволяет сохранять поверхность Мб относительно чистой.

36.МБ.183П. Установка для биоочистки сточных вод с мембранным фильтрованием. Klaranlage mit Membranmodul-Filterung: Заявка 1629881 ЕПВ, МПК⁸ В 01 D 63/08. Baumann Markus. Howener Jens. №04018101.8; Заявл. 29.07.2004; Оpubл. 01.03.2006. Нем.

Установка предназначена для очистки СВ различного происхождения с разделением иловой смеси на мембранах. В соответствии со способом установка имеет прямоугольный корпус, разделенный на приемную и реакторную камеры (РК). На дне РК установлен прямоугольный короб, в его крышке зафиксиро-

рован пакет из плоских мембран (в вертикальном положении) с небольшим расстоянием между мембранами, дно короба занимает набор пневмодиспергаторов. Через крышку короба с левой (по схеме) стороны проходит труба, через которую под мембраны насосом подается СВ, с противоположной правой по схеме части у дна короба имеется щель. При работе аэраторов и насоса через щель в короб подсасывается иловая смесь, при этом образуется водовоздушная смесь, которая проходит через блок мембран, таким образом с их поверхности удаляются отложения, а в РК формируется контур рециркуляции иловой смеси.

36.МБ.184П. Способ и устройство для очистки сточных вод фильтрованием. Filtereinrichtung und Verfahren zum Klären von verschmutzten Flüssigkeiten: Заявка 102004063879 Германия, МПК⁸ В 01 D 33/50, В 01 D 33/48. Hans Huber AG Maschinen- und Anlagenbau. Hackner Torsten. № 102004063879.9; Заявл. 03.12.2004; Оpubл. 08.06.2006. Нем. Способ предназначен для очистки СВ в процессе мембранного фильтрования. В соответствии со способом устройство представляет собой ротор с горизонтальной осью вращения, который полностью погружен в емкость с исходными СВ. На полом валу ротора размещены в данном случае 7 дисков, образованных набором из 8 фильтрующих элементов, каждый из них имеет вид кругового сектора с двумя фильтрующими поверхностями, объем между ними связан с объемом полого вала, внешняя часть этих секторов образует дисковую окружность. Полость ротора соответственно объема фильтрующих элементов вакуумируются с целью удаления фильтра, при вращении ротора отложения удаляются с поверхности мембраны.

36.МБ.185П. Отрицательно заряженная мембрана. Negatively charged membrane: Пат. 7132049 США, МПК⁸ В 01 D 39/00. Pall Corp., Hou Chung-Jen, Konstantin Peter, Yang Yujing. №11/037356; Заявл. 19.01.2005; Оpubл. 07.11.2006; НПК 210/500.35. Англ.

Патентуют элемент для обработки жидкости. Элемент включает множество отрицательно заряженных микропористых мембран, каждая из которых содержит пористый субстрат и перекрестношпите покрытие, содержащее пendantsкие отрицательно заряженные группы, где перекрестношпите покрытие получено при полимеризации состава, содержащего ненасыщенный мономер 1 с отрицательно заряженной группой (сульфоновой или COOH-) и гидрофильный ненасыщенный мономер. В качестве мономера 1 используют N-гидроксиалкил- или N-алкоксиалкилакриламид. Мембраны используют в ионообменной хроматографии, например при разделении и очистке положительно заряженных частиц, таких как белки.

36.МБ.186П. Способ очистки макромолекулярных углеводов или их производных. Verfahren zur reinigung von mit makromolekularen kohlehydraten und/oder deren abbauprodukten verunreinigten aggregaten: Пат. 413708 Австрия, МПК⁷ D 01 D 4/04, В 01 D 65/02. Lenzing AG. №2048/2003; Заявл. 18.12.2003; Оpubл. 15.05.2006. Англ.

Для очистки углеводов используют обработку периодатами и фильтрование или ультрафильтрацию с использованием мембран из щелочной геми-Ц и обработку энзимами в щел. среде.

36.МБ.187П. Мембраны из изоморфно замещенных молекулярных сит. Isomorphously substituted molecular sieve membranes: Пат. 7074734 США, МПК⁷ В 01 J 29/06. The Regents of The Univ. of Colorado, Vu Tuan Anh, Noble Richard D., Falconer John L. №10/868553; Заявл. 15.06.2004; Оpubл. 11.07.2006; НПК 502/4. Англ.

Патентуется способ изготовления высокоселективной цеолитной мембраны, эффективной в качестве катализатора. Способ заключается в контактировании пористой подложки в виде контейнера с гелем, содержащим S/O₂, структурообразователь и источник Al³⁺, Ge⁴⁺, Fe³⁺, Ga³⁺ и/или B³⁺ (по крайней мере один из Al(i-C₃H₇O)₃, Ge(C₂H₅O)₄, Fe(NO₃)₃ и B(OH)₃). В качестве шаблона структуры используется гидроксид или бромид тетрапропил-, тетрабутил или тетраэтиламония. Далее следуют нагрев, прокалывание при ~403~469 К промывка и сушка образовавшегося цеолитного слоя составом [(y₁T₁y₂T₂y₃T₃...)O₂(y₁+y₂+y₃...)], где T₁ - тетраэдрально координированный S₁, T₂ и T₃ - тетраэдрально координированные B, Ge, Ga и/или Fe и Al соотв.; y₁₋₃ - стехиометрич. коэффициенты; T₁:T₂=~12~600.

36.МБ.188П. Система топливных элементов. Fuel cell system: Пат. 7033689 США, МПК⁷ Н 01 М 8/04. Nissan Motor Co., Ltd., Masatoshi Iio. №10/182898; Заявл. 15.03.2002; Оpubл. 25.04.2006; Приор. 21.03.2001, №2001-080122(Япония); НПК 429/25. Англ.

Патентуется система ТЭ для автомобиля, которая обеспечивает эффективный перенос влаги из отсасываемого воздуха в подаваемый. Система включает ТЭ, производящий электричество за счет взаимодействия между воздухом и газом, обогащенным Н₂ и устройство для подачи сжатого воздуха в ТЭ и влагообменник, который удаляет влагу из отсасываемого на катоде газа разряжаемого ТЭ и переносит влагу в подаваемый воздух до его сжатия. Поскольку влагообменник эффективно переносит влагу, возможно снизить размеры радиатора для охлаждения воды и конденсатора, что позволяет снизить вес и размер системы ТЭ. Приведены схемы системы ТЭ по патенту; влагообменников с водопроницаемой мембраной (МБ); и МБ, удерживающей воду, с охлаждающим слоем, с пористым металлом, а также схемы системы ТЭ, реализуемые в 4 различных вариантах, и т. д.

36.МБ.189П. Протон - обменная композиционная мембрана для топливного элемента и способ ее изготовления. Proton exchange composite membranes, composite solutions, and method for manufacturing and fuel cell using the same: Пат. 7029559 США, МПК⁸ С 25 В 13/00. Korea Inst. of Science Technology, Won Jongok, Kang Yong Soo, Oh In-Hwan, Ha Heung Yong, Choi Sangwook, Choun Jee Won, Jung Bum-Suk. №10/228778; Заявл. 27.08.2002; Оpubл. 18.04.2006; Приор. 04.09.2001, №2001-54158(Корея Республика); НПК 204/296. Англ.

Патентуется ионообменная композиционная мембрана, изготовленная из природной тонкодиспергированной глины. Тонкодиспергированная глина вносится в полимерную пленку с ионной проводимостью; глина служит барьерным материалом

для метанола. Мембрана проявляет низкую величину кроссовера и высокую протонную проводимость. По своим характеристикам полученная мембрана может с успехом применяться в ТЭ с прямым использованием метанола. Патентуемая мембрана имеет сравнительно низкую стоимость.

36.МБ.190П. Гены *Corynebacterium glutamicum*, кодирующие белки, участвующие в синтезе мембран и мембранном транспорте: Пат. 2005120503/13 Россия, МПК⁷ С 12 N 15/31. Басф Акциенгезелльшафт. *Помпейус Маркус, Крегер Буркхард, Шредер Хартвиг, Цельдер Оскар, Хабержауер Грегор*; Заявл. 01.07.2005; Оpubл. 10.01.2007. Рус.

Выделена молекула нуклеиновой кислоты *Corynebacterium glutamicum*, кодирующая полипептид, содержащий аминокислотную последовательность, выбранную из группы последовательностей с четными номерами SEQ ID NO:4-676.

36.МБ.191П. Протонные мембраны для электромеханического применения. Proton conductive membrane for electromechanical applications: Пат. 7101637 США, МПК⁸ Н 01 М 8/10. GKSS-Forschungszentrum Gees, Jakoby Kai, Pereira Nunes, Reinemann Klaus-Victor. №10/303071; Заявл. 23.11.2002; Оpubл. 05.09.2006; НПК 429/30. Англ.

Протонные мембраны для электромех. применения формуют из ароматич. полимеров с ковалентно присоединенными к ароматич. циклам группам фосфорной и сульфокислот. Мембраны используют для изготовления топливных элементов.

36.МБ.192П. Микронасос для перекачивания малых объемов жидкостей в режиме нагнетания-всасывания. Mikropumpe zur Forderung von Flussigkeiten mit niedrigen Forderraten im Druck/Saug-Betrieb: Заявка 102004042578 Германия, МПК⁷ А 04 И 43/06. Roche Diagnostics GmbH. *Hartig Herbert, Schierenbeck Sigrun*. Patentanwalte Isenbruck Bosl Horschler Wichmann Huhn, 68165 Mannheim. №102004042578.7; Заявл. 02.09.2004; Оpubл. 23.03.2006. Нем.

Предлагается микронасос для перекачивания малых объемов жидкостей в режиме нагнетания-всасывания, отличающийся от известных возможностью работы в названном режиме, определенной регулируемостью, малыми размерами и издержками изготовления. Корпус насоса состоит из трех параллельных плит, расположенных друг над другом. В первой (сверху) плоскости разъема расположена изогнутая проницаемая мембрана, во второй - плоская мембрана, проницаемая для паров и непроницаемая для воды. Под плоской мембраной располагается буферная полость с дозируемой жидкостью с добавкой кристаллов насыщенной соли, напр. NH₄Cl. Описаны другие подробности конструкции и работы насоса. Ил. 4.

36.МБ.193П. Электронный датчик уровня. Electronic level gauge: Пат. 7000468 США, МПК⁷ G 01 F 23/00. Bunn-O-Matic Corp., Doorhy Brendan, Pelland Michael, Pelland Corey, Alling Jon. №10/817078; Заявл. 02.04.2004; Оpubл. 21.02.2006; НПК 73/301. Англ.

Датчик для измерения уровня жидкости в раздаточном устройстве жидкости содержит входной патрубок для подвода жидкости и контрольный клапан, соединенный с входным патрубком. Контрольный клапан содержит мембрану для про-

хода воздуха. В гидравлическом соединении с контрольным клапаном находится датчик давления. Датчик для измерения уровня может быть использован в соединении с устройством для разлива напитков. Ил. 11.

36.МБ.194П. Проводящие ионы полимеры. Ion conducting polymers: Пат. 7074867 США, МПК⁸ С 08 F 118/02, С 08 D 249/08. Agency for Science, Technology and Research, Gan Leong Ming, Chow Pei Yong. №10/719667; Заявл. 21.11.2003; Оpubл. 11.07.2006; НПК 526/319. Англ.

Проводящие ионы мембраны получают сополимеризацией ПАВ с сополимеризуемыми мономерами в микроэмульсии, содержащей (%) 15-50 воды, 10-50 сополимеризуемых ПАВ формулы $^{\circ}O_3SR^1V^1R^2OOC(R^3)=C(R^4)R^5$ и 5-40 сополимеризуемых мономеров. В приведенной формуле R¹ - углеводородные радикал C₅₋₉, R² - углеводородные радикал C₁₋₁₀, V¹ - (не)насыщенные моно- или бициклич. радикалы C₅₋₉ с >2 атомами N в циклах, R³-R⁵ - H, алкил, возможно замещенный.

36.МБ.195П. Пористые и непористые субстраты с покрытием из полимерных композиций, содержащих гидрофильные функциональные группы, и их получение. Porous or non-porous substrate coated with a polymeric composition having hydrophilic functional groups and process: Пат. 7112363 США, МПК⁸ В 32 В 5/18, В 32 В 27/26. Entegris, Inc., Moya Wilson. №10/203269; Заявл. 31.01.2001; Оpubл. 26.09.2006; НПК 428/304.4. Англ.

Полимерные композиции, содержащие гидрофильные функциональные группы и наносимые на пористые и непористые субстраты, например при изготовлении пористых мембранных фильтров, содержат в качестве основного компонента сшиваемые фторуглеводороды с функциональными группами (сульфогалогенидные, карбонилгалогенидные), присоединенными к фторуглеводородным макромолекулам.

36.МБ.196П. Способы и системы для беспроводного измерения и мембрана разового применения для измерения давления. Disposable pressure diaphragm and wireless sensor systems and methods: Пат. 7017416 США, МПК⁷ G 01 L 11/00. Honeywell International, Inc., Liu James Z., Cook James D., Dierauer Peter P. №10/972260; Заявл. 22.10.2004; Оpubл. 28.03.2006; НПК 73/702. Англ.

Система для беспроводного измерения давления содержит мембрану разового применения, которая соединяется с одной или больше измерительными головками повторного применения с использованием поверхностной волны. Измерительная головка соединяется с антенной для беспроводного приема и передачи сигналов, которые возбуждает головка, только тогда, когда головка находится в контакте с мембраной, реагирующей на давление. Электронные устройства производят опрос измерительной головки. Один или больше сигналов могут быть беспроводно отправлены на электронные устройства для возбуждения поверхностной волны в измерительной головке при измерении давления. Ил. 4.

36.МБ.197П. Мембраны из изоморфно замещенных молекулярных сит. Isomorphously substituted molecular sieve membranes: Пат. 7074734 США, МПК⁷ В 01 J 29/06. The Regents of

The Univ. of Colorado, Vu Tuan Anh, Noble Richard D., Falconer John L. №10/868553; Заявл. 15.06.2004; Оpubл. 11.07.2006; НПК 502/4. Англ.

Патентуется способ изготовления высокоселективной цеолитной мембраны, эффективной в качестве катализатора. Способ заключается в контактировании пористой подложки в виде контейнера с гелем, содержащим S/O₂, структурообразователь и источник Al³⁺, Ge⁴⁺, Fe³⁺, Ga³⁺ и/или B³⁺ (по крайней мере один из Al(i-C₃H₇O)₃, Ge(C₂H₅O)₄, Fe(NO₃)₃ и B(OH)₃). В качестве шаблона структуры используется гидроксид или бромид тетрапропил-, тетрабутил или тетраэтиламмония. Далее следуют нагрев, прокаливание при ~403~469 К промывка и сушка образовавшегося цеолитного слоя составом [(y₁T₁y₂T₂y₃T₃...O₂(y₁+y₂+y₃...)], где T₁ - тетраэдрально координированный Si, T₂ и T₃ - тетраэдрально координированные B, Ge, Ga и/или Fe и Al соотв.; y₁₋₃ - стехиометрич. коэффициенты; T₁:T₂=~12~600.

36.МБ.198П. Способ получения этилового спирта. Method for obtaining ethanol: Пат. 7122709 США, МПК⁷ С 07 С 29/86, С 07 С 27/74. 3M Innovative Properties Co., Fanselow Dan L., Mrozinski James S., Johnson Todd W., Lakshmi Brinda B. № 10/387697; Заявл. 13.03.2003; Оpubл. 17.10.2006; НПК 568/918. Англ.

Патентуется способ высокоэффективного получения этилового спирта из исходного раствора, предусматривающий следующие этапы: подготовку исходного раствора, содержащего воду и этанол; подготовку экстрагента, не смешивающегося с исходным раствором и содержащим смесь ≥1 алкана и ≥1 алифатического спирта, в формуле которого остатки R¹, R², R³, R⁴, R⁵ и R⁷ независимо представлены H или алкильной группой с прямой цепью, включающей 1-4 атома C; R⁶ - это алкильная группа с прямой цепью, содержащей 1-4 атома C; взятые вместе остатки R³ и R⁶ представляют алкиленовую группу с 1-4 атомами C; обеспечение контакта экстрагента с исходным раствором; по крайней мере, частичное удаление этилового спирта из экстрагента путем выпаривания, перегонки или диффузионного испарения. Один из вариантов осуществления способа предусматривает использование микропористой мембраны для более легкого экстрагирования этилового спирта из исходного раствора.

36.МБ.199П. Опто-химическая сенсорная мембрана и способ ее изготовления. Optochemische Sensormembran und Verfahren zur Herstellung: Заявка 102005013198 Германия, МПК⁸ G 01 N 21/64. BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, 12205 Berlin, DE. Dantan N., Kohlhoff H., Hohse M. №102005013198.0; Заявл. 16.03.2005; Оpubл. 28.09.2006. Нем.

Изобретение относится к опто-химическим сенсорам для определения соединений в растворах. Предложен сенсор в конфигурации опто-химической мембраны из полимерного материала, на которую нанесен гомогенный слой порошкового сорбционного материала типа Амберлит XAD 4, с находящимся в его структуре цветным индикатором для определения pH. При погружении мембраны в исследуемый раствор происходит избирательная твердофазная экстракция исследуемых

соединений, что приводит к измерению характеристик индикатора например его цвета, зависящего от концентрации раствора. Описан способ изготовления сенсора указанной конфигурации.

36.МБ.200П. Способ определения ионной проводимости мембран и/или полимерных пленок. Verfahren zur estimation der Ionenpermeabilitat von Membranen und/oder Poolymerfilmen: Заявка 102004057570 Германия, МПК⁸ G 01 N 27/333. Heinze P. №102004057570.3; Заявл. 30.11.2004; Оpubл. 14.06.2006. Нем.

Изобретение относится к способам контроля ионпроводящих мембран или пленок, используемым в электрохимических ячейках. Предложен метод точного определения количества ионов, например OH ионов, проходящих через исследуемую мембрану. Он основан на использовании специальной электролитической ячейки, состоящей из двух стеклянных цилиндров - катодного и анодного, разделенных исследуемой мембраной. Ячейка заполнена водой. С помощью индикатора pH измеряют концентрацию ионов OH в катодной области до и после проведения электрохимического процесса в течении длительного времени (~100 час). Эти данные используют в специальной формуле для оценки ионной проводимости.

36.МБ.201П. Способ обработки сточных вод, содержащих кислоты. Verfahren zur behandlung saurehaltiger abwasser: Пат. 413697 Австрия, МПК⁷ С 02 F 1/66. Andritz AG. Starcevic Jovan. №A1755/2001; Заявл. 07.11.2001; Оpubл. 15.05.2006. Нем.

Способ предназначен для очистки СВ, образующихся в процессах гальванопроизводства, в частности это промывные СВ и отработанные травильные растворы. Указывается, что традиционно для обработки таких СВ используется известь, с последующим фильтрованием осадка, однако при этом в нем остаются металлы, а нитраты уходят с отработанными СВ в канализацию. Предлагается метод, в соответствии с которым в СВ дозируется раствор аммиака, при этом происходит связывание кислот (например, соляная или азотная кислоты), затем образовавшийся раствор выпаривается при пониженном давлении или обрабатывается на мембранах, а отделенный концентрат регенерируется с возвратом кислот и металлов.

36.МБ.202П. [Способ и устройство для аэрирования]. Einrichtung zum Befestigen einer Perforierten Belufter-Membran: Пат. 413380 Австрия, МПК⁷ С 02 F 3/20. Meyer Udo. №A936/2004; Заявл. 28.05.2004; Оpubл. 15.02.2006. Нем.

Способ предназначен для аэрирования иловой смеси в аэротенках. В соответствии со способом устройство включает 2 основных элемента, это несущее основание и фиксирующаяся в нем пористая мембрана, предназначенная для диспергирования аэрирующего воздуха. Основание имеет в плане вид вытянутого прямоугольника, обладающего некоторой выпуклостью, под основанием находится кольцевой канал, в его верхней части выполнены сверления, выходящие на поверхность основания, воздух подается в канал и выходит в объем между основанием и мембраной. На противоположных сторонах поверхности основания выполнены по всей длине пазы, в

которых крепятся края мембраны посредством упругих полимерных шнуров.

36.МБ.203П. Способ концентрирования метана при сбраживании осадков сточных вод. Method for concentrating methane from sewage sludge and methane storage equipment: Заявка 1647531 ЕПВ, МПК⁷ C 02 F 11/04. NGK Insulators, Ltd, Fujita Shoichi, Himeno Shuji. *Suzuki Kenji*. №05256330.1; Заявл. 12.10.2005; Оpubл. 19.04.2006. Англ.

Указывается, что при сбраживании осадков, образующихся при очистке СВ, выделяется биогаз, во многих случаях его утилизация по мере выделения не является целесообразной. Поскольку биогаз помимо метана содержит CO₂, предлагается удалять его, а метан подавать в накопители под давлением, они содержат сорбенты, (в частности, это могут быть акт. угли определенных марок), которые концентрируют и накапливают метан. Отделение CO₂ производится на мембранах, выполненных на базе цеолитов, в данном случае они имеют преимущества перед полимерными. Биогаз из метантенка подается на мембраны насосом при давлении от 0,5 до 3,5 МПа, CO₂ через мембрану уходит в атмосферу, а метан под давлением передается в накопители.

36.МБ.204П. Керамический фильтр. Ceramic filter: Заявка 1607131 ЕПВ, МПК⁷ В 01 D 39/20, В 01 D 46/00. NGK Insulators, Ltd. *Yamada Tomohiro*. №04722038.9; Заявл. 19.03.2004; Оpubл. 21.12.2005. Англ.

Предлагается керамич. фильтр, включающий пористое тело и фильтрац. мембраны, при этом на поперечном сечении, перпендикулярном направлению потока жидкости, которая должна быть очищена, или уже очищена, наблюдается множество основных каналов различной формы, выравненных в ряды по определенной схеме (схема приводится). Поперечное сечение первого специфич. основного канала имеет форму семиугольника с внутренними углами θ_1 , θ_2 , θ_3 и θ_4 в интервале 110-160° и размерами А и В, удовлетворяющими соотношению $0,3 \leq A \leq 0,7$ В. В результате увеличивается производительность без возникновения дефектов, таких как трещины в фильтрац. мембранах.

36.МБ.205П. Структуры, содержащие углеродные нанотрубки, методы их изготовления и процессы с их использованием. Carbon nanotube-containing structures, methods of making, and processes using same: Пат. 6824689 США, МПК⁷ В 01 D 15/00. Battelle Memorial Ins., Wang Yong, Chin Ya-Huei, Gao Yufei, Aardahl Christopher L., Stewart Terri L. № 10/036332; Заявл. 24.12.2001; Оpubл. 30.11.2004; НПК 210/660. Англ.

Патентуется структура, представляющая из себя монолит и имеющая объем сквозных пор 30-95%, из которых 20% приходится на поры размером 0,1-300 мкм. Структура состоит из основы (пена, войлок, сетка или мембрана), в объеме пор размером 1 мкм которой расположены нанотрубки. Структура пригодна для ад-, десорбции H₂ методом резкого изменения температуры или давления и отделения моновалентных ионов от Cl⁻ в воде. В первом случае между основой и трубками предусмотрен слой из мезопористого SiO₂, во втором - он же и слой из электроактивного полимера.

36.МБ.206П. Смешанные матричные мембраны, [содержащие диспергированные частицы] молекулярных сит низкого соотношения диоксида кремния к оксиду алюминия, и способы их приготовления и использования. Mixed matrix membranes with low silica-to-alumina ratio molecular sieves and methods for making and using the membranes: Пат. 7138006 США, МПК⁷ В 01 D 53/22. Chevron U.S.A. Inc., Miller Stephen J., Kuperman Alexander, Vu De Q. №10/745976; Заявл. 14.12.2003; Оpubл. 21.11.2006; НПК 95/45. Англ.

Патентуемые смешанные матричные мембраны (СМБ) состоят из полимерной пленки, в которой диспергированы частицы молекулярных сит (МС), имеющие соотношение SiO₂:Al₂O₃ ≤ 0,5 (или без SiO₂). Приготовление СМБ включает следующие стадии: растворение полимерного материала (полиэфиримида или полиимида) в органическом растворителе, смешивание раствора полимера с частицами МС (напр., в УЗ-смесителе), нанесение вязкой смеси на подложку (стекло) в виде пленки и упаривание растворителя. В качестве МС используют приготовленные частицы алюмофосфатов или кремний-алюмофосфатов. Способы приготовления полимерных пленок и СМ приведены в примерах. Приготовленные СМБ используют для селективного разделения газовых смесей (например, CO₂-CH₄, CO₂-N₂, O₂-N₂, CO-CH₄ и др.). Размеры пор СМ (≤ 3,8 А), частиц СМ (≤ 2 мкм) и толщины СМБ могут варьироваться в зависимости от состава разделяемых газовых смесей. Разделение газовых смесей проводят на установке, схема которой представлена в патенте.

36.МБ.207П. Способ электроосаждения покрытий сплавом никель-хром: Пат. 2292409 Россия, МПК⁷ С 25 D 5/00, С 25 D 3/56. Пензен. Гос. Ун-т. *Виноградов С.Н., Сиденкова О.К.* № 2005134456/02; Заявл. 07.11.2005; Оpubл. 27.01.2007. Рус.

Патентуется способ электроосаждения покрытий (ПК) сплавом Ni-Cr, включающий электролиз водного раствора сульфата никеля, аминокислотной кислоты, отличающийся тем, что электролит дополнительно содержит хромокалиевые квасцы, 1,4 бутиндиол, сахарин, борную кислоту, сульфат аммония, рН электролита поддерживают в пределах 2-5, а нерастворимый свинцовый анод помещают в дополнительную анодную ячейку с раствором H₂SO₄ и разделительной анионообменной мембраной МА-40. Выведенные однофакторные полиномиальные уравнения зависимости состава сплава от концентрации Cr³⁺ в электролите, плотности тока, температуры и рН электролита, а также четырехфакторное уравнение регрессии служит для автоматич. поддержания и регулирования состава сплава, следовательно, и свойств гальванич. ПК Ni-Cr при осаждении их на автоматизированных линиях. Оптимальными режимами электролиза для получения блестящих ПК являются: плотность тока 4-6 А/дм², 40-60°С, рН 4-5. Предложенный способ позволяет стабилизировать состав электролита, получать блестящие ПК, повысить буферные свойства электролита и увеличить рН гидратообразования Cr³⁺.

36.МБ.208П. Усовершенствованные погруженные мембранные модули, системы и процесс. Advanced submerged membrane modules, systems and processes: Пат. 7122121 США,

МПК⁷ В 01 D 63/16. Ji Jiang. №10/857531; Заявл. 28.05.2004; Оpubл. 17.10.2006; НПК 210/321.67. Англ.

Патентуют погруженные мембранные модули, системы и процесс, которые пригодны для разделения жидкостей, в качестве биореакторов и для очистки воды. Мембранная система включает множество мембранных модулей, прикрепленных к верхнему с круговой проницаемому водосборнику, верхний водосборник подвижно присоединен к шестерне, приводимой в движение мотором по спиральной траектории при колебательных движениях, имеющих круговое движение в 360° в горизонтальной плоскости при линейном движении в вертикальном направлении. Мембранные модули погружены в емкость с водой. Каждый мембранный модуль содержит множество полых волокон или плоскую оболочку мембраны. В системе присутствует аэратор, который генерирует пузырьки воздуха и обеспечивает поток вдоль модулей мембраны.

36.МБ.209П. Фармацевтические составы с длительным высвобождением гидрофильных соединений для парентерального применения. Sustained release pharmaceutical compositions for the parenteral administration of hydrophilic compounds: Пат. 7157099 США, МПК⁷ А 61 К 9/127. Italfarmaco S. p. A., Autuori Francesco, Bianchini Carlo, Bottoni Giuseppe, Leoni Flavio, Mascagni Paolo, Monzani Valmen, Piccolo Oreste. №10/258.616; Заявл. 23.05.2001; Оpubл. 02.01.2007; НПК 424/450. Англ.

Патентуются микроэмульсия типа В/М, содержащая до 20% внутренней водной фазы с рН 4,5-7,5, включающей гидрофильные активные соединения, 30-98% гидрофобной внешней фазы, выбранный из эфиров C₈-C₂₀ (не)насыщенных карбоновых кислот с C₂-C₈ разветвленными или линейными спиртовыми остатками, или моно-, ди- и триглицеридов C₈-C₂₀ жирных кислот, и до 50% ПАВ на основе природных или синтетических глицерофосфолипидов, содержащих остатки холина, этаноламина, серина, глицерина в смеси с ко-ПАВ, выбранными из C₈-C₂₀ жирных кислот или C₂-C₁₂ спиртов при соотношении ПАВ/ко-ПАВ ≥ 2. В качестве биоактивных соединений микроэмульсии содержат пептиды, белки, гормоны, олиго- или полисахариды, в том числе, леупролида ацетат, гозеролин, трипторелин, нафарелин, гистрелин, центропеликс и др., которые подавляют продукцию тестостерона после однократного применения в течение 30 суток и снижают уровень тестостерона в течение 48 часов после применения. Пример получения состава. 350 мг леупролида ацетата растворяют в 10 мл стерильной воды, добавляют 200 мг лизина, к полученной водной фазе добавляют масляную фазу, содержащую смесь 60 г этилолеата, 25 г лецитина сои, 5 г каприловой кислоты, нагретую при 60-70° и охлажденную до 20°, фазы гомогенизируют, фильтруют через стерильные мембраны и получают микроэмульсию с содержанием леупролида ацетата 3 мг/мл.

36.МБ.210П. Препарат медицинского применения. Medizinisch anwendbare Praparate: Заявка 102005008994 Германия, МПК⁷ А 61 К 38/00, А 61 Р 35/00. Radulescu Razvan Tudor. №102005008994.1; Заявл. 28.02.2005; Оpubл. 31.08.2006. Нем.

Предлагается медицинский препарат полипептидов фузии, включая инсулин и пептид пенетрации через клеточную мембрану, пептидный фрагмент иммуноглобулинов и пептид пенетрации через клеточную мембрану, комбинированный препарат цинка и стероидных гормонов и гормонов щитовидной железы. Предлагается применение препарата для диагностики и/или различных заболеваний, при диабете, инфекционных заболеваниях, раковых заболеваниях, гипотиреозе. Препарат предназначен для перорального введения.

36.МБ.211П. Способ получения полимерной мембраны. Verfahren zur Herstellung einer Polymermembran sowie Polymermembran: Заявка 102005011544 Германия, МПК⁷ С 08 J 5/22. GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH. Fritsch Detlev, Bengtson Gisela, Ebert Katrin, Koll Joachim, Merten Petra. №102005011544.6; Заявл. 10.03.2005; Оpubл. 14.09.2006. Нем.

Для изготовления мембраны используемой при рафинировании пищ. растительных масле или в каталитич. процессах используют раствор, содержащий полимер (полиамид, полисульфон, полиакрилонитрил, полиимид, полиэтиленоксид и др.), а также пористый наполнитель (оксиды Al, Ti, Zn, Sn). Мембрана имеет пропускную способность более 200 л/м²×ч при 60°.

36.МБ.212П. Способ хранения скоропортящихся продуктов. Verfahren zum Aufbewahren verderblicher Guter: Заявка 102005011925 Германия, МПК⁷ А 23 L 3/3418, А 23 В 7/148. Levy Wolfgang. №102005011925.5; Заявл. 14.03.2005; Оpubл. 29.09.2005. Нем.

Предложен способ хранения скоропортящихся продуктов, прежде всего растительных продуктов, при котором их помещают в приемное отделение, в которое подают с помощью специального устройства инертный газ, причем в этом устройстве происходит поступление азота из засасываемого окружающего воздуха с помощью разделительной керамической мембраны из силиконового каучука и выделенный азот применяется в качестве инертного газа, подаваемого в приемное отделение.

36.МБ.213П. Снабженный фильтром наконечник для микропипетки. Filterpipettenspitze: Заявка 102005005437 Германия, МПК⁷ В 01 L 3/02. Eppendorf AG. Ziegmann C., Reimann T. №102005005437.4; Заявл. 05.02.2005; Оpubл. 10.08.2006. Нем.

Предложена конструкция наконечника для поршневой микропипетки, в верхней части которой расположен фильтрующий элемент в виде пористой мембраны с выбранными размерами пор. Такой фильтр предотвращает попадание механических частиц во внутренние элементы микропипетки.

36.МБ.214П. [Обессоливание морской воды]. Fully integrated NF-thermal seawater desalination process and equipment therefor: Заявка 1614660 ЕПВ, МПК⁷ С 02 F 1/44. Saline Water Conversion Corp. Hassan Ata M. №044255008; Заявл. 09.07.2004; Оpubл. 11.01.2006. Англ.

Патентуется способ обессоливания морской воды с использованием последовательно включенных ступеней нанофилтра-

ции (НФ) и обратного осмоса (ОО); это обеспечивает более высокую эффективность удаления солей при более низких энергозатратах, при этом мембраны ОО в значительной мере защищаются от отложений. Приводится ряд вариантов реализации, в основном варианте исходная вода подается на 2 параллельно включенных модуля НФ, при этом фильтрат переходит в ступень ОО, а концентрат фильтруется еще на одном модуле НФ и полученный фильтрат также передается в ступень ОО. Структура ступени ОО полностью аналогична. Фильтрат из двух параллельных модулей выводится как конечный продукт, концентрат фильтруется через еще один модуль ОО и соединяется с потоком отводимого фильтрата.

36.МБ.215П. Сепаратор физически и химически эмульгированных в воде углеводородов в трюмных водах. Physically and chemically emulsified hydrocarbon water separator for ships' bilges: Заявка 1674141 ЕПВ, МПК⁷ В 01 D 17/025, В 01 D 61/20. Facet Iberica, S.A. *Vasquez Perez, Camilo, Saavedra Pereira Jose.* №05380072.8; Заявл. 14.04.2005; Опубл. 28.06.2006. Англ.

Описывается оборудование, сочетающее узел гравиметрической сепарации свободных углеводородов и узел сепарации через деэмульгирующую мембрану с перекрестным течением. Первый узел включает пакет коалесцирующих пластин "Facet Mpack", а второй - одну или несколько деэмульгирующих мембран, работающих при низком давлении. При помощи деэмульгирующей мембраны образуются капли углеводорода из капель эмульсии без использования каких-либо химических продуктов. Оборудование используется для сепарации воды от свободных и эмульгированных углеводородов.

36.МБ.216П. Способ отделения кислорода с использованием мембранного реактора для транспорта кислорода. Oxygen separation method utilizing an oxygen transport membrane reactor: Пат. 7118612 США, МПК⁷ В 01 D 53/22. Prazair Technology, Inc., Shreiber Eric Hunter, Van Hassel Bart Antonie, Prasad Ravi. №10/747169; Заявл. 30.12.2003; Опубл. 10.10.2006; НПК 95/54. Англ.

Патентуется способ, осуществляемый сжатием потока, содержащего O₂, его нагреве и введении в реактор с катодной стороны мембраны. Обедненный O₂ поток с анодной стороны направляется в эжектор, из которого он выходит под давлением ниже атмосферного. Результатом наличия эжектора является низкое парциальное давление с анодной стороны мембраны и снижение общих затрат энергии.

36.МБ.217П. Литий-ионный аккумулятор с гелеобразным полимерным электролитом. Polymer-gel lithium ion battery: Пат. 7008722 США, МПК⁷ Н 01 М 6/18, Н 01 М 6/24. Huang Sui-Yang. №10/313056; Заявл. 06.12.2002; Опубл. 07.03.2006; Приор. 10.04.2002, №02108832А(Китай); НПК 429/188. Англ.

Патентуется структура и способ изготовления полимерного литий-ионного аккумулятора, в котором электролит представляет собой гель. Сепаратором в аккумуляторе служит мембрана из микропористого полиолефина (напр., типа "Celgard"). После формирования сборки, состоящей из электродов, разделенных сепаратором, она размещается в прямоугольном полимерном корпусе и герметизируется с трех сторон. После ва-

куумирования (для удаления растворителей, использованных при изготовлении электродов) аккумулятор заполняют раствором полимера (напр., поливинилиден фторид, полиэтиленоксид и т. д.) в органич. растворителе (ацетон, диметилкарбонат и др.). Раствор может также содержать не растворенные, суспендированные частицы полимера с размером <3 мкм. После удаления введенного растворителя вакуумированием, в аккумулятор вводят раствор электролита (напр., раствор LiPF₆ в смеси неводных растворителей) и аккумулятор полностью герметизируется. ДМ создания гелеобразной структуры электролита аккумулятор под внешним давлением выдерживают в течение 5 мин при 98°C. Гелеобразный электролит обеспечивает хорошую адгезию между электродами и сепаратором.

36.МБ.218П. Контроль газов электролиза в системах электроосмотических насосов. Control of electrolysis gases in electroosmotic pump systems: Пат. 7134486 США, МПК⁷ F 28 D 15/00. The Board of Trustees of the Leeland Stanford Junior Univ., Santiago Juan G., Zeng Shulin. №10/272048; Заявл. 16.10.2002; Опубл. 14.11.2006; НПК 165/104.28. Англ.

Патентуются аппаратура и методы, используемые преимущественно для электроосмотич. насосов и обеспечивающие высокое давление и производительность без движения механич. деталей, вызывающего неприемлемый электр. и акустич. шум и снижающего надежность. Эти электроосмотич. насосы изготавливают в основном из материалов и узлов, позволяющих улучшить характеристики, эффективность и снизить вес и стоимость по сравнению с применяемыми в настоящее время микронасосами. Кроме того, патентуемые насосы обеспечивают контроль выброса в атмосферу или повторное улавливание образующихся газов и осаждающихся материалов, увеличивая длительность эксплуатации замкнутой цепи. Газопроницаемая мембрана (МБ) позволяет удалять и выпускать в окружающую среду электролитич. газы, сформированные в жидкостной камере электроосмотич. насоса. Для рекомбинации электролитич. газов рекомендуется использовать катализатор, обеспечивающий получение пара, который можно выпустить или сконденсировать в жидкость. Осмотич. МБ позволяет вернуть полученную жидкость в жидкостную камеру. Показаны на рис. замкнутая цепь системы охлаждения, электроосмотич. насос, структура микроканалов, макротеплообменник и т. д.

36.МБ.219П. Способ нанофильтрационного разделения жидких органических смесей. Пат. 22979975 Россия, МПК⁷ В 82 В 3/00. Ин-т нефтехимического Синтеза РАН. *Волков А.В., Хотимский В.С., Парацук В.В., Стаматилис Димитрис, Весслинг Маттиас, Волков В.В., Платэ Н.А.* №2005126841/28; Заявл. 25.08.2005; Опубл. 27.04.2007. Рус.

Предложен способ нанофильтрационного разделения жидких органических смесей, в частности отделения крупных органических молекул с молекулярной массой выше 600 Дальтон от органических растворителей продавливанием через мембрану, с предварительной подготовкой полоской сплошной мембраны в виде монолитной пленки из политриметилсилилпропина. Предварительно осуществляют подготовку мембраны пропиткой сухой мембраны одноименным растворителем. В качестве

растворителя могут быть использованы спирты и кетоны. Способ обеспечивает высокую проницаемость растворителей с одновременным удерживанием объемных органических соединений.

36.МБ.220П. Одностадийное разделение и этерификация катионной соли карбоксилатов с использованием электродеионизации. Single-stage separation and esterification of cation salt carboxylates using electrodeionization: Пат. 7141154 США, МПК⁷ В 01 D 61/48. UChicago Argonne LLC, Lin YuPo J., Henry Michael, Hestekin Jamie, Snyder Seth W., Martin Edward J. St. №10/794231; Заявл. 05.03.2004; Оpubл. 28.11.2006; НПК 204/524. Англ.

Патентуют метод и аппаратуру для непрерывного получения органического эфира из низшего спирта и органической кислоты. Органическая кислота или соль вводятся (или получают) в реактор для электродной ионизации с множеством реакционных камер, где находится пористая твердая ионообменная смола, прослоенная анионообменными мембранами или анионообменной мембраной и катионообменной мембраной, или анионообменной мембраной и биполярной обменной мембраной. По крайней мере некоторые реакционные камеры являются камерами этерификации и/или камерами биореактора, и/или камерами, содержащими органическую кислоту или соль. Низший спирт в камере этерификации реагирует с анионом с образованием органического эфира и воды, причем отщепляемая вода с ионами удаляется в камере.

36.МБ.221П. Способ получения лекарственной мембраны. Заявка 2005123111/15 Россия, МПК⁷ А 61 К 47/00. ГОУ ВПО "Самарский государственный медицинский университет". Мизина П. Г., Байриков И. М., Решетникова В. П., Фоменко Е. А.; Заявл. 20.07.2005; Оpubл. 27.01.2007. Рус.

Предлагается способ получения лекарственной мембраны, содержащей (мас.%): лекарственный компонент - фурацилин (0,6-0,8); пленкообразователь - хитозан (1,0-5,0); вспомогательные вещества - диметилсульфоксид (12,0-16,0), аэросил (4,0-5,5), уксусная кислота 98%-ная (1,0-4,0) и вода очищенная (до 100,0).

36.МБ.222П. Гидратцеллюлозные ультрафильтрационные мембраны и способ их получения. Cellulosehydrat-Ultrafiltrationsmembranen und Verfahren zu deren Herstellung: Заявка 102004053787 Германия, МПК⁷ В 01 71/10, С 08 D 15/02. Sartorius AG. NuSSbaumer, Dietmar, Horl Hans-Heinrich. №102004053787.9; Заявл. 08.11.2004; Оpubл. 11.05.2006. Нем. Гидратцеллюлозные ультрафильтрационные Мб с повышенной производительностью и селективностью получают температурным ультрафильтрационным Мб на основе ацетатов. Пропионатов, бутиратов, ацетобутиратов Ц, нитро-, метил(этил)целлюлозы в водном растворе с добавкой 0,1-50% уксусной кислоты, диацетина и/или сульфолана при температуре от 40° до точки кипения в течение от 0,1 до 1 часа.

36.МБ.223П. Получение мембран в форме полого волокна из поливинилиденфторида иммерсионно-коагуляционным методом. The preparation method of exo-pressure type poly(vinylidene fluoride) hollow fiber membrane spinned utilizing a

mersion-coagulation method and the product thereof: Заявка 1669128 ЕПВ, МПК⁷ В 01 D 71/34. Zhejiang Omex Environmental Eng. Ltd. Li Xiang. №04762036.4; Заявл. 05.08.2004; Оpubл. 14.06.2006. Англ.

Мембраны в форме полого волокна изготавливают экструзией из смеси (%) 19-25 поливинилиденфталата с молек. весом 50000-100000; 22-25 орг. добавок (поливинилпирролидон: ПЭГ, ПВСн); 0,5-5 неорг. добавок (LiCl, LiNO₃, CH₃COONa) и 59,4-45 растворителя, и подвергают действию коагуляционной ванны. Мембраны имеют диам. пор 0,01-0,06 мм, проницаемость при 25°, 1 бар 150-800 л/м² час и сжимаемость при давл. 0,5 МПа 70-85%.

36.МБ.224П. Армированные волокном изделия из силиконовых каучуков и их применение для изготовления мембран и уплотнительных прокладок. Faserverstärkter Silikonkautschukformkörper, ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie dessen Verwendung als Membran, Dichtungskörper, Ummantelung, Federkörper und Abdeckung: Заявка 102004058545 Германия, МПК⁷ С 08 L 83/04. WOCO Industrietechnik GmbH. Widmayer Alexander. №102004058545.8; Заявл. 03.12.2004; Оpubл. 14.06.2006. Нем.

Для армирования изделий из силиконовых СК используют волокно (природное, арамидное), состоящей из фракций с длиной волокна 0,2-4,5 (1-3) и 4,5-50 (5-20) мм. Для армирования используют 1-30 (2-15)% волокна. Возможно, волокно обрабатывают композицией, содержащей средства, облегчающие литье и регулирующие сцепление волокна с каучуком.

36.МБ.225П. Способ регенерации масла синтетического ВТ-301. Пат. 2296795 Россия, МПК⁷ С 10 М 175/00. ООО Омское моторостроит. КБ. Воробьева В.И., Костокрыз В.Г., Кушнарев В.А., Лаврик Е.Г., Миронов В.И., Поздняков А.П., Филимонов В.Г. №2005127832/04; Заявл. 06.09.2005; Оpubл. 10.04.2007. Рус.

Способ регенерации масла синтетического ВТ-301, включающий подачу из емкости грязного масла на фильтр с пористостью 5-10 мкм для фильтрации от механических примесей, последующую фильтрацию от мелкодисперсных гелеобразных частиц через микрофильтрационную мембрану с пористостью 0,9-2 мкм при создании вакуума в емкости для регенерированного масла от 10⁴ до 10² Па, причем фильтры расположены друг над другом, опираются на металлическую пластину с отверстиями и размещены между емкостями для грязного и регенерированного масла, соединенными между собой герметично.

36.МБ.226П. Способ получения концентрата соевого белка с высоким содержанием изофлавонов. Process for manufacturing a soy protein concentrate having high isoalfvone content: Пат. 7083819 США, МПК⁷ А 23 L 1/20. Solae, LLC, Singh Navpreet. №10/688604; Заявл. 17.10.2003; Оpubл. 01.08.2006; НПК 426/459. Англ.

Патентуется способ получения концентрата соевого белка с требуемыми характеристиками аромата, функциональности и питательности. Соевый белок, способствующий снижению уровня холестерина в крови, используют в составах для дет-

ского питания и в заменителях молока. Способ предусматривает следующие этапы: подготовку в значительной степени обезжиренного соевого материала; смешивание материала с водой и извлечение белков из него; удаление нерастворимой фракции с целью получения раствора; тепловую обработку раствора при температуре $>93^{\circ}\text{C}$; ультрафильтрацию раствора через мембрану с разделительной способностью ≤ 30000 при температуре $25-50^{\circ}\text{C}$ с целью получения ретентата; при необходимости, пастеризацию ретентата; сушку ретентата с целью получения концентрата соевого белка. Полученный концентрат содержит 70,0-85,0% белка, изофлавоны в количестве $\geq 2,0$ мг/г, $\geq 2,0\%$ сапогенолов сои и $< 3,0\%$ сырой клетчатки. Изофлавоны сои инактивируют ферменты, способствующие размножению многих видов злокачественных клеток, а также предупреждают остеопороз. Соевые сапонины, обладающие антимуtagenными свойствами, эффективны для профилактики онкозаболеваний и подавляют действие вируса иммунодефицита человека.

36.МБ.227П. Способ получения белкового концентрата из кисломолочной сыворотки и применение полученного концентрата. Verfahren zur Herstellung eines Proteinkonzentrats aus Sauermolke sowie Verwendung eines derartigen Proteinkonzentrats: Заявка 1611795 ЕПВ, МПК⁷ А 23 J 1/20, А 23 С 21/00. Landfrisch Molkerei registrierte Genossenschaft mit beschränkter Haftung. Wollinger Johann, Altendorfer Herbert. №05450096.2; Заявл. 31.05.2005; Опубл. 04.01.2006. Нем.

Предложен способ получения белкового концентрата из кисломолочной сыворотки, который заключается в фильтровании кисломолочной сыворотки с применением ≥ 1 селективной мембраны, причем проницаемость или удерживающая способность мембраны выбирается в зависимости от молекулярной массы веществ, содержащихся в кисломолочной сыворотке, термообработки веществ при температуре $60-120$ ($70-100$) $^{\circ}$ в течение ≤ 60 мин (20 сек-30 мин) при фильтровании, измельчении термообработанных веществ до частичек с определенным средним размером, причем фильтрование кисломолочной сыворотки осуществляют с помощью ультра- или нанофильтрации. Для этого используется молочная сыворотка с молекулярным весом >200 (>1000). В результате фильтрации содержание белка достигает ≥ 30 ($50-60$)%, считая на сухую массу.

36.МБ.228ДЕП. Нанофильтрационные мембраны. Способы получения. Применение. Михалева О. В., Кулапина Е. Г.;

Сарат. гос. ун-т. Саратов. 2007, 39 с. Библ. 64. Рус. Деп. в ВИНТИ 29.01.2007, №75-В2007.

Рассмотрена классификация Мб по природе движущих сил, агрегатному состоянию, размерам пор. Показано, что основными методами получения нанофильтрац. Мб являются плазменная полимеризация, парофазное хим. осаждение, золь-гель технологии, облучение поверхности Мб ионами, обработка плазмой и др. Показано, что основными направлениями практ. применения наноМб являются: технология водоочистки, хим. и фармацевт. промышленности, очистка пищевых продуктов (соки, вина, сахар и др.), разделение неорг. и орг. веществ, отдельных ионов и др.

36.МБ.229ДЕП. Методы исследования нанофильтрационных мембран. Способы их модифицирования. Михалева О. В., Кулапина Е. Г.; *Сарат. гос. ун-т.* Саратов. 2007, 31 с. Библ. 50. Рус. Деп. в ВИНТИ 29.01.2007, №76-В2007.

Рассмотрены основные методы исследования поверхности нанофильтрац. Мб, определен размер их пор. Показано, что основными методами исследования нанофильтрац. Мб являются атомно-силовая и сканирующая электронная микроскопия, УФ-, ИК-, Р-спектроскопия, метод диффузии, рентгеновская спектроскопия, метод ядерного магнитного резонанса с импульсным градиентом магнитного поля и др. С целью повышения селективности разделения, уменьшение размеров пор проводится модифицированием наноМб различными способами и реагентами. Основными методами модифицирования являются введение в поверхность пор функциональных групп, различных ионов, нанесение орг. и неорг. соединений на поверхность мембраны.

36.МБ.230ДЕП. Разработка технологии подготовки молока к концентрированию белков. Равнюшкин С. А., Остроумова Т. Л., Литвинов М. С., Жуков О. С.; *Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти.* Кемерово. 2006, 10 с., ил. Рус. Деп. в ВИНТИ 20.11.2006, №1417-В2006.

Приведена технология подготовки молока к концентрированию белков. Проведены исследования по использованию мембранных методов обработки молока. Сформулированы требования к предварительной обработке молока. Проведены серии экспериментов по использованию заквасок с целью интенсификации и регулированию свойств сгустка.

Предметный указатель

адипат²-тетраметилен-

сополимеры; модифицирование; поверхности; мембраны; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полисилои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

адсорбенты

системы; мембраны; массоперенос; носители, подвижные, жидкие **36.МБ.142**

азот

неорганический, удаление; сточные воды очистка, туалеты; мембраны, использование; биореакторы, в циркуляционной системе **36.МБ.129**

поступление из воздуха; пищевые продукты, скоропортящиеся; хранение, в модифицир. атмосфере; мембраны керамические, использование **36.МБ.212**

азот оксиды

использование; хром, удаление, Cr(6+); мембраны; композиционные материалы, модифицир.; ультрафильтрация **36.МБ.31**

аккумуляторы электрические

водород, сброс из аккумуляторов; фильтры, каталитический для сброса водорода, патентуется устройство **36.МБ.179**

литий-ионный; электролиты; полимеры; гели, патентуется структура и способ изготовления **36.МБ.217**

электроды, газодиффузионные, использование; топливные элементы; датчики, газовые; электролизеры **36.МБ.153**

акрилаты*натрий

мембраны полимерные, синтез; метакрилаты, 2-N, N-диметиламиноэтил-; углерод диоксид; проницаемость, СПЛ

36.МБ.90

альбумины

бычий сывороточный; цеолиты; носители, твердые; иммобилизация; мембраны; композиционные материалы; мембраны

36.МБ.110

бычьей сыворотки; микрофльтрация, поперечнотонкая; керамика; мембраны, влияние pH и концентрации соли **36.МБ.113**

алюминий

анодирование; шаблоны изготовление; алюминий оксид, анодный; поверхности, изогнутые **36.МБ.103, 36.МБ.53**

алюминий оксид

анодный; поверхности, изогнутые; анодирование; алюминий, шаблоны изготовление **36.МБ.103, 36.МБ.53**

мембраны, керамические многослойные; кордиерит **36.МБ.85**

- трехмерные, стержнеобразные, мезопористые; пленки, с регулируемым размером пор **36.МБ.96**

наполнители; титан диоксид; цинк оксид; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, изготовление, использование; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

палладий; композиционные материалы; мембраны, синтез, лазерный; водород, высокой чистоты, получение; газификация, смеси

36.МБ.40

покрытия; синтез; мембраны керамические, наноконпозиционные; титан диоксид; газопроницаемость **36.МБ.118**

амины

ароматические; бензол, 1-хлоро-2, 4-динитро-; гидрирование; катализаторы, переходные металлы на носителе; фильтры, мембранные; амины, способ получения **36.МБ.168**

способ получения; гидрирование; амины, ароматические; бензол, 1-хлоро-2, 4-динитро-; катализаторы, переходные металлы на носителе; фильтры, мембранные **36.МБ.168**

аммоний соединения

гидроксиды; дегидрохлорирование; этан, 1, 1, 2-трихлор-; винилиденхлорид, способ получения; аммоний соединения четвертичные **36.МБ.167**

аммоний соединения четвертичные

дегидрохлорирование; этан, 1, 1, 2-трихлор-; аммоний соединения, гидроксиды; винилиденхлорид, способ получения **36.МБ.167**

аммоний хлориды

диметил-, использование; гидразид, 2, 2'-азобис(2-метилпропио-), присутствие; полимеры, водорастворимые; полимеризация радикальная; реагенты, гидрофилизующие, новые, разработка, использование; мембраны полимерные, изготовление **36.МБ.154**

аниониты

засорение; мембраны; морфология; электродиализ **36.МБ.94**

анионный обмен

мембраны, модифицир. использование; анионы, удаление; сточные воды очистка; обессоливание **36.МБ.17**

анионы

удаление; анионный обмен; мембраны, модифицир. использование; сточные воды очистка; обессоливание **36.МБ.17**

анодирование

алюминий; шаблоны изготовление; алюминий оксид, анодный; поверхности, изогнутые **36.МБ.103, 36.МБ.53**

антиоксиданты

антоцианины; экстракция; плоды, литчи (кит. вишни), ткани перикарпия **36.МБ.135**

антоцианины

антиоксиданты; экстракция; плоды, литчи (кит. вишни), ткани перикарпия **36.МБ.135**

апатиты

мембраны, керамические; микрофльтрация **36.МБ.34**

армирование

резиновые смеси; каучук силоксановый; волокна, натуральные; волокна синтетические; резина; мембраны полимерные; уплотнители **36.МБ.224**

ацетамид

диметил-, полисульфоны; полимер А; мембраны полимерные, ультрафилтрац., изготовление, структура и свойства; полиэтиленоксид, добавки, влияние, полимерные композиции **36.МБ.89**

азрация

ил активный, смеси; азротенки **36.МБ.202**

азротенки

азрация; ил активный, смеси **36.МБ.202**

барий-стронций-кобальт-железо-оксиды

$\text{Ba}_0,5\text{Sr}_0,5\text{Co}_0,8\text{Fe}_0,2\text{O}_{3-\delta}$, синтез; перовскиты; мембраны керамические **36.МБ.117**

белки

волокна, коллагеновые, параметры; мембраны, Браша; микроскопия сканирующая атомно-силовая **36.МБ.25**

извлечение из семян; масличные культуры; технология

36.МБ.169

концентрирование; молоко, подготовка, технология, разработка; мембранная технология, использование **36.МБ.230**

мембраны; полипренил-дифосфат-сахара; полисахариды, экзо-; биосинтез **36.МБ.116**

плазматические; фотосенсибилизаторы, с предсказуемым клеточным захватыванием и субклеточной локализацией; мембраны; порфирины **36.МБ.43**

получение, способ и применение; концентраты; молочная сыворотка, использование **36.МБ.227**

соевые, получение, способ, использование; концентраты; изофлавоны, содержание высокое; молоко заменители, производство **36.МБ.226**

соя, содержание; напитки, получение, способ; запах, специфич., устранение, способ **36.МБ.170**

бензол

1-хлоро-2, 4-динитро-; амины, ароматические; гидрирование; катализаторы, переходные металлы на носителе; фильтры, мембранные; амины, способ получения **36.МБ.168**

бензол сульфонат*додецил-

натриевая соль, из водных растворов; ПАВ, удаление; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы **36.МБ.93**

биореакторы

в циркуляционной системе; азот, неорганический, удаление; сточные воды очистка, туалеты; мембраны, использование **36.МБ.129**

мембраны, усовершенствованные погруженные мембранные модули, системы и процесс **36.МБ.208**

- сточные воды; солод, производство, очистка биол. **36.МБ.97**

биосинтез

полисахариды, экзо-; белки; мембраны; полипренил-дифосфат-сахара **36.МБ.116**

бор-карбонитриды*кремний-

SiBCN , получение; керамика; циклосилазаны; гидроборирование; термостабильность; молекулярные сита **36.МБ.83**

вина

очистка; нанофилтрование; мембраны, получение, свойства; пищевые продукты, очистка; соли, очистка; сахар, очистка; разделенные **36.МБ.228**

филтрация; фильтры; мембраны, использование **36.МБ.48**

винилиденхлорид

способ получения; дегидрохлорирование; этан, 1, 1, 2-трихлор-; аммоний соединения, гидроксиды; аммоний соединения четвертичные **36.МБ.167**

включения соединения

химия; медь комплексы, 4-оксопиримидинато лиганд, гидраты; кристаллическая структура **36.МБ.133**

вода

использование; системы, с микропотоками; насосы, активированные, для портативных применений; моделирование математическое **36.МБ.107**

мембраны; нафион; сорбция, и проникновение; растворы; хлориды; соли; метиловый спирт **36.МБ.46**

отведение; вода технология; мембраны, использование; водоснабжение; мембраны, использование **36.МБ.15**

- водоснабжение; мембраны, использование; вода технология **36.МБ.114**

трюмная; углеводороды; эмульсии, в воде; сепараторы

36.МБ.215

фильтрация; мембраны, система, погружение, использование

36.МБ.174

вода очистка

в интегрированном процессе МПЕХ; органические вещества, природные, удаление; ультрафильтрация **36.МБ.28**

воды природные; мембраны, использование; окружающая среда охрана; экономика **36.МБ.81**

кислород, растворенный, удаление; контактные аппараты; реакторы; мембраны, одноволоконные, каталитическая **36.МБ.157**

- растворимый, удаление; мембраны; контактные аппараты; реакторы **36.МБ.146**

поверхностных источников; микрофильтрация; ультрафильтрация **36.МБ.42**

вода технология

вода с высоким содержанием; обессоливание **36.МБ.161**

водоснабжение; вода, отведение; мембраны, использование

36.МБ.114

высокоэффективная; сточные воды очистка; почвы анализ; сточные воды анализ **36.МБ.156**

кислород определение, растворимый; сенсоры; оптические приборы **36.МБ.60**

мембраны, использование **36.МБ.158**

-- водоснабжение; вода, отведение; мембраны, использование

36.МБ.15

нитраты, удаление; обзоры **36.МБ.1**

обессоливание; воды морские **36.МБ.214**

предочистка; мембраны, использование **36.МБ.80**

совершенствование; мембранная технология; ликеро-водочное производство, Слободской спирто-водочный з-д, работа **36.МБ.3**

водные растворы анализ

кальций определение; мембраны, Ленгмюра-Блоджетт, многослойные, чувствительность **36.МБ.78**

водопроницаемость

реакторы, мембранные; мембраны, керамические, получение; модифицирование **36.МБ.84**

водород

выделение; диффузия; сталь; мембраны **36.МБ.134**

высокой чистоты, получение; композиционные материалы; мембраны, синтез, лазерный; палладий; алюминий оксид; газификация, смеси **36.МБ.40**

сброс из аккумуляторов; аккумуляторы электрические; фильтры, каталитический для сброса водорода, патентуется устройство **36.МБ.179**

водородная связь

кадмий комплексы; полимеры, катена-, цис-, аква, 4-карбоксиклогексан-1-карбоксилато, 4, 4'-бипиридин мостиковый лиганды; кристаллическая структура, РСТА **36.МБ.44**

водоснабжение

вода технология; мембраны, использование; вода, отведение; мембраны, использование **36.МБ.15**

вода, отведение; мембраны, использование; вода технология

36.МБ.114

воды морские

обессоливание; вода технология **36.МБ.214**

- осмос обратный **36.МБ.173**

воды природные

вода очистка; мембраны, использование; окружающая среда охрана; экономика **36.МБ.81**

поверхн., доочистка, использование; фильтрование; мембраны; коагулянты, иммобилизованные, применение; ликеро-водочное

производство **36.МБ.47**

волокна

коллагеновые, параметры; белки; мембраны, Браша; микроскопия сканирующая атомно-силовая **36.МБ.25**

натуральные; резиновые смеси; каучук силоксановый; волокна

синтетические; резина; армирование; мембраны полимерные; уплотнители **36.МБ.224**

полые модули; мембраны; разделение; ферменты; дрожжи; клетки

36.МБ.37

полые, получение; поливинилиденфторид; мембраны полимерные

36.МБ.223

- кадмий, удаление; сточные воды, синтетические; ультрафильтрация, мицеллярно усиленная; мембраны

36.МБ.109

радиус, влияние; мембраны, нановолоконные, модули; проницаемость

36.МБ.10

волокна синтетические

резиновые смеси; каучук силоксановый; волокна, натуральные;

резина; армирование; мембраны полимерные; уплотнители

36.МБ.224

волосы

моющие средства; ПАВ **36.МБ.4**

восстановление

селективное; наноструктуры, формирование, использование; рутений комплексы, биядерные, гидроксо мостиковый, карбоксилато

мостиковый; нитрозоний, ион **36.МБ.95**

выщелачивание

кучное; медь; экстракция; электролиз; технология **36.МБ.151**

вязкость

электро-, использование; мембраны, многоканальные; электрокинетические явления

36.МБ.79

гадолиний силикаты

легируемые Ln(3+) (Ln, Tb); фосфоры; иттрий силикаты, легируемые Ln(3+)(Eu, Tb, Sm); частицы; тонкие, получение; мембраны, жидкие эмульсионные, использование

36.МБ.50,

36.МБ.98

газификация

смеси; композиционные материалы; мембраны, синтез, лазерный; палладий; алюминий оксид; водород, высокой чистоты, получение

36.МБ.40

газопроницаемость

мембраны керамические, наноконпозиционные; титан диоксид;

покрытия; алюминий оксид, синтез **36.МБ.118**

мембраны полимерные, полиэтиленовые; проницаемость, селективная; плазма, обработка, влияние

36.МБ.20

полиимиды; полихиноксалины, фенил- **36.МБ.148**

газы

проницаемость; полипропилен; мембраны; пористые материалы, свойства; фильтрация **36.МБ.11**

разделение; кислород; мембранная технология **36.МБ.216**

сбросные, криогенных установок; неон, извлечение; гелий, извлечение **36.МБ.144**

смеси; разделение; мембраны, смешанные; полимеры; молекулярные сита, частицы диспергированные, приготовление, применение **36.МБ.206**

электролиза, контроль; насосы, электроосмотические; системы; электролиз **36.МБ.218**

газы дымовые очистка

углерод диоксид, удаление; мембраны; катализаторы; карбонаты, получение, устр-во **36.МБ.175**

галлаты*лантан

LaGaO₃, легированные Sr и Fe; мембраны; проницаемость, кислород-; механические свойства **36.МБ.82**

гальваническое производство

сточные воды очистка; мембраны, установки, использование; технология, комбинирование **36.МБ.152**

сточные воды, обработка; кислоты, содержание; травление; растворы **36.МБ.201**

гели

электролиты; полимеры; патентуется структура и способ изготовления; аккумуляторы электрические, литий-ионный **36.МБ.217**

гелий

извлечение; неон, извлечение; газы, сбросные, криогенных установок **36.МБ.144**

гидразид)

2, 2'-азобис(2-метилпропио-, присутствие; полимеры, водорастворимые; аммоний хлориды, диметил-, использование; полимеризация радикальная; реагенты, гидрофилизующие, новые, разработка, использование; мембраны полимерные, изготовление **36.МБ.154**

гидрирование

амины, ароматические; бензол, 1-хлоро-2, 4-динитро-; катализаторы, переходные металлы на носителе; фильтры, мембранные; амины, способ получения **36.МБ.168**

реакторы; мембраны, проточные, каталитически активный; органические соединения; каталитическая реакция **36.МБ.172**

гидроборирование

керамика; кремний-бор-карбонитриды, SiBCN, получение; цикло-силазаны; термостабильность; молекулярные сита **36.МБ.83**

гидроизоляционные материалы

мембраны полимерные, LOGICROOF[®], применение, преимущества; строительная промышленность **36.МБ.91**

гидролиз

лактоза; молоко, сепарир.; дрожжи; клетки; проницаемость, повышение; этиловый спирт, использование **36.МБ.137**

гидролизаты

ферменты, папаин; антиоксидантная активность; клейковина; пшеница **36.МБ.24**

давление измерение

приборы, мембранные, беспроводные **36.МБ.196**

датчики

газовые; электроды, газодиффузионные, использование; топливные элементы; аккумуляторы электрические; электролизеры **36.МБ.153**

дегидрохлорирование

этан, 1, 1, 2-трихлор-; аммоний соединения, гидроксиды; винилиденхлорид, способ получения; аммоний соединения четвертичные **36.МБ.167**

декстран сульфаты

хитозаны; модифицирование; поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои **36.МБ.111**

десорбция

масла, регенерация; мембраны, использование **36.МБ.149**

диены

этилен; пропилен; мембраны катионообменные, получение; электрохимические свойства, изучение, смеси, сополимеры, сульфосодерж. **36.МБ.126**

диноли

взаимодействие, резонансное; углерод диоксид, тримеры; моделирование математическое **36.МБ.139**

дистиляция

усиление; мембраны, использование **36.МБ.27**

дифосфат-сахара*полипренил-

белки; мембраны; полисахариды, экзо-; биосинтез **36.МБ.116**

диффузия

водород, выделение; сталь; мембраны **36.МБ.134**

изучение; мембраны полимерные, удлиняемые; модели, Cohen, использование **36.МБ.21**

додецил-бензол сульфонат

натриевая соль, из водных растворов; ПАВ, удаление; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы **36.МБ.93**

донные отложения

ил, смеси; сточные воды очистка био; фильтрование; мембраны, использование; разделение **36.МБ.183**

дрожжи

клетки; молоко, сепарир.; лактоза; гидролиз; проницаемость, повышение; этиловый спирт, использование **36.МБ.137**

- разделение; ферменты; мембраны; волокна, полые модули **36.МБ.37**

желатин

полимолочная кислота; мембраны полимерные, смешанная биосовместимая, получение и характеристики, смеси **36.МБ.65**

железо-оксиды*барий-стронций-кобальт-

Ba_{0,5} Sr_{0,5} Co_{0,8} Fe_{0,2} O_{3-δ}, синтез; перовскиты; мембраны керамические **36.МБ.117**

жидкие кристаллы

разработка, применение; полимеры; фильтры, изготовление; зеркала, изготовление; композиционные материалы, проводящие, изготовление; клеи синтетические, высокотемпературные, изготовление **36.МБ.2**

жидкости

смачивающих-несмачивающих, продавливание; полимерные материалы; пористые материалы, нано **36.МБ.147**

запах

специфич., устранение, способ; напитки, получение, способ; белки; соя, содержание **36.МБ.170**

зеркала

изготовление; фильтры, изготовление; композиционные материалы, проводящие, изготовление; клеи синтетические, высокотемпературные, изготовление; полимеры; жидкие кристаллы, разработка, применение **36.МБ.2**

золь-гель технология

мембраны; композиционные материалы, TiO₂/ZrO₂, получение; проницаемость **36.МБ.33**

-- кремний диоксид; титан диоксид, получение, свойства

36.МБ.38**изофлавоны**

содержание высокое; концентраты; белки, соевые, получение, способ, использование; молоко заменители, производство **36.МБ.226**

ил активный

смеси; аэрация; аэротенки **36.МБ.202**

имидазол

полифениленоксиды, сульфид.; мембраны полимерные; полиэлектролиты, получение, способ **36.МБ.87**

иммобилизация

цеолиты; носители, твердые; альбумины, бычий сывороточный; мембраны; композиционные материалы; мембраны **36.МБ.110**

инсулин

лекарственные препараты; полипептиды, фузии **36.МБ.210**

ионизация

де-, электро-; этерификация; спирты, низшие; кислоты, органические; эфиры сложные; карбоксилаты, соли; иониты; мембраны **36.МБ.220**

иониты

неравновесные процессы; мембраны, системы, в условиях потока; термодинамика; поверхности раздела **36.МБ.159**

этерификация; спирты, низшие; кислоты, органические; эфиры сложные; карбоксилаты, соли; ионизация, де-, электро-; мембраны **36.МБ.220**

ионы определение

мембраны; электрохимические ячейки **36.МБ.200**

итрий силикаты

легированные Ln(3+)(Eu, Tb, Sm); гадолиний силикаты, легированные Ln(3+) (Ln, Tb); фосфоры; частицы; тонкие, получение; мембраны, жидкие эмульсионные, использование **36.МБ.50, 36.МБ.98**

кадмий

удаление; сточные воды, синтетические; ультрафильтрация, микцеллярно усиленная; мембраны; волокна, полые **36.МБ.109**

кадмий комплексы

полимеры, катена-, цис-, аква, 4-карбоксихиклогексан-1-карбоксилата, 4, 4'-бипиридин мостиковый лиганды; кристаллическая структура, РСТА; водородная связь **36.МБ.44**

кальций определение

водные растворы анализ; мембраны, Ленгмюра-Блоджетт, многослойные, чувствительность **36.МБ.78**

капли

размер, регулирование; наночастицы; покрытия; экструзия; мембраны, трековые; травление; сегрегация, межфазная **36.МБ.108**

карбоксилаты

соли; эфиры сложные; этерификация; спирты, низшие; кислоты, органические; ионизация, де-, электро-; иониты; мембраны **36.МБ.220**

карбонаты

получение; устр-во; углерод диоксид, удаление; газы дымовые очистка; мембраны; катализаторы **36.МБ.175**

карбонитриды*кремний-бор-

SiBCN, получение; керамика; циклосилазаны; гидроборирование; термостабильность; молекулярные сита **36.МБ.83**

катализаторы

металлокерамич.; асимметрич. эффекты; разделение; метиловый спирт, в газах **36.МБ.104, 36.МБ.55**

переходные металлы на носителе; гидрирование; амины, ароматические; бензол, 1-хлоро-2, 4-динитро-; фильтры, мембранные; амины, способ получения **36.МБ.168**

тонкие мембранные ПЛ на керамике, палладий-серебряные прослойки, стабильность **36.МБ.56**

углерод диоксид, удаление; газы дымовые очистка; мембраны; карбонаты, получение, устр-во **36.МБ.175**

каталитическая реакция

реакторы; мембраны, проточные, каталитически активный; органические соединения; гидрирование **36.МБ.172**

каучук силоксановый

резиновые смеси; волокна, натуральные; волокна синтетические; резина; армирование; мембраны полимерные; уплотнители

36.МБ.224**керамика**

загрязнение, очистка; мембраны; обзоры **36.МБ.5**

кремний-бор-карбонитриды, SiBCN, получение; циклосилазаны; гидроборирование; термостабильность; молекулярные сита

36.МБ.83

мембраны, inopor; нанофильтрация **36.МБ.150**

- влияние pH и концентрации соли; микрофильтрация, поперечно-тонкая; альбумины, бычьей сыворотки **36.МБ.113**

керамические изделия

фильтры, схемы устройства **36.МБ.204**

кинетика

старение, физическое; мембраны, тонкие; полиимиды, содержащие карбоксильные группы; молекулы структура, влияние; переноса процесс **36.МБ.77**

цинк, удаление; травление, растворы **36.МБ.30**

кислород

газы; разделение; мембранная технология **36.МБ.216**

растворенный, удаление; вода очистка; контактные аппараты; реакторы; мембраны, одноволоконные, каталитическая **36.МБ.157**

растворимый, удаление; вода очистка; мембраны; контактные аппараты; реакторы **36.МБ.146**

кислород определение

растворимый; сенсоры; оптические приборы; вода технология **36.МБ.60**

кислоты

органические; этерификация; спирты, низшие; эфиры сложные; карбоксилаты, соли; ионизация, де-, электро-; иониты; мембраны **36.МБ.220**

содержание; сточные воды, обработка; гальваническое производство; травление; растворы **36.МБ.201**

экологически безопасное рециклирование; травление; сталь, нержавеющая; экология **36.МБ.63**

кислый красный

из водных растворов; красители, удаление; нанофильтрация; мембраны, использование **36.МБ.18**

клапаны

электромагнитные, малоагрессивные среды, применение, электромагниты, загрязнение, предупреждение; мембраны, использование, фирмы, Германия **36.МБ.8**

кластеры

полифункц., алкоксид лиганд; титан комплексы; наноматериалы, орнано-неорганические; кристаллическая структура **36.МБ.75**

клеи синтетические

высокотемпературные, изготовление; фильтры, изготовление; зеркала, изготовление; композиционные материалы, проводящие, изготовление; полимеры; жидкие кристаллы, разработка, применение **36.МБ.2**

клейковина

пшеница; ферменты, папаин; гидролизаты, антиоксидантная активность **36.МБ.24**

клетки

дрожжи; молоко, сепарир.; лактоза; гидролиз; проницаемость, повышение; этиловый спирт, использование **36.МБ.137**

- разделение; ферменты; мембраны; волокна, полые модули

36.МБ.37**коагулянты**

иммобилизованные, применение; фильтрация; мембраны; воды природные, поверхн., доочистка, использование; ликеро-водочное производство **36.МБ.47**

кобальт-железо-оксиды*барий-стронций-

$Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$, синтез; перовскиты; мембраны керамические **36.МБ.117**

композиционные материалы

TiO_2/ZrO_2 , получение; мембраны; золь-гель технология; проницаемость **36.МБ.33**

кремний диоксид; титан диоксид, получение, свойства; мембраны; золь-гель технология **36.МБ.38**

мембраны, синтез, лазерный; палладий; алюминий оксид; водород, высокой чистоты, получение; газификация, смеси **36.МБ.40**

- цеолиты; носители, твердые; альбумины, бычий сывороточный; иммобилизация; мембраны **36.МБ.110**

модифицир.; мембраны; хром, удаление, Cr(6+); азот оксиды, использование; ультрафильтрация **36.МБ.31**

пористые материалы; микроструктура; модели **36.МБ.131**

проводящие, изготовление; фильтры, изготовление; зеркала, изготовление; клеи синтетические, высокотемпературные, изготовление; полимеры; жидкие кристаллы, разработка, применение **36.МБ.2**

контактные аппараты

мембраны; углерод диоксид, удаление; носители, жидкости различного типа **36.МБ.145**

реакторы; кислород, растворенный, удаление; вода очистка; мембраны, одноволоконные, каталитическая **36.МБ.157**

-- растворимый, удаление; вода очистка; мембраны **36.МБ.146**

концентраты

белки, получение, способ и применение; молочная сыворотка, использование **36.МБ.227**

- соевые, получение, способ, использование; изофлавоны, содержание высокое; молоко заменители, производство **36.МБ.226**

концентрирование

белки; молоко, подготовка, технология, разработка; мембранная технология, использование **36.МБ.230**

метан; сбраживание; осадки; сточные воды очистка **36.МБ.203**

кордиерит

мембраны, керамические многослойные; алюминий оксид **36.МБ.85**

красители

удаление; кислый красный; из водных растворов; нанофильтрация; мембраны, использование **36.МБ.18**

кремний диоксид

переноса процесс, термочувствительный; мембраны, мезопористые, упорядоченные; сополимеры; полиакриламид, N-изопропил; микрочастицы, сферические **36.МБ.23**

полиметилметакрилат; мембраны полимерные, гибридные пористые, получение, ультрафильтр. свойства, полимерные композиции **36.МБ.123**

получение, применение; мембраны керамические **36.МБ.102**

суспензии, использование; ультрафильтрация, изучение "тупикового" процесса **36.МБ.105, 36.МБ.57**

титан диоксид, получение, свойства; композиционные материалы; мембраны; золь-гель технология **36.МБ.38**

- мембраны, композитные; ПАВ, удаление; додецил-бензол сульфат, натриевая соль, из водных растворов; наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы **36.МБ.93**

кремний карбид

мембраны керамические; поликарбосиланы; отверждение, радиационное **36.МБ.101, 36.МБ.52**

кремний-бор-карбонитриды

$SiBCN$, получение; керамика; циклосилазаны; гидроборирование; термостабильность; молекулярные сита **36.МБ.83**

кристаллическая структура

медь комплексы, 4-оксопиримидинато лиганд, гидраты; включения соединения, химия **36.МБ.133**

наноматериалы, органо-неорганические; титан комплексы; кластеры, полифункц., алкоксо лиганд **36.МБ.75**

РСТА; кадмий комплексы; полимеры, катена-, цис-, аква, 4-карбоксициклогексан-1-карбоксилато, 4, 4'-бипиридин мостиковый лиганды; водородная связь **36.МБ.44**

- сурьма комплексы, атомные, сульфидо лиганд, 1, 4, 8, 11-тетрациклотетрадекан соли **36.МБ.160**

кровельные материалы

мембраны полимерные, компании "Sika"; механические свойства, высокие **36.МБ.92**

лабораторная посуда

пипетки, наконечник с фильтром, разработки **36.МБ.213**

лактоза

гидролиз; молоко, сепарир.; дрожжи; клетки; проницаемость, повышение; этиловый спирт, использование **36.МБ.137**

лантан галлаты

$LaGaO_3$, легированные Sr и Fe; мембраны; проницаемость, кислород-; механические свойства **36.МБ.82**

лекарственные вещества

гидрофильные; лекарственные формы, эмульсии, состав **36.МБ.209**

фурациллин; лекарственные формы; мембраны, состав **36.МБ.221**

лекарственные препараты

полипептиды, фузии; инсулин **36.МБ.210**

лекарственные формы

мембраны, состав; лекарственные вещества; фурациллин **36.МБ.221**

эмульсии, состав; лекарственные вещества, гидрофильные **36.МБ.209**

ликеро-водочное производство

Слободской спирто-водочный з-д, работа; вода технология, совершенствование; мембранная технология **36.МБ.3**

фильтрация; мембраны; коагулянты, иммобилизованные, применение; воды природные, поверхн., доочистка, использование **36.МБ.47**

липиды

мембраны, двухслойные; олигомеры; нафталиндиимиды, как анионные π -полосы **36.МБ.62**

литий

катионы; проницаемость; мембраны полимерные, получение, использование, для литиевых аккумуляторов; полиинорборнены, амфифильные проводящие, использование **36.МБ.66**

масла

регенерация; мембраны, использование; десорбция **36.МБ.149**

масла растительные

рафинирование; полимерные композиции; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; алюминий оксид, наполнители; титан диоксид; цинк оксид; мембраны полимерные, изготовление, использование **36.МБ.211**

масла синтетические

BT-301; способ регенерации **36.МБ.225**

масличные культуры

белки, извлечение из семян; технология **36.МБ.169**

массоперенос

системы; мембраны; адсорбенты; носители, подвижные, жидкие **36.МБ.142**

сопротивление; цеолиты; мембраны, гранулы зерен; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **36.МБ.74**

материалы

протонпроводящие; мембраны; фуллерены, функционализированные, патентуется состав и способ изготовления мембран **36.МБ.178**

медь

выщелачивание, кучное; экстракция; электролиз; технология

36.МБ.151

медь комплексы

4-оксопиримидинато лиганд, гидраты; включения соединения, химия; кристаллическая структура **36.МБ.133**

мембранная техника

экономия энергии, проточная микрофильтрация, применение

36.МБ.13

мембранная технология

баро-; перспективы, определение; мембраны полупроницаемые, формирование, методы; мембраны полимерные, синтез, способ; полимеризация электрохимическая, преимущества **36.МБ.35**

вода технология, совершенствование; ликеро-водочное производство, Слободской спирто-водочный з-д, работа **36.МБ.3**

газы; разделение; кислород **36.МБ.216**

использование; молоко, подготовка, технология, разработка; белки; концентрирование **36.МБ.230**

нетканые материалы; текстильные материалы; фильтрация

36.МБ.54

полимерные материалы, получение, новые подходы, использование; проницаемость, улучшенная, селективность, улучшенная; мембраны полимерные, создание **36.МБ.140**

36.МБ.140

мембраны

ипорог; керамика; нанофильтрация **36.МБ.150**

Li-проводящие композиционные, получение; стеклокерамика,

$\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$; микроструктура **36.МБ.119**

адсорбенты; системы; массоперенос; носители, подвижные, жидкие **36.МБ.142**

аниониты, засорение; морфология; электродиализ **36.МБ.94**

био; сточные воды очистка; технология, теория **36.МБ.51,**

36.МБ.99

биореакторы; сточные воды; солод, производство, очистка биол.

36.МБ.97

бислойные привязанные, увеличение характеристик; ферменты, активность **36.МБ.76**

Браша; белки; волокна, коллагеновые, параметры; микроскопия

сканирующая атомно-силовая **36.МБ.25**

вибрирующие; диски вращающиеся, сравнение гидродинамических параметров фильтрующих систем; очистка, ультра-; эмульсии, масло в воде **36.МБ.112**

влияние, сравнение; микрофильтрация; пульпа; сахарная свекла;

пектин; химические свойства; поверхностные свойства; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение **36.МБ.49**

волокна, полые модули; разделение; ферменты; дрожжи; клетки

36.МБ.37

высокоселективные, способ изготовления; молекулярные сита,

изоморфно замещенные **36.МБ.187, 36.МБ.197**

гео, барьеры, продление жизни; полиэтилен; окружающая среда охрана **36.МБ.12**

гибридные, с протонной проводимостью, новые, изготовление,

использование; полиэлектролиты, тв.; топливные элементы

36.МБ.68

гидратцеллюлозные; ультрафильтрация **36.МБ.222**

гранулы зерен; цеолиты; массоперенос, сопротивление; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **36.МБ.74**

двухслойные; липиды; олигомеры; нафталиндиимиды, как анионные π -полосы **36.МБ.62**

динамические, загрязнение, необратимое, определение **36.МБ.59**

жидкие эмульсионные, использование; фосфоры; иттрий силикаты,

легируемые $\text{Ln}(3+)$ (Eu, Tb, Sm); гадолиний силикаты, легируемые $\text{Ln}(3+)$ (Ln, Tb); частицы; тонкие, получение **36.МБ.50,**

36.МБ.98

использование, фирмы, Германия; клапаны, электромагнитные, малоагрессивные среды, применение, электромагниты, загрязнение, предупреждение **36.МБ.8**

- азот, неорганический, удаление; сточные воды очистка, туалеты;

биореакторы, в циркуляционной системе **36.МБ.129**

- вода технология, предочистка **36.МБ.80, 36.МБ.158**

-- водоснабжение; вода, отведение; мембраны, использование

36.МБ.15

-- мембраны, использование; водоснабжение; вода, отведение

36.МБ.15

- водоснабжение; вода, отведение; вода технология **36.МБ.114**

- воды природные; вода очистка; окружающая среда охрана; экономика **36.МБ.81**

- дистилляция, усиление **36.МБ.27**

- красители, удаление; кислый красный, из водных растворов; нанофильтрация **36.МБ.18**

- масла, регенерация; десорбция **36.МБ.149**

- металлообрабатывающая промышленность; электронная промышленность, ресурсосбережение; флотация, использование

36.МБ.155

- сточные воды очистка био; фильтрация; донные отложения, ил, смеси; разделение **36.МБ.183**

- сточные воды очистка, городские; реакторы, био; нанофильтрация;

целлюлоза ацетаты, использование **36.МБ.29**

-- способ, устройство; реакторы, био **36.МБ.163**

-- реакторы, био **36.МБ.100**

-- фильтрация **36.МБ.162**

- фильтрация; сточные воды очистка **36.МБ.184**

- фильтры; вина; фильтрация **36.МБ.48**

-- осветление; пиво; фильтрация **36.МБ.41**

кадмий, удаление; сточные воды, синтетические; ультрафильтрация;

мицеллярно усиленная; волокна, полые **36.МБ.109**

керамика, загрязнение, очистка; обзоры **36.МБ.5**

- влияние pH и концентрации соли; микрофильтрация, поперечно-

тонкая; альбумины, бычьей сыворотки **36.МБ.113**

керамические многослойные; алюминий оксид; кордиерит

36.МБ.85

керамические, получение; реакторы, мембранные; модифицирование; водопроницаемость **36.МБ.84**

- апатиты; микрофильтрация **36.МБ.34**

кислород, растворимый, удаление; вода очистка; контактные аппараты; реакторы **36.МБ.146**

композитные; кремний диоксид; титан диоксид; ПАВ, удаление;

додецил-бензол сульфонат, натриевая соль, из водных растворов;

наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы

36.МБ.93

композиционные материалы, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$, получение; золь-гель

технология; проницаемость **36.МБ.33**

- модифицир.; хром, удаление, Cr(6+); азот оксиды, использование;

ультрафильтрация **36.МБ.31**

- кремний диоксид; титан диоксид, получение, свойства; золь-гель

технология **36.МБ.38**

- цеолиты; носители, твердые; альбумины, бычий сывороточный;

иммобилизация; мембраны **36.МБ.110**

контактные аппараты; углерод диоксид, удаление; носители, жид-

кости различного типа **36.МБ.145**

лантан галлаты, LaGaO_3 , легируемые Sr и Fe; проницаемость,

кислород-; механические свойства **36.МБ.82**

Ленгмиора-Блуджетт, многослойные, чувствительность; кальций

определение; водные растворы анализ **36.МБ.78**

мезопористые, упорядоченные; переноса процесс, термочувствительный;

сополимеры; кремний диоксид; полиакриламид, N-изо-

пропил-; микрочастицы, сферические **36.МБ.23**

- микропористые, использование; экстракция; этиловый спирт, из исходного раствора **36.МБ.198**
- микрофильтрация; ультрафильтрация; течение, потенциал; электрический заряд, поверхностный, характеристики **36.МБ.26**
- минеральные; оптические методы исследования; пек; толщина, определение; частицы, биологические; фильтрация **36.МБ.14**
- многоканальные; электрокинетические явления; вязкость, электро-, использование **36.МБ.79**
- модифицир. использование; анионный обмен; анионы, удаление; сточные воды очистка; обессоливание **36.МБ.17**
- модифицирование; поверхности; сополимеры; тетраметиленадипат; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислии; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**
- модули, изготовление; фильтрация; разделение **36.МБ.171**
- разделение, ионное; эффективность; электрическое поле, воздействия, ячейки из сети микроканалов **36.МБ.106, 36.МБ.58**
- нановолоконные, модули; проницаемость; волокна, радиус, влияние **36.МБ.10**
- наофильтрация; модифицирование; поверхности; пары, размер, определение **36.МБ.229**
- нафион; сорбция, и проникновение; растворы; хлориды; соли; вода; метиловый спирт **36.МБ.46**
- обращение; сточные воды очистка **36.МБ.16**
- одноволоконные, каталитическая; кислород, растворенный, удаление; вода очистка; контактные аппараты; реакторы **36.МБ.157**
- опто-химические, изготовление; сенсоры **36.МБ.199**
- отрицательно заряженная в составе элемента для обработки жидкости; состав **36.МБ.185**
- пары, структура, определение, метод распознавания образов **36.МБ.143**
- полипренил-дифосфат-сахара; белки; полисахариды, экзо-, биосинтез **36.МБ.116**
- полипропилен; пористые материалы, свойства; фильтрация; газы, проницаемость **36.МБ.11**
- полиэтилентерефталат; полимеры, термочувствительные, привитые; проницаемость; электрокинетические явления **36.МБ.22**
- получение, свойства; наофильтрация; пищевые продукты, очистка; соли, очистка; вина, очистка; сахар, очистка; разделение **36.МБ.228**
- пористые материалы; полимеры, с молекулярными отпечатками **36.МБ.39**
- пористые, изготовление; фильтры; фторуглеводороды, сшиваемые, с функциональными группами, содержание, использование; покрытия полимерные, нанесение, полимерные композиции **36.МБ.195**
- протонные, изготовление, использование; полимерные материалы переработка, ароматич.; формование; топливные элементы, производство **36.МБ.191**
- протон-проводящая; топливные элементы; моделирование; ЭВМ применение **36.МБ.138**
- проточные, каталитически активный; реакторы; органические соединения; гидрирование; каталитическая реакция **36.МБ.172**
- реакторы; сточные воды очистка; фильтрация, сопротивления; осадки, кек, характеристики **36.МБ.32**
- с газовым барьером; реакционная способность; частицы; пленки, пластичные **36.МБ.72**
- синтез, лазерный; композиционные материалы; палладий; алюминий оксид, водород, высокой чистоты, получение; газификация, смеси **36.МБ.40**
- система, погружение, использование; фильтрация; вода **36.МБ.174**
- системы, в условиях потока; иониты, неравновесные процессы; термодинамика; поверхности раздела **36.МБ.159**
- смешанные; полимеры; молекулярные сита, частицы диспергированные, приготовление, применение; газы, смеси; разделение **36.МБ.206**
- состав; лекарственные формы; лекарственные вещества; фурацилин **36.МБ.221**
- сталь; водород, выделение; диффузия **36.МБ.134**
- технология **36.МБ.6**
- тонкие; старение, физическое; полиимиды, содержащие карбоксильные группы; кинетика; молекулы структура, влияние; переноса процесс **36.МБ.77**
- трековые; капли, размер, регулирование; наночастицы; покрытия; экструзия; травление; сегрегация, межфазная **36.МБ.108**
- трехмерные, стержнеобразные, мезопористые; алюминий оксид; пленки, с регулируемым размером пор **36.МБ.96**
- углерод диоксид, удаление; газы дымовые очистка; катализаторы; карбонаты, получение, устр-во **36.МБ.175**
- ультрафильтрация; химические вещества, растворенные, заряженные, в поляризованном слое **36.МБ.9**
- упорядочение, выращивание, упорядочение, в больших масштабах; цеолиты; силикалит-1; углерод диоксид, циркуляция **36.МБ.73**
- усовершенствованные погруженные мембранные модули, системы и процесс; биореакторы **36.МБ.208**
- установки, использование; сточные воды очистка; гальваническое производство; технология, комбинирование **36.МБ.152**
- фильтрация; коагулянты, иммобилизованные, применение; воды природные, поверхн., доочистка, использование; ликеро-водочное производство **36.МБ.47**
- фотосенсибилизаторы, с предсказуемым клеточным захватыванием и субклеточной локализацией; белки, плазматические; порфирины **36.МБ.43**
- фуллерены, функционализированные; патентуется состав и способ изготовления мембран; материалы, протонпроводящие **36.МБ.178**
- цеолиты; носители, твердые; альбумины, бычий сывороточный; иммобилизация; мембраны; композиционные материалы **36.МБ.110**
- электролитная; патентуется мембрана; электролиты, полимерный с кислотной, основной и эластомерной группами **36.МБ.176**
- электрохимические ячейки; ионы определение **36.МБ.200**
- этерификация; спирты, низшие; кислоты, органические; эфиры сложные; карбоксилаты, соли; ионизация, де-, электро-, иониты **36.МБ.220**
- мембраны катионообменные**
- использование; экстракция, электрокинетическая; свинец, извлечение одновременное, этилен-диамин-тетраацетат; окружающая среда охрана; почвы; очистка **36.МБ.86**
- получение; этилен; пропилен; диены; электрохимические свойства, изучение, смеси, сополимеры, сульфосодерж. **36.МБ.126**
- мембраны керамические**
- использование; пищевые продукты, скоропортящиеся; хранение, в модифицир. атмосфере; азот, поступление из воздуха **36.МБ.212**
- кремний диоксид, получение, применение **36.МБ.102**
- кремний карбид; поликарбосиланы; отверждение, радиационное **36.МБ.101, 36.МБ.52**
- наноконпозиционные; титан диоксид; покрытия; алюминий оксид, синтез; газопроницаемость **36.МБ.118**
- перовскиты; барий-стронций-кобальт-железо-оксиды, $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$, синтез **36.МБ.117**
- мембраны полимерные**
- LOGICROOF[®], применение, преимущества; гидроизоляционные материалы; строительная промышленность **36.МБ.91**
- безопорные, использование; полиэлектролиты; сенсоры, для осмотич. давл. **36.МБ.69**

водорастворимые, получение; наноструктуры; поливиниловый спирт, использование; формирование электролитическое **36.МБ.122**

гибридные пористые, получение, ультрафильтрац. свойства; полимерные композиции; полиметилметакрилат; кремний диоксид **36.МБ.123**

изготовление, использование; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; алюминий оксид, наполнители; титан диоксид; цинк оксид; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

- способом отливки из раствора, вытравленными треками; поликарбонаты; полисульфоны; поры; транспортные свойства, изучение, полимерные композиции **36.МБ.36**

- полимеризация радикальная; полимеры, водорастворимые; аммоний хлориды, диметил-, использование; гидразид), 2, 2'-азобис(2-метилпропио-), присутствие; реагенты, гидрофилизующие, новые, разработка, использование **36.МБ.154**

компания "Sika"; кровельные материалы; механические свойства, высокие **36.МБ.92**

микропористые; сополимеры блок; полиэтиленоксид; полисилоксаны; хитозаны; поверхностные свойства; механические свойства **36.МБ.71**

нанофильтрац., положительно заряженная, получение и характеристика; полимеризация, межфазная **36.МБ.125**

непористые, селективность; полимеры; микроструктура, влияние **36.МБ.67**

поливинилиденфторид; волокна, полые, получение **36.МБ.223**

полисульфоны, загрязнение, хим. очистка; молочные продукты, производство; ультрафильтрация **36.МБ.136**

полиэлектролиты, получение, способ; полифениленоксиды, сульфид-, имидазол **36.МБ.87**

полиэтиленовые; газопроницаемость; проницаемость, селективная; плазма, обработка, влияние **36.МБ.20**

полупроницаемые; полиэлектролиты; топливные элементы, работа при низких температурах **36.МБ.132**

получение, использование, для литиевых аккумуляторов; литий, катионы; проницаемость; полинонборнены, амфифильные проводящие, использование **36.МБ.66**

- свойства; хитозаны; наполнители; цеолиты **36.МБ.70**

- способ; полиэлектролиты; полимеры, кристаллич., использование **36.МБ.181**

пористые; электролиты, композитные мембранные, получение; структура-свойства взаимосвязь; нанокристаллы; титан диоксид **36.МБ.45**

проводящие ионы, получение; сополимеризация ионная; ПАВ; мономеры, в микроэмульсиях **36.МБ.194**

разделение, нанофильтрационные, способ; смеси, жидкие органические **36.МБ.219**

резиновые смеси; каучук силоксановый; волокна, натуральные; волокна синтетические; резина; армирование; уплотнители **36.МБ.224**

синтез, способ; мембраны полупроницаемые, формирование, методы; полимеризация электрохимическая, преимущества; мембранная технология, баро-; перспективы, определение **36.МБ.35**

- метакрилаты, 2-N, N-диметиламиноэтил-; натрий акрилаты; углерод диоксид; проницаемость, СПЛ **36.МБ.90**

смешанная биосовместимая, получение и характеристики; смеси; полимолочная кислота; желатин **36.МБ.65**

создание; полимерные материалы, получение, новые подходы, использование; проницаемость, улучшенная, селективность, улучшенная; мембранная технология **36.МБ.140**

сополимеры привитые, использование; первапорация, эвапомеация, смеси; уксусная кислота, вода; разделение, характеристики **36.МБ.64**

углеродные; полифениленоксиды; проницаемость; окисление, условия, влияние **36.МБ.88**

удлиняемые; диффузия, изучение; модели, Cohen, использование **36.МБ.21**

ультрафильтрац., изготовление, адсорбц. свойства; проницаемость; полимерные композиции; полиэфирсульфоны; фосфатидилхолины, соевые **36.МБ.124**

-- структура и свойства; полисульфоны; полимер А; ацетамид, диметил-; полиэтиленоксид, добавки, влияние, полимерные композиции **36.МБ.89**

мембраны полупроницаемые
формирование, методы; мембраны полимерные, синтез, способ; полимеризация электрохимическая, преимущества; мембранная технология, баро-; перспективы, определение **36.МБ.35**

метакрилаты
2-N, N-диметиламиноэтил-; натрий акрилаты; мембраны полимерные, синтез; углерод диоксид; проницаемость, СПЛ **36.МБ.90**

металлообрабатывающая промышленность
электронная промышленность, ресурсосбережение; флотация, использование; мембраны, использование **36.МБ.155**

металлы тяжелые
удаление; сточные воды очистка; ультрафильтрация; ПАВ, использование **36.МБ.128**

метан
концентрирование; сбраживание; осадки; сточные воды очистка **36.МБ.203**

метиловый спирт
в газах; разделение; катализаторы, металлокерамич., асимметрич. эффект **36.МБ.104, 36.МБ.55**

мембраны; нафион; сорбция, и проникновение; растворы; хлориды; соли; вода **36.МБ.46**

механические свойства
высокие; кровельные материалы; мембраны полимерные, компании "Sika" **36.МБ.92**

мембраны полимерные, микропористые; сополимеры блок; полиэтиленоксид; полисилоксаны; хитозаны; поверхностные свойства **36.МБ.71**

мембраны; лантан галлаты, LaGaO₃, легированные Sr и Fe; проницаемость, кислород- **36.МБ.82**

микроскопия сканирующая атомно-силовая
белки; волокна, коллагеновые, параметры; мембраны, Браша **36.МБ.25**

микроструктура
влияние; полимеры; мембраны полимерные, непористые, селективность **36.МБ.67**

мембраны, Li-проводящие композиционные, получение; стеклокерамика, Li₂O-Al₂O₃-TiO₂-P₂O₅ **36.МБ.119**

пористые материалы; композиционные материалы; модели **36.МБ.131**

микрофильтрация
мембраны, влияние, сравнение; пульпа; сахарная свекла; пектин; химические свойства; поверхностные свойства; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение **36.МБ.49**

- керамические; апатиты **36.МБ.34**

поперечнотонкая; альбумины, бычьей сыворотки; керамика; мембраны, влияние pH и концентрации соли **36.МБ.113**

ультрафильтрация; вода очистка, поверхностных источников **36.МБ.42**

- мембраны; течение, потенциал; электрический заряд, поверхностный, характеристики **36.МБ.26**

микрочастицы
сферические; переноса процесс, термочувствительный; мембраны, мезопористые, упорядоченные; сополимеры; кремний диоксид; полиакриламид, N-изопропил- **36.МБ.23**

модели

Cohen, использование; диффузия, изучение; мембраны полимерные, удлиняемые **36.МБ.21**

осаждение, химическое; палладий сплавы; серебро сплавы

36.МБ.121

пористые материалы; композиционные материалы; микроструктура **36.МБ.131**

моделирование

ЭВМ применение; мембраны, протон-проводящая; топливные элементы **36.МБ.138**

моделирование математическое

массоперенос, сопротивление; цеолиты; мембраны, гранулы зерен; молекулярной динамики метод **36.МБ.74**

насосы, активированные, для портативных применений; вода, использование, системы, с микропотоками **36.МБ.107**

углерод диоксид, тримеры; диполи, взаимодействие, резонансное **36.МБ.139**

модифицирование

наночистки; мембраны; поверхности; пары, размер, определение **36.МБ.229**

поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметил-адипат; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

реакторы, мембранные; мембраны, керамические, получение; водонепроницаемость **36.МБ.84**

молекулы структура

влияние; старение, физическое; мембраны, тонкие; полиимиды, содержащие карбоксильные группы; кинетика; переноса процесс **36.МБ.77**

молекулярной динамики метод

массоперенос, сопротивление; цеолиты; мембраны, гранулы зерен; моделирование математическое **36.МБ.74**

молекулярные сита

изоморфно замещенные; мембраны, высокоселективные, способ изготовления **36.МБ.187, 36.МБ.197**

керамика; кремний-бор-карбонитриды, SiBCN, получение; цикло-силазаны; гидроборирование; термостабильность **36.МБ.83**

частицы диспергированные; приготовление, применение; мембраны, смешанные; полимеры; газы, смеси; разделение **36.МБ.206**

молоко

подготовка, технология, разработка; белки, концентрирование; мембранная технология, использование **36.МБ.230**

сепарир.; лактоза; гидролиз; дрожжи; клетки; проницаемость, повышение; этиловый спирт, использование **36.МБ.137**

молоко заменители

производство; концентраты; белки, соевые, получение, способ, использование; изофлавоны, содержание высокое **36.МБ.226**

молочная сыrovотка

использование; концентраты; белки, получение, способ и применение **36.МБ.227**

молочные продукты

производство; ультрафильтрация; мембраны полимерные; полисульфоны, загрязнение, хим. очистка **36.МБ.136**

мономеры

в микроэмульсиях; сополимеризация ионная; ПАВ; мембраны полимерные, проводящие ионы, получение **36.МБ.194**

морфология

мембраны; аниониты, засорение; электродиализ **36.МБ.94**

моющие средства

волосы; ПАВ **36.МБ.4**

нанокристаллы

титан диоксид; электролиты, композитные мембранные, получение; структура-свойства взаимосвязь; мембраны полимерные, пористые **36.МБ.45**

наноматериалы

органо-неорганические; титан комплексы; кластеры, полифункциональные, алкоксид лиганд; кристаллическая структура **36.МБ.75**

наноструктуры

изготовление, применение; углерод **36.МБ.205**

мембраны полимерные, водорастворимые, получение; поливиниловый спирт, использование; формование электролитическое **36.МБ.122**

формирование, использование; рутений комплексы, биядерные, гидроксо мостиковый, карбоксилато мостиковый; нитрозоний, ион; восстановление, селективное **36.МБ.95**

нанотехнология

воздействие; организм человека; окружающая среда, степень риска **36.МБ.130**

нанотрубки

наночастицы, стержневидные; ПАВ, удаление; додецил-бензол сульфат, натриевая соль, из водных растворов; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; фотокатализаторы **36.МБ.93**

наночистки

керамика; мембраны, порог **36.МБ.150**
красители, удаление; кислый красный, из водных растворов; мембраны, использование **36.МБ.18**

мембраны, получение, свойства; пищевые продукты, очистка; соли, очистка; вина, очистка; сахар, очистка; разделение **36.МБ.228**

- модифицирование; поверхности; пары, размер, определение **36.МБ.229**

сточные воды очистка, городские; реакторы, био; мембраны, использование; целлюлоза ацетаты, использование **36.МБ.29**

наночастицы

покрытия; капли, размер, регулирование; экструзия; мембраны, трековые; травление; сегрегация, межфазная **36.МБ.108**

стержневидные; нанотрубки; ПАВ, удаление; додецил-бензол сульфат, натриевая соль, из водных растворов; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; фотокатализаторы **36.МБ.93**

напитки

получение, способ; белки; соя, содержание; запах, специфич., устаревание, способ **36.МБ.170**

наполнители

мембраны полимерные, получение, свойства; хитозаны; цеолиты **36.МБ.70**

насосы

активированные, для портативных применений; вода, использование, системы, с микропотоками; моделирование математическое **36.МБ.107**

диафрагменные, универсальные, промышленные, лабораторные, самовсасывающие **36.МБ.7**

микронасосы, диафрагменные **36.МБ.192**

электроосмотические; системы; электролиз; газы, электролиза, контроль **36.МБ.218**

натрий акрилаты

мембраны полимерные, синтез; метакрилаты, 2-N, N-диметиламиноэтил-; углерод диоксид; проницаемость, СПЛ **36.МБ.90**

нафион

мембраны; сорбция, и проникновение; растворы; хлориды; соли; вода; метиловый спирт **36.МБ.46**

нафталиндийимиды

как анионные π -полосы; олигомеры; мембраны, двухслойные; липиды **36.МБ.62**

неон

извлечение; гелий, извлечение; газы, сбросные, криогенных установок **36.МБ.144**

нетканые материалы

текстильные материалы; мембранная технология; фильтрация

36.МБ.54**никель сплавы**

хром сплавы; патентуется способ; электроосаждение; покрытия металлические; электроосаждение сплавов **36.МБ.207**

нитраты

удаление; вода технология; обзоры **36.МБ.1**

нитрозоний

ион; рутений комплексы, биядерные, гидроксо мостиковый, карбоксилато мостиковый; наноструктуры, формирование, использование; восстановление, селективное **36.МБ.95**

носители

жидкости различного типа; мембраны; контактные аппараты; углерод диоксид, удаление **36.МБ.145**

подвижные, жидкие; массоперенос; системы; мембраны; адсорбенты **36.МБ.142**

твердые; цеолиты; альбумины, бычий сывороточный; иммобилизация; мембраны; композиционные материалы; мембраны

36.МБ.110**нуклеиновые кислоты**

выделение **36.МБ.190**

обессоливание

анионный обмен; мембраны, модифицир. использование; анионы, удаление; сточные воды очистка **36.МБ.17**

вода технология, вода с высоким солесодержанием **36.МБ.161**

воды морские; вода технология **36.МБ.214**

- осмос обратный **36.МБ.173**

обзоры

мембраны; керамика, загрязнение, очистка **36.МБ.5**

нитраты, удаление; вода технология **36.МБ.1**

обрастание

мембраны; сточные воды очистка **36.МБ.16**

окисление

условия, влияние; проницаемость; мембраны полимерные, углеродные; полифениленоксиды **36.МБ.88**

окружающая среда

степень риска; нанотехнология, воздействие; организм человека **36.МБ.130**

окружающая среда охрана

воды природные; вода очистка; мембраны, использование; экономика **36.МБ.81**

полиэтилен; мембраны, гео, барьеры, продление жизни **36.МБ.12**

экстракция, электрокинетическая; свинец, извлечение одновременное, этилен-диамин-тетраацетат; мембраны катионообменные, использование; почвы; очистка **36.МБ.86**

оксиды*барий-стронций-кобальт-железо-

$Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$, синтез; перовскиты; мембраны керамические **36.МБ.117**

олефины

перфтор-; сера триоксид; сультоны, β -, синтез, применение; фторосульфаты, синтез, реакция **36.МБ.115**

олигомеры

нафталиндиимиды; как анионные π -полосы; мембраны, двухслойные; липиды **36.МБ.62**

оптические приборы

сенсоры; кислород определение, растворимый; вода технология **36.МБ.60**

организм человека

нанотехнология, воздействие; окружающая среда, степень риска **36.МБ.130**

органические вещества

природные, удаление; вода очистка, в интегрированном процессе МІЕХ; ультрафильтрация **36.МБ.28**

органические соединения

реакторы; мембраны, проточные, каталитически активный; гидрирование; каталитическая реакция **36.МБ.172**

осадки

кек, характеристики; сточные воды очистка; реакторы; мембраны; фильтрование, сопротивления **36.МБ.32**

концентрирование; метан; сбраживание; сточные воды очистка

36.МБ.203**осаждение**

спиртовое, влияние, сравнение; пульпа; сахарная свекла; пектин; химические свойства; поверхностные свойства; микрофильтрация;

мембраны, влияние, сравнение **36.МБ.49**

химическое; палладий сплавы; серебро сплавы; модели

36.МБ.121**освещение**

пиво; фильтрация; фильтры; мембраны, использование **36.МБ.41**

осмос обратный

обессоливание; воды морские **36.МБ.173**

отверждение

радиационное; мембраны керамические; кремний карбид; поликарбосиланы **36.МБ.101, 36.МБ.52**

очистка

почвы; экстракция, электрокинетическая; свинец, извлечение одновременное, этилен-диамин-тетраацетат; мембраны катионообменные, использование; окружающая среда охрана **36.МБ.86**

углеводы **36.МБ.186**

ультра-; эмульсии, масло в воде; мембраны, вибрирующие, диски

вращающиеся, сравнение гидродинамических параметров

фильтрующих систем **36.МБ.112**

ПАВ

использование; металлы тяжелые, удаление; сточные воды очистка; ультрафильтрация **36.МБ.128**

моющие средства; волосы **36.МБ.4**

сополимеризация ионная; мономеры, в микроэмульсиях; мембраны полимерные, проводящие ионы, получение **36.МБ.194**

удаление; додецил-бензол сульфат, натриевая соль; из водных растворов; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы **36.МБ.93**

палладий

алюминий оксид; композиционные материалы; мембраны, синтез, лазерный; водород, высокой чистоты, получение; газификация,

смеси **36.МБ.40**

палладий сплавы

серебро сплавы; осаждение, химическое; модели **36.МБ.121**

пары

размер, определение; микрофильтрация; мембраны; модифицирование; поверхности **36.МБ.229**

структура, определение; метод распознавания образов; мембраны **36.МБ.143**

пек

толщина, определение; частицы, биологические; фильтрация;

мембраны, минеральные, оптические методы исследования

36.МБ.14**пектин**

пульпа; сахарная свекла; химические свойства; поверхностные

свойства; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение; микро-

фильтрация; мембраны, влияние, сравнение **36.МБ.49**

переноса процесс

несимметричный; пористые материалы, анизотропные

36.МБ.141

старение, физическое; мембраны, тонкие; полиимиды, содержащие карбоксильные группы; кинетика; молекулы структура, влия-

ние **36.МБ.77**

термочувствительный; мембраны, мезопористые, упорядоченные; сополимеры; кремний диоксид; полиакриламид, N-изопропил-; микрочастицы, сферические **36.МБ.23**

перовскиты

барий-стронций-кобальт-железо-оксиды, $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$; синтез; мембраны керамические **36.МБ.117**

перспективы, определение

мембранная технология, баро-; мембраны полупроницаемые, формирование, методы; мембраны полимерные, синтез, способ; полимеризация электрохимическая, преимущества **36.МБ.35**

пиво

осветление; фильтрация; фильтры; мембраны, использование **36.МБ.41**

пивоварение

з-д фирмы "Ottakringer" (Вена); фильтрация, новое отделение, ввод в эксплуатацию **36.МБ.127**

пипетки

наконечник с фильтром, разработки; лабораторная посуда **36.МБ.213**

пищевые продукты

очистка; нанофильтрация; мембраны, получение, свойства; соли, очистка; вина, очистка; сахар, очистка; разделение **36.МБ.228**
скоропортящиеся; хранение, в модифицир. атмосфере; азот, поступление из воздуха; мембраны керамические, использование **36.МБ.212**

плазма

обработка, влияние; мембраны полимерные, полиэтиленовые; газопроницаемость; проницаемость, селективная **36.МБ.20**

пленки

пластичные; мембраны, с газовым барьером; реакционная способность; частицы **36.МБ.72**

с регулируемым размером пор; мембраны, трехмерные, стержнеобразные, мезопористые; алюминий оксид **36.МБ.96**

тонкие эпитаксиальные; эпитаксия; топливные элементы, твердооксидные **36.МБ.177**

плоды

литчи (кит. вишни), ткани перикарпия; экстракция; антоцианины; антиоксиданты **36.МБ.135**

поверхности

изогнутые; алюминий оксид, анодный; анодирование; алюминий, шаблоны изготовление **36.МБ.103, 36.МБ.53**

модифицирование; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

нанофильтрация; мембраны; модифицирование; пары, размер, определение **36.МБ.229**

поверхности раздела

мембраны, системы, в условиях потока; иониты, неравновесные процессы; термодинамика **36.МБ.159**

поверхностные свойства

мембраны полимерные, микропористые; сополимеры блок; полиэтиленоксид; полисилоксаны; хитозаны; механические свойства **36.МБ.71**

химические свойства; пульпа; сахарная свекла; пектин; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение; микрофильтрация; мембраны, влияние, сравнение **36.МБ.49**

покрытия

алюминий оксид; синтез; мембраны керамические, наноконпозиционные; титан диоксид; газопроницаемость **36.МБ.118**

наночастицы; капли, размер, регулирование; экструзия; мембраны, трековые; травление; сегрегация, межфазная **36.МБ.108**

покрытия металлические

электроосаждение; электроосаждение сплавов; никель сплавы; хром сплавы, патентуется способ **36.МБ.207**

покрытия полимерные

нанесение; полимерные композиции; фторуглеродороды, сшиваемые, с функциональными группами, содержание, использование; фильтры; мембраны, пористые, изготовление **36.МБ.195**

полиакриламид

N-изопропил-; переноса процесс, термочувствительный; мембраны, мезопористые, упорядоченные; сополимеры; кремний диоксид; микрочастицы, сферические **36.МБ.23**

полиакрилонитрил

полиамиды; полисульфоны; алюминий оксид, наполнители; титан диоксид; цинк оксид; мембраны полимерные, изготовление, использование; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

полиамиды

полисульфоны; полиакрилонитрил; алюминий оксид, наполнители; титан диоксид; цинк оксид; мембраны полимерные, изготовление, использование; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

поливинилиденфторид

волокна, полые, получение; мембраны полимерные **36.МБ.223**

поливиниловый спирт

использование; наноструктуры; мембраны полимерные, водорастворимые, получение; формование электролитическое **36.МБ.122**

полиимиды

полихиноксалины, фенил-; газопроницаемость **36.МБ.148**
содержащие карбоксильные группы; старение, физическое; мембраны, тонкие; кинетика; молекулы структура, влияние; переноса процесс **36.МБ.77**

поликарбонаты

полисульфоны; мембраны полимерные, изготовление, способом отливки из раствора, вытравленными треками; поры; транспортные свойства, изучение, полимерные композиции **36.МБ.36**

поликарбосиланы

мембраны керамические; кремний карбид; отверждение, радиационное **36.МБ.101, 36.МБ.52**

полимер А

ацетамид, диметил-; полисульфоны; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление, структура и свойства; полиэтиленоксид, добавки, влияние, полимерные композиции **36.МБ.89**

полимеризация

межфазная; мембраны полимерные, нанофильтрац., положительно заряженная, получение и характеристика **36.МБ.125**

полимеризация радикальная

полимеры, водорастворимые; аммоний хлориды, диметил-, использование; гидразид), 2, 2'-азобис(2-метилпропио-, присутствие; реагенты, гидрофилизующие, новые, разработка, использование; мембраны полимерные, изготовление **36.МБ.154**

полимеризация электрохимическая

преимущества; мембраны полупроницаемые, формирование, методы; мембраны полимерные, синтез, способ; мембранная технология, баро-; перспективы, определение **36.МБ.35**

полимерные материалы

получение, новые подходы, использование; проницаемость, улучшенная, селективность, улучшенная; мембраны полимерные, создание; мембранная технология **36.МБ.140**

пористые материалы, нано; жидкости, смачивающих-несмачивающих, продавливание **36.МБ.147**

полимерные материалы переработка

ароматич.; формование; мембраны, протонные, изготовление, использование; топливные элементы, производство **36.МБ.191**

полимеры

водорастворимые; аммоний хлориды, диметил-, использование; гидразид), 2, 2'-азобис(2-метилпропио-, присутствие; полимеризация радикальная; реагенты, гидрофилизующие, новые, разра-

ботка, использование; мембраны полимерные, изготовление

36.МБ.154

гели; электролиты, патентуется структура и способ изготовления; аккумуляторы электрические, литий-ионный **36.МБ.217**

жидкие кристаллы, разработка, применение; фильтры, изготовление; зеркала, изготовление; композиционные материалы, проводящие, изготовление; клеи синтетические, высокотемпературные, изготовление **36.МБ.2**

катена-, цис-, аква, 4-карбоксихидроксициклогексан-1-карбоксилато, 4, 4'-бипиридин мостиковый лиганды; кадмий комплексы; кристаллическая структура, РСТА; водородная связь **36.МБ.44**

кристаллич., использование; электролиты; мембраны полимерные, получение, способ **36.МБ.181**

мембраны, смешанные; молекулярные сита, частицы диспергированные, приготовление, применение; газы, смеси; разделение **36.МБ.206**

микроструктура, влияние; мембраны полимерные, непористые, селективность **36.МБ.67**

с молекулярными отпечатками; мембраны; пористые материалы **36.МБ.39**

термочувствительные, привитые; мембраны; полиэтилентерефталат; проницаемость; электрокинетические явления **36.МБ.22**

полиметилметакрилат

кремний диоксид; мембраны полимерные, гибридные пористые, получение, ультрафильтрац. свойства, полимерные композиции **36.МБ.123**

полимолочная кислота

желатин; мембраны полимерные, смешанная биосовместимая, получение и характеристики, смеси **36.МБ.65**

полинонборнены

амфифильные проводящие, использование; мембраны полимерные, получение, использование, для литиевых аккумуляторов; литий, катионы; проницаемость **36.МБ.66**

полипептиды

фузии; лекарственные препараты; инсулин **36.МБ.210**

полипренил-дифосфат-сахара

белки; мембраны; полисахариды, экзо-; биосинтез **36.МБ.116**

полипропилен

мембраны; пористые материалы, свойства; фильтрация; газы, проницаемость **36.МБ.11**

полисахариды

экзо-; биосинтез; белки; мембраны; полипренил-дифосфат-сахара **36.МБ.116**

полисилоксаны

мембраны полимерные, микропористые; сополимеры блок; полиэтиленоксид; хитозаны; поверхностные свойства; механические свойства **36.МБ.71**

полисульфоны

загрязнение, хим. очистка; мембраны полимерные; молочные продукты, производство; ультрафильтрация **36.МБ.136**

полиамиды; полиакрилонитрил; алюминий оксид, наполнители; титан диоксид, цинк оксид; мембраны полимерные, изготовление, использование; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

поликarbonаты; мембраны полимерные, изготовление, способом отливки из раствора, вытравленными треками; поры; транспортные свойства, изучение, полимерные композиции **36.МБ.36**

полимер А; ацетамид, диметил-; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление, структура и свойства; полиэтиленоксид, добавки, влияние, полимерные композиции **36.МБ.89**

полифениленоксиды

мембраны полимерные, углеродные; проницаемость; окисление, условия, влияние **36.МБ.88**

сульфир.; имидазол; мембраны полимерные; полиэлектролиты, получение, способ **36.МБ.87**

полихиноксалины

фенил-; полиимиды; газопроницаемость **36.МБ.148**

полиэлектролиты

мембраны полимерные, безпорные, использование; сенсоры, для осмотич. давл. **36.МБ.69**

- полупроницаемые; топливные элементы, работа при низких температурах **36.МБ.132**

- получение, способ; полимеры, кристаллич., использование

36.МБ.181

полислои; модифицирование; поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; терефталевая кислота; самоорганизация; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

получение, способ; мембраны полимерные; полифениленоксиды, сульфир.; имидазол **36.МБ.87**

тв.; мембраны, гибридные, с протонной проводимостью, новые, изготовление, использование; топливные элементы **36.МБ.68**

полиэтилен

мембраны, гео, барьеры, продление жизни; окружающая среда охрана **36.МБ.12**

полиэтиленоксид

добавки, влияние; полимерные композиции; полисульфоны; полимер А; ацетамид, диметил-; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление, структура и свойства **36.МБ.89**

мембраны полимерные, микропористые; сополимеры блок; полисилоксаны; хитозаны; поверхностные свойства; механические свойства **36.МБ.71**

полиэтилентерефталат

мембраны; полимеры, термочувствительные, привитые; проницаемость; электрокинетические явления **36.МБ.22**

полиэфирсульфоны

фосфатидилхолины, соевые; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление, адсорбц. свойства; проницаемость, полимерные композиции **36.МБ.124**

пористые материалы

анизотропные; переноса процесс, несимметричный **36.МБ.141**

композиционные материалы; микроструктура; модели **36.МБ.131**
мембраны; полимеры, с молекулярными отпечатками **36.МБ.39**

нано; полимерные материалы; жидкости, смачивающих-несмачивающих, продавливание **36.МБ.147**

свойства; полипропилен; мембраны; фильтрация; газы, проницаемость **36.МБ.11**

порфирины

фотосенсибилизаторы, с предсказуемым клеточным захватыванием и субклеточной локализацией; белки, плазматические; мембраны **36.МБ.43**

поры

транспортные свойства, изучение; полимерные композиции; поликарбонаты; полисульфоны; мембраны полимерные, изготовление, способом отливки из раствора, вытравленными треками **36.МБ.36**

почвы

очистка; экстракция, электрокинетическая; свинец, извлечение одновременное, этилен-диамин-тетраацетат; мембраны катионообменные, использование; окружающая среда охрана **36.МБ.86**

почвы анализ

сточные воды очистка; сточные воды анализ; вода технология, высокоэффективная **36.МБ.156**

приборы

мембранные, беспроводные; давление измерение **36.МБ.196**

проницаемость

кислород-; мембраны; лантан галлаты, LaGaO₃, легированные Sr и Fe; механические свойства **36.МБ.82**

литий, катионы; мембраны полимерные, получение, использование, для литиевых аккумуляторов; полинорборнены, амфифильные проводящие, использование **36.МБ.66**

мембраны полимерные, углеродные; полифениленоксиды; окисление, условия, влияние **36.МБ.88**

- ультрафильтрац., изготовление, адсорбц. свойства; полимерные композиции; полиэфирсульфоны; фосфатидилхолины, соевые **36.МБ.124**

мембраны, нановолоконные, модули; волокна, радиус, влияние **36.МБ.10**

- композиционные материалы, TiO₂/ZrO₂, получение; золь-гель технология **36.МБ.33**

- полиэтилентерефталат; полимеры, термочувствительные, привитые; электрокинетические явления **36.МБ.22**

повышение; молоко, сепарир.; лактоза; гидролиз; дрожжи; клетки; этиловый спирт, использование **36.МБ.137**

селективная; мембраны полимерные, полиэтиленовые; газопроницаемость; плазма, обработка, влияние **36.МБ.20**

углерод диоксид; СПЛ; метакрилаты, 2-N, N-диметиламиноэтил-; натрий акрилаты; мембраны полимерные, синтез **36.МБ.90**

улучшенная; селективность, улучшенная; полимерные материалы, получение, новые подходы, использование; мембраны полимерные, создание; мембранная технология **36.МБ.140**

пропилен

этилен; диены; мембраны катионообменные, получение; электрохимические свойства, изучение, смеси, сополимеры, сульфосодерж. **36.МБ.126**

пульпа

сахарная свекла; пектин; химические свойства; поверхностные свойства; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение; микрофильтрация; мембраны, влияние, сравнение **36.МБ.49**

пшеница

клейковина; ферменты, папаин; гидролизаты, антиоксидантная активность **36.МБ.24**

разделение

газы, смеси; мембраны, смешанные; полимеры; молекулярные сита, частицы диспергированные, приготовление, применение **36.МБ.206**

- кислород; мембранная технология **36.МБ.216**

ионноеб эффективность; мембраны, модули; электрическое поле, воздействия, ячейки из сети микроканалов **36.МБ.106, 36.МБ.58**

мембраны, модули, изготовление; фильтрация **36.МБ.171**

метиловый спирт, в газах; катализаторы, металлокерамич., асимметрич. эффекты **36.МБ.104, 36.МБ.55**

нанофильтрационные, способ; смеси, жидкие органические; мембраны полимерные **36.МБ.219**

нанофильтрация; мембраны, получение, свойства; пищевые продукты, очистка; соли, очистка; вина, очистка; сахар, очистка **36.МБ.228**

сточные воды очистка био; фильтрование; мембраны, использование; донные отложения, ил, смеси **36.МБ.183**

ферменты; дрожжи; клетки; мембраны; волокна, полые модули **36.МБ.37**

характеристики; уксусная кислота, вода; мембраны полимерные; сополимеры привитые, использование, первапорация, эвапомеация, смеси **36.МБ.64**

растворы

мембраны, нафион; сорбция, и проникновение; хлориды; соли; вода; метиловый спирт **36.МБ.46**

травление; сточные воды, обработка; кислоты, содержание; гальваническое производство **36.МБ.201**

рафинирование

масла растительные; полимерные композиции; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; алюминий оксид, наполните-

ли; титан диоксид; цинк оксид; мембраны полимерные, изготовление, использование **36.МБ.211**

реагенты

гидрофилизующие, новые, разработка, использование; полимеризация радикальная; полимеры, водорастворимые; аммоний хлориды, диметил-, использование; гидразид), 2, 2'-азобис(2-метилпропио-, присутствие; мембраны полимерные, изготовление **36.МБ.154**

реакторы

био; сточные воды очистка, городские; мембраны, использование; нанофильтрация; целлюлоза ацетаты, использование **36.МБ.29**

-- способ, устройство; мембраны, использование **36.МБ.163**

-- мембраны, использование **36.МБ.100**

контактные аппараты; кислород, растворенный, удаление; вода очистка; мембраны, одноволоконные, каталитическая **36.МБ.157**

-- растворимый, удаление; вода очистка; мембраны **36.МБ.146**

мембранные; мембраны, керамические, получение; модифицирование; водопроницаемость **36.МБ.84**

мембраны, проточные, каталитически активный; органические соединения; гидрирование; каталитическая реакция **36.МБ.172**

- сточные воды очистка; фильтрование, сопротивление; осадки, кек, характеристики **36.МБ.32**

реакционная способность

мембраны, с газовым барьером; частицы; пленки, пластичные **36.МБ.72**

резина

резиновые смеси; каучук силоксановый; волокна, натуральные; волокна синтетические; армирование; мембраны полимерные; уплотнители **36.МБ.224**

резиновые смеси

каучук силоксановый; волокна, натуральные; волокна синтетические; резина; армирование; мембраны полимерные; уплотнители **36.МБ.224**

рутений комплексы

биядерные, гидроксо мостиковый, карбоксилато мостиковый; нитрозоний, ион; наноструктуры, формирование, использование; восстановление, селективное **36.МБ.95**

самоорганизация

модифицирование; поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; терефталевая кислота; полиэлектролиты, полислои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

сахар

очистка; нанофильтрация; мембраны, получение, свойства; пищевые продукты, очистка; соли, очистка; вина, очистка; разделение **36.МБ.228**

сахара* полипренил-дифосфат-

белки; мембраны; полисахариды, экзо-; биосинтез **36.МБ.116**

сахарная свекла

пульпа; пектин; химические свойства; поверхностные свойства; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение; микрофильтрация; мембраны, влияние, сравнение **36.МБ.49**

сбраживание

концентрирование; метан; осадки; сточные воды очистка **36.МБ.203**

свинец

извлечение одновременное, этилен-диамин-тетраацетат; экстракция, электрокинетическая; мембраны катионообменные, использование; окружающая среда охрана; почвы; очистка **36.МБ.86**

сегрегация

межфазная; капли, размер, регулирование; наночастицы; покрытия; экструзия; мембраны, трековые; травление **36.МБ.108**

сенсоры

для осмотич. давл.; полиэлектролиты; мембраны полимерные, безопорные, использование **36.МБ.69**

мембраны, опто-химические, изготовление **36.МБ.199**

оптические приборы; кислород определение, растворимый; вода технология **36.МБ.60**

сепараторы

углеводороды; эмульсии, в воде; вода, трюмная **36.МБ.215**

сера триоксид

олефины, перфтор-; сульфаты, β -, синтез, применение; фторо-сульфаты, синтез, реакция **36.МБ.115**

серебро сплавы

палладий сплавы; осаждение, химическое; модели **36.МБ.121**

силикалит-1

цеолиты; мембраны, упорядочение, выращивание, упорядочение, в больших масштабах; углерод диоксид, циркуляция **36.МБ.73**

силикаты*гадолиний

легированные Ln(3+) (Ln, Tb); фосфоры; иттрий силикаты, легированные Ln(3+) (Eu, Tb, Sm); частицы; тонкие, получение; мембраны, жидкие эмульсионные, использование **36.МБ.50, 36.МБ.98**

силикаты*иттрий

легированные Ln(3+) (Eu, Tb, Sm); гадолиний силикаты, легированные Ln(3+) (Ln, Tb); фосфоры; частицы; тонкие, получение; мембраны, жидкие эмульсионные, использование **36.МБ.50, 36.МБ.98**

системы

мембраны; адсорбенты; массоперенос; носители, подвижные, жидкие **36.МБ.142**

насосы, электроосмотические; электролиз; газы, электролиза, контроль **36.МБ.218**

смеси

жидкие органические; разделение, наночистотационные, способ; мембраны полимерные **36.МБ.219**

соли

очистка; наночистотирование; мембраны, получение, свойства; пищевые продукты, очистка; вина, очистка; сахар, очистка; разделение **36.МБ.228**

хлориды; мембраны; нафион; сорбция, и проникновение; растворы; вода; метиловый спирт **36.МБ.46**

солод

производство; очистка биол.; сточные воды; биореакторы; мембраны **36.МБ.97**

сополимеризация ионная

ПАВ; мономеры, в микроэмульсиях; мембраны полимерные, проводящие ионы, получение **36.МБ.194**

сополимеры

переноса процесс, термочувствительный; мембраны, мезопористые, упорядоченные; кремний диоксид; полиакриламид, N-изопропил-; микрочастицы, сферические **36.МБ.23**

тетраметилен-адипат; модифицирование; поверхности; мембраны; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

сополимеры блок

мембраны полимерные, микропористые; полиэтиленоксид; полисилоксаны; хитозаны; поверхностные свойства; механические свойства **36.МБ.71**

сополимеры привитые

использование; мембраны полимерные; перапорация, эвапомеация, смеси; уксусная кислота, вода; разделение, характеристики **36.МБ.64**

сорбция

и проникновение; мембраны; нафион; растворы; хлориды; соли; вода; метиловый спирт **36.МБ.46**

соя

содержание; белки; напитки, получение, способ; запах, специфич., устранение, способ **36.МБ.170**

спирты

низшие; этерификация; кислоты, органические; эфиры сложные; карбоксилаты, соли; ионизация, де-, электро-; иониты; мембраны **36.МБ.220**

сталь

мембраны; водород, выделение; диффузия **36.МБ.134**

нержавеющая; травление; кислоты, экологически безопасное рециклирование; экология **36.МБ.63**

старение

физическое; мембраны, тонкие; полиимиды, содержащие карбоксильные группы; кинетика; молекулы структура, влияние; переноса процесс **36.МБ.77**

стеклокерамика

$\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$; мембраны, Li-проводящие композиционные, получение; микроструктура **36.МБ.119**

сточные воды

обработка; кислоты, содержание; гальваническое производство; травление; растворы **36.МБ.201**

синтетические; кадмий, удаление; ультрафильтрование, микцеллярно усиленная; мембраны; волокна, полые **36.МБ.109**

солод, производство, очистка биол.; биореакторы; мембраны **36.МБ.97**

сточные воды анализ

сточные воды очистка; почвы анализ; вода технология, высокоэффективная **36.МБ.156**

сточные воды очистка

анионный обмен; мембраны, модифицир. использование; анионы, удаление; обессоливание **36.МБ.17**

гальваническое производство; мембраны, установки, использование; технология, комбинирование **36.МБ.152**

городские; реакторы, био; мембраны, использование; наночистотирование; целлюлоза ацетаты, использование **36.МБ.29**

концентрирование; метан; сбраживание; осадки **36.МБ.203**

мембраны, био; технология, теория **36.МБ.51, 36.МБ.99**

металлы тяжелые, удаление; ультрафильтрование; ПАВ, использование **36.МБ.128**

мобильная установка; фильтрование **36.МБ.164**

обрастание; мембраны **36.МБ.16**

почвы анализ; сточные воды анализ; вода технология, высокоэффективная **36.МБ.156**

реакторы, био; мембраны, использование **36.МБ.100**

- мембраны; фильтрование, сопротивления; осадки, кек, характеристики **36.МБ.32**

способ, устройство; реакторы, био; мембраны, использование **36.МБ.163**

туалеты; азот, неорганический, удаление; мембраны, использование; биореакторы, в циркуляционной системе **36.МБ.129**

фильтрование; мембраны, использование **36.МБ.162, 36.МБ.184**

сточные воды очистка био

фильтрование; мембраны, использование; донные отложения, ил, смеси; разделение **36.МБ.183**

строительная промышленность

гидроизоляционные материалы; мембраны полимерные, LOGICROOF®, применение, преимущества **36.МБ.91**

стронций-кобальт-железо-оксиды*барий-

$\text{Ba}_0,5\text{Sr}_0,5\text{Co}_0,8\text{Fe}_0,2\text{O}_{3-\delta}$; синтез; перовскиты; мембраны керамические **36.МБ.117**

структура-свойства взаимосвязь

электролиты, композитные мембранные, получение; мембраны полимерные, пористые; нанокристаллы; титан диоксид **36.МБ.45**

сульфонаты

β -, синтез, применение; олефины, перфтор-; сера триоксид; фторо-сульфаты, синтез, реакция **36.МБ.115**

сульфаты*декстран

хитозаны; модифицирование; поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои **36.МБ.111**

сульфонат*додецил-бензол

натриевая соль, из водных растворов; ПАВ, удаление; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы **36.МБ.93**

сурьма комплексы

атомные, сульфидо лиганд, 1, 4, 8, 11-тетраацетилтетрадекан соли; кристаллическая структура, РСТА **36.МБ.160**

текстильные материалы

нетканые материалы; мембранная технология; фильтрация **36.МБ.54**

терефталевая кислота

модифицирование; поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

термодинамика

мембраны, системы, в условиях потока; иониты, неравновесные процессы; поверхности раздела **36.МБ.159**

термостабильность

керамика; кремний-бор-карбонитриды, SiBCN, получение; циклосилазаны; гидроборирование; молекулярные сита **36.МБ.83**

тетраметилен-адипат

сополимеры; модифицирование; поверхности; мембраны; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полислои; хитозаны; декстран сульфаты **36.МБ.111**

технология

комбинирование; сточные воды очистка; гальваническое производство; мембраны, установки, использование **36.МБ.152**
масличные культуры; белки, извлечение из семян **36.МБ.169**
медь; выщелачивание, кучное; экстракция; электролиз **36.МБ.151**
мембраны **36.МБ.6**

теория; мембраны, био; сточные воды очистка **36.МБ.51,**

36.МБ.99**течение**

каналы, прокладки; фильтрация, модули **36.МБ.182**
потенциал; микрофильтрация; ультрафильтрация; мембраны; электрический заряд, поверхностный, характеристики **36.МБ.26**

титан диоксид

мембраны керамические, наноконпозиционные; покрытия; алюминий оксид, синтез; газопроницаемость **36.МБ.118**
мембраны, композитные; кремний диоксид; ПАВ, удаление; додецил-бензол сульфонат, натриевая соль, из водных растворов; наночастицы, стержневидные; нанотрубки; фотокатализаторы **36.МБ.93**

нанокристаллы; электролиты, композитные мембранные, получение; структура-свойства взаимосвязь; мембраны полимерные, пористые **36.МБ.45**

получение, свойства; композиционные материалы; кремний диоксид; мембраны; золь-гель технология **36.МБ.38**

цинк оксид; алюминий оксид, наполнители; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, изготовление, использование; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

титан комплексы

кластеры, полифункц., алкоко лиганд; наноматериалы, органо-неорганические; кристаллическая структура **36.МБ.75**

толщина

определение; пек; частицы, биологические; фильтрация; мембраны, минеральные, оптические методы исследования **36.МБ.14**

тонкие

частицы; получение; фосфоры; иттрий силикаты, легированные Ln(3+)(Eu, Tb, Sm); гадолиний силикаты, легированные Ln(3+)(Ln, Tb); мембраны, жидкие эмульсионные, использование **36.МБ.50, 36.МБ.98**

топливные элементы

гибридные мембраны, полиэлектролиты, механические свойства, протонные проводимости **36.МБ.19**

мембраны, гибридные, с протонной проводимостью, новые, изготовление, использование; полиэлектролиты, тв. **36.МБ.68**
- протон-проводящая; моделирование; ЭВМ применение **36.МБ.138**

патентуется система ТЭ для автомобиля **36.МБ.188**

полимерные электролитные мембраны, биполярные пластины, металлические сплавы, пассивирующие оксидные слои, электрическая проводимость **36.МБ.166**

- электроды, накопители водорода, сплавы металлов, углеродные материалы, производные фуллеренов, нановолокна, нанотрубки **36.МБ.165**

производство; полимерные материалы переработка, ароматич.; формование; мембраны, протонные, изготовление, использование **36.МБ.191**

протон-обменные композиционные мембраны, тонкодиспергированные глины, полимерные пленки, кроссоверы, растворы метанола **36.МБ.189**

работа при низких температурах; мембраны полимерные, полупроницаемые; полиэлектролиты **36.МБ.132**

твердооксидные; эпитаксия, пленки, тонкие эпитаксиальные **36.МБ.177**

электроды, газодиффузионные, использование; датчики, газовые; аккумуляторы электрические; электролизеры **36.МБ.153**

электролитные мембраны, полимеры, протонопроводящие вещества, наночастицы, протонопроводящие цепочки, механические и термические характеристики **36.МБ.180**

травление

капли, размер, регулирование; наночастицы; покрытия; экструзия; мембраны, трековые; сегрегация, межфазная **36.МБ.108**
растворы; сточные воды, обработка; кислоты, содержание; гальваническое производство **36.МБ.201**

- цинк, удаление; кинетика **36.МБ.30**

сталь, нержавеющая; кислоты, экологически безопасное рециклирование; экология **36.МБ.63**

транспортные свойства

изучение; поры; полимерные композиции; поликарбонаты; полисульфоны; мембраны полимерные, изготовление, способом отливки из раствора, вытравленными треками **36.МБ.36**

углеводороды

эмульсии, в воде; вода, трымная; сепараторы **36.МБ.215**

углеводы

очистка **36.МБ.186**

углерод

наноструктуры, изготовление, применение **36.МБ.205**

углерод диоксид

проницаемость; СПЛ; метакрилаты, 2-N, N-диметиламиноэтил-; натрий акрилаты; мембраны полимерные, синтез **36.МБ.90**

тримеры; диполи, взаимодействие, резонансное; моделирование математическое **36.МБ.139**

удаление; газы дымовые очистка; мембраны, катализаторы; карбонаты, получение, устр-во **36.МБ.175**

- мембраны; контактные аппараты; носители, жидкости различного типа **36.МБ.145**

циркуляция; мембраны, упорядочение, выращивание, упорядочение, в больших масштабах; цеолиты; силикалит-1 **36.МБ.73**

уксусная кислота

вода; разделение, характеристики; мембраны полимерные; сополимеры привитые, использование, первапорация, эвапомеация, смеси **36.МБ.64**

ультрафильтрация

изучение "тупикового" процесса; кремний диоксид, суспензии, использование **36.МБ.105, 36.МБ.57**

мембраны, гидратцеллюлозные **36.МБ.222**

- химические вещества, растворенные, заряженные, в поляризованном слое **36.МБ.9**

металлы тяжелые, удаление; сточные воды очистка; ПАВ, использование **36.МБ.128**

микрофильтрация; вода очистка, поверхностных источников **36.МБ.42**

- мембраны; течение, потенциал; электрический заряд, поверхностный, характеристики **36.МБ.26**

мицеллярно усиленная; кадмий, удаление; сточные воды, синтетические; мембраны; волокна, полые **36.МБ.109**

молочные продукты, производство; мембраны полимерные; полисульфоны, загрязнение, хим. очистка **36.МБ.136**

органические вещества, природные, удаление; вода очистка, в интегрированном процессе MIEX **36.МБ.28**

хром, удаление, Cr(6+); азот оксиды, использование; мембраны; композиционные материалы, модифицир. **36.МБ.31**

уплотнители

резиновые смеси; каучук силиконовый; волокна, натуральные; волокна синтетические; резина; армирование; мембраны полимерные **36.МБ.224**

уровнемеры

жидкостей, электронные **36.МБ.193**

ферменты

активность; мембраны, бислойные привязанные, увеличение характеристик **36.МБ.76**

папаин; гидролизаты; антиоксидантная активность; клейковина; пшеница **36.МБ.24**

разделение; дрожжи; клетки; мембраны; волокна, полые модули **36.МБ.37**

фильтрация

вина; фильтры; мембраны, использование **36.МБ.48**

мембраны, модули, изготовление; разделение **36.МБ.171**

модули; течение, каналы, прокладки **36.МБ.182**

нетканые материалы; текстильные материалы; мембранная технология **36.МБ.54**

новое отделение, ввод в эксплуатацию; пивоварение, 3-д фирмы "Ottakringer" (Вена) **36.МБ.127**

осветление; пиво; фильтры; мембраны, использование **36.МБ.41**

пек; толщина, определение; частицы, биологические; мембраны, минеральные, оптические методы исследования **36.МБ.14**

полипропилен; мембраны; пористые материалы, свойства; газы, проницаемость **36.МБ.11**

фильтрование

вода; мембраны, система, погружение, использование **36.МБ.174**

мембраны; коагулянты, иммобилизованные, применение; воды природные, поверхн., доочистка, использование; ликеро-водочное производство **36.МБ.47**

сопротивления; сточные воды очистка; реакторы; мембраны; осадки, кек, характеристики **36.МБ.32**

сточные воды очистка био; мембраны, использование; донные отложения, ил, смеси; разделение **36.МБ.183**

сточные воды очистка, мобильная установка **36.МБ.164**

- мембраны, использование **36.МБ.162, 36.МБ.184**

фильтры

изготовление; зеркала, изготовление; композиционные материалы, проводящие, изготовление; клеи синтетические, высокотемпера-

турные, изготовление; полимеры; жидкие кристаллы, разработка, применение **36.МБ.2**

каталитический для сброса водорода; патентуется устройство; аккумуляторы электрические; водород, сброс из аккумуляторов **36.МБ.179**

мембранные; гидрирование; амины, ароматические; бензол, 1-хлоро-, 2-, 4-динитро-; катализаторы, переходные металлы на носителе; амины, способ получения **36.МБ.168**

мембраны, использование; вина; фильтрация **36.МБ.48**

-- осветление; пиво; фильтрация **36.МБ.41**

- пористые, изготовление; фторуглеводороды, сшиваемые, с функциональными группами, содержание, использование; покрытия полимерные, нанесение, полимерные композиции **36.МБ.195**

схемы устройства; керамические изделия **36.МБ.204**

флотация

использование; металлообрабатывающая промышленность; электронная промышленность, ресурсосбережение; мембраны, использование **36.МБ.155**

формование

полимерные материалы переработка, ароматич.; мембраны, протонные, изготовление, использование; топливные элементы, производство **36.МБ.191**

формование электролитическое

наноструктуры; мембраны полимерные, водорастворимые, получение; поливиниловый спирт, использование **36.МБ.122**

фосфатидилхолины

соевые; полиэфирсульфоны; мембраны полимерные, ультрафильтрац., изготовление, адсорбц. свойства; проницаемость, полимерные композиции **36.МБ.124**

фосфогипс

производство; методы, очистка инфильтрата **36.МБ.61**

фосфоры

итрий силикаты, легированные Ln(3+)(Eu, Tb, Sm); гадолиний силикаты, легированные Ln(3+) (Ln, Tb); частицы; тонкие, получение; мембраны, жидкие эмульсионные, использование **36.МБ.50, 36.МБ.98**

фотокатализаторы

ПАВ, удаление; додецил-бензол сульфонат, натриевая соль, из водных растворов; мембраны, композитные; кремний диоксид; титан диоксид; наночастицы, стержневидные; нанотрубки **36.МБ.93**

фотосенсибилизаторы

с предсказуемым клеточным захватыванием и субклеточной локализацией; белки, плазматические; мембраны; порфирины **36.МБ.43**

фторосульфаты

синтез; реакция; олефины, перфтор-; сера триоксид; сультоны, β-, синтез, применение **36.МБ.115**

фторуглеводороды

сшиваемые, с функциональными группами, содержание; использование; фильтры; мембраны, пористые, изготовление; покрытия полимерные, нанесение, полимерные композиции **36.МБ.195**

фуллерены

функционализованные; мембраны; патентуется состав и способ изготовления мембран; материалы, протонпроводящие **36.МБ.178**

фурациллин

лекарственные вещества; лекарственные формы; мембраны, состав **36.МБ.221**

химические вещества

растворенные, заряженные, в поляризованном слое; ультрафильтрация; мембраны **36.МБ.9**

химические свойства

поверхностные свойства; пульпа; сахарная свекла; пектин; осаждение, спиртовое, влияние, сравнение; микрофильтрация; мембраны, влияние, сравнение **36.МБ.49**

хитозаны

декстран сульфаты; модифицирование; поверхности; мембраны; сополимеры; тетраметилен-адипат; терефталевая кислота; самоорганизация; полиэлектролиты, полисилои **36.МБ.111**

мембраны полимерные, микропористые; сополимеры блок; полиэтиленоксид; полисилоксаны; поверхностные свойства; механические свойства **36.МБ.71**

- получение, свойства; наполнители; цеолиты **36.МБ.70**

хлориды

соли; мембраны; нафион; сорбция, и проникновение; растворы; вода; метиловый спирт **36.МБ.46**

хлориды*аммоний

диметил-, использование; гидразид), 2, 2'-азобис(2-метилпропио-, присутствие; полимеры, водорастворимые; полимеризация радикальная; реагенты, гидрофилизующие, новые, разработка, использование; мембраны полимерные, изготовление **36.МБ.154**

хранение

в модифицир. атмосфере; пищевые продукты, скоропортящиеся; азот, поступление из воздуха; мембраны керамические, использование **36.МБ.212**

хром

удаление, Cr(6+); азот оксиды, использование; мембраны; композиционные материалы, модифицир.; ультрафильтрация **36.МБ.31**

хром сплавы

никель сплавы; патентуется способ; электроосаждение; покрытия металлические; электроосаждение сплавов **36.МБ.207**

целлюлоза ацетаты

использование; сточные воды очистка, городские; реакторы, био; мембраны, использование; наночистота **36.МБ.29**

цеолиты

мембраны полимерные, получение, свойства; хитозаны; наполнители **36.МБ.70**

мембраны, гранулы зерен; массоперенос, сопротивление; моделирование математическое; молекулярной динамики метод **36.МБ.74**

носители, твердые; альбумины, бычий сывороточный; иммобилизация; мембраны; композиционные материалы; мембраны **36.МБ.110**

силикалит-1; мембраны, упорядочение, выращивание, упорядочение, в больших масштабах; углерод диоксид, циркуляция **36.МБ.73**

циклосилазаны

керамика; кремний-бор-карбонитриды, SiBCN, получение; гидроборирование; термостабильность; молекулярные сита **36.МБ.83**

цинк

удаление; травление, растворы; кинетика **36.МБ.30**

цинк оксид

алюминий оксид, наполнители; титан диоксид; полиамиды; полисульфоны; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, изготовление, использование; масла растительные; рафинирование, полимерные композиции **36.МБ.211**

частицы

биологические; пек; толщина, определение; фильтрация; мембраны, минеральные, оптические методы исследования **36.МБ.14**

мембраны, с газовым барьером; реакционная способность; пленки, пластичные **36.МБ.72**

тонкие; получение; фосфоры; иттрий силикаты, легированные Ln(3+)(Eu, Tb, Sm); гадолиний силикаты, легированные Ln(3+)

(Ln, Tb); мембраны, жидкие эмульсионные, использование **36.МБ.50, 36.МБ.98**

ЭВМ применение

моделирование; мембраны, протон-проводящая; топливные элементы **36.МБ.138**

экология

травление; сталь, нержавеющая; кислоты, экологически безопасное рециклирование **36.МБ.63**

экономика

воды природные; вода очистка; мембраны, использование; окружающая среда охрана **36.МБ.81**

экономия энергии

проточная микрофильтрация, применение; мембранная техника **36.МБ.13**

экстракция

антоцианины; антиоксиданты; плоды, литчи (кит. вишни), ткани перикарпия **36.МБ.135**

медь; выщелачивание, кучное; электролиз; технология **36.МБ.151**

электрокинетическая; свинец, извлечение одновременное, этилендиамин-тетраацетат; мембраны катионообменные, использование; окружающая среда охрана; почвы; очистка **36.МБ.86**

этиловый спирт, из исходного раствора; мембраны, микропористые, использование **36.МБ.198**

экструзия

капли, размер, регулирование; наночастицы; покрытия; мембраны, трековые; травление; сегрегация, межфазная **36.МБ.108**

электрический заряд

поверхностный, характеристики; микрофильтрация; ультрафильтрация; мембраны, течение, потенциал **36.МБ.26**

электрическое поле

воздействия; ячейки из сети микроканалов; разделение, ионное; эффективность; мембраны, модули **36.МБ.106, 36.МБ.58**

электродиализ

мембраны; аниониты, засорение; морфология **36.МБ.94**

обратный; новый способ получения энергии **36.МБ.120**

электроды

газодиффузионные, использование; топливные элементы; датчики, газовые; аккумуляторы электрические; электролизеры **36.МБ.153**

электрокинетические явления

мембраны, многоканальные; вязкость, электро-, использование **36.МБ.79**

- полиэтилентерефталат; полимеры, термочувствительные, привитые; проницаемость **36.МБ.22**

электролиз

медь; выщелачивание, кучное; экстракция; технология **36.МБ.151**

насосы, электроосмотические; системы; газы, электролиза, контроль **36.МБ.218**

электролизеры

электроды, газодиффузионные, использование; топливные элементы; датчики, газовые; аккумуляторы электрические **36.МБ.153**

электролиты

композитные мембранные, получение; структура-свойства взаимосвязь; мембраны полимерные, пористые; нанокристаллы; титан диоксид **36.МБ.45**

полимерный с кислотной, основной и эластомерной группами; мембраны, электролитная, патентуется мембрана **36.МБ.176**

полимеры; гели; патентуется структура и способ изготовления; аккумуляторы электрические, литий-ионный **36.МБ.217**

электронная промышленность

ресурсосбережение; металлообрабатывающая промышленность; флотация, использование; мембраны, использование **36.МБ.155**

электроосаждение

покрытия металлические; электроосаждение сплавов; никель сплавы; хром сплавы, патентуется способ **36.МБ.207**

электроосаждение сплавов

электроосаждение; покрытия металлические; никель сплавы; хром сплавы, патентуется способ **36.МБ.207**

электрохимические свойства

изучение; смеси, сополимеры, сульфосодерж.; этилен; пропилен; диены; мембраны катионообменные, получение **36.МБ.126**

электрохимические ячейки

мембраны; ионы определение **36.МБ.200**

эмульсии

в воде; углеводороды; вода, трюмная; сепараторы **36.МБ.215**
масло в воде; очистка, ультра-; мембраны, вибрирующие, диски вращающиеся, сравнение гидродинамических параметров фильтрующих систем **36.МБ.112**

эпитаксия

пленки, тонкие эпитаксиальные; топливные элементы, твердооксидные **36.МБ.177**

этан

1, 1, 2-трихлор-; дегидрохлорирование; аммоний соединения, гидроксиды; винилиденхлорид, способ получения; аммоний соединения четвертичные **36.МБ.167**

этерификация

спирты, низшие; кислоты, органические; эфиры сложные; карбоксилаты, соли; ионизация, де-, электро-; иониты; мембраны **36.МБ.220**

этилен

пропилен; диены; мембраны катионообменные, получение; электрохимические свойства, изучение, смеси, сополимеры, сульфосодерж. **36.МБ.126**

этиловый спирт

из исходного раствора; экстракция; мембраны, микропористые, использование **36.МБ.198**

использование; молоко, сепарир.; лактоза; гидролиз; дрожжи; клетки; проницаемость, повышение **36.МБ.137**

эфиры сложные

карбоксилаты, соли; этерификация; спирты, низшие; кислоты, органические; ионизация, де-, электро-; иониты; мембраны **36.МБ.220**

Авторский указатель

- Abate Salvatore **36.МБ.56**
Acharya N. K. **36.МБ.36**
Acosta J. L. **36.МБ.126**
Afonso Ramos Iliia Rosa **36.МБ.59**
Ahmad A. L. **36.МБ.118, 36.МБ.70**
Ajuria Jon **36.МБ.19, 36.МБ.68**
Akoum O. **36.МБ.112**
Akretche D. E. **36.МБ.86**
Al-Aseeri Mohamed **36.МБ.18**
Al-Bastaki Nader **36.МБ.105, 36.МБ.18, 36.МБ.57**
Al-Hammadi Hassan **36.МБ.105, 36.МБ.57**
Ali Zulfikar Muhammad **36.МБ.123**
Allcock Harry R. **36.МБ.66**
Altendorfer Herbert **36.МБ.227**
Amara Mourad **36.МБ.17**
Aminabhavi Tejraj M. **36.МБ.75**
Amrate S. **36.МБ.86**
Arslanov V. V. **36.МБ.78**
Asman Gulsen **36.МБ.64**
Awasthi Kamendra **36.МБ.36**
Awe Martin **36.МБ.97**
Ayala-Bribiesca Erik **36.МБ.94**
Ayrat Andre **36.МБ.102**
Balboni Pietro **36.МБ.61**
Bandura B. **36.МБ.120**
Barragan V. M. **36.МБ.46**
Battistoni Paolo **36.МБ.61**
Bazinet Laurent **36.МБ.94**
Beier Soren Prip **36.МБ.37**
Ben Amar R. **36.МБ.34**
Bengtson Gisela **36.МБ.211**
Benito J. M. **36.МБ.85**
Bentama Jilali **36.МБ.14**
Bera Manav B. **36.МБ.137**
Bhagwandin Sandhya **36.МБ.25**
Bhat Santoshkumar D. **36.МБ.75**
Blazquez J. Alberto **36.МБ.19, 36.МБ.68**
Bonneau Stephanie **36.МБ.43**
Bowman Christopher N. **36.МБ.107**
Brault Daniel **36.МБ.43**
Brovko O. O. **36.МБ.39**
Bruma M. **36.МБ.148**
Bu-Ali Qais **36.МБ.18**
Camilo **36.МБ.215**
Carja Gabriela **36.МБ.158**
Carniani Enrico **36.МБ.61**
Cendoya Ione **36.МБ.19, 36.МБ.68**
Centi Garbiele **36.МБ.56**
Chang Soon Ho **36.МБ.45**
Chen Chur-Jen **36.МБ.106, 36.МБ.58**
Chen Ming-Yuan **36.МБ.16**
Chen Shuo **36.МБ.33, 36.МБ.93**
Chen Wei-hang **36.МБ.125**
Chiu T. Y. **36.МБ.79**
Choi Jae-Hoon **36.МБ.29**
Ciobanu Gabriela **36.МБ.158**
Ciobanu Octavian **36.МБ.158**
Compan V. **36.МБ.126**
Conesa A. **36.МБ.85**
Cui Zhanfeng **36.МБ.9**
Da Costa J. C. Diniz **36.МБ.117**
Dahotre Narendra B. **36.МБ.40**
Dai Chang-hong **36.МБ.5**
Dantan N. **36.МБ.199**
Davis Robert H. **36.МБ.107**
De Bruijn F. T. **36.МБ.27**
De Graauw J. **36.МБ.27**
De Kee D. **36.МБ.21**
De la Casa Emilio J. **36.МБ.113**
De Michelis Ida **36.МБ.128**
Dietmar **36.МБ.222**
Ding L. **36.МБ.112**
Dittmeyer Roland **36.МБ.172**
Dmitriev E. A. **36.МБ.149**
Dolbin I. V. **36.МБ.67**
Donch Ingo **36.МБ.69**
Dong Chun-song **36.МБ.129**
Drioli Enrico **36.МБ.110**
Duan Xuewu **36.МБ.135**
Durand Jean **36.МБ.102**
Ebert Katrin **36.МБ.211**
El Feki H. **36.МБ.34**
El'skaya A. V. **36.МБ.39**
Emrick Todd **36.МБ.108**
Fan Yao-bo **36.МБ.129**
Fang Wen-ji **36.МБ.125**
Fang Yao-yao **36.МБ.109**
Febo-Ayala Wilma **36.МБ.76**
Fei Guang Tao **36.МБ.96**
Ferella Francesco **36.МБ.128**
Fernandez-Carretero F. J. **36.МБ.126**
Fery Andreas **36.МБ.69**
Field Robert W. **36.МБ.9**
Fischer G. **36.МБ.150**
Fratesi Valeria **36.МБ.61**
Fritsch Detlev **36.МБ.211**
Frusteri Francesco **36.МБ.56**
Fu Qiang **36.МБ.23**
Fukasawa Masayuki **36.МБ.161**
Fukushi Kensuke **36.МБ.29**
Funamizu N. **36.МБ.100**
Gallagher E. M. G. **36.МБ.12**
Gao Congjie **36.МБ.90**
Geismann Christian **36.МБ.22**
Golubev N. V. **36.МБ.78**
Goncharova L. A. **36.МБ.39**
Good Brian T. **36.МБ.107**
Gorteau Virginie **36.МБ.62**
Gu Lai **36.МБ.121**
Guadix Antonio **36.МБ.113**
Guadix Emilia M. **36.МБ.113**
Guico Rodney S. **36.МБ.103, 36.МБ.53**
Guo Hailing **36.МБ.73**
Habashi F. **36.МБ.151**
Hackner Torsten **36.МБ.184**
Haji Shaker **36.МБ.18**
Hamciuc E. **36.МБ.148**
Haraya Kenji **36.МБ.88**
Harja Maria **36.МБ.158**
Harttig Herbert **36.МБ.192**
Hassan Ata M. **36.МБ.214**
Hassan Ata Mohammad **36.МБ.173**
Hauser Ralf **36.МБ.83**
Hengel Robert **36.МБ.60**
Herrmann K. **36.МБ.150**
Hilal Nidal **36.МБ.123**
Hirai Takayuki **36.МБ.50, 36.МБ.98**
Hohse M. **36.МБ.199**
Holl Wolfgang **36.МБ.1**

- Hong-qin Dai 36.МБ.122
 Horl Hans-Heinrich 36.МБ.222
 Howener Jens 36.МБ.183
 Hsu Jyh-Ping 36.МБ.106, 36.МБ.58
 Huang Guohe 36.МБ.109
 Huang Jin-hui 36.МБ.109
 Huang Xia 36.МБ.32
 Ibanez Ruben 36.МБ.113
 Idrus N. F. 36.МБ.118
 Iida Masayasu 36.МБ.95
 Ikuhara Yumi H. 36.МБ.83
 Innocent C. 36.МБ.86
 Inoue Kouichi 36.МБ.164
 Inoue Masahito 36.МБ.164
 Iruin Juan J. 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Isono Yasuyuki 36.МБ.161
 Istrati Lacramioara 36.МБ.158
 Ivanisevic Albena 36.МБ.25
 Iwai H. 36.МБ.4
 Iwamoto Yuji 36.МБ.83
 Jaffrin M. Y. 36.МБ.112
 James A. E. 36.МБ.79
 Jansens P. J. 36.МБ.27
 Ji Jianbin 36.МБ.11
 Jiang Boquan 36.МБ.121
 Jiang Yueming 36.МБ.135
 Jiang Yue-ming 36.МБ.24
 Jiang Zhong-yi 36.МБ.124
 Jian-min Wang 36.МБ.122
 Jin Zhen 36.МБ.96
 Jonsson Gunnar 36.МБ.37
 Jou Chi-Hsiung 36.МБ.111
 Julbe Anne 36.МБ.102
 Kabsch-Korbutowicz Malgorzata 36.МБ.28
 Kalinina M. A. 36.МБ.78
 Kanao Shinzo 36.МБ.161
 Karabanova L. V. 36.МБ.39
 Kasianowicz John J. 36.МБ.76
 Kazemimoghadam Mansoor 36.МБ.136
 Ke Lin-nan 36.МБ.89
 Kennedy John F. 36.МБ.137
 Kerdjoudj Hacene 36.МБ.17
 Kim Do Kyung 36.МБ.82
 Kim J. H. 36.МБ.77
 Kim Kwang Man 36.МБ.45
 Kimura Toru 36.МБ.181
 Kohlhoff H. 36.МБ.199
 Koll Joachim 36.МБ.211
 Kondo Yuki 36.МБ.50, 36.МБ.98
 Koros W. J. 36.МБ.77
 Kozlov G. V. 36.МБ.67
 Krein Hans-Jurgen 36.МБ.162
 Kullmann Christoph 36.МБ.97
 Kulshreshtha Vaibhav 36.МБ.36
 Kumar Anil 36.МБ.31
 Kumar Annamalai 36.МБ.95
 Kumar Binod 36.МБ.119
 Kumazawa H. 36.МБ.20
 Lai J. Y. 36.МБ.16
 Larbot A. 36.МБ.34
 Lee Duu-jong 36.МБ.106, 36.МБ.16, 36.МБ.58
 Lee Hong-Joo 36.МБ.88
 Lee Kee Sung 36.МБ.82
 Lee Kew-Ho 36.МБ.84
 Lee Robert 36.МБ.44
 Lee Shiwoo 36.МБ.82
 Lehmann Ulrich 36.МБ.63
 Li Gang 36.МБ.129
 Li Hua 36.МБ.73
 Li Jianbing 36.МБ.109
 Li Liangxiong 36.МБ.44
 Li Wenjing 36.МБ.33
 Li Xiang 36.МБ.223
 Li Xiao-yan 36.МБ.32
 Lin Sung-Hwa 36.МБ.106, 36.МБ.58
 Lin Wen-Ching 36.МБ.111
 Linares A. 36.МБ.126
 Liu Hongliang 36.МБ.109
 Liu Jin-dun 36.МБ.125
 Liu M. 36.МБ.117
 Liu Ning 36.МБ.44
 Liu Q. 36.МБ.21
 Liu S. 36.МБ.117
 Liu Wenguang 36.МБ.65
 Liu Yifeng 36.МБ.87
 Lopez Gabriel P. 36.МБ.23
 Losche Mathias 36.МБ.76
 Lu Yunfeng 36.МБ.23
 Lungu R. 36.МБ.148
 Ma Liangliang 36.МБ.87
 Mallick Shrestha Basu 36.МБ.25
 Marestin Catherine 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Masmoudi S. 36.МБ.34
 Matile Stefan 36.МБ.62
 McGillivray Duncan J. 36.МБ.76
 McPherson Brian 36.МБ.44
 Mecerreyes David 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Mendez-Vivar J. 36.МБ.38
 Mendoza-Serna R. 36.МБ.38
 Mercier Regis 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Merten Petra 36.МБ.211
 Miguel Oscar 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Ming Xu 36.МБ.122
 Mohammad A. Wahab 36.МБ.123
 Mohammadi Toraj 36.МБ.136
 Mojzisoval Halina 36.МБ.43
 Mondor Martin 36.МБ.10
 Moresoli C. 36.МБ.21
 Moresoli Christine 36.МБ.10
 Morgunova E. P. 36.МБ.149
 Moulai-Mostefa N. 36.МБ.112
 Muller N. 36.МБ.150
 Nahar-Borchard Saifun 36.МБ.83
 Nakamura Michiei 36.МБ.161
 Nakata M. 36.МБ.20
 Narita H. 36.МБ.100
 Nawawi M. G. Mohd 36.МБ.70
 Nedjihoui M. 36.МБ.112
 Needham A. D. 36.МБ.12
 Newsome David A. 36.МБ.74
 Ngamdee Paradorn 36.МБ.71
 Nickel Andreas 36.МБ.172
 Nolte Marc 36.МБ.69
 NuSSbaumer 36.МБ.222
 Oliveira-Esquerre K. P. 36.МБ.100
 Olujic Z. 36.МБ.27
 Ortiz I. 36.МБ.30
 Othman M. R. 36.МБ.118
 Ouazzani Kamar 36.МБ.14
 Panesar Parmjit S. 36.МБ.137
 Panesar Reeba 36.МБ.137
 Paquot Michel 36.МБ.49
 Park Nam-Gyu 36.МБ.45
 Paul D. R. 36.МБ.77
 Peng Fu-bing 36.МБ.124
 Peng X. F. 36.МБ.16
 Perathoner Sigliinda 36.МБ.56
 Perez P. 36.МБ.27
 Pessoa de Amorim M. T. 36.МБ.59
 Piletska E. V. 36.МБ.39
 Piletsky S. A. 36.МБ.39
 Pourcelly Gerald 36.МБ.94
 Prisciandaro Marina 36.МБ.128
 Purnama Herry 36.МБ.172
 Qiu Junhong 36.МБ.90
 Qiu Shilun 36.МБ.73
 Quan Shui-qing 36.МБ.121
 Quan Xie 36.МБ.33, 36.МБ.93
 Raitman O. A. 36.МБ.78
 Rama Rao G. V. 36.МБ.23
 Reimann T. 36.МБ.213
 Revanur Ravindra 36.МБ.108
 Riande E. 36.МБ.126
 Riedel Ralf 36.МБ.83
 Rodriguez Javier 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Rodriguez M. A. 36.МБ.85
 Rosa A. 36.МБ.127
 Roualdes Stephanie 36.МБ.102
 Rouessac Vincent 36.МБ.102
 Ruan Wenxiang 36.МБ.11
 Rubio F. 36.МБ.85
 Ruiz-Bauza C. 36.МБ.46
 Russell Thomas P. 36.МБ.108
 Rutnakornpitor Metha 36.МБ.71
 Ryu Kwang Sun 36.МБ.45
 Saavedra Pereira Jose 36.МБ.215
 Saitoh Fumio 36.МБ.181
 Saji Mikio 36.МБ.161
 Sala Beatrice 36.МБ.102
 Samaniego H. 36.МБ.30
 San Roman M. F. 36.МБ.30
 Sanli Oya 36.МБ.64
 Santos J. Ignacio 36.МБ.19, 36.МБ.68
 Schierenbeck Sigrun 36.МБ.192
 Schiestel Thomas 36.МБ.171
 Schmidt Andrea 36.МБ.172
 Schomacker R. 36.МБ.172
 Schuurman R. 36.МБ.127
 Sea Bongkuk 36.МБ.84
 Selector S. L. 36.МБ.78
 Seoane B. 36.МБ.46
 Sergeeva L. M. 36.МБ.39
 Sergeeva T. A. 36.МБ.39
 Seta P. 36.МБ.86
 Shao Z. 36.МБ.117
 Shen Jiangnan 36.МБ.90
 Sheth Atul C. 36.МБ.40
 Shi Chun-hua 36.МБ.5
 Shi John 36.МБ.135
 Shimoyama Naoyuki 36.МБ.181
 Sholl David S. 36.МБ.74
 Shukla Anupam 36.МБ.31
 Singh Binay 36.МБ.40
 Singh M. 36.МБ.36
 Singh Ram S. 36.МБ.137
 Smith J. W. N. 36.МБ.12
 So L. K. 36.МБ.70
 Solovyov Stanislav E. 36.МБ.72
 Stange Olaf 36.МБ.172
 Starcevic Jovan 36.МБ.201
 Stone David A. 36.МБ.66
 Stroh Norbert 36.МБ.171
 Su Ay 36.МБ.106, 36.МБ.58
 Su Xinguo 36.МБ.135
 Su Yan-lei 36.МБ.124
 Suda Hiroyuki 36.МБ.88
 Sugimoto Masaki 36.МБ.101, 36.МБ.52
 Sugito Yoshifumi 36.МБ.161
 Suzuki Kenji 36.МБ.203
 Suzuki T. 36.МБ.4
 Tabuchi Yuichiro 36.МБ.132
 Tajiri Kazuya 36.МБ.132
 Takizawa Minoru 36.МБ.161
 Tanase Tomoaki 36.МБ.95
 Tangirala Ravisubhash 36.МБ.108
 Tavolaro Adalgisa 36.МБ.110
 Tavolaro Palmira 36.МБ.110
 Thokchom Joykumar S. 36.МБ.119
 Tobita Masayuki 36.МБ.181
 Tong Tat H. 36.МБ.2
 Tornabuoni Pierluigi 36.МБ.61

- Tripathi B. **36.МБ.36**
 Trushin A. M. **36.МБ.149**
 Tseng Shiojenn **36.МБ.106, 36.МБ.58**
 Turek M. **36.МБ.120**
 Ulbricht Mathias **36.МБ.22**
 Umeda Keisuke **36.МБ.161**
 Urbanczyk Daniel **36.МБ.172**
 Valincius Gintaras **36.МБ.76**
 Vanderah David J. **36.МБ.76**
 Vasan S. S. **36.МБ.9**
 Vasquez Perez **36.МБ.215**
 Veglio Francesco **36.МБ.128**
 Vijay Y. K. **36.МБ.36**
 Villaduenga J. P. G. **36.МБ.46**
 Voigt I. **36.МБ.150**
 Voigt Ingolf **36.МБ.172**
 Wach Radoslaw A. **36.МБ.101, 36.МБ.52**
 Wang Biao **36.МБ.96**
 Wang Chao-Yang **36.МБ.132**
 Wang Cheng-wen **36.МБ.5**
 Wang Jianli **36.МБ.11**
 Wang Jin-shui **36.МБ.24**
 Wang Jixiao **36.МБ.26**
- Wang Min-wei **36.МБ.121**
 Wang Shichang **36.МБ.26**
 Wang Ting **36.МБ.124**
 Wang Xiao-Mao **36.МБ.32**
 Wang Ya-hui **36.МБ.125**
 Wang Yan-qiang **36.МБ.124**
 Wang Zhen **36.МБ.5**
 Wang Zhi **36.МБ.26**
 Ward Timothy L. **36.МБ.23**
 Warsitz Rafael **36.МБ.172**
 Watanabe Y. **36.МБ.100**
 Wathélet Bernard **36.МБ.49**
 Welna Daniel T. **36.МБ.66**
 Widmayr Alexander **36.МБ.224**
 Wolf Aurel **36.МБ.172**
 Wollinger Johann **36.МБ.227**
 Woo Sang Kuk **36.МБ.82**
 Wu Bing **36.МБ.96**
 Wu Guang-xia **36.МБ.129, 36.МБ.89**
 Wu Hong **36.МБ.124**
 Wu Jiao-yi **36.МБ.109**
 Wu Liguang **36.МБ.90**
 Wu Lin-lin **36.МБ.129**
 Wu Yihua **36.МБ.87**
- Xi Beidou **36.МБ.109**
 Xiao S. **36.МБ.21**
 Xiao Zheng-qiang **36.МБ.121**
 Xu Jimmy **36.МБ.103, 36.МБ.53**
 Xu Ke **36.МБ.109**
 Xu Ruren **36.МБ.73**
 Xu Shu-guang **36.МБ.89**
 Xu Z. P. **36.МБ.117**
 Yamada Tomohiro **36.МБ.204**
 Yamamoto Kazuo **36.МБ.29**
 Yamato N. **36.МБ.100**
 Yang Ming-Chien **36.МБ.111**
 Yang Weishen **36.МБ.73**
 Yang Z. **36.МБ.16**
 Yao Kangde **36.МБ.65**
 Yao Kejian **36.МБ.11**
 Yapo Beda Marcel **36.МБ.49**
 Yaroshchuk Andriy **36.МБ.22**
 Ye Nan **36.МБ.26**
 Yin Aijun **36.МБ.103, 36.МБ.53**
 Yin Xiaojun **36.МБ.73**
 Yoshikawa Masahito **36.МБ.101, 36.МБ.52**
- Yoshimune Miki **36.МБ.88**
 Youn Min-Young **36.МБ.84**
 Yu Da-Guang **36.МБ.111**
 Yu Qinchun **36.МБ.87**
 Yuan Jun **36.МБ.87**
 Zaikov G. E. **36.МБ.67**
 Zeng Guang-ming **36.МБ.109**
 Zhang Haimin **36.МБ.33, 36.МБ.93**
 Zhang Hao-qin **36.МБ.125**
 Zhang Li De **36.МБ.96**
 Zhang Zhaoqi **36.МБ.135**
 Zhao Huimin **36.МБ.33, 36.МБ.93**
 Zhao Mou-ming **36.МБ.24**
 Zhao Qiang-zhong **36.МБ.24**
 Zhao Xiaodong **36.МБ.65**
 Zhao Yazhi **36.МБ.33, 36.МБ.93**
 Zhao Yuanyuan **36.МБ.26**
 Zhao Zhiping **36.МБ.26**
 Zhi-juan Pan **36.МБ.122**
 Zhu Guangshan **36.МБ.73**
 Ziegmann C. **36.МБ.213**
 Zou Xiaojin **36.МБ.73**
- Алентьев А. Ю. **36.МБ.148**
 Байриков И. М. **36.МБ.221**
 Баранов В. В. **36.МБ.154**
 Барсуков Ю. С. **36.МБ.145**
 Батдалова С. Г. **36.МБ.146**
 Белогорский А. **36.МБ.114**
 Белогорский А. А. **36.МБ.15**
 Бикбулатов И. Х. **36.МБ.167**
 Бондаренко В. И. **36.МБ.81**
 Бурковский С. С. **36.МБ.47**
 Быковский Н. А. **36.МБ.167**
 Весслинг Маттиас **36.МБ.219**
 Вигдорович В. И. **36.МБ.134**
 Видякин М. Н. **36.МБ.148**
 Виноградов С. Н. **36.МБ.207**
 Власов П. С. **36.МБ.154**
 Волков А. В. **36.МБ.147, 36.МБ.219**
 Волков В. В. **36.МБ.140, 36.МБ.219**
 Волошин А. В. **36.МБ.133**
 Воробьева В. И. **36.МБ.225**
 Горделий В. И. **36.МБ.139**
 Горшков Ю. Е. **36.МБ.139**
 Демченко С. Д. **36.МБ.145**
 Дзюбенко В. Г. **36.МБ.42, 36.МБ.54**
 Дианов А. И. **36.МБ.142**
 Добрынина Н. Н. **36.МБ.159**
 Домнина Н. С. **36.МБ.154**
 Дружинина Т. Н. **36.МБ.116**
 Дубейковская З. А. **36.МБ.116**
 Дубяга В. П. **36.МБ.42, 36.МБ.54**
- Енисейский С. Н. **36.МБ.92**
 Ермак О. М. **36.МБ.138**
 Ерохина Л. В. **36.МБ.42**
 Жуков О. С. **36.МБ.230**
 Зарапина И. В. **36.МБ.134**
 Иванов С. Г. **36.МБ.116**
 Ивашина Т. В. **36.МБ.116**
 Исламутдинова А. А. **36.МБ.167**
 Каграманов Г. Г. **36.МБ.155**
 Калинин Н. А. **36.МБ.116**
 Каптейн Ф. **36.МБ.104, 36.МБ.55**
 Киристаев А. В. **36.МБ.51, 36.МБ.99**
 Ключников А. И. **36.МБ.41**
 Колзунова Л. Г. **36.МБ.35**
 Коломийцева О. Н. **36.МБ.152**
 Косицкий Е. Я. **36.МБ.3**
 Костогрыз В. Г. **36.МБ.225**
 Красный Б. Л. **36.МБ.130**
 Крегер Буркхард **36.МБ.190**
 Кретов И. Т. **36.МБ.41**
 Крюков А. В. **36.МБ.143**
 Крючков Ю. Н. **36.МБ.131**
 Ксензенко В. Н. **36.МБ.116**
 Кузьмин С. В. **36.МБ.80**
 Кулапина Е. Г. **36.МБ.228, 36.МБ.229**
 Курчатова И. М. **36.МБ.141, 36.МБ.143**
 Кутилов Л. В. **36.МБ.80**
 Кушнарев В. А. **36.МБ.225**
 Лаврик Е. Г. **36.МБ.225**
- Лагунцов Н. И. **36.МБ.141, 36.МБ.143, 36.МБ.144**
 Лапшин В. **36.МБ.114**
 Лапшин В. К. **36.МБ.15**
 Лебедева В. И. **36.МБ.146**
 Литвинов М. С. **36.МБ.230**
 Логашов С. Ю. **36.МБ.157**
 Магсумов М. И. **36.МБ.104, 36.МБ.55**
 Матвеева М. В. **36.МБ.134**
 Мизина П. Г. **36.МБ.221**
 Миронов В. И. **36.МБ.225**
 Михалева О. В. **36.МБ.228, 36.МБ.229**
 Морозова К. М. **36.МБ.51, 36.МБ.99**
 Музафарова Л. Р. **36.МБ.167**
 Наназашвили М. Б. **36.МБ.116**
 Наследникова А. Ф. **36.МБ.42**
 Начева И. И. **36.МБ.152**
 Нечаев И. А. **36.МБ.51, 36.МБ.99**
 Нецименко Ю. П. **36.МБ.142**
 Окунев А. Ю. **36.МБ.142, 36.МБ.145, 36.МБ.157**
 Олифиренко А. С. **36.МБ.154**
 Ольшанская Л. Н. **36.МБ.156**
 Остроумова Т. Л. **36.МБ.230**
 Павлова В. Ф. **36.МБ.152**
 Парашук В. В. **36.МБ.147, 36.МБ.219**
 Первов А. Г. **36.МБ.81**
 Петрова И. В. **36.МБ.146**
 Пименов А. В. **36.МБ.154**
- Писарев Г. И. **36.МБ.144**
 Платэ Н. А. **36.МБ.219**
 Поворов А. А. **36.МБ.152, 36.МБ.42**
 Поздняков А. П. **36.МБ.225**
 Помпейус Маркус **36.МБ.190**
 Потапов А. И. **36.МБ.41**
 Равнюшкин С. А. **36.МБ.230**
 Резников А. А. **36.МБ.160**
 Решетникова В. П. **36.МБ.221**
 Романова И. А. **36.МБ.157**
 Ронова И. А. **36.МБ.148**
 Садыков Н. Б. **36.МБ.167**
 Свитцов А. А. **36.МБ.6**
 Синенкова О. К. **36.МБ.207**
 Солодихин Н. И. **36.МБ.42**
 Статагиалис Димитрис **36.МБ.219**
 Судиловский П. С. **36.МБ.155**
 Талакин О. Г. **36.МБ.144**
 Тарасовский В. П. **36.МБ.130**
 Татаркин К. **36.МБ.91**
 Тепляков В. В. **36.МБ.104, 36.МБ.55**
 Уваров В. И. **36.МБ.143**
 Фанакова Н. Н. **36.МБ.167**
 Федоренко В. И. **36.МБ.3, 36.МБ.47**
 Филимонов В. Г. **36.МБ.225**
 Фоменко Е. А. **36.МБ.221**
 Фурин Г. Г. **36.МБ.115**
 Хабержауер Грегор **36.МБ.190**
 Хотимкий В. С. **36.МБ.219**
 Хотимский В. С. **36.МБ.140**

Царьков С. Е. 36.МБ.147	Шаванов С. С. 36.МБ.167	Шель Н. В. 36.МБ.134	Шредер Хартвиг 36.МБ.190
Цельдер Оскар 36.МБ.190	Шауб Х. П. 36.МБ.48	Шиббаев В. Н. 36.МБ.116	Ямпольский Ю. П. 36.МБ.140
Цодиков М. В. 36.МБ.104, 36.МБ.55	Швецов В. Н. 36.МБ.51, 36.МБ.99	Шиненкова Н. А. 36.МБ.152, 36.МБ.42	
Цыганкова Л. Е. 36.МБ.134	Шейн А. Г. 36.МБ.133	Шишова И. И. 36.МБ.42	

Указатель источников

- 28 International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology, Frankfurt am Main, 15-19 May, 2006: АСНЕСА 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 **36.МБ.149, 36.МБ.150, 36.МБ.158**
- Anal. chim. acta. 2007. 582, № 2 **36.МБ.39**
- Anal. and Bioanal. Chem. 2006. 386, № 3 **36.МБ.25**
- Angew. Chem. Int. Ed. 2006. 45, № 42 **36.МБ.73**
- Appl. Surface Sci. 2006. 252, № 24 **36.МБ.93**
- Appl. Surface Sci. 2006. 253, № 3 **36.МБ.40**
- BBR. 2006. 57, № 1 **36.МБ.1**
- Biochem. Eng. J. 2007. 33, № 2 **36.МБ.113**
- Brauindustrie. 2007. 92, № 1 **36.МБ.97**
- Braz. J. Chem. Eng. 2006. 23, № 4 **36.МБ.100**
- Bull. Mater. Sci. 2006. 29, № 3 **36.МБ.36**
- Catal. Today. 2006. 118, № 1–2 **36.МБ.56**
- Chem. Plants + Process. 2006, Прил. Top Prod. 2006 **36.МБ.7**
- Chem. Lett. 2006. 35, № 12 **36.МБ.96**
- Chem. Eng. 2005. 112, № 12 **36.МБ.13**
- Chem. Mater. 2006. 18, № 18 **36.МБ.66**
- Chem. and Biochem. Eng. Quart. 2006. 20, № 3 **36.МБ.27**
- ChemPhysChem. 2006. 7, № 9 **36.МБ.69**
- Chimia. 2006. 60, № 7–8 **36.МБ.62**
- Chin. J. Chem. Eng. 2006. 14, № 4 **36.МБ.26**
- Colloids and Surfaces. A. 2007. 294, № 1–3 **36.МБ.109**
- Colloids and Surfaces. B. 2007. 54, № 2 **36.МБ.111**
- Colloids and Surfaces. B. 2007. 55, № 1 **36.МБ.110**
- Desalination. 2006. № 1–3 **36.МБ.9, 36.МБ.10, 36.МБ.11,**
36.МБ.33, 36.МБ.34, 36.МБ.59, 36.МБ.79, 36.МБ.84,
36.МБ.82, 36.МБ.86, 36.МБ.88
- Desalination. 2007. № 1–3 **36.МБ.14, 36.МБ.17, 36.МБ.18,**
36.МБ.57, 36.МБ.105, 36.МБ.112, 36.МБ.120, 36.МБ.123,
36.МБ.128, 36.МБ.136
- Diandu yu tushi=Electroplating and Finish. 2006. 25, № 5
36.МБ.121
- Electrochim. acta. 2006. 51, № 28 **36.МБ.46**
- Electrochim. acta. 2006. 51, № 26 **36.МБ.45**
- Eng. Geol. 2006. 85, № 1–2 **36.МБ.12**
- Environ. Sci. and Technol. 2006. 40, № 21 **36.МБ.16**
- Eur. Polym. J. 2006. 42, № 9 **36.МБ.87**
- Food Chem. 2007. 101, № 2 **36.МБ.137**
- Food Chem. 2007. 101, № 4 **36.МБ.24, 36.МБ.135**
- Food Hydrocolloids. 2007. 21, № 2 **36.МБ.49**
- Gaoxiao huaxue gongcheng xuebao=J. Chem. Eng. Chin. Univ. 2006. 20, № 1 **36.МБ.125**
- Huanjing kexue=Environ. Sci. 2005. 26, № 1 **36.МБ.89**
- Ind. and Eng. Chem. Res. 2006. 45, № 9 **36.МБ.61**
- Ind. and Eng. Chem. Res. 2007. 46, № 3 **36.МБ.30**
- Ind. and Eng. Chem. Res. 2007. 46, № 5 **36.МБ.44**
- Int. J. Cosmet. Sci. 2007. 29, № 1 **36.МБ.4**
- J. Colloid and Interface Sci. 2007. № 2 **36.МБ.106, 36.МБ.107**
- J. Colloid and Interface Sci. 2007. 308, № 1 **36.МБ.94**
- J. Membr. Sci. 2006. 270, № 1–2 **36.МБ.124**
- J. Colloid and Interface Sci. 2007. 307, № 2 **36.МБ.58**
- J. Electrochem. Soc. 2007. 154, № 2 **36.МБ.126, 36.МБ.132**
- J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 21 **36.МБ.76**
- J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 36 **36.МБ.72**
- J. Phys. Chem. B. 2006. 110, № 45 **36.МБ.74**
- J. Phys. Chem. C. 2007. 111, № 1 **36.МБ.50, 36.МБ.98**
- J. Amer. Ceram. Soc. 2006. 89, № 10 **36.МБ.118**
- J. Amer. Ceram. Soc. 2007. 90, № 1 **36.МБ.52, 36.МБ.101,**
36.МБ.117
- J. Amer. Ceram. Soc. 2007. 90, № 2 **36.МБ.119**
- J. Appl. Polym. Sci. 2006. 99, № 4 **36.МБ.70**
- J. Appl. Polym. Sci. 2006. 99, № 5 **36.МБ.21**
- J. Appl. Polym. Sci. 2006. 100, № 2 **36.МБ.64**
- J. Appl. Polym. Sci. 2006. 101, № 1 **36.МБ.20, 36.МБ.65,**
36.МБ.67
- J. Environ. Sci. 2007. 19, № 1 **36.МБ.129**
- J. Eur. Ceram. Soc. 2005. 25, № 11 **36.МБ.85**
- J. Porphyrins and Phthalocyanines. 2006. 10, № 4–6 **36.МБ.43**
- Jieneng jishu=Energy Conserv. Technol. 2007. 25, № 1 **36.МБ.5**
- Langmuir. 2007. № 1 **36.МБ.22, 36.МБ.23**
- Langmuir. 2007. № 2 **36.МБ.95**
- Langmuir. 2007. № 3 **36.МБ.108**
- Maschinenmarkt. 2006, № 40 **36.МБ.8**
- Microporous and Mesoporous Mater. 2006. 91, № 1–3 **36.МБ.75**
- Mitt. Oster. Getranke Inst. 2006. 60, № 4 **36.МБ.127**
- Nanotechnology. 2007. 18, № 3 **36.МБ.53, 36.МБ.103**
- Nippon seramikusu kyokai gakujiutsu ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap. 2006. 114, № 1330 **36.МБ.83**
- Ochr. srod. 2006, № 1 **36.МБ.28**
- Period. polytechn. Chem. Eng. 2006. 50, № 1 **36.МБ.102**
- Polymer. 2006. № 23 **36.МБ.71, 36.МБ.77**
- Proc. SPIE. 2005. 5741 **36.МБ.2**
- Sens. and Actuators. B. 2006. 114, № 1 **36.МБ.78**
- Separ. and Purif. Technol. 2006. 51, № 3 **36.МБ.90**
- Separ. and Purif. Technol. 2007. 52, № 3 **36.МБ.29, 36.МБ.31,**
36.МБ.32
- Separ. and Purif. Technol. 2007. 53, № 1 **36.МБ.37**
- Silicon Chem. 2006. 3, № 1–2 **36.МБ.38**
- Suzhou daxue xuebao. Gongke ban=J. Soochow Univ. Eng. Sci. Ed. 2005. 25, № 1 **36.МБ.122**
- ThyssenKrupp Techforum. Engl. Ed. 2006, № 1 **36.МБ.63**
- Trans. ASME. J. Fuel Cell Sci. and Technol. 2006. 3, № 3
36.МБ.19, 36.МБ.68
- WWT: Wasserwirt. Wassertechn. 2006, № 9 **36.МБ.60**

4 Всероссийская Каргинская конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика В.А. Каргина, "Наука о полимерах 21-му веку", Москва, 29 янв.-2 февр., 2007: Тезисы устных и стендовых докладов. 2007. Т. 3 **36.МБ.138, 36.МБ.140, 36.МБ.148**

19 Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния, Обнинск, 12-15 сент., 2006: Программа и тезисы докладов. 2006 **36.МБ.139**
Биомед. технол. и радиоэлектрон. 2006, № 4 **36.МБ.133**
Биоорган. химия. 2007. 33, № 1 **36.МБ.116**

Вестн. ДВО РАН. 2006, № 5 **36.МБ.35**

Водоочистка. 2006, № 6 **36.МБ.42**

Водоочистка. 2007, № 1 **36.МБ.3**

ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. 2006, № 5 **36.МБ.81**

ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. 2007, № 1 **36.МБ.51, 36.МБ.99**

Гл. инж. Упр. пром. пр-вом. 2006, № 8 **36.МБ.114**

Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2006. 49, № 11 **36.МБ.134**

Изв. вузов. Пищ. технол. 2006, № 6 **36.МБ.41**

Кинет. и катал. 2007. 48, № 1 **36.МБ.55, 36.МБ.104**

Коррозия металлов и антикоррозионная защита: Научно-практическая конференция, Москва, 4-6 дек., 2006: Тезисы докладов. 2006 **36.МБ.152**

Кров. и изоляц. матер. 2006, № 5 **36.МБ.91, 36.МБ.92**

Ликероводоч. пр-во и виноделие. 2007, № 1 **36.МБ.47, 36.МБ.48**

Материалы Научно-технической конференции, посвященной 50-летию Энгельского технологического института (филиал) СГТУ, Энгельс, 20-21 нояб., 2006. 2006 **36.МБ.156**

Международная конференция по органической химии "Органическая химия от Бутлерова и Бейльштейна до современности", посвященная 145-летию теории строения органических соединений А.М. Бутлерова и 100-летию памяти о Ф.Ф. Бейльштейне, Санкт-Петербург, 26-29 июня, 2006: Материалы конференции. 2006 **36.МБ.154**

Научная сессия МИФИ - 2007, Москва, 2007: Сборник научных трудов. 2007. Т. 9 **36.МБ.141, 36.МБ.142, 36.МБ.143, 36.МБ.144, 36.МБ.145, 36.МБ.146, 36.МБ.147, 36.МБ.157**

Ресурс- и энергосберегающие технологии в химической и нефтехимической промышленности: Тезисы докладов Конференции, Москва, 11-12 окт., 2006. 2006 **36.МБ.155**

Современные технологии освоения минеральных ресурсов: Материалы 4 Международной научно-технической конференции, Красноярск, 11-26 апр., 2006: Сборник научных трудов. 2006. Вып. 4 **36.МБ.151**

Стекло и керамика. 2007, № 1 **36.МБ.130**

Текстиль. пром-сть. 2006, № 1-2, спец. вып. Науч. альманах **36.МБ.54**

Теор. основы хим. технол. 2007. 41, № 1 **36.МБ.131**

Химия в интересах устойчив. развития. 2007. 15, № 1 **36.МБ.115**

Экол. пр-ва. 2006, № 3, прил. Энергетика **36.МБ.80**

Энергосбережение и водоподгот. 2006, № 3 **36.МБ.15**

Патентный указатель

Австрия	ЕПВ	2005120503/13 – 36.МБ.190	7074734 – 36.МБ.187
413380 – 36.МБ.202	1595850 – 36.МБ.161	2005123111/15 – 36.МБ.221	7074734 – 36.МБ.197
413697 – 36.МБ.201	1607131 – 36.МБ.204	США	7074867 – 36.МБ.194
413708 – 36.МБ.186	1611795 – 36.МБ.227	6824689 – 36.МБ.205	7083729 – 36.МБ.163
Германия	1614660 – 36.МБ.214	6953637 – 36.МБ.179	7083819 – 36.МБ.226
102004009396 – 36.МБ.180	1614661 – 36.МБ.173	6989097 – 36.МБ.182	7087720 – 36.МБ.169
102004042578 – 36.МБ.192	1615286 – 36.МБ.181	7000468 – 36.МБ.193	7091383 – 36.МБ.168
102004053787 – 36.МБ.222	1629881 – 36.МБ.183	7008713 – 36.МБ.178	7101637 – 36.МБ.191
102004057570 – 36.МБ.200	1640053 – 36.МБ.164	7008722 – 36.МБ.217	7112363 – 36.МБ.195
102004058545 – 36.МБ.224	1642636 – 36.МБ.162	7017416 – 36.МБ.196	7118612 – 36.МБ.216
102004063879 – 36.МБ.184	1647531 – 36.МБ.203	7029559 – 36.МБ.189	7122121 – 36.МБ.208
102005005437 – 36.МБ.213	1669128 – 36.МБ.223	7033637 – 36.МБ.177	7122709 – 36.МБ.198
102005008900 – 36.МБ.171	1674141 – 36.МБ.215	7033689 – 36.МБ.188	7132049 – 36.МБ.185
102005008994 – 36.МБ.210	Россия	7037547 – 36.МБ.170	7132090 – 36.МБ.175
102005010213 – 36.МБ.172	2291850 – 36.МБ.167	7037617 – 36.МБ.166	7134486 – 36.МБ.218
102005011544 – 36.МБ.211	2292409 – 36.МБ.207	7045240 – 36.МБ.165	7138006 – 36.МБ.206
102005011925 – 36.МБ.212	2296795 – 36.МБ.225	7052610 – 36.МБ.174	7141154 – 36.МБ.220
102005013198 – 36.МБ.199	22979975 – 36.МБ.219	7052805 – 36.МБ.176	7157099 – 36.МБ.209

Letter to the Editor

Pp. 1-2

Yuri Yampolskii and Enrico Drioli

Rapid communication

Polymeric membranes for nanofiltration in polar aprotic solvents

Pp. 3-10

Y.H. See Toh, F.W. Lim and A.G. Livingston

Original research papers

Tuning of hollow fiber membrane properties using different bore fluids

Pp. 11-18

F. Tasselli and E. Drioli

Development and characterization of poly(vinylidene fluoride)-poly(acrylic acid) pore-filled pH-sensitive membranes

Pp. 19-28

Kang Hu and James M. Dickson

Xenon recycling in an anaesthetic closed-system using carbon molecular sieve membranes

Pp. 29-38

S. Lagorsse, F.D. Magalhães and A. Mendes

Development of a control system for in-line coagulation in an ultrafiltration process

Pp. 39-45

Bastiaan Blankert, Ben H.L. Betlem and Brian Roffel

Study and optimization of the hydrodynamic upstream conditions during recovery of a complex aroma profile by pervaporation

Pp. 46-56

Thomas Schäfer and João G. Crespo

Membrane fouling characterization by confocal microscopy during filtration of BSA/dextran mixtures

Pp. 57-66

M. Zator, M. Ferrando, F. López and C. Güell

Fouling and regeneration of ceramic membranes used in recovering titanium silicalite-1 catalysts

Pp. 67-75

Zhaoxiang Zhong, Weihong Xing, Xin Liu, Wanqin Jin and Nanping Xu

Oxygen permeation through functionalized hydrophobic tubular ceramic membranes

Pp. 76-84

James E. Atwater and James R. Akse

Preparation and characterization of polypiperazine amide/PPEsk hollow fiber composite nanofiltration membrane

Pp. 85-92

Fajie Yang, Shouhai Zhang, Daling Yang and Xigao Jian

Water sorption, desorption and transport in Nafion membranes

Pp. 93-106

Paul W. Majsztrik, M. Barclay Satterfield, Andrew B. Bocarsly and Jay B. Benziger

Linearized description of the non-isothermal flow of a saturated vapor through a micro-porous membrane

Pp. 107-117

Thomas Loimer

Preparation of novel ceramic membranes modified by mesoporous silica with 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) and its application to Cu²⁺ separation in the aqueous phase

Pp. 118-125

Seogil Oh, Taewook Kang, Honggon Kim, Jungwoo Moon, Surin Hong and Jongheop Yi

Crosslinking of chitosan membranes using glutaraldehyde: Effect on ion permeability and water absorption

Pp. 126-130

M.M. Beppu, R.S. Vieira, C.G. Aimoli and C.C. Santana

High-recovery reverse osmosis desalination using intermediate chemical demineralization

Pp. 131-141

Christopher J. Gabelich, Mark D. Williams, Anditya Rahardianto, John C. Franklin and Yoram Cohen

Thermally on-off switching membranes of poly(N-isopropylacrylamide) immobilized in track-etched polycarbonate films

Pp. 142-150

Shingjiang Jessie Lue, Jing-Jung Hsu, Chi-Hwa Chen and Bo-Cheng Chen

A high reproducible fabrication method for industrial production of high flux NaA zeolite membrane

Pp. 151-161

Kiminori Sato and Takashi Nakane

Role of tail chemistry on liquid and gas transport through organosilane-modified mesoporous ceramic membranes

Pp. 162-170

Geoffrey D. Bothun, Katif Peay and Shamsuddin Ilias

Multicomponent absorption of anions in commercial anion-exchange membranes

Pp. 171-179

Tim Malewitz, Peter N. Pintauro and David Rear

Characterisation of polymeric fouling in membrane bioreactors and the effect of different filtration modes

Pp. 180-189

Uli Metzger, Pierre Le-Clech, Richard M. Stuetz, Fritz H. Frimmel and Vicki Chen

Barrier character improvement of an amorphous polyamide (Trogamid) by the addition of a nanoclay

Pp. 190-199

A. García, S. Eceolaza, M. Iriarte, C. Uriarte and A. Etxeberria

Application of vacuum membrane distillation for ammonia removal

Pp. 200-209

M.S. EL-Bourawi, M. Khayet, R. Ma, Z. Ding, Z. Li and X. Zhang

Characterization of ion-track membranes by non-contact ultrasonic magnitude and phase spectroscopy

Pp. 210-220

T.E. Gómez Álvarez-Arenas, P.Yu. Apel and O.L. Orelovich

Recovery of vanillin from lignin/vanillin mixture by using tubular ceramic ultrafiltration membranes

Pp. 221-237

M. Žabková, E.A. Borges da Silva and A.E. Rodrigues

Oxygen transport and stability of asymmetric SrFe(Al) $O_{3-6-SrAl2}O_4$ composite membranes

Pp. 238-244

A.V. Kovalevsky, V.V. Kharton, F.M.M. Sniijkers, J.F.C. Cooymans, J.J. Luyten and F.M.B. Marques

Journal of Membrane Science, Volume 302, Issues 1-2, Pp. 1-272 (15 September 2007)

Original research papers

Characterization of ion transport in thin films using electrochemical impedance spectroscopy: I. Principles and theory

Pp. 1-9

Viatcheslav Freger and Sarit Bason

Characterization of ion transport in thin films using electrochemical impedance spectroscopy: II: Examination of the polyamide layer of RO membranes

Pp. 10-19

Sarit Bason, Yoram Oren and Viatcheslav Freger

Nanofibrous membrane of wool keratose/silk fibroin blend for heavy metal ion adsorption

Pp. 20-26

Chang Seok Ki, Eun Hee Gang, In Chul Um and Young Hwan Park

Human hepatocyte functions in a galactosylated membrane bioreactor

Pp. 27-35

Sabrina Morelli, Simona Salerno, Maria Rende, Linda C. Lopez, Pietro Favia, Alfredo Procino, Bruno Memoli, Vittorio E. Andreucci, Riccardo d'Agostino, Enrico Drioli, et al.

Investigation of sorption properties and pervaporation behaviors under different operating conditions for trimesoyl chloride-

crosslinked PVA membranes

Pp. 36-44

Shude Xiao, Xianshe Feng and Robert Y.M. Huang

Pervaporation membranes highly selective for solvents present in fermentation broths

Pp. 45-58

Atsawin Thongsukmak and K.K. Sirkar

Transport of liquid hydrocarbons in the polyurethane-based membranes

Pp. 59-69

A. Wolińska-Grabczyk

Upper bound relationship for proton exchange membranes: Empirical relationship and relevance of phase separated blends

Pp. 70-77

Lloyd M. Robeson, Henry H. Hwu and James E. McGrath

Organic–inorganic composite pervaporation membranes prepared by self-assembly of polyelectrolyte multilayers on macroporous ceramic supports

Pp. 78-86

Yiwei Chen, Fenjuan Xiangli, Wanqin Jin and Nanping Xu

New insights into membrane fouling in submerged membrane bioreactor based on rheology and hydrodynamics concepts

Pp. 87-94

Fangang Meng, Baoqiang Shi, Fenglin Yang and Hanmin Zhang

An original automated desorption apparatus for measuring multi-component sorption properties of barrier polymer films

Pp. 95-101

Robert Clément, Charbel Kanaan, Benoît Brulé, Henri Lenda, Pierre Lochon and Anne Jonquière

Fabrication and performance of Pt/C electrodes for low temperature H₂/O₂ fuel cells

Pp. 102-108

T. Uma and M. Nogami

Catalytic perovskite hollow fibre membrane reactors for methane oxidative coupling

Pp. 109-114

Xiaoyao Tan, Zhaobao Pang, Zi Gu and Shaomin Liu

Antioxidation property of vitamin E-coated polysulfone dialysis membrane and recovery of oxidized vitamin E by vitamin C treatment

Pp. 115-118

Ken-ichiro Yamamoto, Masato Matsuda, Masashi Okuoka, Taiji Yakushiji, Makoto Fukuda, Takehiro Miyasaka, Yutaka Matsumoto and Kiyotaka Sakai

Study of As(V) transfer through a supported liquid membrane impregnated with trioctylphosphine oxide (Cyanex 921)

Pp. 119-126

M.E. Martinez Perez, J.A. Reyes-Aguilera, T.I. Saucedo, M.P. Gonzalez, R. Navarro and M. Avila-Rodriguez

The use of polyetherimide hollow fibres in a submerged membrane bioreactor operating with air backwashing

Pp. 127-135

Aline F. Viero, Geraldo L. Sant'Anna Jr. and Ronaldo Nobrega

The elastic and moisture transfer properties of polyethylene and polypropylene membranes for use in liquid-to-air energy exchangers

Pp. 136-149

Michael D. Larson, Carey J. Simonson, Robert W. Besant and Phillip W. Gibson

A novel method to prepare high chitosan content blend hollow fiber membranes using a non-acidic dope solvent for highly enhanced adsorptive performance

Pp. 150-159

Wei Han, Chunxiu Liu and Renbi Bai

Preparation of thin palladium membranes on a porous support with rough surface

Pp. 160-170

Yan Huang and Roland Dittmeyer

Significant effects of sintering temperature on the performance of La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-δ} oxygen selective membranes

Pp. 171-179

Pingying Zeng, Ran Ran, Zhihao Chen, Hongxia Gu, Zongping Shao, J.C. Diniz da Costa and Shaomin Liu

Optimization of operating conditions for glucose oxidation in an enzymatic membrane bioreactor

Pp. 180-187

Jianguo Liu and Zhanfeng Cui

Rejection of estrone by nanofiltration: Influence of solution chemistry

Pp. 188-196

J.Y. Hu, X. Jin and S.L. Ong

Development of novel blocked diisocyanate crosslinked chitosan membranes for pervaporation separation of water–isopropanol mixtures

Pp. 197-206

Santosh K. Choudhari, Arjumandbanu A. Kittur, Srikant S. Kulkarni and Mahadevappa Y. Kariduraganavar

Enhanced gas separation performance of nanocomposite membranes using MgO nanoparticles

Pp. 207-217

Seyed Saeid Hosseini, Yi Li, Tai-Shung Chung and Ye Liu

Characterization of meso- and macroporous ceramic membranes in terms of flux measurement: A moment-based analysis

Pp. 218-234

Marc Pera-Titus and Joan Llorens

Photoinduced graft polymerization to improve antifouling characteristics of an SMBR

Pp. 235-242

Hai-Yin Yu, Ju-Ming He, Lan-Qin Liu, Xiao-Chun He, Jia-Shan Gu and Xian-Wen Wei

Shirasu Porous Glass membrane emulsification: Characterisation of membrane structure by high-resolution X-ray microtomography and microscopic observation of droplet formation in real time

Pp. 243-253

Goran T. Vladislavljević, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima, Richard A. Williams, Masataka Shimizu and Tadao Nakashima

Synthesis, cross-linking and carbonization of co-polyimides containing internal acetylene units for gas separation

Pp. 254-264

Youchang Xiao, Tai-Shung Chung, Huai Ming Guan and Michael D. Guiver

Novel synthesis of a porous stainless steel-supported Knudsen membrane with remarkably high permeability

Pp. 265-270

Dong-Wook Lee, Sang-Jun Park, Chang-Yeol Yu, Son-Ki Ihm and Kew-Ho Lee

Erratum

Erratum to “Bioprocess membrane technology” [J. Membr. Sci. 297 (2007) 16–50]

Pp. 271

Robert van Reis and Andrew Zydney

Journal of Membrane Science, Volume 303, Issues 1-2, Pp. 1-278 (15 October 2007)

Rapid communication

Local impedance spectroscopy of membranes

Pp. 1-3

K. Darowicki and M. Szociński

Review article

Fouling strategies and the cleaning system of NF membranes and factors affecting cleaning efficiency

Pp. 4-28

Ahmed Al-Amoudi and Robert W. Lovitt

Original research papers

Effect of physical aging on the gas transport properties of poly(methyl methacrylate) membranes

Pp. 29-36

Chien-Chieh Hu, Ywu-Jang Fu, Sheng-Wen Hsiao, Kueir-Rarn Lee and Juin-Yih Lai

Mass transport measurements in membranes by means of in situ Raman spectroscopy—First results of methanol and water profiles in fuel cell membranes

Pp. 37-42

- Philip Scharfer, Wilhelm Schabel and Matthias Kind
Synthesis of proton-conductive sol-gel membranes from trimethoxysilylmethylstyrene and phenylvinylphosphonic acid
Pp. 43-53
 Masaki Kato, Wataru Sakamoto and Toshinobu Yogo
Membranes comprising of alkanolamines incorporated into poly(vinyl alcohol) matrix for CO₂/N₂ separation
Pp. 54-63
 Gil J. Francisco, Amit Chakma and Xianshe Feng
Magnetic ion-exchange nanoparticles and their application in proton exchange membranes
Pp. 64-71
 Smita B. Brijmohan and Montgomery T. Shaw
A new approach in assessing slurry filterability
Pp. 72-79
 Hande Yukseler, İsmail Tosun and Ulku Yetis
Preparation of supported carbon molecular sieve membrane from novolac phenol-formaldehyde resin
Pp. 80-85
 Wei Wei, Guotong Qin, Haoquan Hu, Longbo You and Guohua Chen
Momentum transfer inside a vertically orientated capillary membrane bioreactor
Pp. 86-99
 B. Godongwana, M.S. Sheldon and D.M. Solomons
A new technology for producing mono-disperse macroemulsions
Pp. 100-111
 Jens Hoppe and Thomas Melin
Experimental correlations of pH and ionic strength effects on the colloidal fouling potential of silica nanoparticles in crossflow ultrafiltration
Pp. 112-118
 Gurdev Singh and Lianfa Song
Polypyrrole-coated electrospun nanofibre membranes for recovery of Au(III) from aqueous solution
Pp. 119-125
 Hongxia Wang, Jie Ding, Bin Lee, Xungai Wang and Tong Lin
Structural characterization of PVdF-HFP/PEG/Al₂O₃ proton conducting membranes for fuel cells
Pp. 126-131
 G. Gnana Kumar, Pil Kim, Kee suk Nahm and R. Nimma Elizabeth
Preparation and oxygen/nitrogen permeability of PDMS crosslinked membrane and PDMS/tetraethoxysilicone hybrid membrane
Pp. 132-139
 Hua-Xin Rao, Fan-Na Liu and Zi-Yong Zhang
Numerical study of concentration polarization in a rectangular reverse osmosis membrane channel: Permeate flux variation and hydrodynamic end effects
Pp. 140-153
 Eric Lyster and Yoram Cohen
Recovery of volatile aroma components from orange juice by pervaporation
Pp. 154-161
 Abdolreza Aroujalian and Ahmadreza Raisi
Using first-principles calculations to predict surface resistances to H₂ transport through metal alloy membranes
Pp. 162-172
 Chen Ling and David S. Sholl
Structure optimization of water-permselective membrane surfaces by reconstruction
Pp. 173-182
 Wei Zhang, Yajin Fang and Xinping Wang
Pervaporation properties of EC membrane crosslinked by hyperbranched-polyester acrylate
Pp. 183-193

Yunjun Luo, Wei Xin, Guoping Li, Yin Yang, Jingru Liu, Yong Lv and Yongbin Jiu

Development of polycarbonate based zeolite 4A filled mixed matrix gas separation membranes

Pp. 194-203

Değer Şen, Halil Kalıncılar and Levent Yılmaz

A facile method for synthesis of pegylated polyethersulfone and its application in fabrication of antifouling ultrafiltration membrane

Pp. 204-212

Qing Shi, Yanlei Su, Shiping Zhu, Chao Li, Yanyan Zhao and Zhongyi Jiang

Electrochemical acidification of milk by whey desalination

Pp. 213-220

J. Balster, I. Pünt, D.F. Stamatialis, H. Lammers, A.B. Verver and M. Wessling

Characterization of self-cleaning RO membranes coated with TiO₂ particles under UV irradiation

Pp. 221-233

S.S. Madaeni and N. Ghaemi

Acceleration of water dissociation generated in an ion exchange membrane

Pp. 234-243

Yoshinobu Tanaka

Gas sorption and transport in polyarylates: Effect of substituent symmetry and polarity

Pp. 244-251

Prasad B. Karadkar, Ulhas K. Kharul, Yogesh S. Bhole, Yogesh P. Badhe, Sanjeev S. Tambe and Bhaskar D. Kulkarni

Beneficial effect of carbon nanotubes on the performances of Nafion membranes in fuel cell applications

Pp. 252-257

Jean-Michel Thomassin, Jozef Kollar, Giuseppe Caldarella, Albert Germain, Robert Jérôme and Christophe Detrembleur

Sulfonated poly(arylene ether sulfone)–silica nanocomposite membrane for direct methanol fuel cell (DMFC)

Pp. 258-266

Chang Hyun Lee, Kyung A. Min, Ho Bum Park, Young Taik Hong, Byung Ok Jung and Young Moo Lee

Membrane adsorption of endocrine disrupting compounds and pharmaceutically active compounds

Pp. 267-277

Anna M. Comerton, Robert C. Andrews, David M. Bagley and Paul Yang

Journal of Membrane Science, Volume 304, Issues 1-2, Pp. 1-190 (1 November 2007)

Rapid communication

Vertically aligned carbon nanotube membranes on macroporous alumina supports

Pp. 1-7

Wanliang Mi, Y.S. Lin and Yongdan Li

Review article

Surface engineering of polyacrylonitrile-based asymmetric membranes towards biomedical applications: An overview

Pp. 8-23

Zhen-Gang Wang, Ling-Shu Wan and Zhi-Kang Xu

Original research papers

Reactor performance and membrane filtration in aerobic granular sludge membrane bioreactor

Pp. 24-32

J.H. Tay, P. Yang, W.Q. Zhuang, S.T.L. Tay and Z.H. Pan

Preparation of chitin xanthate/polyacrylonitrile NF composite membrane with cross-linking agent hydrogen peroxide and its characterization

Pp. 33-39

Ting-Ting Dong, Guo-Hua Chen and Cong-Jie Gao

Evaluation of different cleaning agents used for cleaning ultra filtration membranes fouled by surface water

Pp. 40-49

Edwin Zondervan and Brian Roffel

Membrane emulsification with vibrating membranes: A numerical study

- Pp. 50-59*
 J.D.H. Kelder, J.J.M. Janssen and R.M. Boom
Proton exchange membranes with high cell performance based on Nafion/poly(p-phenylene vinylene) composite polymer electrolyte
Pp. 60-64
 Hyunyoo Kim, Moon-Sung Kang, Dong Hoon Lee, Jongok Won, Jungahn Kim and Yong Soo Kang
- Elaboration and chemical corrosion resistance of tubular macro-porous cordierite ceramic membrane supports**
Pp. 65-75
 Yingchao Dong, Xuyong Feng, Dehua Dong, Songlin Wang, Jiakui Yang, Jianfeng Gao, Xingqin Liu and Guangyao Meng
- Hybrid materials for polymer electrolyte membrane fuel cells: Water uptake, mechanical and transport properties**
Pp. 76-81
 M.L. Di Vona, D. Marani, A. D'Epifanio, S. Licoccia, I. Beurroies, R. Denoyel and P. Knauth
- Closed-cell polymeric foam for hydrogen separation and storage**
Pp. 82-87
 Zbyněk Pientka, Pavel Pokorný and Katalin Belafi-Bako
- Effect of hollow fiber morphology and compatibility on propane/propylene separation**
Pp. 88-101
 Dali Yang, David J. Devlin and Robert S. Barbero
- Pervaporation dehydration of isopropanol using blend membranes of chitosan and hydroxypropyl cellulose**
Pp. 102-111
 R.S. Veerapur, K.B. Gudasi and T.M. Aminabhavi
- Enhanced flux through double-sided zeolite membranes**
Pp. 112-117
 Tracy Q. Gardner, Janna G. Martinek, John L. Falconer and Richard D. Noble
- Synthesis of AgCl/PMMA hybrid membranes and their sorption performance of cyclohexane/cyclohexene**
Pp. 118-124
 Jiang-nan Shen, Xin-cun Zheng, Hui-min Ruan, Li-guang Wu, Jun-hong Qiu and Cong-jie Gao
- The relationship between performance of submerged hollow fibers and bubble-induced phenomena examined by particle image velocimetry**
Pp. 125-137
 Adrian P.S. Yeo, Adrian W.K. Law and A.G.(Tony) Fane
- Porous membranes modified by hyperbranched polymers II.: Effect of the arm length of amphiphilic hyperbranched-star polymers on the hydrophilicity and protein resistance of poly(vinylidene fluoride) membranes**
Pp. 138-147
 Yong-Hong Zhao, Yan-Ling Qian, Dong-Xu Pang, Bao-Ku Zhu and You-Yi Xu
- Kinetics of concentration boundary layers buildup in the system consisted of microbial cellulose biomembrane and electrolyte solutions**
Pp. 148-155
 Sławomir Grzegorzczyn and Andrzej Ślęzak
- Pervaporation of water from aqueous hydriodic acid and iodine mixtures using Nafion® membranes**
Pp. 156-162
 Christopher J. Orme and Frederick F. Stewart
- Separation of CO₂ from CH₄ by using gas-liquid membrane contacting process**
Pp. 163-172
 Supakorn Atchariyawut, Ratana Jiratananon and Rong Wang
- Ionic crosslinking of ionomer polymer electrolyte membranes using barium cations**
Pp. 173-180
 Jeffrey V. Gasa, R.A. Weiss and Montgomery T. Shaw
- Observation of flow characteristics in a hollow fiber lumen using non-invasive X-ray microimaging (XMI)**
Pp. 181-189
 Sheng Chang, Adrian Yeo, Anthony Fane, Marian Cholewa, Yang Ping and Herbert Moser



ВИНИТИ РАН
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

продолжает подписку на
Информационно-аналитический журнал
Серия. Критические технологии
«Мембраны»

В информационно-аналитическом журнале Серия. Критические технологии «Мембраны» представлены оригинальные статьи, рефераты публикаций ведущих российских и зарубежных периодических изданий, патентные документы, аннотации на книги по основным направлениям современного состояния и развития мембранных технологий.

Журнал «Мембраны» выпускается в полиграфической и электронной формах с программным сопровождением. Объем ~15 уч.-изд. л. Периодичность – 4 номера в год.

Индекс «Роспечати» 55813

Стоимость подписки на 2008 г.
в печатной или электронной форме – 1400 руб.

Предоставляется подписка журнала за 1999-2007 годы

Подписка проводится:

- В агентствах и отделениях службы почтовой связи по каталогам: Агентства «Роспечать», «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 2 на квартал и полугодие;
- в ВИНТИ:

Все расчеты проводятся через ООО «НТИ-КОМПАКТ». Заказчики могут оформить подписку с любого номера, а также на издания журналов предыдущих лет, начиная с 1999 г.

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, ООО «НТИ-КОМПАКТ».

Телефоны: (495)152-5492, 152-6441

Факс: (495)152-5492

<http://www.viniti.ru>

E-mail: market@viniti.ru

Содержание

О.К. Алексеева, А.А. Котенко, М.М. Челяк

Высокотемпературные фильтры и газоразделительные мембраны, полученные в условиях контролируемой карбонизации полимеров3

В.А. Тверской, Ю.А. Федотов, П.А. Вдовин, В.П. Дубяга

Современное состояние разработок высокоселективных мембран для выделения диоксида углерода и применение в них полиэлектролитных комплексов17

Т.А. Седнева

Электроэкстракция анионов из солей циркония и его гидратообразование в электромембранном процессе41

Всероссийская научная конференция «Мембраны-2007»49

Решение Всероссийской научной конференции «Мембраны-2007»52

Специализированная выставка по технологиям фильтрации и сепарации Filt Sep-2007.

Москва, Сокольники, 30 октября – 2 ноября 2007 г.53

Реферативный раздел

Обзоры и общие вопросы55

Статьи56

Патенты83

Указатели

Предметный указатель94

Авторский указатель112

Указатель источников115

Патентный указатель116

Journal of Membrane Science, 2007, VV. 301–304117

Contents

O.K. Alexeeva, A.A. Kotenko, M.M. Chelyak

High temperature filters and gas separation membranes produced under polymer controllable carbonization3

V.A. Tverskoy, Yu.A. Fedotov, P.A. Vdovin, V.P. Dubyaga

Current condition of developments of highly selective membranes for carbon dioxide extraction and use of polyelectrolyte complexes in them17

T.A. Sedneva

Anions electroextraction from zirconium salts and its hydrate formation in electromembranous process41

All-Russian Scientific Conference «Membranes-2007»49

Resolution of All-Russian Scientific Conference «Membranes-2007»52

Specialized exhibition on filtration and separation technologies Filt Sep-2007.

Moscow, Sokolniki, October 30 – November 2, 200753

References

Reviews & Generals55

Articles	56
Patents	83
Indexes	
Subject Index	94
Author Index	112
Bibliographical Index	115
Patent Index	116
Journal of Membrane Science, 2007, VV. 301–304	117



КОНФЕРЕНЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВОДНОЙ АССОЦИАЦИИ (IWA)

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОДОПОДГОТОВКЕ И ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

2 – 4 Июня 2008 г.

МВЦ "Крокус Экспо", Москва, Россия

Секретариат:

Тел./факс: [495] 225 5986,
782 1013 (многоканальные)
E-mail: info@sibico.com
www.iwamembranes.ru



Подписано в печать 10.12.2007

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.

Полутоновые 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).

