
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

Серия. КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕМБРАНЫ



информационно - аналитический журнал

№2 (34)

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.

№ 2 (34)

Выходит 4 раза в год



Москва, 2007

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор Г.Ф. Терещенко

Научный консультант **Н.А. Платэ**

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.: (495) 155-42-42, 152-57-01
Факс: (495) 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.

ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТИТУТА МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ИТАЛИИ ITM-CNR) ПО ПОЛУЧЕНИЮ ВОДОРОДА В МЕМБРАННЫХ РЕАКТОРАХ

А. Базиле, Ф. Галлуччи, А. Юллианелли

ITM-CNR c/o University of Calabria, Cubo 17/C - via P. Bucci, Rende (CS), 87036, Italy

Конверсии водяного газа и превращения различных углеродсодержащих веществ (метан, метанол и этанол) исследованы как реакции с получением водорода в мембранных реакторах со сплошными или композитными мембранами на основе палладия. Экспериментально и теоретически изучены паровой и окислительный паровой реформинг, парциальное окисление и сухой реформинг.

Показано, как мембранные реакторы позволяют получить в этих процессах лучшие результаты по сравнению с обычными реакторами с точки зрения конверсии и извлечения водорода, свободного от CO.

Рассмотрен ряд параметров, влияющих на функционирование мембранных реакторов. Как одно из возможных применений водорода высокой чистоты, произведенного в мембранных реакторах, изучены также характеристики новых сульфонированных полимеров – электролитов для некоторых топливных элементов.

Ключевые слова: мембранный реактор, паровой реформинг, сухой реформинг, конверсия водяного газа, окислительный паровой реформинг, полимерноэлектролитный мембранный топливный элемент.

The water gas shift reaction and various (methane, methanol and ethanol) hydrocarbons reaction systems have been carried out using both dense and composite Pd-based membrane reactors for the hydrogen production. The steam and oxidative steam reforming, partial oxidation and dry reforming have generally been studied from both experimental and theoretical points of view.

For these processes it is shown how the membrane reactors allow to obtain better results with respect to conventional reactors in terms of conversion and CO-free hydrogen recovery.

Several parameters influencing the performances of the membrane reactors are considered. As an application of the high purity hydrogen production by means of membrane reactors, the performances of new sulfonated electrolyte polymers for some fuel cell applications will also be discussed.

Keywords: membrane reactor, steam reforming, dry reforming, water gas shift, oxidative steam reforming, polymer electrolyte membrane fuel cell.

Введение

С 1980х годов во всем мире проводятся интенсивные исследования по мембранному катализу, обзор которых можно найти в ряде статей [1–8]. Типы реакций, проводимых в неорганических мембранных реакторах, недавно были перечислены в работе Дриоли и др. [9]. Основные успехи в области мембранного разделения и мембранных реакторов были достигнуты в последние 20 лет, в основном благодаря разработке новых мембранных материалов, например, выдерживающих высокие температуры, механические воздействия и т.д. В частности, неорганические мембраны обладают рядом преимуществ над органическими,

вследствие их стабильности при относительно высоких температурах (> 373 К) и высокой химической и механической стойкости.

Синтез стабильных микропористых или сплошных неорганических мембранных материалов определенно был ключевым фактором в возрастании числа приложений в области катализа сочетания мембранного разделения и каталитических реакций. Значительный прогресс в области мембранных реакторов отражается во все увеличивающемся в последние годы количестве публикаций, что отражено в недавней статье Макклири др. [5].

Растущее внимание к мембранным реакторам объясняется их способностью соединять в

одном устройстве выполнение двух различных функций. Действительно, согласно определению IUPAC, мембранный реактор — это устройство, которое сочетает в одном аппарате свойства мембранного сепаратора с типичными характеристиками каталитического реактора. В частности, мембрана, не только играет роль разделителя, но и является частью самого (каталитического) реактора. Другими словами, мембранный реактор — это технологическое средство, избирательно удаляющее продукт из реакционной системы, давая возможность достичь более высокой конверсии, чем традиционный реактор при тех же рабочих условиях.

Преимущества использования мембранных реакторов особенно очевидны при сравнении с традиционными системами, в которых низкая конверсия обусловлена термодинамикой. В этом случае, за счет использования мембранного реактора можно при тех же рабочих условиях получить большую конверсию, чем в традиционных системах, или, наоборот, достичь такого же уровня конверсии, что и в традиционных системах, но при более мягких рабочих условиях. Примером может служить пилотная версия мембранного реактора для прямого производства сверхчистого водорода, недавно запущенная крупнейшей японской газовой компанией Токуо Gas Company Ltd. Этот мембранный реактор, считающийся первым в мире аппаратом мембранного типа для получения водорода, способен производить чистый водород (чистота >99,999%) при 500–550 °С. В частности, при 550 °С конверсия метана приближается к 70%, достигаемым в традиционной системе только при температуре 800 °С (подробнее см. в Drioli et al. [9]).

С одной стороны, термодинамика является жестким пределом для традиционных реакторов. Этот предел может быть преодолен только при использовании таких инновационных систем, как мембранные реакторы. С другой стороны, мембранные реакторы хорошо вписываются в процессы с точки зрения их интенсификации. По этим двум причинам в ближайшем будущем интерес к мембранным реакторам будет, видимо, быстро расти. Многие ученые заняты исследованиями в этой интересной области, демонстрируя, что эта технология имеет большой промышленный потенциал.

С технической точки зрения, ее успех зависит от ряда ключевых факторов данного процесса,

которые должны быть глубоко изучены с целью оценки: а) точной роли неорганических мембран, б) привлекательных химических процессов, сочетаемых с использованием мембран, в) условий наилучшего функционирования мембранных реакторов. Кроме того, необходимо заметить, что если использование неорганических мембранных реакторов не станет технологически приемлемым и рентабельным, их реальное использование будет весьма затруднено.

В последние десятилетия исследования в основном были посвящены экспериментальному и теоретическому изучению мембранных реакторов (МР), в которых использовались различные виды мембран и реакций. Одним из наиболее важных аспектов этих исследований является получение сверхчистого водорода. По этой причине огромное внимание в последнее время было сфокусировано на применении мембран, избирательно проницаемых для водорода.

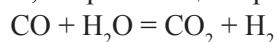
В частности, исходя в первую очередь из интереса к производству и использованию водорода, в работе будут рассмотрены следующие процессы получения водорода, которые проводятся в МР и традиционных реакторах (ТР):

- 1) конверсия водяного газа,
- 2) паровой реформинг метана,
- 3) сухой реформинг метана,
- 4) парциальное окисление при реакции метана,
- 5) паровой реформинг метанола,
- 6) окислительный паровой реформинг метанола,
- 7) паровой реформинг этанола.

Наконец, в качестве одного из применений водорода сверхвысокой чистоты как топлива в топливных элементах на полимерных электролитах будут также рассмотрены сульфонированные полимеры на основе полиэфирэфиркетонов, потенциально альтернативные Нафиону, используемому в топливных с полимерной электролитной мембраной.

Реакция конверсии водяного газа

Реакция конверсии водяного газа (КВГ) — это экзотермическая реакция с константой равновесия, возрастающей при снижении температуры:



$$\Delta H_{298\text{ K}}^{\circ} = -41,09 \text{ кДж/моль}$$

Реакция КВГ — одна из важнейших промышленных реакций, которая может использоваться при производстве водорода для синтеза аммиака,

для регулирования соотношения между монооксидом углерода и водородом в синтез-газе и т.д. Реакция КВГ катализируется рядом катализаторов на основе оксидов Fe, Cu, Zn, Ce, Cr, Co, Ni и их комбинаций. В промышленности наиболее широко применяются катализаторы $Fe_3O_4-Cr_2O_3$ и $CuZn/Al_2O_3$ при температурах 300–400 °С и 200–250 °С, соответственно.

В научной литературе можно обнаружить большой интерес к реакции КВГ в мембранных реакторах, и многие исследования сосредоточены на извлечении водорода из воды в реакторе каталитической конверсии в сочетании с мембраной. Например, Seok и Wang [10] рассмотрели реакцию КВГ в МР с использованием стекла Вайкор, покрытого тригидратхлоридом рутения (III). Реакция проводилась при различных температурах, давлении и составах исходной реакционной смеси. Наибольшая достигнутая конверсия CO составила 85% при относительно низкой температуре (430 К) при равновесном значении 99,9%. Полная конверсия (100%) была достигнута Kikuchi и др. [11] и Uemiyu и др. [12] при 673 К с использованием в МР «труба в трубе», где внутренняя трубка представляла собой тонкую палладиевую пленку.

Еще одно важное использование реакции КВГ в МР — это процесс извлечения трития из тритиевой воды рубашки (бридера) ядерного реактора. Разделение изотопов водорода при их низкой концентрации в газовых смесях — типичная проблема топливного цикла реактора ядерного синтеза. В сущности, тритий, образующийся в бридере, для достижения требуемого уровня очистки нуждается в надлежащем процессе экстракции. Yoshida et al. [13] провели теоретические и экспериментальные исследования метода каталитической восстановления, который позволяет извлекать тритий из тритиевой воды с высоким значением конверсии (>99,99%) при относительно низкой температуре. Hsu и Vuxbaum [14] изучали катализируемую палладием окислительную диффузию с извлечением водорода из его раствора в металле при очень низких парциальных давлениях. Этот метод эффективен для извлечения трития из жидкого литиевого защитного слоя бридера при низкой концентрации. Концептуально улучшенная версия установки для извлечения трития из керамического бридера в топливном цикле ядерного реактора с исполь-

зованием двух мембранных установок реакции/сепарации была изучена Basile и Violante [15,16]. В этих работах использовался каталитический керамический МР для удаления изотопов водорода из продувочного газа (He) путем окисления, тогда как палладий-серебряный сепаратор использовался для тритиевой воды с реакцией КВГ. В продолжение этого исследования Tosti и др. [17] предложили палладий-серебряный мембранный реактор для извлечения водорода и его изотопов из тритиевой воды реакцией КВГ.

Поскольку реакция КВГ проходила в замкнутой системе (для использования в топливном цикле ядерного реактора), в данном МР была достигнута большая конверсия, чем в традиционных реакторах, работающих с низким соотношением H_2O/CO , что является очень важным результатом для процессов ядерного синтеза, где запас трития может быть сокращен. Кроме того, была разработана математическая модель для описания реакции КВГ в МР, учитывающая замкнутость системы в ходе удаления трития [17]. В этом исследовании стали очевидными основные преимущества данного процесса, связанные с отсутствием вторичных отходов, низким запасом трития, умеренными температурой и давлением и низким разбавлением потока, который подвергается разделению изотопов.

Другое исследование, касающееся реакции КВГ, было проведено с использованием палладиевых и палладий-серебряных мембранных реакторов, как экспериментально, так и теоретически [18]. В этом случае мембраны с толщиной 50–70 мкм изготавливали методом холодной прокатки и отжига металла [19]. Отсутствие микродефектов на поверхности мембран и их долговечность позволили достичь более высоких конверсий, чем соответствующие термодинамическому равновесию в определенных рабочих условиях. Было проведено моделирование системы в изотермических условиях с целью анализа экспериментальных данных: а) по двум разным кинетическим моделям (модель Темкина и модель Хиншельвуда-Лэнгмюра) и б) по упрощенной теоретической модели, в которой реакция КВГ не лимитируется химической кинетикой. Результаты моделирования показали, что экспериментальные конверсии приближаются к идеальному максимальному значению. Результаты эксперимента и моделирования, полученные в палладий-

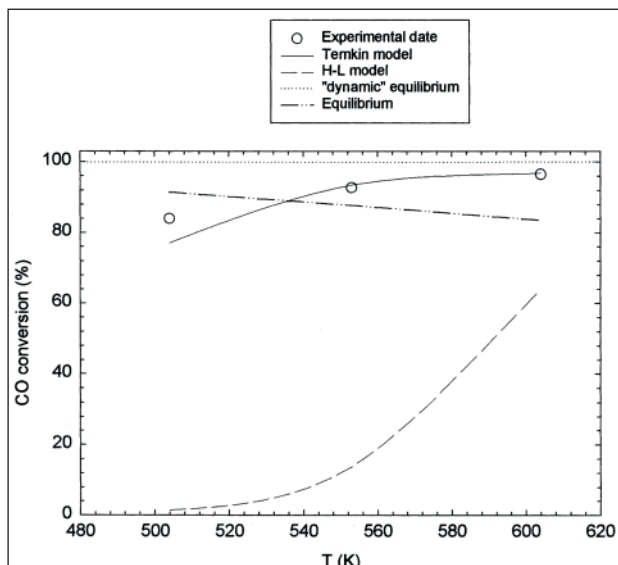


Рис. 1. Зависимость от температуры конверсии CO в реакции КВГ в реакторе с прокатанной Pd-Ag мембраной [18]. На “легенде” (сверху вниз): экспериментальные данные; модель Темкина; модель Ленгмюра-Хиншельвуда; “динамическое равновесие”; равновесие

серебряном МР приведены на рис. 1. Показанное на этом рисунке динамическое равновесие определяет упрощенную модель, в которой допускается, что реакция КВГ не лимитируется химической кинетикой, так что поток исходной реакционной смеси постоянно находится в равновесии по всему МР [18].

Исследования по другой модели, описывающей реакцию КВГ, происходящую в палладий-серебряном МР [20], работающем с газом-носителем в прямоточном и противоточном режимах, проводились с использованием типичной кинетической модели Темкина [21] и кинетического выражения Подольского [21]. Результаты моделирования описывают профили молярных долей всех участников реакции (CO , CO_2 , H_2O и H_2) по длине МР. Это исследование показало, что если параметр, подлежащий максимизации, — извлечение водорода, рекомендуется использовать противоточный режим. Это важно, например, когда изотопы водорода, такие как дейтерий и тритий, должны быть извлечены во время реакции КВГ, или когда чистый извлеченный водород должен поступать в топливный элемент с протонообменной мембраной.

Действительно, при противоточном режиме достигается более равномерная движущая сила переноса водорода через палладий-серебряную мембрану по всей длине МР, и в конце реактора

(в месте выхода пермеата) извлекается больше водорода, чем в прямоточном режиме [20]. Более того, моделирование дает совершенно разные профили молярных долей водорода вдоль МР (рис. 2 и 3). Вдоль МР в прямоточном режиме реактора молярная доля водорода в межтрубной зоне достигает молярной доли водорода трубной зоны и сохраняет постоянную величину (рис. 2). В дальнейшем (например, при $z > 5$ см), движущая сила переноса водорода через мембрану практически равна нулю, таким образом нельзя ожидать улучшений, связанных с наличием мембраны. Наоборот, в противоточном режиме (рис. 3), при $z=0$, что соответствует начальной части мембраны, молярная доля водорода в межтрубной зоне теплообменника (выходная сторона мембраны) не равна нулю, тогда как в конце мембраны молярная доля водорода в трубной зоне равна нулю (т.е. весь образовавшийся в трубной зоне водород был извлечен). В этих условиях поток, выходящий из трубной зоны, практически не содержит водорода, т.к. он весь проник в межтрубную зону.

Basile et al. [22] также предложили экономический анализ палладиевых МР разных типов в сравнении с ТР с точки зрения полноты извлечения чистого водорода. Было рассмотрено влияние толщины палладиевого слоя и проницаемости водорода через мембрану на стоимость мембранных устройств. Было проведено сравнение палладий-содержащего МР и традиционной

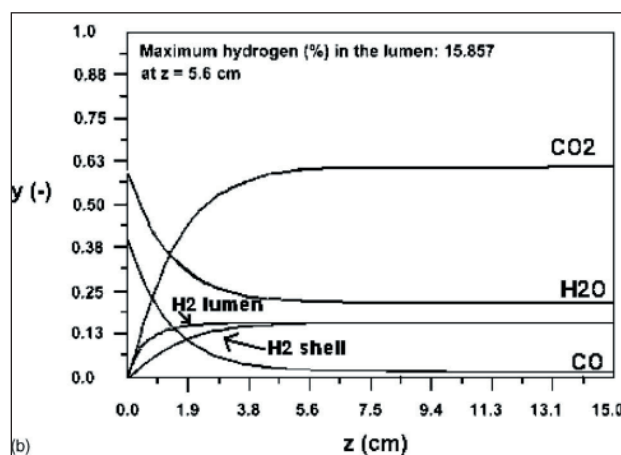


Рис. 2. Зависимость молярной доли (y) участников реакции КВГ от аксиальной координаты z при прямоточном режиме подачи газа-носителя [20].

Максимальная концентрация водорода в трубке 15,857% при $z=5,6$ см

Lumen – в трубке

Shell – в межтрубной зоне

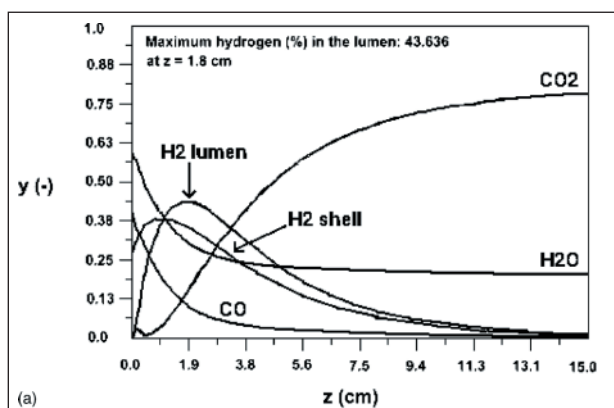


Рис. 3. Зависимость молярной доли (y) участников реакции КВГ от аксиальной координаты z при противоточном режиме подачи газа-носителя [20]. Максимальная концентрация водорода в трубке 43,636% при $z=1,8$ см
Lumen – в трубке; Shell - в межтрубной зоне

установки, включающей в себя два обычных реактора (сначала низкотемпературный, а затем — высокотемпературный), а также сепаратор для очистки потока на выходе в низкотемпературном реакторе с целью извлечения чистого водорода (99,9999%). Было обнаружено, что более высокая проницаемость и меньшая толщина палладиевой мембраны способствуют лучшему удалению водорода, что ведет к уменьшению площади мембраны, необходимой для извлечения связанного водорода, и, таким образом — к уменьшению стоимости.

Даже несмотря на более высокие капитальные затраты и эксплуатационные расходы, чем в случае ТР, для всего диапазона используемых проницаемостей, снижая толщину палладиевого слоя, можно найти интервал толщин, в котором МР будут экономически эффективны. Был сделан вывод, что при толщине палладиевого слоя около 20 мкм МР могут представлять возможную альтернативу традиционным установкам.

Вследствие высокой стоимости палладия, одним из направлений исследовательской деятельности ИТМ-CNR было создание способов приготовления тонких пленок, в виде которых палладий наносится на пористую металлическую или керамическую подложку. Среди важнейших проблем, возникающих при использовании таких МР, — необходимость получения однородной тонкой металлической пленки на промышленных керамических подложках.

Действительно, проницаемость для водорода толстых мембран из палладия или его сплавов

относительно низка. Поэтому, принимая во внимание то, что разделительные характеристики композитной мембраны определяются природой тонкой металлической пленки, а не подложки, основной задачей должно быть уменьшение толщины палладиевой пленки с целью получения большего потока водорода и большей экономичности МР.

Для проведения реакции КВГ в МР было изучено несколько трубчатых пористых керамических мембран с тонкой палладиевой пленкой [23, 24]. Для приготовления этих мембран использовались следующие методы нанесения:

- 1) магнетронное распыление с целью нанесения палладий-серебряного сплава на внешнюю поверхность керамической трубчатой мембраны,
- 2) технология конденсации из паровой фазы для нанесения палладия на внешнюю поверхность керамической трубчатой мембраны,
- 3) соконденсация (или метод отложения сольватированных атомов металлов) для нанесения палладия на внутреннюю поверхность керамической трубчатой мембраны.

Композитная мембрана, изготовленная по методу соконденсации, позволяет получить более интересные результаты по конверсии КВГ, чем композитные мембраны, изготовленные двумя другими методами. При использовании мембран, изготовленных магнетронным методом и методом конденсации паров, было невозможно превысить конверсии, соответствующие термодинамическому равновесию для ТР, в то же время это стало возможным в случае с мембранами, изготовленными по методу соконденсации [23].

На рисунке 4 показаны основные результаты исследований, зафиксированные в литературе, касающиеся зависимости конверсии СО от температуры КВГ, проводимой в обычных и мембранных реакторах. Они ясно показывают, что только МР позволяют превысить уровень конверсий СО, соответствующий термодинамическому равновесию для обычных реакторов.

Паровой реформинг метана

Благодаря большой доступности во всем мире горючего, обогащенного метаном, в последние годы проводился ряд исследований по конверсии природного газа. Кроме того, современная технология производства синтез-газа основана главным образом на паровом

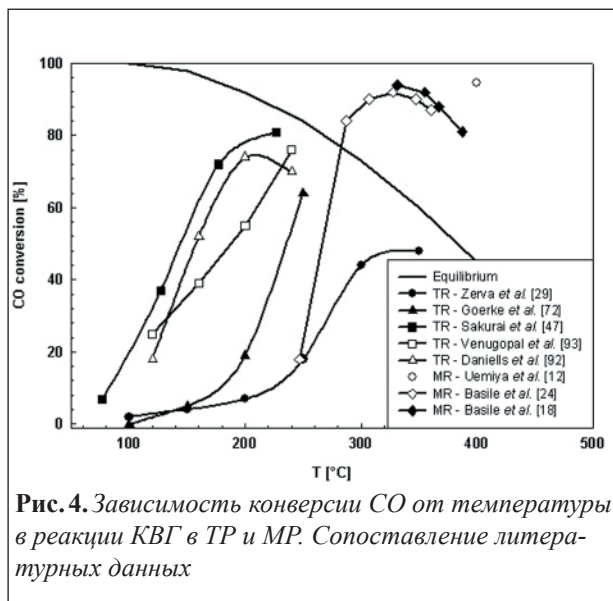
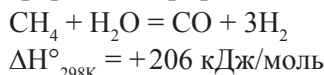


Рис. 4. Зависимость конверсии CO от температуры в реакции КВГ в ТР и МР. Сопоставление литературных данных

реформинге природного газа:



Природный газ конвертируется с образованием синтез-газа, используемого для производства аммиака/мочевины и метанола. После удаления CO водород, производимый путем парового реформинга метана, широко используется в нефтяной промышленности для гидрообработки и гидрокрекинга, в сталелитейной промышленности как восстановитель, а также в топливных элементах с протоннообменной мембраной.

Вследствие эндотермичности реакции, для процессов в обычных реакторах благоприятны высокие температуры. Действительно, 80% конверсия метана при температурах до 850 °C обычно достигается при молярном соотношении $\text{H}_2\text{O}/\text{CH}_4$ в исходной реакционной смеси в пределах 3–4. Как сообщается в литературе [26–32], используя МР, можно смягчить жесткий режим работы обычного реактора [26].

С целью выявления основных различий рабочих характеристик МР и ТР Basile et al. [35] проанализировали термодинамическое равновесие обычной системы и динамическое равновесие процесса, в котором задействована мембрана. Считается, что в динамическом равновесии процесс не лимитируется химической кинетикой и, таким образом, предполагается, что система находится в равновесии по всему палладиевому мембранному реактору. Было обнаружено, что с увеличением давления внутри трубки при постоянной температуре динамическая равновесная конверсия метана возрастает, в то время как соответствующая

термодинамическая равновесная конверсия в ТР уменьшается. Более того, при моделировании с использованием кинетических уравнений оказалось, что зависимость конверсии метана в МР от давления внутри трубки проходит через минимум, зависящий от толщины мембраны, длины реактора и температуры. Это означает, что скорость реакции не лимитирует процесс и что все молекулы, контактирующие с катализатором, реагируют с неограниченной скоростью (мгновенно).

На рис. 5 показаны зависимости конверсии метана от температуры при разных значениях давления в реакционной зоне как в МР, так и в ТР. В соответствии с эндотермическим характером реакции конверсия метана возрастает с увеличением температуры. Что касается динамического равновесия, рост конверсии метана вызван еще и положительным влиянием температуры на проницаемость мембраны для водорода.

Когда водород удаляется из зоны реакции, равновесие сдвигается в сторону продуктов реакции, что позволяет достичь более высокого уровня конверсии метана. Поэтому конверсия метана в динамическом равновесии выше, чем конверсия в термодинамическом равновесии.

Влияние давления на конверсию метана различно в этих двух случаях: с ростом давления в зоне реакции, при одной и той же температуре конверсия метана снижается в случае термодинамического равновесия. Для динамического равновесия наблюдается обратный эффект, поскольку возрастание давления повышает движущую силу переноса водорода через мембрану.

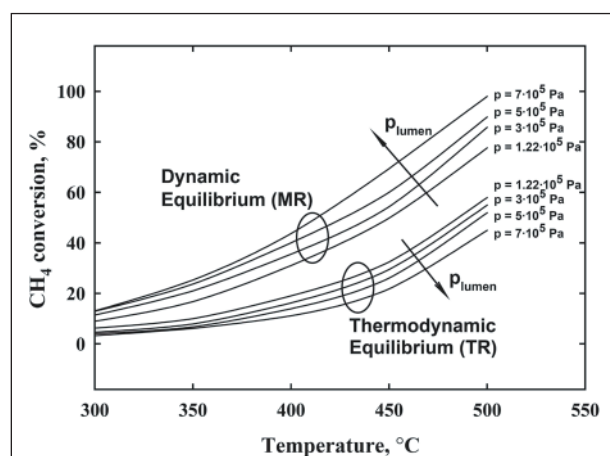


Рис. 5. Зависимость конверсии метана от температуры для динамического равновесия (МР) и термодинамического равновесия (ТР) при различных давлениях в трубке [35]

На рис. 6 приведен целый ряд литературных данных, касающихся влияния температуры на конверсию метана как в мембранных реакторах, так и в обычных. Для каждого значения температуры в диапазоне 300–600 °С в случае МР были зарегистрированы более высокие значения конверсии метана, чем в обоих обычных реакторах, а две кривые термодинамического равновесия соответствуют давлениям в реакционной зоне 1,1 и 1,36 бар.

В МР конверсия, как правило, выше, чем соответствующее термодинамике равновесное значение. Однако этот факт не следует считать строгим правилом [33]. На самом деле, в зависимости от конкретных условий эксперимента конверсия метана для МР может быть и ниже, чем конверсия для обычных реакторов, если удаление водорода из зоны реакции не идеально, (например, если избирательность мембраны по водороду не абсолютна).

Другие важные параметры, которые нужно принимать во внимание при работе с МР, — это скорость потока и тип газа-носителя, используемые в зоне пермеата. На рис. 7 показано влияние природы таких газов на конверсию метана при различных температурах для фиксированной скорости потока. Если в качестве газа-носителя используется кислород, достигается самый высокий уровень конверсии метана, вследствие химической реакции между кислородом и водородом, происходящей на внешней поверхности палладий-серебряной мембраны в межтрубной зоне МР [33]. Однако в этом случае водород, проникающий через мембрану и превращающийся позднее в воду, не может быть использован надлежащим образом как чистый водород.

Когда в качестве носителя используется воздух, невозможно извлечь с палладий-серебряной поверхности количество водорода, равное извлекаемому чистым кислородом из-за более низкой концентрации кислорода в воздухе. Следовательно, воздух дает меньшую движущую силу переноса водорода, чем кислород, и достигаемая при этом конверсия метана ниже [33]. К тому же, когда как носитель используется воздух, водород, превращенный в воду, теряется. Если ставится цель достичь большей конверсии метана, то, конечно, лучше использовать в качестве носителя воздух, а не азот. Действительно, как ранее было экспе-

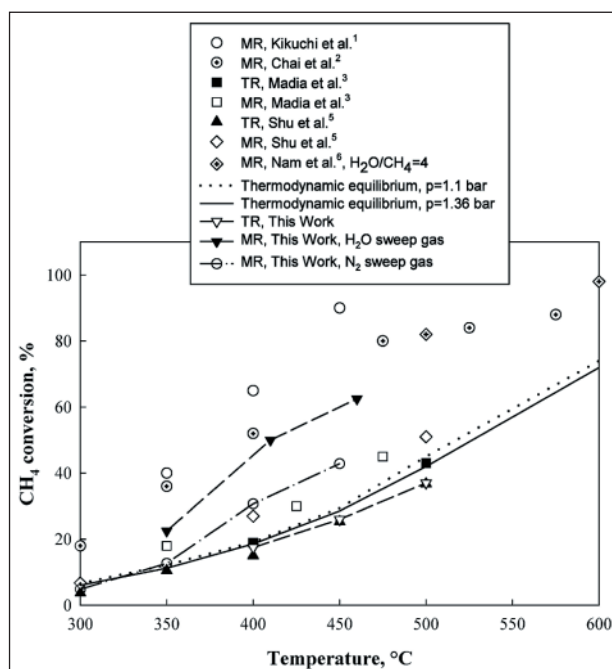


Рис. 6. Зависимость конверсии метана от температуры в ТР и МР. Сопоставление литературных данных [33]. Номера ссылок цитируются по оригинальной статье.

На “легенде” (сверху вниз): термодинамическое равновесие, $p=1,1$ бар; термодинамическое равновесие, $p=1,36$ бар; ТР, работа авторов данной статьи; МР, работа авторов данной статьи, газ-носитель водяной пар; МР, работа авторов данной статьи, газ-носитель азот

риментально подтверждено Li et al. [34], азот не адсорбируется на поверхности мембраны. Следовательно, на выходной поверхности палладий-серебряной мембраны не происходит никакой реакции, и водород не удаляется посредством химической реакции, а, скорее прос-

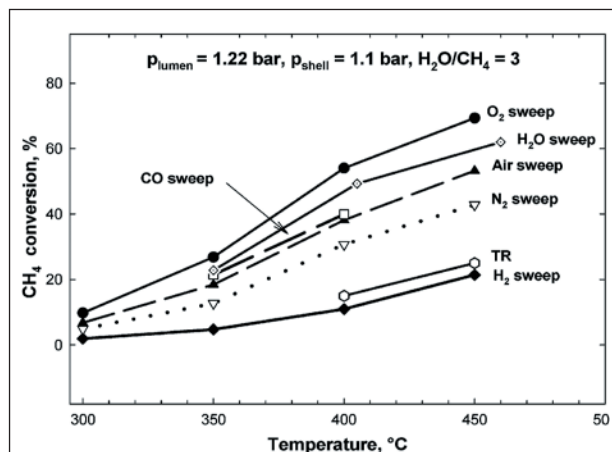


Рис. 7. Зависимость конверсии метана в МР от температуры: влияние вида газа-носителя [33].

то смывается с пограничного слоя мембраны в межтрубную зону МР.

Когда в качестве смывающего газа используется СО, он адсорбируется на поверхности мембраны и реагирует в межтрубной зоне МР с водородом, уменьшая тем самым концентрацию водорода и приводя к более высокой конверсии метана, чем азот. По силе влияния на конверсию метана различные газы-носители образуют, согласно Basile et al. [33], следующий ряд: (конверсия CH_4)_{O₂} > (конверсия CH_4)_{CO} > (конверсия CH_4)_{воздух} > (конверсия CH_4)_{N₂}. Авторы [33] пришли к выводу, что концентрация водорода в межтрубном пространстве также является функцией вида газа, который используется как газ-носитель: кислород дает наибольшее увеличение конверсии метана, за ним следуют монооксид углерода, воздух и азот.

Для оценки влияния водяного пара как газ-носителя водорода необходимо учесть, что последующее отделение проникшего сквозь палладий-серебряную мембрану водорода от пара легко осуществить путем конденсации смеси вода/водород. Кроме того, хотя при использовании кислорода в качестве газ-носителя и достигается наивысший уровень конверсии метана, но свободный от СО водород, проникший через мембрану, в этом случае полностью расходуется, тогда как возможно его полное извлечение с использованием пара.

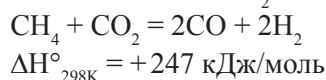
Используя кинетические выражения и параметры адсорбции, опубликованные Xu and Froment [36], было проведено моделирование парового реформинга метана с учетом влияния различных параметров на конверсию метана [35]. Результаты моделирования показали, что на конверсию метана влияет несколько параметров: рабочее давление, толщина мембраны и длина мембранного реактора. Влияние рабочего давления представляется не очевидным. Например, Shu et al. [30] и Lin et al. [37], используя палладиевые МР с разной толщиной палладиевого слоя, обнаружили уменьшение экспериментальной конверсии метана с увеличением давления, и наоборот, Oklany et al. [38] и Prokoriev et al. [39], в своей модели показали увеличение конверсии метана с ростом рабочего давления.

Чтобы внести ясность, следует указать, что в обычном реакторе повышение рабочего давления всегда вызывает уменьшение конверсии ме-

тана. В МР увеличение рабочего давления соответствует либо увеличению, либо уменьшению конверсии метана в зависимости от сочетания давления, температуры, толщины мембраны и длины реактора [35]. Особое значение необходимо придавать возможности получения свободного от СО водорода на выходе из межтрубной зоны палладиевого мембранного реактора. В сущности, поток водорода зависит от проницаемости мембраны для водорода, а наличие мембраны смещает равновесие в сторону продуктов реакции, повышая движущую силу для переноса водорода. В заключение нужно отметить, что при использовании МР можно добиться той же конверсии, что и в обычных реакторах, но при более низкой температуре. Преимуществом является экономия энергии и получение чистого водорода на выходе из межтрубной зоны МР.

Сухой реформинг метана

Другой подход к производству синтетического газа — это сухой реформинг, в результате чего образуется газообразная смесь с низким молярным соотношением H_2/CO :



Хотя эта реакция требует больших энергетических затрат, чем паровой реформинг метана, промышленное применение сухого реформинга метана могло бы сократить количество парниковых газов, присутствующих в атмосфере. Действительно, более высокая стоимость этого процесса (с точки зрения затрат энергии и стоимости материалов) может быть компенсирована за счет преимуществ, связанных с потреблением CO_2 . Изучаются различные виды катализаторов этой реакции: Ni, Ru, Rh, Pd и катализаторы на основе Pt [40–45].

Термодинамика, ограничивающая конверсию реагентов, не дает превратить сухой реформинг метана с использованием обычных реакторов в конкурентоспособный промышленный процесс. Несмотря на это, конверсия метана (и диоксида углерода) может быть повышена, если оба продукта реакции (или предпочтительно водород) избирательно удаляются из области реакции. Basile с коллегами изучили эту реакцию, проводя ее сначала в обычном реакторе, а затем - в трубчатом МР [46]. Мембрана, используемая для этой цели, являлась композитной трубчатой ка-

талитической мембраной, представлявшая собой мезопористую керамическую трубку с внутренним двухслойным покрытием из наночастиц рутения. МР не содержал обычный насыпной катализатор, а исследование было направлено на изучение влияния на конверсию реагентов и селективность в отношении продуктов реакции композитной каталитической трубчатой рутениевой мембраны.

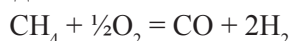
Одной из наиболее важных проблем, связанных с сухим реформингом метана является углеродобразование на катализаторе. Рутений проявляет наивысшую каталитическую активность в реакции реформинга с CO_2 [47]. Предполагалось, что использование рутениевого МР — это один из способов получить каталитическую мембрану, способную подавить образование углерода [46].

На рис. 8 показаны результаты по сухому реформингу метана в МР и ТР, опубликованные различными авторами, а также приведена кривая равновесной конверсии метана в обычных реакторах. Видно, что все экспериментальные данные, касающиеся обычных реакторов, лежат ниже кривой термодинамического равновесия, а данные для МР находятся выше данной кривой. Что касается конверсии CO_2 , из имеющейся литературы по данному вопросу ясно, что в МР весьма трудно достичь уровня конверсии CO_2 выше термодинамического равновесия. Однако, вообще говоря, можно сказать, что в зависимости от рабочих условий (скорости потока исход-

ной реакционной смеси, соотношения реагентов, температуры, давления, веса катализатора), конверсия и CH_4 и CO_2 в МР могут преодолеть термодинамическое равновесие.

Парциальное окисление метана

Эндотермичность реакций как парового, так и сухого реформинга требует введения энергии в процесс, тогда как парциальное окисление метана (ПОМ) — это умеренно экзотермическая реакция. Реакция ПОМ, дающая молярное отношение H_2/CO в продуктах, равное 2,0, могла бы стать реакцией, действительно альтернативной реакции парового реформинга метана для производства синтез-газа.



$$\Delta H_{298\text{K}}^\circ = -36 \text{ кДж/моль}$$

Термодинамика является важным ограничением в реализации процесса ПОМ, коммерчески конкурентоспособного с обычными реакторами. В частности, как хорошо известно, при увеличении давления уменьшается равновесная конверсия метана [48]. МР дает возможность преодолеть эти термодинамические ограничения, обеспечивая высокий уровень конверсии метана при более низкой температуре, чем в обычных реакторах. Реакция ПОМ, проводимая в МР с композитными и сплошными палладиевыми мембранами, изучалась в ИТМ-CNR экспериментально и теоретически, а результаты по конверсии метана сравнивались с результатами,

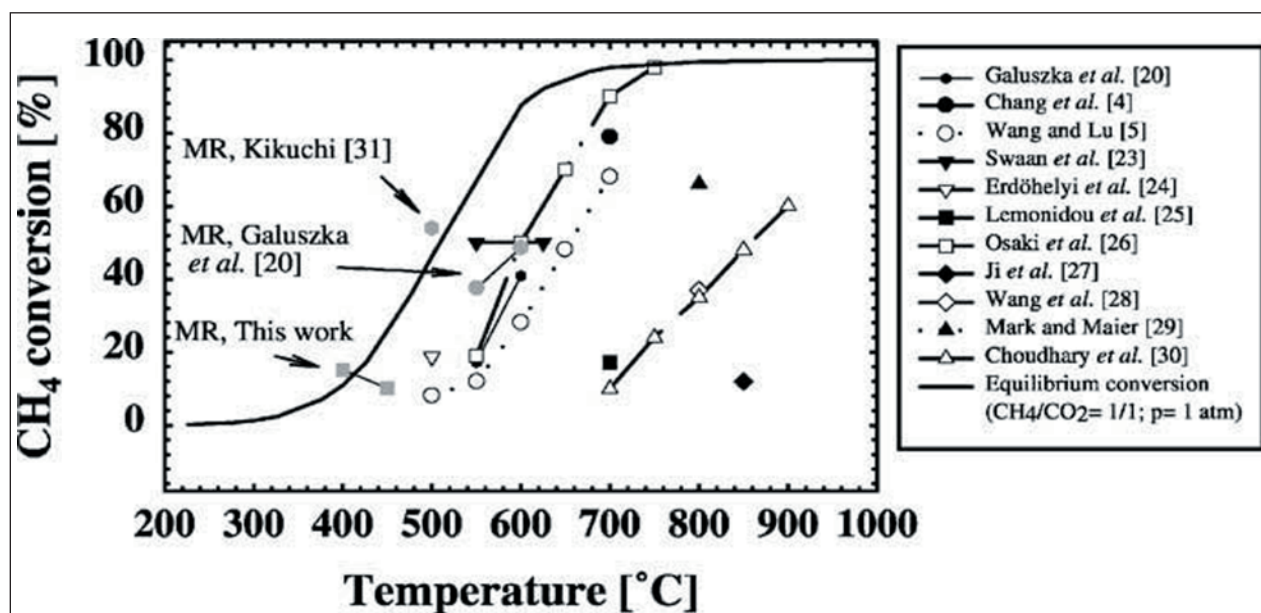


Рис. 8. Сухой реформинг метана: зависимость конверсии метана от температуры по литературным данным [46]. Нумерация ссылок по оригинальной статье [46]

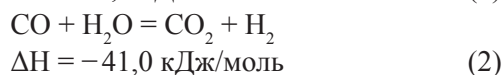
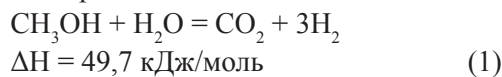
полученными в обычных реакторах при термодинамическом и динамическом равновесии [49]. В частности, на рис. 9 показано, что:

- 1) конверсия метана значительно выше в МР, чем в ТР,
- 2) палладиевый МР дает наивысший уровень конверсии,
- 3) при использовании МР конверсия превышает равновесие.

Результаты экспериментов по конверсии метана, полученные в МР с бездефектной палладиевой мембраной, также сравнивались с прогнозами моделирования [50] с учетом влияния температуры реакции на конверсию метана при разных временах контакта и скоростях потока газа-носителя. В частности, в кинетической модели учитывалось влияние температурных профилей на конверсию метана. Модель хорошо подтверждала экспериментальные результаты для некоторых условий опыта, подтверждая, что использование МР для реакции ПОМ более выгодно, чем ТР.

Паровой реформинг метанола

Процесс парового реформинга метанола (ПРМ) считается весьма интересным и обещающим методом для получения водорода для использования в топливных элементах [51–54]. В литературе рассматривались следующие химические реакции:



Реакции (1) и (3) являются обратимыми и эндотермическими и протекают с увеличением объема, т.е. можно предположить, что наивысшая конверсия метанола достигается при высоких температурах и низких давлениях. Экзотермическая реакция (2) — это хорошо известная реакция конверсии водяного газа, которая протекает одновременно с паровым реформингом

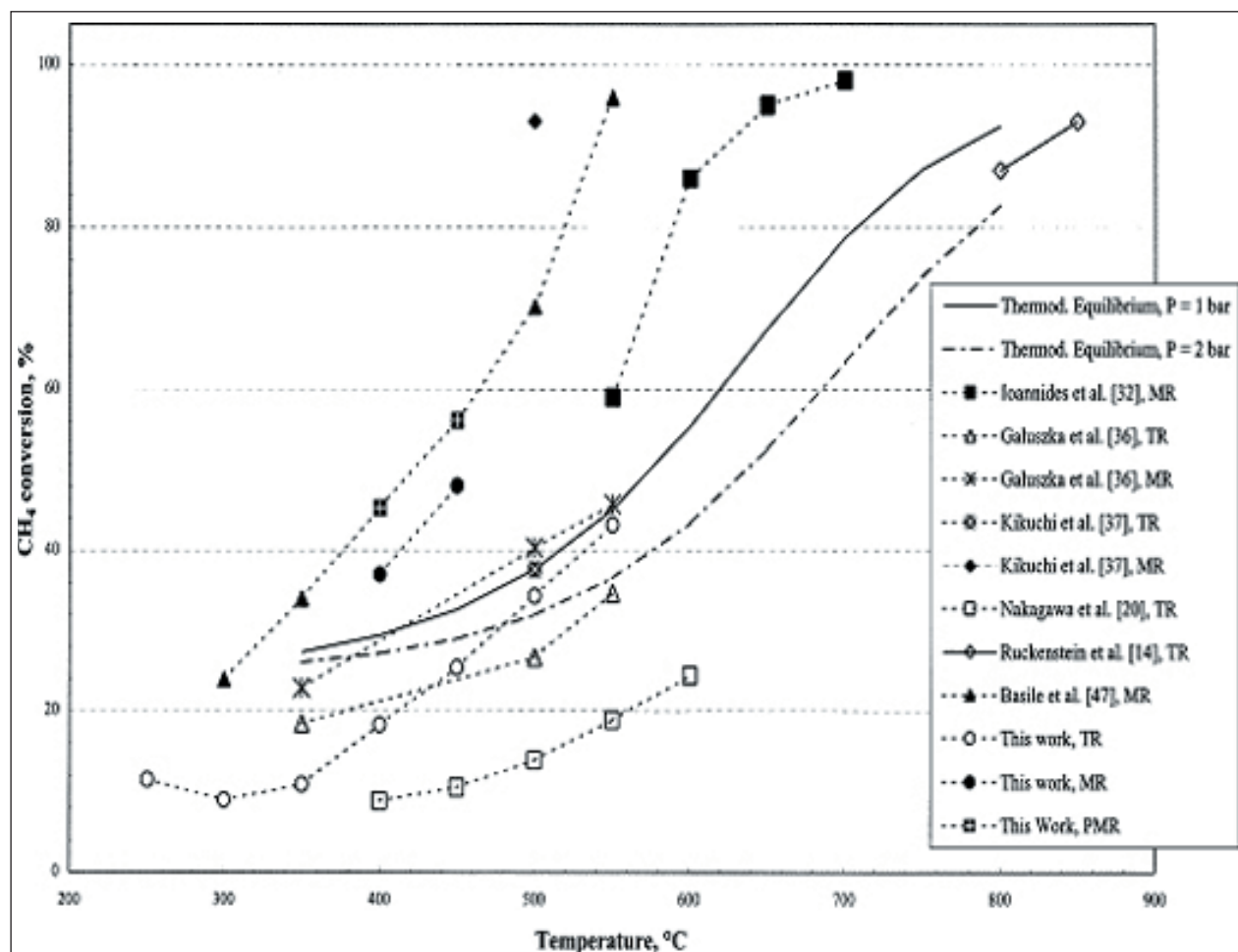


Рис. 9. Зависимость конверсии метана от температуры: сопоставление с литературными данными [49]. Нумерация ссылок по оригинальной статье [49]

метанола без изменения объема. При проведении этой системы реакций в ТР образуется водорододержащая смесь. Если полученный водород нужно затем подать в топливный элемент с протонопроводящей мембраной, он нуждается в предварительной очистке. Очистка в основном направлена на удаление СО, который отравляет анодный катализатор топливного элемента.

Опубликованные исследования этого процесса сосредоточены в основном на оптимизации катализатора, критерием которой служит сокращение содержания СО в газовой смеси, выходящей из ТР [55–64]. Только в нескольких статьях рассматривается реакция парового реформинга метанола, проходящая в МР [64,65]: они в основном анализируют влияние температуры и давления на процесс. Различные палладий-содержащие (сплошные Pd [64,66], Pd/V/Pd, Pd₇₅Ag₂₅, Pd₆₀Cu₄₀ [67] и нанесенные палладиевые [65]) мембраны изучались в интервале давлений 1–25 атм и температур 260–320 °С. В ITM-CNR, Basile et al. [68–71] проводили паровой реформинг метанола, используя МР как с композитными, так и со сплошными мембранами. Исследовалась конверсия метанола, а также получение водорода и извлечение свободного от СО водорода. Кроме влияния температуры изучалось влияние таких параметров, как молярное отношение H₂O/CH₃OH в исходной реакционной смеси, скорость потока газа-носителя и его тип.

При проведении реакции парового реформинга метанола в МР с использованием палладий-серебряных мембран, приготовленных методом химического осаждения, или палладий-серебряных плотных мембран можно получить: (а) более высокую конверсию метанола, (б) большее количество водорода, (в) более низкую селективность по монооксиду углерода по сравнению с ТР, работающими в тех же условиях.

Более того, в МР со сплошной палладий-серебряной мембраной при температуре около 450 °С, при противоточном режиме и высокой скорости потока газа-носителя было извлечено 40% не содержащего СО водорода относительно общего количества полученного водорода [68].

Повышение конверсии метанола и извлечения водорода в палладиевом МР по сравнению с ТР изучалось также теоретически [71]. В другом исследовании по моделированию парового реформинга метанола в МР был проведен тео-

ретический анализ влияния двух разных типов эксплуатации, когда потоки в межтрубной и трубной зонах МР подаются в прямоточном или противоточном режимах [70]. В обоих случаях [70, 71] моделирование проводили с учетом термодинамических параметров процесса и кинетических уравнений. Уравнения скорости, так же как кинетические и адсорбционные параметры, были взяты из работы Peppley et al. [72].

На *рис. 10 и 11* показаны зависимости парциальных давлений водорода в зоне реакции и в зоне пермеата от характеристической длины реактора как для прямоточного, так и для противоточного режима. В частности, на *рис. 10* можно видеть, что в прямоточном режиме парциальное давление водорода в трубной зоне всегда выше, чем в межтрубной зоне МР, т.е. движущая сила для переноса водорода через мембрану всегда выше нуля. Далее, при увеличении длины реактора (и площади мембраны) парциальное давление водорода в межтрубной зоне МР может только увеличиваться благодаря проницаемости, тогда как парциальное давление водорода в трубной зоне может уменьшаться из-за баланса между образованием водорода и его проницаемостью.

Нетрудно догадаться, что при определенной длине реактора эти два парциальных давления водорода выровняются, и перенос прекратится. По этой причине в МР невозможно извлечь в зону пермеата весь водород, образовавшийся в зоне реакции. Эта проблема была решена с использованием противоточного режима, так как при этом выход потока из зоны реакции соответствует входу потока газа-носителя в зону пермеата, где парциальное давление водорода

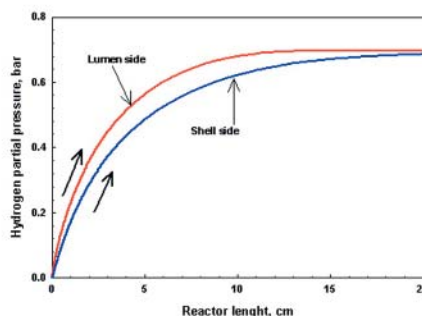


Рис. 10. Изменение парциального давления водорода по длине реактора при прямоточном режиме подачи газа-носителя [70].

Lumen side — в трубной зоне,
Shell side — в межтрубной зоне

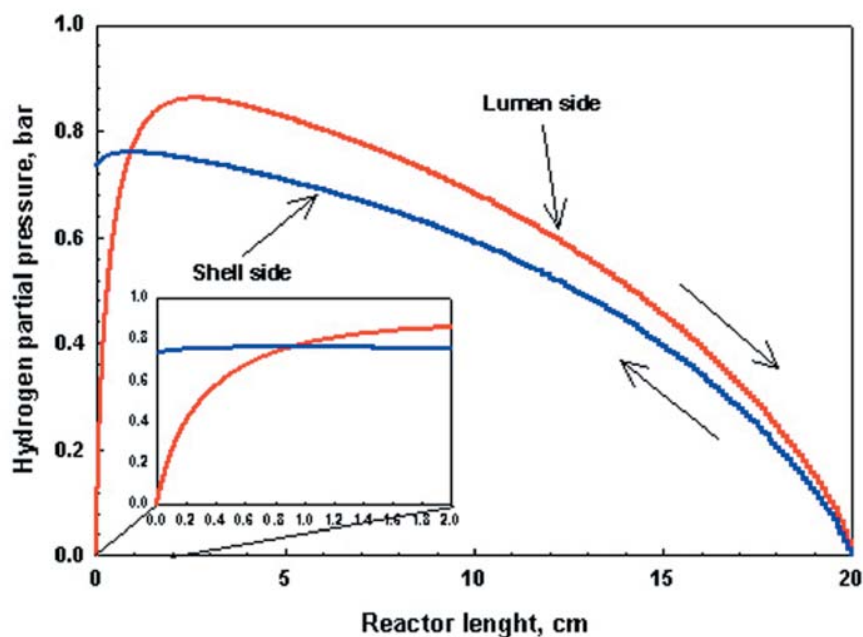


Рис. 11. Изменение парциального давления водорода по длине реактора в противоточном режиме подачи газа-носителя [70].

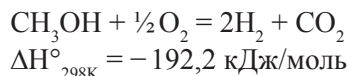
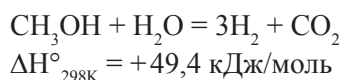
Lumen side — в трубной зоне,

Shell side — в межтрубной зоне

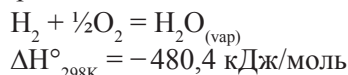
равно нулю. При увеличении длины реактора, даже если парциальное давление водорода в зоне реакции может уменьшиться из-за баланса между образованием и перетоком водорода, оно будет выше, чем парциальное давление водорода в межтрубной зоне МР. На выходе из реактора парциальное давление водорода в зоне реакции почти равно нулю, но оно соответствует парциальному давлению водорода в межтрубной зоне МР, равному нулю, и т.о. все же существует положительная движущая сила для переноса водорода через мембрану [70]. Это означает, что в противоточном режиме при определенных условиях работы почти весь водород, производимый в зоне реакции, может быть извлечен в зону пермеата.

Окислительный паровой реформинг метанола

В литературе описан ряд исследований по получению водорода окислительным паровым реформингом метанола. Murcia-Mascaros et al. [73] предложили метод окислительного парового реформинга метанола как комбинацию парового реформинга метанола и парциального окисления метанола:



Можно процитировать различные работы, исследующие ТР: все они связаны с эффективностью катализатора. Например, Velu et al. [74] проводили эту реакцию с различными катализаторами на основе CuZnAl(Zr) и добились 90% конверсии метанола при 230 °С. Они также изучали влияние молярного соотношения $\text{O}_2/\text{CH}_3\text{OH}$ в исходной реакционной смеси на конверсию метанола и на производительность по водороду, продемонстрировав значительное влияние этого параметра на процесс, который в дальнейшем осложняется реакцией окисления водорода кислородом:



Reitz et al. [75] изучили характеристики промышленного катализатора реакции окислительного парового реформинга метанола на основе CuO/ZnO, выявив ключевое влияние меди на конверсию метанола в зависимости от скорости превращения кислорода во время реакции. Недавно Lenarda et al. [76] изучили ту же самую систему, используя катализаторы на основе палладия на носителе Zn/ZnAl₂O₄; они также приготовили катализатор для той же самой реакции на

основе палладия и сплава Pd/Cu, нанесенные на упорядоченный мезопористый алюмооксидный носитель.

Из этого краткого анализа можно сделать вывод, что интерес к получению водорода реакцией окислительного реформинга метанола постоянно растет. Basile et al. [77] использовали МР со сплошной трубчатой палладий-серебряной мембраной для проведения той же самой реакции и исследовали влияние на конверсию метанола основных рабочих параметров, т.е. температуры и молярного отношения O_2/CH_3OH в исходной смеси. На рис. 12 приведены эти, а также некоторые другие опубликованные результаты экспериментов в ТР и МР других авторов в виде зависимостей конверсии метанола от температуры. Максимальная конверсия метанола (около 90%) была достигнута в МР при 260 °С и $O_2/CH_3OH = 0,09$ [77], причем наивысшая конверсия в ТР составила 83% при 325 °С и была получена в работе Murcia-Mascaros et al. [73]. В вышеуказанной работе [77] Basile et al. отметил значительное влияние молярного соотношения O_2/CH_3OH в исходной реакционной смеси и указал на ее ключевую роль в оптимизации всего процесса. В экспериментах был потреблен весь кислород, поданный в МР, и максимальное количество водорода, удаленного из зоны реакции в поток пермеата, составило 28,6% при 260 °С и $O_2/CH_3OH = 0,17$.

Следует отметить, что для топливных элементов можно использовать только удаленный через мембрану водород, поскольку только он не содержит СО (и CO_2). На производительность по водороду может влиять толщина и длина мембраны. С увеличением длины мембраны и/или уменьшением толщины мембраны доля удаленного водорода возрастает.

В совместном исследовании ITM-CNR и ИНХС РАН конверсия метанола, извлечение водорода и селективность по СО в окислительном паровом реформинге метанола изучались в плоском МР со сплошной палладий-серебряной мембраной [78]. В таком МР оказалось возможным получать водород, не содержащий СО и пригодный для непосредственного использования в топливном элементе с протонопроводящей мембраной. Была показана также возможность повышения конверсии метанола, производительности по водороду и снижения селективности по СО при

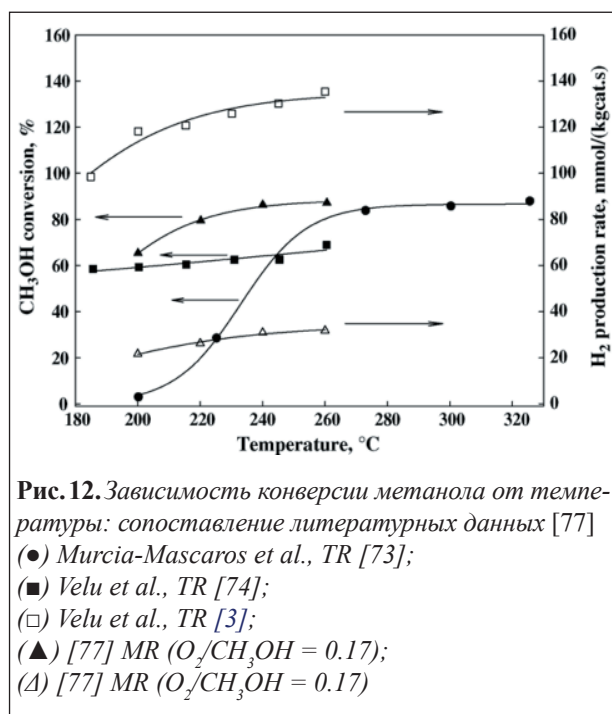


Рис. 12. Зависимость конверсии метанола от температуры: сопоставление литературных данных [77] (●) Murcia-Mascaros et al., ТР [73]; (■) Velu et al., ТР [74]; (□) Velu et al., ТР [3]; (▲) [77] МР ($O_2/CH_3OH = 0.17$); (△) [77] МР ($O_2/CH_3OH = 0.17$)

небольшом содержании кислорода в исходной реакционной смеси.

Паровой реформинг этанола

Реакция парового реформинга этанола также рассматривалась как способ получения водорода в ТР и МР. Этанол представляется лучшим выбором по сравнению с метанолом, поскольку он менее токсичен, имеет более высокую температуру кипения и более низкую фотохимическую активность.

Различные авторы указывают, что распределение продуктов в реакции парового реформинга этанола зависит от используемого катализатора, а состав их обычно таков: водород, монооксид углерода, диоксид углерода, метан, ацетальдегид и этилен [79]. Кроме того, при паровом реформинге этанола используются иные катализаторы, чем при паровом реформинге метанола. В основном, это металлы Rh, Ru, Pd, Pt, Ni, Co, Cu на носителях Al_2O_3 , SiO_2 , MgO и La_2O_3 [80, 81]. Например, Liguras et al. [81] сообщил, что каталитическая активность в ТР убывает в ряду $Rh \gg Pt > Pd > Ru$. Используя катализатор Rh/Al_2O_3 1% вес., можно достичь полной конверсии этанола при 800 °С, в то время как для достижения той же конверсии на катализаторе Ru/Al_2O_3 нужна концентрация металла 5% вес. Исследования ТР в этой области все еще сосредоточены на разработке катализатора.

Basile et al. [82] впервые экспериментально исследовали паровой реформинг этанола в палладиевых МР с насыпным промышленным катализатором 5% Ru/Al₂O₃. В этой работе было рассмотрено влияние таких параметров, как тип мембраны, температура, режим подачи газ-носителя и скорость его потока в разных МР с использованием палладий-серебряных мембран. Для получения одной из мембран покрытие наносилось методом химического осаждения, а для получения другой мембраны использовался метод соконденсации. Также использовался МР со сплошной палладий-серебряной мембраной толщиной 50 мкм.

Наилучшие результаты с точки зрения конверсии этанола, получения и извлечения водорода были достигнуты при проведении парового реформинга этанола в палладий-серебряном МР [82]. На рис. 13 результаты этих экспериментов сопоставлены с некоторыми данными из литературы. Конверсия этанола, достигнутая Basile с коллегами в палладий-серебряном МР, всегда выше, чем в ТР в диапазоне температур 350–450 °С, но ниже термодинамического равновесия.

Одной из важнейших проблем, возникающих при паровом реформинге этанола в ТР при низкой температуре, является образование кокса. Однако при использовании палладий-серебряного МР уровень конверсии традиционного реактора был достигнут при температуре ниже 400 °С, а в противоточном режиме при 450 °С было извлечено до 40% общего количества произведенного водорода, что свидетельствует о преимуществах МР перед ТР.

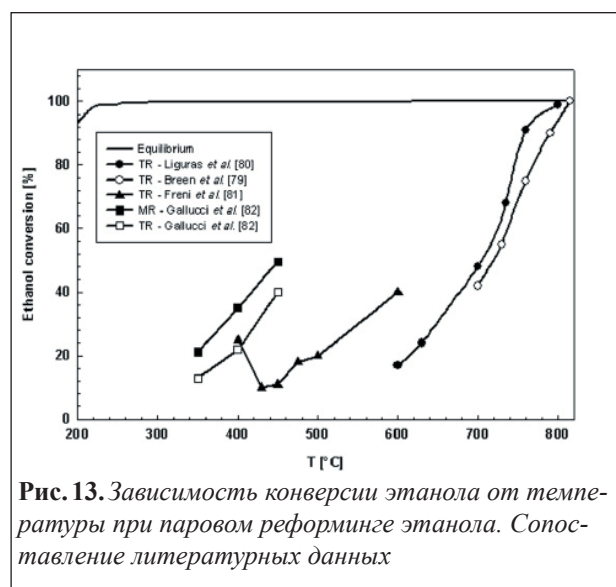


Рис. 13. Зависимость конверсии этанола от температуры при паровом реформинге этанола. Сопоставление литературных данных

Топливный элемент

Топливные элементы считаются многообещающим альтернативным ответом на растущие энергозатраты и загрязнение окружающей среды. Топливные элементы с протоннообменной мембраной (PEMFC), прямые метанольные топливные элементы (DMFC) и прямые этанольные топливные элементы (DEFC), как известно, используют протонопроводящие мембраны. Все эти системы (DMFC, DEFC и PEMFC), в сущности, одинаковы, за исключением того, что они используют разное горючее (метанол, этанол и водород, соответственно). Как правило, топливные элементы с протоннообменной мембраной работают при температуре ниже 100 °С, так как при более высокой температуре электрохимические свойства Нафциона (самого важного мембранного электролита) ухудшаются. Однако, из-за отравляющего воздействия СО на электродный катализатор (как правило, платину) обычная рабочая температура PEMFC поддерживается выше 100 °С.

Принимая во внимание тот факт, что аддукт Pt-CO термически неустойчив, рабочие температуры около 120–130 °С могут резко сократить отравление СО. В настоящее время Нафцион — это наиболее широко распространенная протоннообменная мембрана, используемая в системах PEMFC, DEFC и DMFC. В качестве альтернативы Нафиону многие исследователи изучают различные типы нефторированных полимеров. Одним из наиболее перспективных является полимер на основе полиэфиркетона (PEEK). По литературным данным характеристики проводимости протонов и термохимические свойства, сравнимые с Нафионом, при более низких показателях по стоимости могут быть достигнуты с применением обработанных полиэфиркетонных полимеров.

Для приготовления электролитных мембран из этих полимеров могут использоваться следующие методы:

- 1) электрофильное сульфирование полиэфиркетонных полимеров [83],
- 2) смешивание полиэфиркетонных и нефункциональных полимеров [84],
- 3) допирование сульфированных полиэфиркетонных полимеров, легирование соединений сополимеров и полиэфиримида неорганическими кислотами [85], и т.д.

Basile et al. [86, 87] изучили сульфирование РЕЕК-WC [(поли(оксо-*p*-фенилен-3,3-фталидо-*p*-фениленоксо-*p*-фениленоксо-*p*-фенилена) с группой Кардо) серной кислотой с целью получения нового сульфированного полимера (S-РЕЕК-WC), имеющего хорошие электрохимические характеристики и очень хорошие термодинамические свойства по сравнению с Нафионом. Чистый полиэфиркетон — это полимер с высокой степенью кристалличности, нерастворимый в воде и почти во всех обычных органических растворителях. Нерастворимость полиэфиркетона можно преодолеть, используя РЕЕК-WC, который характеризуется присутствием громоздкой лактоновой группы, способной сократить степень кристалличности.

Полимер РЕЕК-WC имеет очень хорошую термическую, химическую и механическую стабильность, его можно использовать в протонообменном топливном элементе в сульфированной форме. РЕЕК-WC можно сульфировать двумя способами: с использованием хлорсульфоновой кислоты [88, 89] или концентрированной серной кислоты [86, 87, 90]. Следуя процедуре сульфирования хлорсульфоновой кислотой, при более высокой температуре (70 °C) можно получить РЕЕК-WC с высокой степенью сульфирования, растворимый в воде и способный использоваться как электролит; однако, трудно одновременно контролировать степень замещения. При более низких температурах (около 0 °C), этой проблемы можно избежать, но сульфированный РЕЕК-WC имеет более низкую степень сульфирования, около 30% меньшую эффективность электролита. [91]. В мембранах S-РЕЕК-WC, полученных при помощи концентрированной серной кислоты, степень сульфирования достигала 40% после трех часов сульфирования полимера [87]. Это значит, что прямое сульфирование полимера концентрированной серной кислотой более эффективно, т.к. при более низкой степени сульфирования (40%) S-РЕЕК-WC, достигается практически то же значение проводимости, что и в S-РЕЕК-WC, получаемой сульфированием хлорсульфоновой кислотой, что свидетельствует о более высоком уровне сульфирования.

Как показано на рис. 14, электрохимические характеристики сульфированных мембран

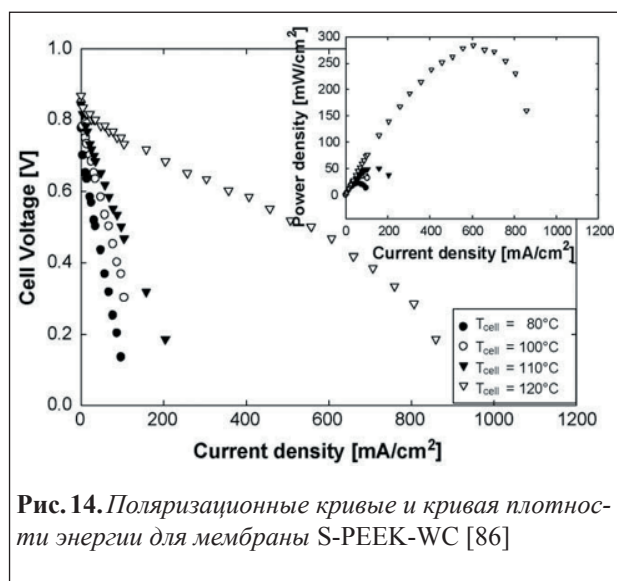


Рис. 14. Поляризационные кривые и кривая плотности энергии для мембраны S-РЕЕК-WC [86]

РЕЕК-WC позволяют достичь оптимальной производительности при 120 °C, что дает возможность считать их наиболее вероятным кандидатом для работы при высокой температуре в топливных элементах с протонообменной мембраной [86]. Более того, использование таких топливных элементов при более высокой температуре (принимая во внимание одновременное получение электрической и термической энергии), позволит повысить извлечение энергии из полученной воды.

Заключение

Представлен обширный экспериментальный и теоретический обзор различных типов химических реакций получения водорода в мембранных реакторах в ИТМ-СНР. Обсуждены мембранные реакторы с разными типами сплошных и композитных мембран на основе палладия и его сплавов. Проведен анализ литературы по сравнению ТР и МР с точки зрения конверсий реакций. Изучено влияние на процессы в МР таких параметров, как тип газа-носителя (sweep gas), скорость и режим потоков.

Описаны также некоторые возможные применения водорода, полученного в МР, например, в топливных элементах с протонообменной мембраной или извлечение трития в ядерном топливном цикле. И, наконец, изучена проблема использования полимера РЕЕК-WC в качестве мембраны, альтернативной Нафиону, в топливных элементах с протонообменной мембраной.

Литература

1. J.N. Armor, "Catalysis with permselective inorganic membranes", *Appl. Catal.*, 49 (1989) 1–25.
2. J.N. Armor, "Challenges in Membrane Catalysis", *Chemtech*, (1992) 557–563.
3. G. Saracco, V. Specchia, "Catalytic inorganic-membrane reactors: Present experience and future Opportunities", *Catal. Rev.-Sci. Eng.*, 36 (1994) 305–384.
4. J. Shu, B.P.A. Grandjean, A. Van Neste, S. Kaliaguine, "Catalytic palladium-based membrane reactors. A review", *Can. J. Chem. Eng.*, 69 (1991) 1036–1060.
5. E.E. McLeary, J.C. Jansen, F. Kapteijn, "Zeolite based films, membranes and membrane reactors: Progress and prospects", *Microp. & Mesop. Mat.*, 90 (2006) 198–220.
6. N. Itoh, "Dehydrogenation by membrane reactors", *J. Japan Petrol. Inst.*, 33 (1990) 136–146.
7. H.P. Hsieh, "Inorganic membrane reactors", *Catal. Rev.-Sci. Eng.*, 33 (1991) 1–70.
8. J.-A. Dalmon, in: G. Ertl, H. KnoIzinger, J. Weitkamp (Eds.), *Handbook of Heterogeneous Catalysis*, VCH, Weinheim, Germany, 1997, pp. 1387–1398.
9. E. Drioli, A. Basile, A. Criscuoli, "High temperature membrane reactors for clean productions", *Clean Products & Proc.*, 2 (2000) 179–186.
10. D.R. Seok, S.T. Hwang, in: M. Misono, Y. Moro-oka, S. Kimura (Eds.), *Future Opportunities in Catalytic and Separation Technology*, Elsevier, Amsterdam, 1990, pp. 248–267.
11. E. Kikuchi, S. Uemiya, N. Sato, H. Inoue, H. Ando, T. Matsuda, "Membrane Reactor Using Microporous Glass Supported Thin Film Of Palladium. Application To The Water Gas Shift Reaction", *Chem. Lett.*, (1989) 489–492.
12. S. Uemiya, N. Sato, H. Ando, E. Kikuchi, "The water gas shift reaction assisted by a palladium membrane reactor", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 30 (1991) 585–589.
13. H. Yoshida, H. Takeshita, S. Konishi, H. Ohno, T. Kurasawa, H. Watanabe, *Nucl. Tech. Fusion*, 5 (1984) 178–188.
14. C. Hsu, R.E. Buxbaum, "Palladium-catalyzed oxidative diffusion for tritium extraction from breeder-blanket fluids at low concentrations", *J. Nucl. Mater.*, 141 (1986) 238–243.
15. V. Violante, E. Drioli, A. Basile, "Membrane separation technologies: their application to the fusion reactor fuel cycle", *Fusion Eng. Des.*, 22 (1993) 257–263.
16. V. Violante, E. Drioli, A. Basile, "Catalytic ceramic membrane reactor design for hydrogen separation from inert gas via oxidation", *J. Membrane Sci.*, 104 (1995) 11–17.
17. S. Tosti, A. Basile, G. Chiappetta, C. Rizzello, V. Violante, "Pd-Ag membrane reactors for water gas shift reaction", *Chem Eng. J.*, 93 (2003) 23–30.
18. A. Basile, G. Chiappetta, S. Tosti, V. Violante, "Experimental and simulation of both Pd and Pd/Ag for a water gas shift membrane reactor", *Sep. Pur. Techn.*, 25 (2001) 549–571.
19. S. Tosti, A. Adrover, A. Basile, V. Cavilli, G. Chiappetta, V. Violante, "Characterisation of thin wall Pd-Ag rolled membranes", *Int. J. Hydrogen En.*, 28 (2003) 105–112.
20. A. Basile, L. Paturzo, F. Gallucci, "Co-current and counter-current modes for water gas shift membrane reactor", *Catal. Tod.*, 82 (2003) 275–281.
21. W.F. Podolski, Y.G. Kins, "Modeling the Water-Gas Shift Reaction", *Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop.*, 13(4) (1974) 414–421.
22. A. Criscuoli, A. Basile, E. Drioli, O. Loiacono, "An economic feasibility study for water gas shift membrane reactor", *J. Membrane Sci.*, 181 (2001) 21–27.
23. A. Basile, E. Drioli, E. Santella, V. Violante, G. Capannelli, G. Vitulli, "A study on catalytic membrane reactors for water gas shift reaction", *Gas Sep Purif.*, 10 (1) (1996) 53–61.
24. A. Basile, A. Criscuoli, F. Santella, E. Drioli, "Membrane reactor for water gas shift reaction", *Gas Sep. Purif.*, 10 (4) (1996) 243–254.
25. B. Gaudernack and S. Lynum, "Hydrogen from natural gas without release of CO₂ to the atmosphere", *Int. J. Hydrogen En.*, 23 (12) (1998) 1087–1093.
26. E. Kikuchi, S. Uemiya, T. Matsuda, "Hydrogen production from methane steam reforming assisted by use of membrane reactor", *Nat. Gas Convers.*, (1991) 509–515.
27. M. Chai, M. Machida, K. Eguchi, H. Arai, "Promotion of methane steam reforming using ruthenium-dispersed microporous alumina membrane reactor", *Chem. Lett.*, 41 (1993) 425–432.
28. G. Madia, G. Barbieri, E. Drioli, "Theoretical and experimental analysis of methane steam reforming in a membrane reactor", *Can. J. Chem. Eng.*, 77 (1999) 698–706.
29. C. Zerva, C.J. Philippopoulos, "Ceria catalysts for water gas shift reaction: Influence of preparation method on their activity", *Appl. Catal. B: Env.*, 67 (2006) 105–112.
30. J. Shu, B.P.A. Grandjean, S. Kaliaguine, "Methane steam reforming in asymmetric Pd- and Pd-Ag/porous SS membrane reactors", *Appl. Catal. A: Gen.*, 119 (1994) 305–325.
31. S.W. Nam, S.P. Yoon, H.Y. Ha, S.A. Hong, A.P. Maganyuk, "Methane steam reforming in a Pd-Ru

- membrane reactor”, *Korean J. Chem. Eng.*, 17(3) (2000) 288–291.
32. K. Jarosch, H.I. de Lasa, “Novel riser simulator for methane reforming using high-temperature Membranes”, *Chem. Eng. Sci.*, 54 (1999) 1455–1460.
 33. F. Gallucci, L. Paturzo, A. Fama, A. Basile, “Experimental Study of the Methane Steam Reforming Reaction in a Dense Pd/Ag Membrane Reactor”, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 43(4) (2004) 928–933.
 34. A. Li, W. Liang, R. Hughes, “The effect of carbon monoxide and steam on the hydrogen permeability of a Pd/stainless steel membrane”, *J. Membrane Sci.*, 165 (2000) 135–141.
 35. F. Gallucci, L. Paturzo, A. Basile, “A simulation study of the steam reforming of methane in a dense tubular membrane reactor”, *Int. J. Hydrogen En.*, 29 (2004) 611–617.
 36. J. Xu, G.F. Froment, “Methane steam reforming, methanation and water–gas shift: Intrinsic Kinetics”, *AIChE J.*, 35 (1989) 88–96.
 37. Y-M Lin, G.-L. Lee, M.-H. Rei, “An integrated purification and production of hydrogen with a palladium membrane-catalytic reactor”, *Catal. Tod.*, 44 (1998) 343–349.
 38. J.S. Oklany, K. Hou, R. Hughes, “A simulative comparison of dense and microporous membrane reactors for the steam reforming of methane”, *Appl. Catal. A: General*, 170 (1998) 13–22.
 39. S.I. Prokopiev, Y.I. Aristov, V.N. Parmon, N. Giordano, “Intensification of hydrogen production via methane reforming and the optimization of H₂/CO ratio in a catalytic reactor with a hydrogen-permeable membrane wall”, *Int. J. Hydrogen En.*, 17(4) (1992) 275–279.
 40. J.S. Chang, S.E. Park, H. Chon, “Catalytic activity and coke resistance in the carbon dioxide reforming of methane to synthesis gas over zeolite-supported Ni catalysts”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 145 (1996) 111–124.
 41. S. Wang, G.Q. Lu, “Reforming of methane with carbon dioxide over Ni/Al₂O₃ catalysts: Effect of nickel precursor of nickel precursor”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 169 (1998) 271–280.
 42. T. Hayakawa, S. Suzuki, J. Nakamura, T. Uchijima, S. Hamakawa, K. Suzuki, T. Shishido, K. Takehira, “CO₂ reforming of CH₄ over Ni/perovskite catalysts prepared by solid phase crystallization method”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 183 (1999) 273–285.
 43. K. Tomishige, Y.-G. Chen, K. Fujimoto, “Studies on carbon deposition in CO₂ reforming of CH₄ over nickel-magnesia solid solution catalysts”, *J. Catal.*, 181 (1999) 91–103.
 44. J.R. Rostrup-Nielsen, J.-H. Bak Hansen, “CO₂-reforming of methane over transition metals”, *J. Catal.*, 144 (1993) 38–49.
 45. J.R. Rostrup-Nielsen, *Natural Gas Conversion II*, Elsevier, Amsterdam, 1994, p. 25
 46. L. Paturzo, F. Gallucci, A. Basile, G. Vitulli, P. Pertici, “An Ru-based catalytic membrane reactor for dry reforming of methane—its catalytic performance compared with tubular packed bed reactors”, *Catal. Tod.*, 82 (2003) 57–65.
 47. H. Sakurai, T. Akita, S. Tsubota, M. Ciuchi, M. Haruta, “Low-temperature activity of Au/CeO₂ for water gas shift reaction and characterization by ADF-STEM, temperature-programmed reaction and pulse reaction”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 291 (2005) 179–187.
 48. T. Ostrowski, A. Girior-Fendler, C. Mirodatos, L. Mleczko, “Comparative study of the catalytic partial oxidation of methane to synthesis gas in fixed-bed and fluidized-bed membrane reactors. Part I : A modeling approach”, *Catal. Tod.*, 40 (1998) 181–190.
 49. A. Basile, L. Paturzo, “An experimental study of multilayered composite palladium membrane reactors for partial oxidation of methane to syngas”, *Catal. Tod.*, 67 (2001) 55–64.
 50. A. Basile, L. Paturzo, F. Lagana, “The partial oxidation of methane to syngas in a palladium membrane reactor: simulation and experimental studies”, *Catal. Tod.*, 67 (2001) 65–75.
 51. J. Han, I.-S. Kim, K.-S. Choi, “Purifier-intergrated methanol reformer for fuel cell vehicles”, *J. Power Sou.*, 86 (2000) 223–227.
 52. K. Sekizawa, S. Yano, K. Eguchi, H. Arai, “Selective removal of CO in methanol reformed gas over Cu-supported mixed metal oxides”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 169 (1998) 291–297.
 53. T. Takahashi, M. Inoue, T. Kai, “Effect of metal composition on hydrogen selectivity in steam reforming of methanol over catalysts prepared from amorphous alloys”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 218 (2001) 189–195.
 54. J. Agrell, H. Birgersson, M. Boutonnet, “Steam reforming of methanol over a Cu/ZnO/Al₂O₃ catalyst: A kinetic analysis and strategies for suppression of CO formation”, *J. Power Sou.*, 106(1–2) (2002) 249–257.
 55. J.C. Amphlett, M.J. Evans, R.A. Jones, R.F. Mann, R.D. Weir, “Hydrogen production by the catalytic steam reforming of methanol – the thermodynamics”, *Can. J. Chem. Eng.*, 59 (1981) 720–727.
 56. J.C. Amphlett, M.J. Evans, R.F. Mann, R.D. Weir, “Hydrogen production by the catalytic steam reforming of methanol. part 2: kinetics of methanol decomposition

- using girdler g66b catalyst”, *Can. J. Chem. Eng.*, 63 (1985) 605–611.
57. *J.C. Amphlett, R.F. Mann, R.D. Weir*, “Hydrogen production by the catalytic steam reforming of methanol. Part 3: Kinetics of methanol decomposition using C18HC catalyst”, *Can. J. Chem. Eng.*, 66 (1988) 950–956.
58. *J.C. Amphlett, R.F. Mann, B.A. Peppley*, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, 81 (1994) 409–412.
59. *R. Dьmpelmann*, Ph.D. Thesis, in M. Schuessler, O. Lamla, T. Stefanovsky, C. Klein, D. Zur Megede, “Autothermal reforming of methanol in an isothermal reactor-concept and realisation”, *Chem. Eng. Technol.*, 24(11) (2001) 1141–1145.
60. *C.J. Jiang, D.L. Trimm, M.S. Wainwright, N.W. Cant*, “Kinetic study of steam reforming of methanol over copper-based catalysts”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 93(2) (1993) 245–255.
61. *C.J. Jiang, D.L. Trimm, M.S. Wainwright, N.W. Cant*, “Kinetic mechanism for the reaction between methanol and water over a Cu-ZnO-Al₂O₃ catalyst”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 97(2) (1993) 145–158.
62. *B.A. Peppley*, Ph.D. Thesis, in M. Schuessler, O. Lamla, T. Stefanovsky, C. Klein, D. zur Megede, “Autothermal reforming of methanol in an isothermal reactor-concept and realisation”, *Chem. Eng. Technol.*, 24(11) (2001) 1141–1145.
63. *B.A. Peppley, J.C. Amphlett, L.M. Kearns, R.F. Mann*, “Methanol-steam reforming on Cu/Zno/Al₂O₃. Part 1: The reaction network”, *App. Catal. A: Gen.*, 179(1–2) (1999) 21–29.
64. *B.A. Peppley, J.C. Amphlett, L.M. Kearns, R.F. Mann*, “Methanol-steam reforming on Cu/ZnO/Al₂O₃ catalysts. Part 2. A comprehensive kinetic model”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 179(1–2) (1999) 31–49.
65. *Y.-M. Lin, M.-H. Rei*, “Process development for generating high purity hydrogen by using supported palladium membrane reactor as steam reformer”, *Int. J. Hydrogen En.*, 25 (2000) 211–219.
66. *R.E. Buxbaum*, “Membrane reactor advantages for methanol reforming and similar reactions”, *Sep. Sci. Technol.*, 34 (1999) 2113–2123.
67. *S. Wieland, T. Melin, A. Lamm*, “Membrane reactors for hydrogen production”, *Chem. Eng. Sci.*, 57(9) (2002) 1571–1576.
68. *A. Basile, S. Tosti, G. Capannelli, G. Vitulli, A. Iulianelli, F. Gallucci, E. Drioli*, “Co-current and counter-current modes for methanol steam reforming membrane reactor: Experimental study”, *Catal. Tod.*, 118 (2006) 237–245.
69. *A. Basile, F. Gallucci, L. Paturzo*, “A dense Pd/Ag membrane reactor for methanol steam reforming: Experimental study”, *Catal. Tod.*, 104 (2005) 244–250.
70. *F. Gallucci, A. Basile*, “Co-current and counter-current modes for methanol steam reforming membrane reactor”, *Int. J. Hydrogen En.*, 31 (2006) 2243–2249.
71. *F. Gallucci, L. Paturzo, A. Basile*, “Hydrogen recovery from methanol steam reforming in a dense membrane reactor: simulation study”, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 43(10) (2004) 2420–2432.
72. *O. Goerke, P. Pfeifer, K. Schubert*, “Water gas shift reaction and selective oxidation of CO in microreactors”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 263 (2004) 11–18.
73. *S. Murcia-Mascaros, R.M. Navarro, L. Gomez-Sainero, U. Costantino, M. Nocchetti, J.L.G. Fierro*, “Oxidative Methanol Reforming Reactions on CuZnAl Catalysts Derived from Hydrotalcite-like Precursors Hydrotalcite-like Precursors *J. Catal.*, 198(2) (2001) 338–347.
74. *S. Velu, K. Suzuki, M.P. Kapoor, F. Ohashi, T. Osaki*, “Oxidative steam reforming of methanol over CuZnAl(Zr)-oxide catalysts for the selective production of hydrogen for fuel cells: Catalyst characterization and performance evaluation”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 194(2) (2000) 373–384.
75. *T.L. Reitz, P.L. Lee, K.F. Czaplewski, J.C. Lang, K.E. Popp, H.H. Kung*, “Time-resolved XANES investigation of CuO/ZnO in the oxidative methanol reforming reaction”, *J. Catal.*, 199(2) (2001) 193–201.
76. *M. Lenarda, L. Storaro, R. Ganzerla, M. Casagrande, M. Marchiori, G. Capannelli, C. Uliana, F. Ferrari, R. Frattini*, Proc. XIV Congresso Nazionale di Catalisi GIC2004: Le Scienze Molecolari al Servizio dell’Uomo, Lerici (La Spezia, Italy), Book of abstracts, 2 (2004) 143–144.
77. *A. Basile, F. Gallucci, L. Paturzo*, “Hydrogen production from methanol by oxidative steam reforming carried out in a membrane reactor”, *Catal. Tod.*, 104 (2005) 251–259.
78. *A. Basile, G.F. Tereschenko, N.V. Orekhova, M.M. Ermilova, F. Gallucci, A. Iulianelli*, “An experimental investigation on methanol steam reforming with oxygen addition in a flat Pd-Ag membrane reactor”, *Int. J. Hydrogen En.*, 31 (2006) 1615–1622.
79. *J.P. Breen, R. Burch and H.M. Coleman*, “Metal-catalysed steam reforming of ethanol in the production of hydrogen for fuel cell applications”, *App. Cat B: Env.*, 39 (2002) 65–74.
80. *D.K. Liguras, D.I. Kondarides and X.E. Verykios*, “Production of hydrogen for fuel cells by steam

- reforming of ethanol over supported noble metal catalysts”, *Appl. Catal.*, 43 (2003) 345–354.
81. S. Freni, N. Mondello, S. Cavallaro, G. Cacciola, V.N. Pardon, V.A. Sobyenin, “Hydrogen production by steam reforming of ethanol: a two process”, *React. Kinet. Catal. Lett.*, 71 (2000) 143–152.
 82. F. Gallucci, A. Basile, S. Tosti, A. Iulianelli, E. Drioli, “Methanol and ethanol steam reforming in membrane reactor: an experimental study”, *Int. J. Hydrogen En.*, doi:10.1016/j.ijhydene.2006.11.019
 83. K.D. Kreuer, “On the development of proton conducting polymer membranes for hydrogen and methanol fuel cells”, *J. Membrane Sci.*, 185 (2001) 29–39.
 84. P. Xing, G.P. Robertson, M.D. Guiver, S.D. Mikhailenko, K.P. Wang, S. Kaliaguine, “Synthesis and characterization of sulfonated poly(ether ether ketone) for proton exchange membranes”, *J. Membrane Sci.*, 229 (2004) 95–106.
 85. S.D. Mikhailenko, S.M.J. Zaidi, S. Kaliaguine, “Sulfonated polyether ether ketone based composite polymer electrolyte membranes”, *Catal. Today*, 67 (2001) 225–236.
 86. A. Basile, L. Paturzo, A. Iulianelli, I. Gatto, E. Passalacqua, “Sulfonated PEEK-WC membranes for proton-exchange membrane fuel cell: Effect of the increasing level of sulfonation on electrochemical performances”, *J. Membrane Sci.*, 281 (2006) 377–385.
 87. L. Paturzo, A. Basile, A. Iulianelli, J.C. Jansen, I. Gatto, E. Passalacqua, “High temperature proton exchange membrane fuel cell using a sulfonated membrane obtained via H₂SO₄ treatment of PEEK-WC”, *Catal. Today*, 104 (2005) 213–218.
 88. F. Trotta, E. Drioli, G. Moraglio, E. Baima Poma, “Sulfonation of polyetheretherketone by chlorosulfuric acid”, *J. Appl. Pol. Sci.*, 70 (1998) 477–482.
 89. E. Drioli, A. Regina, M. Casciola, A. Oliveti, F. Trotta, T. Massari, “Sulfonated PEEK-WC membranes for possible fuel cell applications”, *J. Membrane Sci.*, 228 (2004) 139–148.
 90. L. Jia, X. Xu, H. Zhang, J. Xu, “Sulfonation of polyetheretherketone and its effects on permeation behavior to nitrogen and water vapor”, *J. Appl. Polymer Sci.*, 60(8) (1996) 1231–1237.
 91. A. Regina, E. Fontananova, E. Drioli, M. Casciola, M. Sganappa, F. Trotta, “Preparation and characterization of sulfonated PEEK-WC membranes for fuel cell applications. A comparison between polymeric and composite membranes”, *J. Power Sources*, 160 (2004) 139–147.
 92. S.T. Daniells, M. Makkee, J.A. Moulijn, “The effect of high temperature pre-treatment and water on the low temperature CO oxidation with Au/Fe₂O₃ catalyst”, *Catal. Lett.*, 100 (2005) 39–47.
 93. A. Venugopal, M.S. Scurrrell, Hydroxyapatite as a novel support for gold and ruthenium catalysts Behaviour in the water gas shift reaction”, *Appl. Catal. A: Gen.*, 245 (2003) 137–147.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕМБРАН МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ В РЕАКТОРЕ С “ХОЛОДНЫМИ” СТЕНКАМИ

В.В. Скудин, С.Г. Стрельцов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

E-mail: skudin@muctr.edu.ru

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

Ключевые слова: неорганическая мембрана, молибден, CVD-реактор с “холодными” стенками, условия получения, однородность

Perspectivity of use of a reactor with “cold” walls and a circulating contour which worked at atmospheric pressure for creation of CVD-technology of composite inorganic membranes is shown. Use of a CVD-reactor with “cold” walls allows to use rationally raw material, maintaining temperature of the gas environment and walls of a reactor below temperature of decomposition of initial substance. Influence of conditions on speed of formation of a selective layer of molybdenum and its uniformity on an external surface of a ceramic membrane is in detail studied. The opportunity of a wide variation of thickness of a besieged layer (up to 25 μm) and formations of a deposit both inside of times, and on an external surface of a substrate is shown. The opportunity of filling by molybdenum of large superficial times - cavities is confirmed.

Keywords: an inorganic membrane, molybdenum, a CVD-reactor with “cold” walls, conditions of reception, uniformity

1. Введение

Мембранные реакторы перспективны для создания новых технологических процессов получения, в первую очередь, водорода, а также ряда других востребованных продуктов. Идея создания таких реакторов была сформулирована более тридцати лет назад академиком В.М. Грязновым. Принцип действия мембранного реактора заключается в селективном массопереносе через мембрану, при котором либо выводятся продукты реакции (или часть из них), либо подводятся исходные реагенты, при этом обеспечиваются благоприятные условия протекания для целевой реакции и не благоприятные для побочных реакций. Преимущества мембранного реактора могут быть реализованы: в увеличении степени превращения и селективности как равновесных, так и необратимых реакций; в ограничении про-

текания побочных реакций или в получении промежуточных продуктов реакции (парциальное окисление); в снижении дезактивации катализаторов для таких процессов (если в реакторе осуществляется каталитическая реакция); в возможности осуществления совмещенных химических процессов и т.д. Применение мембранных реакторов в заметной мере сдерживается отсутствием простой и надежной технологии получения недорогих и эффективных мембран. Требования к свойствам мембраны (термическая и химическая устойчивость, механическая прочность, инертность или каталитическая активность в происходящих в реакторе химических превращениях) и их конструкции (пористая структура, расположение селективного слоя, слоя или слоев катализаторов) определяются условиями протекания химической реакции или реакций.

Мембрана в мембранном реакторе может играть роль [1]:

1. экстрактора, удаляющего один или несколько продуктов реакции из реакционной смеси, сдвигающего равновесие химического процесса и повышающего степень превращения;
2. дистрибьютора (распределителя), контролирующего подачу реагента (-ов) в зону реакции и увеличивающего селективность;
3. активного контактора, контролирующего диффузию реагента (-ов) к катализатору, позволяющего управлять процессом в слое (зоне) катализатора и увеличивающего как степень превращения, так и селективность.

Конструкции мембран включают, как правило, несколько слоев, каждый из которых имеет свое назначение. Подложка с крупными порами обеспечивает механическую прочность и транспорт выделенных на мембране продуктов, а селективный слой выполняет функцию полупроницаемой (селективной, разделительной) перегородки.

Мембрана для мембранного реактора может быть как инертной, по отношению к исходным веществам и продуктам реакции, так и оказывать каталитическое воздействие на ход химического процесса. Такие мембраны называют каталитически активными мембранами или мембранными катализаторами. По отношению к исходным веществам и/или продуктам реакции, эти мембраны выполняют сразу две функции – катализатора и селективной перегородки. Безусловным достоинством при использовании такой мембраны является уменьшение диффузионного сопротивления при удалении продуктов из зоны реакции, по сравнению с реактором, в котором катализатор расположен в виде слоя гранул, а мембрана инертна. Для реакций дегидрирования такие мембраны позволяют существенно снизить отрицательное влияние концентрационной поляризации мембраны [2], которая возникает при адсорбции водорода на ней.

Каталитически активные мембраны можно классифицировать по расположению каталитически активного компонента на мембране [3]. Это может быть либо самостоятельный слой катализатора [4], размещенный на подложке или на селективном слое, либо он может быть распределен по пористой структуре подложки и/или селективного слоя. В последнем случае,

при нанесении на селективный слой, функции катализатора и разделительной перегородки реализуются на одной и той же поверхности, как это наблюдается, например, на цеолитных мембранах [5, 6, 7]. Именно для такой конструкции мембран можно ожидать различные синергетические эффекты [8].

В большинстве публикуемых работ катализатор наносят на уже сформированную пористую структуру мембраны путем пропитки различными растворами. Сочетание функций катализатора и разделительной перегородки может быть также осуществлено при формировании селективного слоя из, собственно, материала катализатора (или его основы), путем контролируемого синтеза его пористой структуры. Различие в этих подходах такое же, как при получении нанесенных и объемных катализаторов.

Принципиально возможно создание нескольких каталитически активных слоев на мембране. В этом случае такая мембрана может использоваться для одновременного осуществления, например, двух реакций в одном реакторе. Целью такого совмещения может быть использование тепла экзотермической реакции для осуществления эндотермической [9].

К очевидным недостаткам каталитически активных мембран и реакторов на их основе относятся ограничения, связанные с низкой концентрацией катализатора в объеме реактора.

Основным принципом получения композиционных мембран для процессов разделения газов является уменьшение размеров пор в любом пористом материале (подложке) путем нанесения на его внешнюю или внутреннюю поверхность нерастворимого материала, взаимодействующего с материалом подложки. Для этого используют физические и химические методы. Среди физических методов можно выделить такие, в которых вещество предварительно испаряется, а затем конденсируется на поверхности подложки. Среди химических методов наибольшее распространение получили золь-гель метод, химическое и электрохимическое осаждение, а также химическое осаждение из газовой фазы (в зарубежной терминологии – Chemical Vapor Deposition (CVD)).

Химическое осаждение из газовой фазы – это гетерогенная реакция взаимодействия газообразного (парообразного) вещества и нагретой повер-

хности твердого вещества, протекающая с образованием твердого продукта (осадка) на ней.

Основными достоинствами химического осаждения из газовой фазы, по сравнению с другими методами, принято считать:

- относительную технологическую простоту осуществления процесса;
- хорошую адгезию наносимого слоя к подложке, благодаря чему отпадает необходимость в специальной подготовке поверхности осаждения;
- возможность получения слоя осадка заданной плотности, толщины, ориентации, состава, т.е. осадков с определенными свойствами;
- возможность осаждения однородных по толщине осадков на подложках сложной формы [10];
- возможность получения тугоплавких веществ при низких температурах;
- высокие скорости осаждения, обеспечивающие этому методу высокую производительность;
- возможность регулирования пористой структуры осадка и формирования пор перпендикулярно к поверхности осаждения;
- отсутствие отходов и возможность их полной утилизации.

Осаждение из газовой фазы имеет давнее промышленное применение (создание защитных покрытий, увеличение плотности пористых материалов) [11], и, в зависимости от конкретных условий процесса, может осуществляться как под вакуумом, атмосферным, так и под избыточным давлением в реакторе с “горячими” или “холодными” стенками. Выбор давления, температуры и концентрации исходного соединения в реакционном объеме определяется свойствами вещества, находящегося в паровой фазе и взаимодействующего с нагретой подложкой.

Однородность покрытия подложки осадком зависит от однородности ее нагрева и изменения концентрации парообразного вещества в объеме реактора или по длине поверхности осаждения. Увеличение степени превращения парообразного вещества приводит к неоднородному по толщине формированию осадка на поверхности подложки, так как при прохождении через реактор в режиме вытеснения концентрация паров исходного вещества снижается. Для уменьшения степени превращения (изменения концентрации) исходного вещества, необходимо поддерживать в реакторе небольшие времена контакта или, другими словами, обеспечивать высокие расходы

паровой/газовой фазы в реакторе. Однако это приводит к нерациональному использованию сырья в проточном реакторе. Для того чтобы снизить расход вещества на формирование слоя, используя малые времена контакта, целесообразно снабдить CVD-реактор циркуляционным контуром, который бы обеспечивал возврат сырья в технологический процесс (рецикл).

Важнейшим параметром процесса осаждения из газовой фазы является температура, значение которой определяет скорость химической реакции, а также позволяет регулировать величину поверхности пористого тела (глубину пор), на которой происходит формирование осадка. Выбирая тот или иной температурный режим, можно осуществлять осаждение как на внутренней, так и на внешней поверхности пористой подложки. Кроме того, из многочисленных работ известно, что температура процесса влияет на размеры и форму частиц мембранообразующего материала. Другими словами, меняя температуру можно менять форму и размеры образующихся пор. Эти возможности метода химического осаждения из газовой фазы делают его привлекательным как для получения композиционных мембран, так и для получения катализаторов, в том числе, и мембранных катализаторов.

В настоящей работе для получения мембран использовали CVD-реактор с “холодными” стенками, который был снабжен циркуляционным контуром и работал при атмосферном давлении. Целью данной работы являлось определение условий формирования селективного слоя на внешней поверхности керамических мембран. В качестве мембранообразующего материала мы выбрали молибден. Выбор был обусловлен наличием у данного металла летучих соединений и его каталитической активностью, точнее каталитической активностью его карбидов, в реакциях дегидрирования легких углеводородов.

Каталитические и разделительные характеристики мембран с селективным слоем на основе молибдена обсуждали ранее [3]. Было показано, что средний диаметр пор в таком слое составляет 8–13 нм, фактор разделения для смеси метан-водород составляет 5–6, и образующиеся в этом слое карбиды действительно проявляют каталитическую активность в реакции дегидрирования пропана.

2. Экспериментальная часть

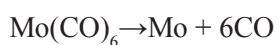
2.1. Материалы

В настоящей работе для создания инертной атмосферы использовали азот (99,999%), гексакарбонил молибдена (ГКМ), как исходное вещество (99,9%), и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ композиционные микрофильтрационные мембраны (длина 200 мм, внутренний/внешний диаметры 5/7 мм), в качестве подложки.

2.2. Осаждение молибдена на пористые подложки

Химическое осаждение из газовой фазы осуществлялось на установке (рис. 1), которая состоит из сублиматора (1), CVD-реактора с водяной рубашкой (2), циркуляционного вентилятора и пластинчатого теплообменника (7). Микрофильтрационную мембрану (3) закрепляли на специальном нагревателе (на схеме не показан) в CVD-реакторе. Концентрацию паров исходного реагента создавали и поддерживали сублимацией вещества из контейнеров (4) и (5), которые размещали в рукавах (6) и сублиматоре (5), соответственно. Навеску реагента для контейнера (4), который затем размещали в циркуляционном контуре, рассчитывали таким образом, чтобы после ее испарения из контейнера в циркуляционном контуре (объем 6 л) была требуемая концентрация паров ГКМ. Навеску реагента для контейнера (5), рассчитывали так, чтобы компенсировать потери ГКМ в результате реакции и его уноса с газом, выходящим из установки. Охлаждение CVD-реактора и обогрев реакционной смеси осуществляли нагретой водой (температура 40-95 °С), которую подавали в рубашки CVD-реактора, сублиматора и пластинчатого теплообменника из термостата.

Осаждение молибдена из паров гексакарбонила в данной работе осуществляли в инертной атмосфере, которую создавали, подавая в установку газ-носитель азот. Разложение паров ГКМ происходило по уравнению:



Подачу паров из сублиматора начинали после полного испарения навески в контейнере (4). Одновременно с этим включали обогрев контейнера (5), подавали газ-носитель в сублиматор с заданным

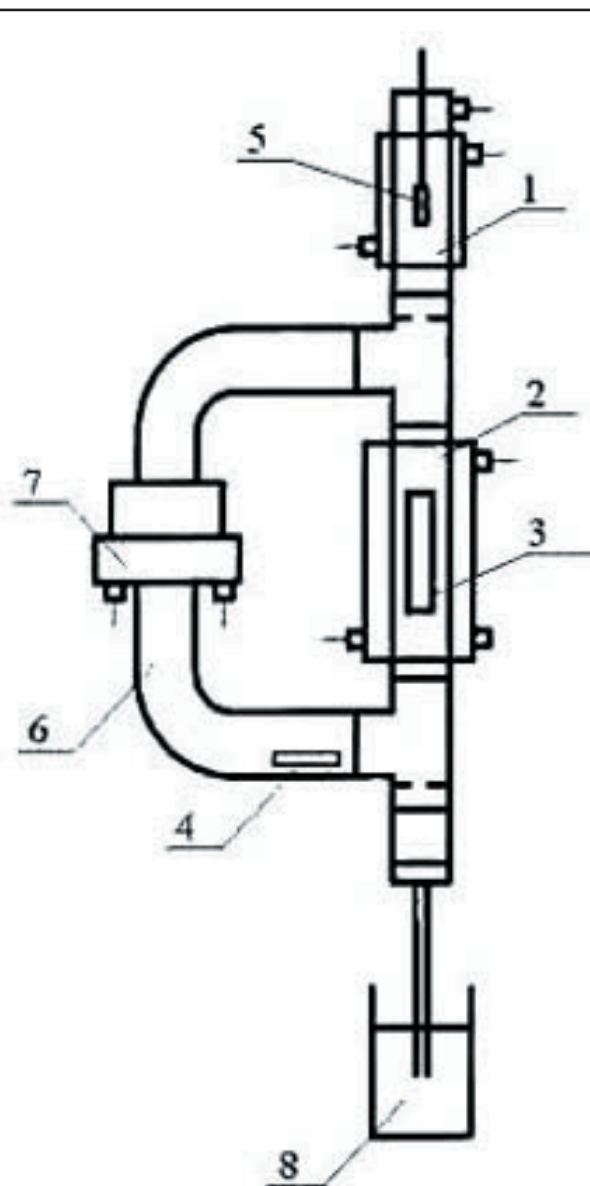


Рис. 1. Схема CVD-реактора с "холодными" стенками и циркуляционным контуром:
1 – сублиматор; 2 – CVD-реактор с водяным холодильником; 3 – мембрана; 4, 5 – контейнеры; 6 – гофрированные отводы; 7 – циркуляционный вентилятор и пластинчатый теплообменник (располагается в одном корпусе); 8 – гидрозатвор

расходом и включали обогреватель подложки. Температуру подложки варьировали от 200 до 400 °С. Распределение температуры по длине подложки оценивали до начала эксперимента для вновь устанавливаемого нагревателя. Среднее отклонение температуры не превышало 10 °С.

Температуру подложки контролировали с помощью хромель-алюмелевой термопары, закрепленной на ее внешней поверхности. Спай термопары изолировали алюминиевой фольгой, для того чтобы избежать воздействия на него реакционной смеси.

Линейную скорость газа в CVD-реакторе изменяли в диапазоне от 0,02 до 1,5 м/с, меняя число оборотов на валу циркуляционного вентилятора.

Продолжительность осаждения фиксировали с момента достижения заданной температуры на поверхности подложки. Выключение нагревателя считали моментом окончания осаждения.

Количество образовавшегося осадка определяли взвешиванием подложки до и после эксперимента.

Удельный прирост массы ($m_{уд.}$) находили из следующего соотношения: $(m_k - m_n) / m_n$, где m_n — начальная масса подложки, m_k — конечная масса подложки.

3. Обсуждение результатов

3.1. Влияние конструкции реактора

Реакторы для осуществления CVD процесса делят на реакторы с “горячими” (нагретыми) и с “холодными” (охлаждаемыми) стенками (рис. 2а, б). Стенки считают “горячими” или “холодными” относительно температуры подложки. В реакторах с “горячими” стенками, как правило, подложка, на которой идет осаждение из газовой фазы, нагревается за счет теплопередачи от стенок реактора. В реакторе с “холодными” стенками подложка нагревается с помощью специального нагревателя. Тепловой поток от нагревателя направлен, в основном, на подложку для того, чтобы уменьшить нагревание газовой среды.

Разложение паров исходного вещества с образованием твердой фазы под действием температуры может происходить в реакцион-

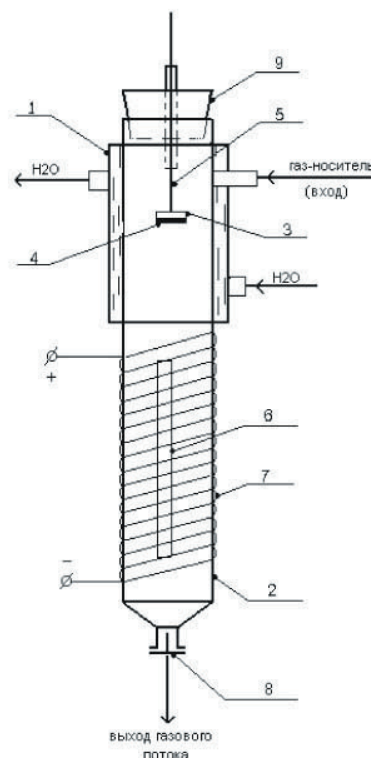


Рис. 2а. Схема CVD-реактора с “горячими” стенками: 1 – сублиматор; 2 – реакционная камера; 3 – чашечка с $Mo(CO)_6$; 4 – нагреватель чашечки; 5 – термopара; 6 – пористая керамическая мембрана; 7 – печь сопротивления; 8 – обратный клапан; 9 – крышка

ном объеме как на поверхности твердого тела (подложки) и стенок реактора, так и непосредственно в газовой фазе. Реакция на поверхности стенок и в объеме газовой фазы приводит к нерациональному расходованию сырья, поскольку образующаяся в этих процессах твердая фаза не участвует в формировании слоя на поверхности

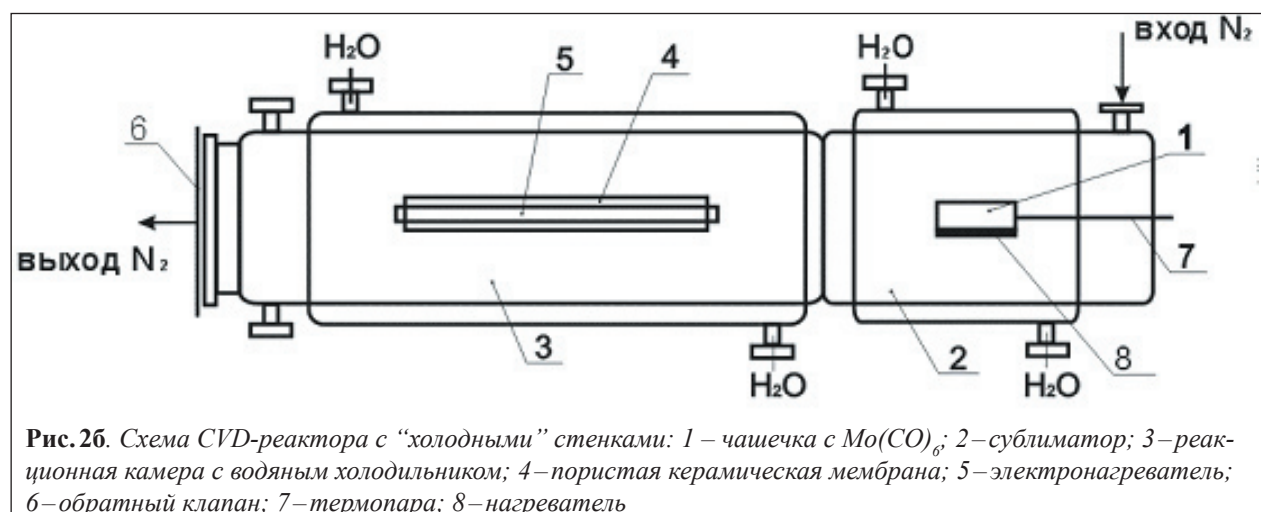


Рис. 2б. Схема CVD-реактора с “холодными” стенками: 1 – чашечка с $Mo(CO)_6$; 2 – сублиматор; 3 – реакционная камера с водяным холодильником; 4 – пористая керамическая мембрана; 5 – электронагреватель; 6 – обратный клапан; 7 – термopара; 8 – нагреватель

подложки. Уменьшить расход сырья на эти нецелевые процессы можно, понизив температуру стенок реактора и газовой среды до минимальных значений (но не ниже температуры конденсации паров исходного вещества).

В реакторе с “холодными” стенками, которые могут охлаждаться хладагентом, температуру газовой среды можно поддерживать ниже температуры поверхности подложки и, в некоторых случаях, даже ниже температуры разложения исходного вещества. Однако нагревание подложки в таком реакторе усложняет его конструкцию.

Эксплуатация в одинаковых условиях (расход газа-носителя 40–85 л/ч, температура осаждения 200–400 °С, концентрация ГКМ 0,001–0,004 г/л) реакторов с “горячими” и с “холодными” стенками позволила сделать следующие выводы.

Реактор с “горячими” стенками принципиально не позволяет в одну стадию получать однородное по длине подложки покрытие. Из-за значительного разложения паров исходного вещества в газовой фазе и на стенках реактора толщина осадка на подложке снижается в направлении движения газа. Для того чтобы обеспечить однородное по длине подложки покрытие в реакторе с “горячими” стенками необходимо четное число раз менять положение подложки в реакторе или менять такое же количество раз направление движения газовой фазы на протяжении всего времени формирования слоя. Для того чтобы сформировать слой молибдена толщиной 5–6 мкм в реакторе с “горячими” стенками нам требовалось более 30-ти часов.

В реакторе с “холодными” стенками скорость формирования слоя существенно возросла благодаря поддержанию температуры стенок реактора и газовой среды ниже температуры разложения исходного вещества. Такой же по толщине слой в реакторе с “холодными” стенками удавалось сформировать за время в 4–5 раз меньшее, чем в реакторе с “горячими” стенками.

Неоднородность слоя в реакторе с “холодными” стенками существенно зависела от положения реактора. В вертикально расположенном реакторе осадок формировался в основном на нижней части подложки. У нагретой поверхности подложки возникал восходящий газовый поток, несущий продукты реакции. У охлаждаемых стенок образовывался нисходящий поток, который нес из сублиматора пары исходного вещества.

Это приводило к байпасированию паров исходного вещества у стенок реактора, при этом его концентрация у поверхности подложки в верхней части реактора оказывалась ниже. В горизонтально расположенном реакторе с “холодными” стенками осадок формировался на всей поверхности подложки. При этом неоднородность слоя по длине подложки уменьшилась. Однако при тех же условиях работы, что и в реакторе с “горячими” стенками, проявилась неоднородность по окружности внешней поверхности подложки. Очевидно, в условиях естественной конвекции, возникающей в горизонтально расположенном реакторе с “холодными” стенками, перемешивание газовой среды оказывается неоднородным по диаметру реактора.

Известно, что для турбулизации газовой среды и интенсификации радиального перемешивания необходимо увеличивать линейную скорость. Однако в проточном реакторе увеличение линейной скорости неизбежно сопровождается увеличением потерь газа-носителя и реагентов с потоком, выходящим из реактора. В этом случае рационально использовать циркуляционный контур. Это позволит увеличить концентрацию паров исходного вещества и линейную скорость газовой среды в реакторе без увеличения расхода газа-носителя.

3.2. Влияние температуры подложки

Сущность процессов, происходящих на пористой подложке при химическом осаждении молибдена из газовой фазы, заключается в следующем.

При взаимодействии паров ГКМ с пористой подложкой на ее поверхности, нагретой до определенной температуры (выше температуры начала разложения), протекает топочимическая реакция с образованием металлического молибдена. Образование твердой фазы может происходить как на внешней поверхности подложки, так и внутри пор. Формирование слоя осадка внутри пор сопровождается уменьшением их диаметра. Особенно интенсивно это происходит в устьях пор, то есть в местах, где поры выходят на внешнюю поверхность подложки. Поэтому даже при неизменной температуре через некоторое время образование осадка внутри пор прекращается, однако на внешней поверхности оно продолжается.

Температура подложки, независимо от типа реактора в котором осуществляется процесс, определяет глубину проникновения в поры исходного вещества и скорость, с которой оно разлагается на поверхности (в том числе, на поверхности пор) подложки.

Для анализа процесса осаждения на поверхности пористой подложки можно применять модуль Тиле, связывающий степень использования внутренней поверхности с основными параметрами химической реакции, массопереноса и структуры пористого тела. С точки зрения эксплуатационных характеристик, конструкция мембраны (пористая структура) должна удовлетворять определенным требованиям.

Для того чтобы мембрана имела минимальное гидравлическое сопротивление, пористость и размер пор подложки должны иметь максимально возможные значения. Селективный слой, обеспечивающий разделительные свойства мембраны, должен быть максимально плотным, но иметь минимальную толщину. Поэтому при формировании слоя на подложке размер ее пор и пористость не должны существенно изменяться, а степень использования внутренней поверхности пор подложки должна быть минимальной. Другими словами, формирование селективного слоя мембраны должно осуществляться во внешнедиффузионном режиме протекания химической реакции.

Температура подложки является основным фактором, который позволяет регулировать режим протекания химической реакции.

На рис. 3 представлена зависимость прироста массы молибдена от температуры подложки в реакторах с “горячими” и “холодными” стенками и в реакторе с циркуляционным контуром. Увеличение часового прироста массы осадка на поверхности пористой подложки в реакторе с “холодными” стенками примерно в 4,5 раза выше, чем реакторе с “горячими” стенками при прочих равных условия. В реакторе с циркуляционным контуром часовой прирост массы осадка вырос почти в 30 раз, по сравнению с реактором с “горячими” стенками, благодаря более высокой концентрации ГKM и уменьшению степени его разложения в газовой фазе и на стенках реактора. Вне зависимости от конструкции реактора, максимальный прирост массы молибдена на подложке наблюдается при температуре около 250°C. Выше этого максимума реакция протекает во внешнедиффузионной об-

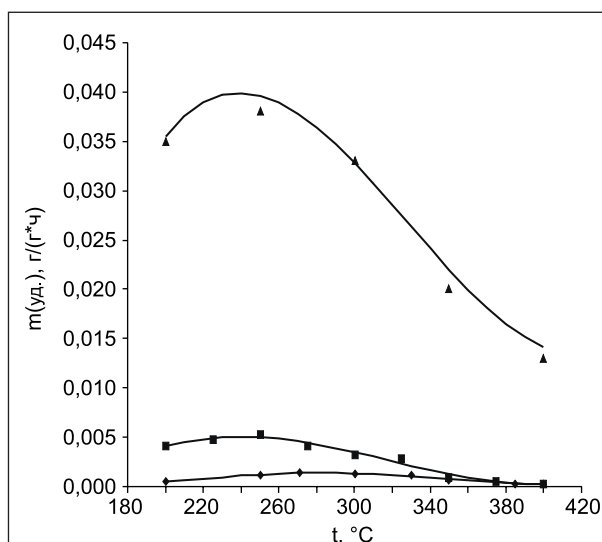


Рис. 3. Зависимость удельного часового прироста массы молибдена на поверхности подложки от температуры поверхности подложки для различных конструкций реакторов:

◆ – CVD-реактор с “горячими” стенками;
 ■ – CVD-реактор с “холодными” стенками;
 ▲ – CVD-реактор с “холодными” стенками и циркуляционным контуром.

Условия эксперимента: $t(\text{мембр.}) = 250^\circ\text{C}$;

◆, ■ $C(\text{Mo}(\text{CO})_6) = 2 \text{ мг/л}$, $w = 0,0017 \text{ м/с}$;

▲ $C(\text{Mo}(\text{CO})_6) = 0,3 \text{ г/л}$, $w = 0,4 \text{ м/с}$

ласти. Действительно, как было установлено для данного типа пористых керамических подложек ранее [13], увеличение температуры подложки сопровождается уменьшением глубины проникновения паров ГKM в поры подложки от 800 мкм при 210°C до 30 мкм при 400°C.

Знание этой зависимости позволяет использовать CVD-метод не только для формирования разделительных свойств мембраны, но и наносить различные компоненты (в том числе компоненты катализатора) на значительную глубину в пористую структуру подложки. Если требуется нанести вещество на максимальную глубину, то следует проводить осаждение при температурах ниже 250°C, а для формирования селективных свойств использовать температурный интервал выше 250°C. Поэтому далее эксперименты проводили в интервале температур 250–400°C.

Данные сканирующей электронной микроскопии хорошо согласуются с описанием происходящего при осаждении из газовой фазы (рис. 4а, б, в, г, д, е). Сопоставляя электронные микрофотографии поверхности и поперечного сечения различных образцов подложки видно, что молибден отлагается на поверхности подложки в виде фрак-

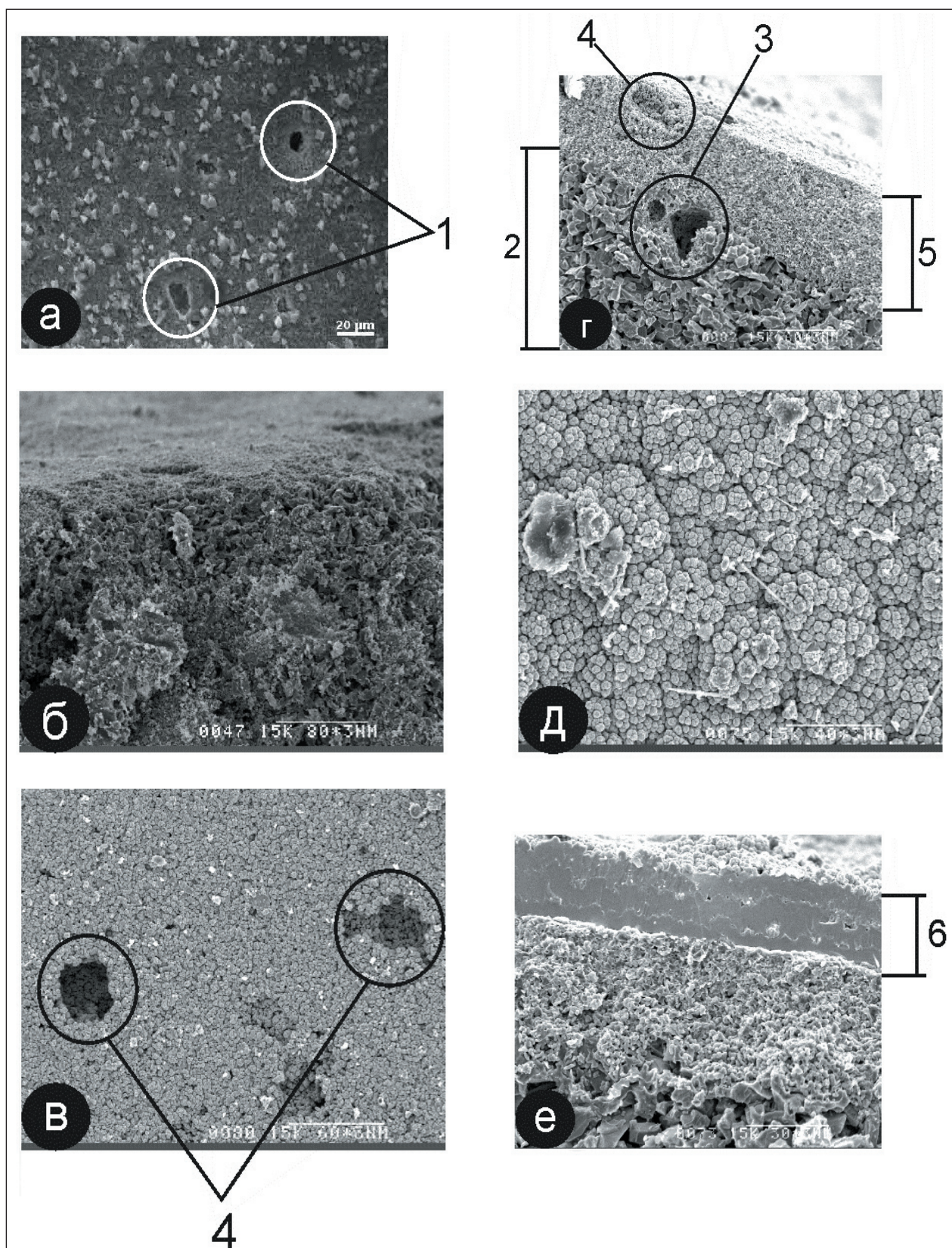


Рис. 4. Микрофотографии скола и поверхности мембран: а – поверхность керамической мембраны до осаждения; б – скол керамической мембраны до осаждения; в – поверхность мембраны, $C(\text{Mo}) = 4,4\%$ (масс.); г – скол мембраны, $C(\text{Mo}) = 4,4\%$ (масс.); д – поверхность мембраны, $C(\text{Mo}) = 15\%$ (масс.); е – скол мембраны, $C(\text{Mo}) = 15\%$ (масс.). 1 – каверны; 2 – крупнозернистый слой подложки; 3 – сфероиды в порах подложки; 4 – заполненные каверны; 5 – мелкозернистый слой подложки; 6 – слой молибдена. Условия эксперимента: $t(\text{мембр.}) = 250^\circ\text{C}$, $w = 0,4 \text{ м/с}$

тальных структур из сфероидов. Эти отложения на образце с содержанием молибдена 4,4% (масс.) наблюдаются как на внешней поверхности подложки, так и в пространстве между частицами мелкозернистого слоя подложки (или селективного слоя микрофильтрационной мембраны).

Время формирования осадка с содержанием молибдена 4,4% (масс.) в нашем эксперименте составляло около 1,5 часов. Увеличение продолжительности времени осаждения до 6 часов привело к образованию на поверхности подложки слоя молибдена толщиной приблизительно 25 мкм и содержанием молибдена 15% (масс.). В мелкозернистом слое подложки этого образца можно наблюдать фрактальные структуры, характерные для молибдена. Это подтверждает тот факт, что, как и в первом случае, первоначально осаждение молибдена происходило на внутренней поверхности пор.

Сопоставление поверхностей двух образцов с исходной подложкой, позволяет заключить, что осадок молибдена в обоих случаях полностью закрыл их внешнюю поверхность. Однако, на поперечном сечении образца с содержанием молибдена на поверхности подложки 4,4% (масс.), толщину слоя молибдена трудно оценить (отсутствует или очень тонкий). Тем не менее, на поверхности и сколе этого образца хорошо видно, что образование сфероидов молибдена происходит и в кавернах. Очевидно, что при достаточной продолжительности осаждения, можно добиться не только образования слоя на поверхности каверны, но и заполнения их мембранообразующим материалом. Это подтверждается изображением поверхности образца с содержанием молибдена 15% (масс.), на котором такие каверны отсутствуют.

3.3. Влияние линейной скорости газовой среды

Линейная скорость газовой среды в реакторе определяет интенсивность тепло- и массообменных процессов, а также время пребывания исходного вещества в реакционной зоне. Температура газовой среды в CVD-реакторе определяет скорость разложения исходных веществ в ней. Очевидно, что в идеальном случае, максимальное значение температуры газовой среды в реакторе с “холодными” стенками должно быть ниже температуры разложения исходного

вещества. Минимальное значение температуры газовой среды определяется температурой его конденсации (для ГКМ — выше 40 °С).

По данным [15] разложение в вакууме происходит уже при температурах выше 170 °С, по другим источникам заметной скоростью разложения становится при 155 °С [11]. Последнее значение мы принимали в качестве максимальной (допустимой) температуры газовой среды.

Создание циркуляционного контура позволило увеличить линейную скорость газового потока на два порядка (с 0,016 до 1,5 м/с) и во столько же раз уменьшить время пребывания паров ГКМ в реакционной зоне. Благодаря этому, скорость формирования осадка на поверхности подложки возросла, примерно, в полтора раза, по сравнению со случаем, когда CVD-реактор не имел циркуляционного контура. Соответственно, сократилась и продолжительность формирования слоя заданной толщины (массы) при прочих равных условиях (рис. 5).

В наших экспериментах конечная температура газовой среды на выходе из CVD-реактора не превышала 150 °С при всех температурах подложки (рис. 6). Этот результат можно объяснить тем, что увеличение линейной скорости интенсифицирует теплообмен газа с подложкой и стенкой реактора (рис. 7) и, таким образом, приводит к снижению температуры газа на выходе из реактора.

Важным следствием увеличения линейной скорости газовой среды является турбулизация

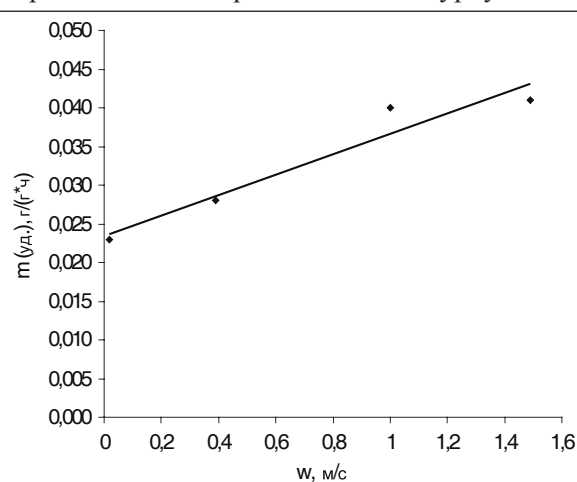


Рис. 5. Зависимость удельного часового прироста массы молибдена на поверхности мембраны от линейной скорости газа в CVD-реакторе с “холодными” стенками и циркуляционным контуром. Условия эксперимента: $t_{(мембр.)} = 250^{\circ}C$

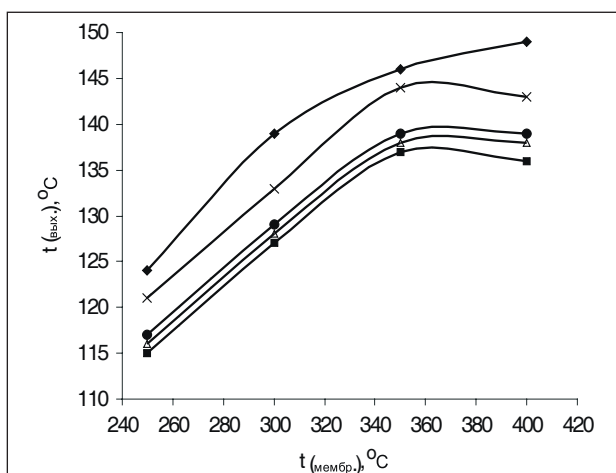


Рис. 6. Зависимость температуры газовой среды на выходе из CVD-реактора с “холодными” стенками и циркуляционным контуром от температуры поверхности мембраны для разных линейных скоростей газа: \blacklozenge 0,02 м/с; \times 0,39 м/с; \bullet 0,76 м/с; Δ 1,12 м/с; \blacksquare 1,49 м/с

газового потока в реакционной зоне, способствующая выравниванию концентраций в нем в радиальном направлении. Турбулизация потока интенсифицирует подвод реагентов к реакционной поверхности и отвод оксида углерода (продукт термоллиза ГКМ) от нее.

Представленная зависимость имеет линейный вид. Причем с увеличением линейной скорости наблюдается рост накопления молибдена на подложке. Это свидетельствует о том, что даже при самой низкой температуре исследованного интервала разложение ГКМ происходит во внешнедиффузионной области.

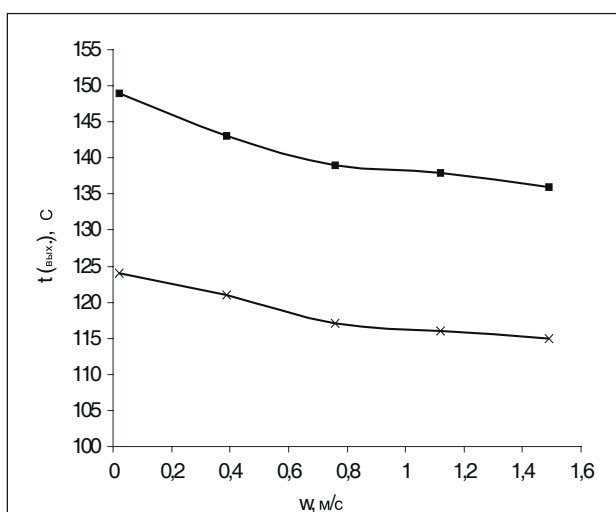


Рис. 7. Зависимость температуры газовой среды на выходе из CVD-реактора с “холодными” стенками и циркуляционным контуром от линейной скорости газа: \blacksquare $t_{(мембр.)} = 400^\circ\text{C}$; \times $t_{(мембр.)} = 250^\circ\text{C}$

3.4. Продолжительность осаждения

Зависимость удельного прироста массы молибдена на поверхности керамической подложки от времени (рис. 8) имеет линейный характер. Отклонения от прямой могут быть обусловлены изменениями условий осаждения (расход исходного вещества, температура осаждения, линейная скорость газа в циркуляционном контуре). Представленная зависимость получена при температуре мембраны 250°C. По этим данным можно оценить время необходимое для формирования слоя молибдена заданной массы.

Учитывая влияние температуры подложки на скорость накопления молибдена можно ожидать, что увеличение температуры подложки потребует увеличения продолжительности осаждения, при формировании осадка такой же толщины. Однако в любом случае, время формирования слоя на поверхности пористой подложки по методу химического осаждения из газовой фазы будет существенно меньше, чем по методам, основанным на использовании водных или коллоидных растворов (золь-гель метод). Как правило, удаление растворителя (только в процессе сушки) займет несколько часов, а иногда и суток.

3.5. Однородность осаждения молибдена на поверхности пористой подложки

В общем случае, свойства мембраны, как физические (в частности, пористая структура), так

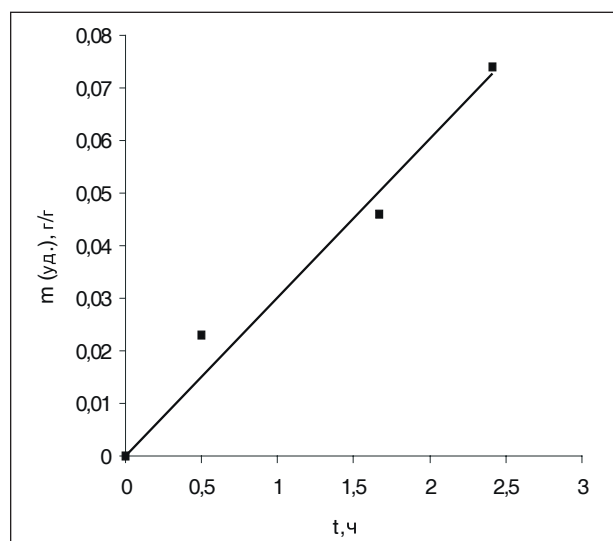


Рис. 8. Зависимость удельного прироста массы молибдена на поверхности мембраны от времени осаждения в CVD-реакторе с “холодными” стенками и циркуляционным контуром. Условия эксперимента: $t_{(мембр.)} = 250^\circ\text{C}$, $w = 0,4$ м/с

и химические могут существенно изменяться по длине подложки в зависимости от условий формирования селективного слоя в CVD-реакторе с “холодными” стенками и циркуляционным контуром. Однородность распределения слоя молибдена вдоль подложки оценили, измеряя электрическое сопротивление по трем произвольно выбранным образующим мембраны на участках длиной 1 см. Такой подход к оценке однородности в данном случае оправдан тем, что, во-первых, молибден является металлом, и, во-вторых, удельное сопротивление является весьма универсальной характеристикой, которая косвенно отражает изменение физических и химических свойств материала и, в частности, толщину слоя.

В табл. 1 представлено распределение средних значений электрического сопротивления слоя молибдена по длине мембраны при различной концентрации молибдена на поверхности мембраны. Из таблицы видно, что среднее значение сопротивления зависит от концентрации молибдена на поверхности мембраны. Сопоставляя значения сопротивления слоя молибдена для каждого из образцов видно, что увеличение

C(Mo), % (масс.)	4,4	7,5	10,0	15,0
R, Ом*см	16,8±1,7	12,0±1,2	8,0±0,4	2,0±0,1

Табл. 1. Распределение средних значений электрического сопротивления слоя молибдена по длине мембраны для разных концентраций молибдена. Условия эксперимента: $t_{(мембр.)} = 250^\circ\text{C}$, $w = 0,4$ м/с

концентрации молибдена приводит к снижению среднего значения сопротивления. С увеличением количества молибдена на подложке, доверительный интервал, в который укладываются отклонения от среднего значения, сужается, а однородность сформированного слоя возрастает.

4. Заключение

Показана перспективность использования реактора с “холодными” стенками и циркуляционным контуром, который работал при атмосферном давлении для создания CVD-технологии композиционных неорганических мембран.

CVD-реактор с “холодными” стенками и циркуляционным контуром позволяет рационально использовать исходное вещество, под-

держивая температуру газовой среды и стенок реактора ниже температуры разложения исходного вещества.

Подробно изучено влияние условий (температура подложки, стенок реактора и газовой среды, линейная скорость газа, продолжительность осаждения) на скорость формирования слоя молибдена и его однородность на внешней поверхности керамических мембран.

Показана возможность широкого варьирования толщины осаждаемого слоя (до 25 мкм) и формирования осадка как внутри пор, так и на внешней поверхности подложки.

Подтверждена возможность заполнения мембранообразующим материалом крупных пор-каверн.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке грантом РФФИ №05-08-18001. Авторы выражают огромную благодарность за полезные замечания профессорам РХТУ им. Д.И. Менделеева Дигурову Н.Г. и Бухаркиной Т.В.

Литература

1. Julbe A., Guzard C. Role of membranes and membrane reactors in the hydrogen supply of fuel cells // Am. Chem. Sci. Mat. 2001. V. 26 (4), p. 79–92.
2. Hara S., Sakaki K., Itoh N. // Ind. Eng. Chem. Res. 1999. V. 38, p. 4913.
3. Bobrov V.S., Digurov N.G., Skudin V.V. Propane dehydrogenation using catalytic Membrane // J. Membr. Sci. 2005. V. 253, p. 233–242.
4. Tsuru T., Shintani H., Yoshioka T., Asaeda M. A bimodal catalytic membrane having a hydrogen-permselective silica layer on a bimodal catalytic support: Preparation and application to the steam reforming of methane // Appl. Catal. A: General. 2006. V. 302, p. 78–85.
5. Sanches J.G., Tsotsis T.T. Catalytic Membranes and Membrane Reactors, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2002.
6. Hsieh H.P. Inorganic Membranes for Separation and Reaction, Elsevier Science B.V., 1996.
7. Takata Y., Tsuru T., Yoshioka T., Asaeda M. // Microporous and Mesoporous Mater. 2002. V. 54, p. 257.
8. Дытнерский Ю.И., Брыков В.П., Каграманов Г.Г. Мембранное разделение газов. М.: Химия. 1991, 344 с.

9. *Alfonso M.J., Menendez M., Santamarea J.* Coupling of Consecutive Reactions in a Two-Layer Flow through Catalytic Membrane // *Ind. Eng. Chem. Res.* 2001. V.40, p. 1058–1064.
10. *Пауэл К., Оксли Дж., Блотчер Дж.* Осаждение из газовой фазы. М.: Атомиздат. 1970, 472 с.
11. *Сыркин В.Г.* CVD-метод. Химическое парофазное осаждение. М.: Наука. 2000, 496 с.
12. *Гадалова О.Е., Жалыбина Н.В., Скудин В.В.* Влияние способа подвода тепла на формирование селективного слоя молибден-керамических мембран // *Успехи в химии и химической технологии: Сб. науч. тр. Том XIX, №7 (55)*. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2005, с. 136.
13. *Гадалова О.Е.* Разработка основ CVD-технологии композиционных молибден керамических мембран: Дисс. канд. техн. наук. М. 2002, 155 с.
14. *Бобров В.С.* Дегидрирование пропана с использованием каталитически-активных неорганических мембран: Дисс. канд. техн. наук. М. 2004, 155 с.
15. *Кричевская О.Д., Белозерский Н.А., Сегаль Л.Д.* Изучение кинетики термического разложения твердых карбонильных соединений металлов // *Журнал неорг. химии*. 1963. Т.8. Вып.8, с. 1806–1808.
16. *LaMont D.C., Gilligan A.J., Darujati A.R.S., Chellappa A.S., Thomson W.J.* The effect of Mo₂C synthesis and pretreatment on catalytic stability in oxidative reforming environments // *Appl. Catal.* 2003. V.255, p. 239–253

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В МЕМБРАННОЙ НАНОФИЛЬТРАЦИИ БИОФАРМПРЕПАРАТОВ. ЧАСТЬ 2. УДАЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭНДОТОКСИНОВ. МЕМБРАННАЯ ИОНООБМЕННАЯ И АФФИННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ. МЕМБРАНЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВИРУСОВ В ВОДЕ

Е.С. Яворская

ОАО Научно-исследовательский институт медицинских полимеров
117246 г. Москва, Научный проезд д.10

Достаточно неожиданно мембранные микрофильтры оказались востребованными там, к чему они вовсе не предназначались изначально — в хроматографии. Правда, предварительно надо придать им сорбирующие свойства, например, нанести заряд или присоединить лиганд. В мембранном сорбенте основная функциональная нагрузка легла не на межструктурные пространства (поры), а на структурные элементы, а именно их поверхность. Доставка сорбата к мембранному сорбенту осуществляется вязким потоком жидкости, в то время как в колоночной хроматографии на смолах преимущественно сорбат достигает активные центры путем диффузии в гранулы сорбента. Это обстоятельство обеспечивает существенно более высокие скорости процесса массообмена в мембранной хроматографии по сравнению с колоночной. Рассмотрены наиболее значимые области применения мембранных сорбентов, в первую очередь в биотехнологии.

Ключевые слова: мембранный сорбент, мембранная хроматография, вирусологический контроль

Review presents information on the application fields of membrane adsorbers, particularly in biotechnology. Advantages of membrane chromatography are considered as compared with column and the reasons of them are discussed. Apart membrane endotoxin removal processes and viral control are presented.

Key words: membrane adsorber, membrane chromatography, viral control

Удаление бактериальных эндотоксинов

Этот раздел в определенном смысле является продолжением предыдущей части обзора [1], т.к. депирогенизация также является элементом обеспечения биологической безопасности.

По жизни человек и бактерии идут с момента появления человека рука об руку. Они могут быть друзьями. Это, в первую очередь, сапрофиты на слизистых оболочках внутренних органов человека, производители полезных продуктов в пищевой и биотехнологической отраслях и, конечно, вакцины (правда, в последнем случае человек их перехитрил). Но чаще мы их ассоциируем, и поделом, с врагами. При этом речь идет не только о живых особях. Даже после гибели они могут приносить нам не мало неприятностей.

Так, фрагменты клеточных стенок грамотрицательных бактерий (эндотоксины), попадая в организм человека при инфекционных заболеваниях, вызывают токсические проявления, в первую очередь, повышение температуры

(пирогенная реакция), и другие, вплоть до септического шока.

Не мало забот доставляют они и производителям лекарств. Если в процессе получения парентерального препарата в используемые для его производства жидкости (воду, буферы, питательные среды и т.п.) попали эти бактерии (которые присутствуют в достаточном количестве в окружающей нас среде, например, *E. coli*), то после введения препарата человеку, у него начинается лихорадка. В первую очередь, это касается тех растворов, которые вводят в большом количестве — кровезаменителей, дезинфектантов, особо токсичных цитостатиков. По этой причине содержание пирогенов в этих препаратах должно контролироваться (так, в воде для инъекций должно быть меньше 0,025 нг/мл), о чем на упаковке с препаратом имеется, наряду со словом «стерильно», соответствующая надпись «апирогенно». Количество эндотоксина, способное вызвать пирогенную реакцию у человека,

составляет величину 5 EU/кг веса тела человека в час, где EU (endotoxin unit) — стандартная единица эндотоксина. Это значение пороговой пирогенной дозы впервые было принято Фармакопеей США в 1987 г. и в настоящий момент является международной нормой [2].

1 EU приблизительно эквивалентна 0,1 нг эндотоксина. Так как одна грамотрицательная бактерия в среднем содержит 10^{15} г эндотоксина, для образования 1 EU требуется 10^5 бактериальных клеток.

Весьма оригинальными являются методы определения содержания эндотоксина в растворе. До 80-х годов его определяли с помощью единственно известного на тот момент метода — проверяя пирогенную реакцию непосредственно на подопытных животных — на кроликах. К радости любителей этих животных был обнаружен реликтовый дальневосточный краб-меченосец, лимфа которого реагирует на воздействие эндотоксина с образованием плотного геля. Это открытие легло в основу разработки метода определения эндотоксина *Limulus Amebocyte Lysate* (LAL-test) [3], включенного в фармакопею США с 1995 г. и разрешенного к использованию на территории России с января 2001 г. «Общей фармакопейной статьей «Бактериальные эндотоксины (ОФС 42-000-2-00)».

Есть надежда, что можно будет обойтись и без этого живого существа, т.к. потребность в нем с каждым днем возрастает. запатентован способ [4] получения рекомбинантных фрагментов (белков и пептидов) фактора С, содержащих домен, связывающий ЛПС. Авторы полагают, что запатентованное вещество сможет найти применение в качестве эндотоксин-биосенсора, и даже антимикробного и антисептического лечебного средства.

Эндотоксины представляют собой агрегаты липополисахаридов (ЛПС). В водных растворах ЛПС могут существовать в различной степени агрегации. В то время как индивидуальные молекулы имеют молекулярную массу 10–20 KDa, в виде агрегатов она может возрастать до 1000 KDa.

Единичный ЛПС формально может быть разделен на 3 субструктуры: гидрофобный, однотипный для различных бактерий фрагмент, образованный липидом А (неполярным), центральный олигосахаридный однотипный фрагмент и пере-

менный гетерополисахаридный поверхностный фрагмент, О-антиген. Два гликозидных участка поверхностного фрагмента могут существенно различаться по размеру и структуре, в зависимости от бактериального образца, что приводит к широкому диапазону молекулярных масс ЛПС: 3–25 KDa, (в среднем 10–20 KDa) и различиям в биологической активности. Благодаря своей молекулярной структуре ЛПС устойчивы к физическим воздействиям и практически не подлежат инактивации. Так, они выдерживают автоклавирование в течение 3 часов при 121 °С.

ЛПС отрицательно заряжены в слабощелочной, нейтральной и щелочной среде благодаря фосфатным группам, входящим в гликозидные остатки. Это свойство используют для их удаления. Так, до 70-х годов с задачей удаления их из парентеральных растворов хорошо справлялся асбестоцеллюлозный картон, который решал одновременно несколько задач — осветление, тонкую очистку, стерилизацию и депирогенизацию растворов. После того, как была показана канцерогенность асбеста, начали применять для этой цели активированный уголь, ионообменные смолы (в том числе специально синтезированные для этой цели) [5], хроматографию с гидрофобным взаимодействием (используя средство к гидрофобному фрагменту ЛПС) и глубинные целлюлозные материалы, наполненные диатомитом (также изначально положительно заряженным) [6].

Разработчики мембран не остались за бортом решения этой проблемы и предложили, как уже традиционно, наночастицы и сорбирующие глубинные и мембранные материалы.

Задача удаления пирогенов в определенном смысле легче, чем задача удаления бактерий, вирусов и прионов. При удалении эндотоксинов речь идет только о снижении концентрации контаминантов до некоторого безопасного уровня, в то время как в случае микроорганизмов или прионов речь идет о близком к абсолютному их отсутствию в фильтрате.

Для удаления эндотоксина фирмы Миллипор (США) и Сарториус (ФРГ) предлагают использовать незаряженные наночастицы мембраны с порогом отсека 10 KDa, в виде плоскорамных и спиральных фильтроэлементов. Однако при таком подходе действуют те же ограничения по молекулярной массе, что и при

удалении вирусов — разделение возможно, если сам полезный продукт меньше 10 KDa. Это могут быть буферы, растворы солей, нуклеотиды, аминокислоты, пептиды. Вот один из примеров такого использования. При проведении тонких биологических экспериментов (например, с культуральными средами) очень важно использовать ультрачистую воду, свободную от загрязнений, подобно пирогенам. Для этих целей фирма Миллипор разработала специальное дополнительное устройство к штатной установке для получения чистой воды в виде нанофильтра Pyrogard™ D [7] на основе полисульфоновой полуволоконной мембраны с порогом отсечения 13 KDa. Показано, что в течение 5 недель работы установки концентрация эндотоксина в фильтрате сохранялась постоянно ниже чувствительности метода его определения (0,001 EU/мл). Результаты диффузионного теста нанофильтра приведены в соответствии с данными по удалению эндотоксина.

Также фирма Миллипор предлагает использовать для снижения содержания эндотоксина положительно заряженную 0,22 мкм мембрану на основе поливинилиденфторида. Так, из воды мембрана удаляет более 10^5 EU/см² эндотоксина [8], в то время как нанофильтрационная мембрана фирмы удаляет только 10^3 EU/см².

Любопытно, что и гидрофобная 0,22 мкм мембрана фирмы Миллипор на основе поливинилиденфторида благодаря взаимодействию с гидрофобной составляющей эндотоксина также удаляет эндотоксин, но в меньшем количестве ($> 10^2$ EU/см²).

Фирма Палл (США) тоже выпускает положительно заряженные мембраны Posidine, в которых заряд ковалентно присоединен к нейлону 6.6, которые эффективны во многих случаях. Так, из 5% глюкозы мембрана удаляет, по расчетам автора обзора, от 10^3 до 10^6 EU/см² эндотоксина, в зависимости от происхождения эндотоксина, из 0,9% раствора NaCl — меньше (из-за экранирования зарядов), от 10^1 до 10^3 EU/см².

Естественно, когда и ультрафильтр и микрофильтр удаляют эндотоксин в равной степени, (например, как в работе [9], в процессе депирогенизации препарата Iohexol), предпочтение отдают микрофильтру.

Аналогичные фирме Палл материалы, тоже на основе положительно заряженного нейлона 6.6 (Zetapore) выпускает и фирма Cuno. Кроме того,

фирма известна своими Zeta Plus глубинными фильтрами, в том числе двухслойными (сочетающими более крупнопористый и более мелкопористый слои), сохраняющими сильный положительный заряд в широком диапазоне pH и характеризующимися высоким уровнем грязеемкости. Положительно заряженные картонные на основе наполненной диатомитом целлюлозы выпускает и фирма Сарториус, с эффективностью задержания частиц в диапазоне 11–0,1 мкм.

Двухвалентные катионы стабилизируют агрегаты ЛПС, приводя к образованию структур, подобных везикулам, с размером более 1000 KDa, а детергенты дезагрегируют до размера мицелл (300–1000 KDa). Это их свойство часто используется при разработке процесса депирогенизации растворов. К примеру [10], некоторые белки проявляют многоступенчатое взаимодействие с ЛПС: сначала присоединяются к ним, затем разрушают агрегаты ЛПС, а сами далее образуют комплекс ЛПС-белок, что затрудняет удаление ЛПС из их растворов с помощью нанофильтрации. Использование Ca²⁺ позволяет reagрегировать ЛПС-субъединицы в крупные везикулы, которые успешно задерживаются нанофильтром с порогом отсечения 300 KDa.

При решении вопроса депирогенизации жидкостей с помощью мембран или глубинных фильтров с положительным дзета-потенциалом следует иметь в виду, что, так как механизм удаления ЛПС в данном случае электростатический, характеристики целевого продукта и эндотоксина и условия проведения процесса связывания, в том числе влияющие на заряд сорбента и эндотоксина, являются значимыми. pH, ионная сила раствора, состав буфера, температура, скорость фильтрования, происхождение эндотоксина [11], тип целевого продукта, белки или пептиды, их концентрация, их молекулярная масса — все влияет на эффективность процесса.

Также полезно помнить, что, как и при удалении вирусов, для достижения требуемого уровня эндотоксина в препарате можно использовать и сочетанные методы, каждый из которых снижает его содержание на некоторое количество порядков, например, как в работе [12], где проводили последовательно и фильтрацию и осаждение эндотоксина.

Мембранная хроматография

В предыдущем разделе уже говорилось о том, что заряженные мембраны могут использоваться в качестве сорбентов. Понятие мембранный сорбент, а именно мембрана, поверхность которой имеет сорбирующие свойства, прочно вошло в практику биотехнологии около пятнадцати лет назад. Остановимся подробнее на сути вопроса. Мембраны, полученные из растворов полимеров, характеризуются структурой взаимосвязанных, хаотически распределенных в пространстве пустот (межструктурных пространств) в некотором, характерном для данного типа мембран диапазоне размеров и функционально представляют собой многослойное сито. При ситовом механизме задержания задействован как бы один слой, где бы отдельные элементы этого слоя не находились (для изотропных мембран в разных слоях этого сита). При сорбционном механизме, наконец, и неожиданно (во всяком случае, не для этих целей первоначально планировалась разработка и создание мембранных микрофильтров) заработали все слои, точнее вся поверхность мембраны [13].

При этом с позиций скоростей фильтрации сорбционный механизм задержания предпочтительнее ситового. При ситовом механизме поры обязаны быть меньше задерживаемых частиц, при сорбционном, напротив, больше. Это дает преимущество в скорости фильтрации, и значительное. Последнее обстоятельство позволяет для целей увеличения сорбционной емкости использовать не одну мембрану, а целую стопку последовательно установленных мембран, например в виде спирального фильтроэлемента.

Мембранные сорбенты представляют собой мембранные микрофильтры (с размером пор 0,1–3 мкм), с целью придания им сорбционных свойств модифицированные поверхностно, ковалентно, или путем введения в состав при формировании соответствующих наполнителей [14, 15].

Процессы с использованием мембранных сорбентов развивались в нескольких направлениях, из которых наибольшее распространение получила крупномасштабная, промышленная мембранная ионообменная и аффинная хроматография.

Произошло это следующим образом. В последние десятилетия колоночная хроматография на смолах (КХ) заняла прочное место в биотехнологии, в первую очередь в производстве белков

(моноклональных антител, аминоклобулинов, антивирусных вакцин) и небелковых продуктов для генной терапии (ДНК, РНК, плазмиды). Эти препараты обычно получают из культур клеток. При этом образуются растворы, наряду с целевыми содержащими сотни других белков из клеток и питательной среды. Многие из этих препаратов — инъекционные. Степень их чистоты должна быть высокой.

В настоящий момент процесс очистки белковых растворов осуществляют с помощью хроматографии и фильтрации. Остатки клеток обычно удаляют с помощью тангенциальной мембранной фильтрации или на глубинных фильтрах. В результате получают прозрачную жидкость — раствор различных белков. Далее используют ряд колонок, которые могут содержать сотни литров смолы, ионообменной или аффинной. Так, в качестве лиганда для связывания антител часто используют протеин А, характеризующийся высоким сродством и селективностью по отношению к ним [16]. Смола захватывает целевой белок, а остальные загрязнения уходят с раствором. Смывают целевой белок буфером с более высокой ионной силой или другим рН. Затем используют другие колонки, чтобы убрать остальные загрязнения, в которых целевой белок не связывается. Так, при получении рекомбинантных моноклональных антител (иммуноглобулина G для терапии онкологических и аутоиммунных заболеваний) используется тот факт, что при нейтральных рН антитела заряжены положительно, а побочные продукты (многие вирусы, ДНК, бактериальные эндотоксины, большая часть других клеточных белков) заряжены отрицательно и задерживаются анионообменной смолой [17]. Как правило, используют серию таких шагов. Это долго и дорого. Необходимо большое количество смолы упаковать во многие колонки.

Альтернатива КХ — мембранная хроматография, преимущества которой, по сравнению с КХ, следующие:

1. Принципиальное преимущество мембранной хроматографии (МХ) в данном случае заключается в конвективном (вязком) механизме доставки сорбата к сорбенту в отличие от преимущественно диффузионного (95% активных центров находится внутри гранулы сорбента) при КХ, что особенно важно для крупных частиц сорбента, таких как вирусы и ДНК. Это дает возможность

проводить процесс очистки с помощью МХ с линейными скоростями в 4–50 раз более высокими при практически равной КХ эффективности задержания продукта (98–100%).

2. Меньший объем сорбента. 100 л колонку может заменить 1 л мембрана.

3. Процесс легче масштабировать.

4. Потребность в буфере снижается до 5%.

5. Пузырьки воздуха, с трудом удаляемые из колонок при КХ, удаляются проще из мембранных устройств. В частности, в фильтродержателях патронов для этого предусмотрены специальные спускные клапаны.

6. Возможно автоклавирование мембранного фильтроэлемента в фармакопейном режиме.

7. В ряде случаев описано выполнение мембраной нескольких функций. Так, на капиллярной 0,1 мкм сорбирующей мембране в тангенциальном режиме можно провести одновременно и осветление раствора и связать белок.

8. В целом цена ниже — благодаря снижению как оперативных, так и капитальных затрат.

На рынке представлены фильтроэлементы для МХ как для лабораторных исследований, например, в виде насадок на шприцы диаметром 13–47 мм так и для опытного и промышленного применения, либо в виде одноразовых капсул с мембраной в виде спирали из мембранных слоев (до 16), либо многоразовых многослойных патронов. Конструкция фильтродержателей позволяет параллельную или последовательную их стыковку непосредственно друг к другу без промежуточных трубопроводов.

Ассортимент мембранных сорбентов можно проследить на примере продукции фирмы Сарториус, ФРГ, одной из первых предложившей их рынку (мембранные адсорберы марки Sartobind, табл. 1).

На примере BSA показана стабильность сорбционной емкости Sartobind Q в течении 1000 хроматографических циклов.

В целом МХ может снизить время проведения процесса вплоть до 23 раз [18]. Ниже приведены некоторые результаты использования МХ в различных процессах.

Очистка терапевтических моноклональных антител [19, 20, 21, 22, 23] взамен КХ. На данном вопросе следует остановиться подробнее. Моноклональные антитела — наиболее быстро растущий сегмент биофармацевтического рынка [24], который по прогнозу аналитиков может

Активные группы	Тип сорбента	Минимальная статическая сорбционная емкость*	
		мг/см ²	мг/мл
Сульфо-группы (S)	Сильный катионообменник	0,8	29
Четвертичный азот (Q)	Сильный анионообменник	0,8	29
Карбокси-группа (C)	Слабый катионообменник	0,6	22
Диэтиламино-группа (D)	Слабый анионообменник	0,6	22
Комплексы имино-диуксусной кислоты с ионами меди	Сорбент белка по гистидину	0,1	4
Эпокси-группы	Связывает спирты, первичные амины	-	-
Альдегидные группы	Связывает первичные амины	-	-
Протеин А	Связывает антитела	-	-

Табл. 1. Характеристика мембранных адсорберов марки Sartobind

* Измерена на стандартных белках: бычьим сывороточном альбумине (BSA) и лизоциме. 1 мл мембраны равен 36,4 см² ее площади.

достигнуть 20 млрд. долларов в 2010 г. Вместе с тем в нем наметился дисбаланс в значительном успехе в выходе продукции ферментации и в медленном процессе выделения и очистки конечного продукта. Замена КХ на МХ может помочь решить этот вопрос. При этом акцент делается на одноразовых устройствах для МХ, которые могут сэкономить до 70% стоимости процесса очистки антител. Так, одноразовый 0,5 л мембранный фильтроэлемент может очистить от вирусов, ДНК и эндотоксинов 1000 л раствора, заменив 50 л КХ колонку.

Удаление эндотоксина и ДНК в производстве вакцин [25].

Очистка альфа-герпес вируса [26], аденовируса [27], парвовируса и денсонуклеозис вируса [28].

Выделение 98% альбумина из осветленной плазмы человека [29].

В работе [30] удалось разделить 2 модельных белка — человеческие альбумин и иммуноглобу-

лин G, выделить гормон роста человека из клеточной культуры с помощью катионообменной мембраны, выделить энзим пенициллин ацилазу из культуры *E. Coli* с использованием анионообменной мембраны в одну стадию с достаточной степенью чистоты.

С помощью анионообменной МХ с высоким выходом и скоростью плазида ДНК выделена из раствора лизата *E. Coli* и очищена [31].

На катионообменных мембранах *SartobindS* разработана технология (от лабораторной до промышленной) непрерывного получения в мембранном биореакторе лактоферрина из бычьего лактоферрина [32].

Фирмой Сарториус разработана стратегия удаления эндотоксинов из растворов белков, основанная на мембранной адсорбции, которая предполагает 2 варианта:

- используя сильный основной ионообменник(Q) при рН буфера ниже изоэлектрической точки белка. В этом случае эндотоксин свяжется, а белок свободно пройдет через мембрану.

- используя сильный кислотный ионообменник (S) при рН ниже изоэлектрической точки белка. Белок свяжется, а эндотоксин пройдет через мембрану.

Наконец, создан экспериментальный образец лабораторного анализатора состава смеси белков в виде устройства, состоящего из последовательно установленных биореактора, содержащего иммобилизованный трипсин, позволяющего быстро провести лизис белка, МХ системы, осуществляющей разделение пептидов ионного масс-спектрометра, проводящего идентификацию белка [33].

Не осталась без внимания производителей мембран и аффинная хроматография [34]. Фирма Сарториус предлагает мембраны для аффинной хроматографии с активными группами - протеином А, п-аминобензамидином, протеином G, цибакроном голубым, стрептавидином, гепарином. Области их применения: специфическая сорбция белков, удаление ферментов и токсинов.

Резкое сокращение объема сорбента при переходе от КС к МХ позволяет сэкономить значительные средства в аффинной хроматографии, когда имеют дело с дорогостоящими лигандами.

На сегодня сложилось представление об основных областях применения МХ в современной биотехнологии. Это следующие:

- удаление ДНК, эндотоксинов, вирусов, загрязняющих белков из биопрепаратов;

- очистка крупных биомолекул и частиц вирусов;

При этом по объему промышленного использования они распределяются следующим образом:

- очистка и концентрирование белков и пептидов — 44%;

- удаление ДНК и вирусов — 21%;

- очистка вирусов (аденовирусов, денсонуклеозис вирусов, бакуловирусов, бактериофагов, альфа герпес вирусов) — 20%;

- удаление эндотоксинов — 15%.

Хотя есть прецеденты, когда МХ используется для высокоразрешающей хроматографии, более типично использование ее при очистке больших количеств разбавленных растворов, где необходимо обеспечить высокие скорости сорбции. При этом даже для лабораторных целей удобнее использовать не миниатюрные колонки для КХ, а мембранные шприц-насадки, обеспечивающие скорости вплоть до 100 мл/мин.

Мембранной хроматографии пророчат большое будущее не только в биофармацевтике, но и в молочной отрасли, производстве пищевых добавок и даже в биохимии.

Сегодня для использования в пищевой промышленности этот метод дорог, за исключением процесса фракционирования белков для детского питания. Известно, что состав коровьего молока отличается от состава материнского. Так, материнское молоко содержит в 20 раз больше лактоферрина, который предотвращает инфекцию ушей. В свою очередь, коровье молоко содержит аллергичный беталактоглобулин. МХ успешно используется для гармонизации состава детского питания.

Особенно перспективным может оказаться применение МХ в производстве пищевых добавок, где сегодня используется КХ. (Рынок пищевых добавок составляет 9 млрд. долларов в год и возрастает на 20% каждый год).

Планируется использование ионообменных мембран для селективного удаления радионуклидов и нерадиологических токсичных металлов из водных стоков Канады, как альтернатива КХ [35].

В заключение, хочется обратить внимание на еще одну инновацию в применении мембранных сорбентов. Австралийские ученые с целью разделения и очистки белков и других макромолекул из сложных биологических смесей создали

препаративную мембранную электрофоретическую установку (Gradiflow BF200) [36]. Установка предусматривает разделение молекул по заряду (который регулируется pH буфера) и размеру (задействована серия мембран с различным порогом отсека) и позволяет обработать от 100 мл до 10 л образца, с выходом целевого продукта от 10 мг до 5 г.

Исследуется возможность применения технологии Gradiflow для экстракорпоральной очистки крови.

Мембраны для контроля вирусов в воде

В настоящее время СанПин предусматривают контроль качества воды различных видов водопользования не только по показателям бактериального, но и вирусного загрязнения. В связи с низкой концентрацией вирусов в воде важный этап ее вирусологического исследования — концентрирование вирусов из большого количества (10–100 л) воды (в том числе речной и сточной) до 10–50 мл. Такая задача оказалась под силу мембранным сорбентам — положительно заряженным мембранам ММК⁺-0,2 (ООО НПП Технофильтр, г. Владимир, Россия). Тем же производителем под эту задачу для обеспечения высоких скоростей фильтрования воды был разработан проточный мембранный фильтрующий модуль с тангенциально-радиальным движением жидкости и конструкцией каналов, обеспечивающей турбулизацию потока [37].

Список сокращений

Е.У. — стандартная единица эндотоксина
 ЛПС — липополисахарид
 KDa, kDa — стандартная единица молекулярной массы, килодальтон
 EU/cm² — единица эндотоксина, удаляемая одним см² мембраны
 pH — водородный показатель
 КХ — колоночная хроматография
 ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота
 РНК — рибонуклеиновая кислота
 МХ — мембранная хроматография
 BSA — бычий сывороточный альбумин
 СанПин — Санитарные правила и нормы

Литература.

1. Яворская Е.С. Современные направления в мембранной наночистке биопрепаратов.

Часть 1. Пути обеспечения биологической безопасности // Мембраны 2006, №4.

2. Долгова Г.В., Неугодова Н.П., Ситников А.Г. Предельное содержание бактериальных эндотоксинов в лекарственном препарате // Бюллетень «ЛАЛ-тест» 2003. №3, с.1–5.
3. Levin, Bang F. The role of endotoxin in the extracellular coagulation of limulus blood // Bull. Johns Hopkins Hosp. 1964, V. 115 pp. 265–274.
4. Recombinant proteins and peptides for endotoxin biosensors, endotoxin removal, and anti-microbial and anti-endotoxin therapeutics. US Patent, Issued on April 13, 2004, 6719973.
5. Petsch D, Anspach FB. Endotoxin removal from protein solutions // J Biotechnol. 2000, №2–3, pp. 97–119.
6. Charles P. Gerbai, Kenneth Hou. Endotoxin Removal by Charge-Modified Filters // Appl. Environm. Microbiology 1985, pp. 1375–1377.
7. S. Mabic, D. Darbouret & I. Kano. Qualification study of a point-of-use ultrafiltration device for the production of pyrogen-free ultrapure water // Millipore Application Bibliography.
8. Endotoxin Removal — the solution with membrane separation technology // Millipore catalogue.
9. Braun S. Fuller A.C. Depyrogenation of Pharmaceutical solutions using submicron and ultrafilters // J. Parenter. Sci. Technol. 1993, V. 47, pp. 285–287.
10. Li L., Luo R.G. Quantitative Determination of Ca²⁺. Effects on Endotoxin Removal and Protein Yield in a Two-Stage Ultrafiltration Process // Separation Science and Technology, 1999, V. 34, №9, pp. 1729–1741.
11. Vanhaecke E., De Muinck C., Remon J., Colardin F. Endotoxin Removal by End-Line Filters // J. Clin. Microbiology, 1989, V. 27, №12, pp. 2710–2712.
12. Wandrey C., Vidal D. Purification of Polymeric Biomaterials // Annals of the New York Academy of Sciences, 2001, №944, pp. 187–198.
13. Yang H., Viera C., Fischer J., Etxel M.R. Purification of a large protein using ion-exchange membranes // Ind. eng. chem. res. 2002, V. 41, №6, pp. 1597–1602.
14. Xianfang Zeng, Ruckenstein E. Membrane chromatography: Preparation and applications to protein separation // Biotechnol. prog. 1999, V. 15, №6, pp. 1003–1019.
15. Zou H., Luo Q., Zhou D. Affinity membrane chromatography for the analysis and purification of proteins // Journal of Biochemical and Biophysical Methods, 2001, V. 49, № 1, pp. 199–240.

16. Warner T. N., Nochumson Sam. Innovations of membrane chromatography: For biomolecular purification // Pharm. technol. 2002, V. 26, №9, pp. 36–42.
17. Zhou J, Tressel T. Membrane Chromatography as a Robust Purification system //BioProcessInternational, 2005. Sep. 05, pp. 32–37.
18. Walter J. K. Strategies and Considerations for Advanced Economy in Downstream Processing of Biopharmaceutical Proteins // Bioseparation and Bioprocessing, 1998. V. II, pp. 447–460.
19. Galliher, P. et al. Validation of Impurity Removal by the CAMPATH-1H Biomanufacturing Prozesse //IBCRs Bioproduction Week. 2001, Nov., pp. 12–15.
20. Knudsen H.L., Farhner R., Yuan Xu, Norling L.A., Blank G.S. Membrane ion-exchange chromatography for process-scale antibody purification //J. chromatogr. 2001, V. 907, №1–2, pp. 145–154.
21. Gottschalk U., Lamproye A., Zhou J., Sinclair A., Reif W. An Integrated Platform for Robust Virus and Contaminant Removal in Biomanufacturing //Recovery of Biological Products, XII Phoenix, Arizona 2006, April, pp. 2–7.
22. Zhou J.X., Tressel T, Gottschalk U, Solamo F, Pastor A, Dermawan S, Hong T, Reif O., Mora J., Hutchinton F., Murphy M. New Q membrane scale-down model for proces-scale antibody purification //J. Chromatography 2006, A 1134, pp. 66–73.
23. Zhou J. X., Tressel T. Basic Concepts in Q Membrane Chromatography for Large-Scale Antibody Production // Biotechnol. Prog. 2006, V. 22 № 2, pp. 341–349.
24. Gottschalk U. Progress in downstream processes have not kept pace with increases in upstream yields. It is time for protein purification to make a comeback // BioPharm International 2006, Jun, p. 2.
25. McMaster R. Membrane Chromatography //ISPPP Vienna, Austria 1998, №1–4, p. 29.
26. Karger A, Bettin B, Granzow H, Mettenleiter T.C. Simple and rapid purification of alpha herpesviruses by chromatography on a cation exchange membrane //J. Virol. Methods 1998, V. 70, pp. 219–224.
27. Gottschalk U., Fischer-Frueholz S., Reif O. Membrane Adsorbers: A Cutting Edge Process Technology at the Threshold //BioProcess International, 2004, №5, pp. 56–65.
28. Specht R., Binbing H., Ranil W.S., Carlson J.O., Czermak P., Wolf A., Reif O.W. Densonucleosis virus purification by ion exchange membranes //Biotechnol. bioeng. 2004, V. 88, №4, pp. 465–473.
29. Gebauer K.H., Thummes J., Kula M. Plasma protein fractionation with advanced membrane adsorbents // Biotechnology and Bioengineering. V. 54, №2, pp. 181–189.
30. Suck K., Walter J., Menzel F., Tappe A., Kasper C., Naumann C., Zeidler R., Scheper T. Fast and efficient protein purification using membrane adsorber systems //J. biotechnol. 2006, V. 121, №3, pp. 361–367.
31. Endres H.N., Johnson J.A.C., Ross C.A., Welp J.K., Etzel M.R. Evaluation of an ion-exchange membrane for the purification of plasmid DNA // Biotechnol. Appl. Biochem. 2003, V. 37, pp. 259–266.
32. Plate K., Beutel S., Buchholz H., Demmer W., Fischer-Frueholz S., Reif O., Ulber R., Scheper T. Isolation of bovine lactoferrin, lactoperoxidase and enzymatically prepared lactoferricin from proteolytic digestion of bovine lactoferrin using adsorptive membrane chromatography // Journal of Chromatography 2006, №A 1117, pp. 81–86.
33. Yun Jiang, Lee Cheng S. On-line coupling of micro-enzyme reactor with micro-membrane chromatography for protein digestion, peptide separation, and protein identification using electrospray ionization mass spectrometry //Journal of chromatography 2001, V. 924, №1–2, pp. 315–322.
34. Anspach F.B. Endotoxin removal by affinity sorbents // Journal of Biochemical and Biophysical Methods 2001, V. 49, №1, pp. 665–681.
35. Шув Виджаян. Применение мембран в ядерном секторе — необходимость и потенциальные возможности демонстрации технологий //Тезисы докладов Международного рабочего семинара «Мембранные беседы-2006». Мембранные технологии в энергетике, г. Санкт-Петербург, октябрь 2006, с. 26–28.
36. Lee J.I., Simmons A., Odell R.O. ; Botto S.A., Faramus E.L., Schindhelm K., Roeth P.J., Nair H.C., Harris D.C.H. Hematologic and biochemical effects of the gradiflow in an ex vivo ovine model //ASAIO journal 2005, V. 51, №4, pp. 366–371.
37. Тарасов А.В., Федотов Ю.А., Тарасова С.А., Рахманин Ю.А., Недачин А.Е. Применение модифицированной полиамидной мембраны и фильтрующих элементов на ее основе для вирусологического контроля воды и стерилизующей фильтрации // Фармацевтические технологии и упаковка 2006, №3, с. 50–55.



Николай Альфредович Платэ
(1934 – 2007)

Ушел из жизни академик Н.А. Платэ, вице-президент РАН, член Совета при Президенте РФ по науке, технологиям и образованию, профессор МГУ, Директор Института нефтехимического синтеза (ИНХС) РАН им. А.В. Топчиева и руководитель Мембранного Центра в этом Институте.

Н.А. Платэ был ученым с мировым именем в области химии и физики полимеров. Он окончил Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 1956 г., являясь одним из первых учеников создателя полимерной науки и технологии в СССР академика В.А. Каргина. С этого момента вся его дальнейшая жизнь и работа были тесно связаны с МГУ и ИНХС РАН, в котором он работал с 1963 г. и которым он руководил с 1985 г.

Вклад и достижения Н.А. Платэ в различных областях науки о полимерах велики и разнообразны, но общей чертой его стиля исследований всегда оставалось сочетание глубокого теоретического анализа

химии и физики проблемы и постоянной нацеленности на практические применения исследований и разработок. Под его руководством и при его непосредственном участии были созданы и развиты такие направления науки о полимерах как теория макромолекулярных реакций и полимер-аналогичных превращений, Н.А. Платэ открыл и детально изучил термотропные жидкокристаллические полимеры с мезогенными группами в боковых цепях, которые явились основой нового поколения композиционных материалов, используемых в оптических и электронных устройствах. Этот цикл работ был отмечен Государственной премией СССР и Премией им. С.В. Лебедева РАН. Нельзя не отметить пионерские работы школы Н.А. Платэ в области медико-биологических применений полимеров, в частности создания новых лекарственных форм инсулина.

С середины 80-х годов Н.А. Платэ возглавлял мембранные исследования в ИНХС РАН и, являясь Президентом национального Мембранного общества, работы в области мембранной технологии в СССР, а затем в РФ. Глубокое понимание природы полимерного состояния вещества позволило Н.А. Платэ придать новый импульс развитию фундаментальных исследований по выявлению связи структуры полимерных материалов с их мембранными разделительными свойствами, что выдвинуло Российскую мембранную школу в группу лидирующих в ряде областей мембранной науки и технологии. Этому способствовало то, что работы начинались с направленного синтеза полимеров, например, для газоразделения или первапорации с особым упором на исследование микроструктуры получаемых материалов и возможностей их применения в таких актуальных областях как защита окружающей среды, получение альтернативных топлив, экономия энергии и др. К этому циклу работ также примыкали руководимые Н.А. Платэ работы по химическим сенсорам.

Являясь вице-президентом РАН, т.е. по сути одним из высших руководителей академической науки, Н.А. Платэ внес огромный вклад в сохранение и укрепление роли Академии наук в России, в создание и укрепление связи академической науки и Высшей школы в России.

Н.А. Платэ был прекрасным лектором, на его курсах по высокомолекулярным соединениям воспитано несколько поколений ученых в МГУ. Многим также памятливы его многочисленные выступления на мембранных конференциях как в России, так и за рубежом. Среди его учеников 90 кандидатов наук и 17 докторов наук. Он автор и соавтор свыше 600 работ и 8 монографий, изданных в России, США, Англии.

Представляется, что Н.А. Платэ больше, чем кто бы то ни было в Российской химии, сделал для установления дружеских и плодотворных связей с международным научным сообществом, в частности с мембранными обществами Европы, США и Японии. Его международный авторитет был очень высок, о чем можно судить по его членству в Европейской академии наук и ИЮПАК, он был иностранным членом академий наук ряда стран, удостоен званием Кавалера Почетного легиона (Франция), Международной медали имени Х. Марка и ряда других почетных международных медалей и званий.

Замечание Н.А. Платэ о том, что у него не было в жизни другого хобби кроме науки, хорошо помнят его ученики. Его отличало постоянное любопытство исследователя, желание и готовность обсуждать с учениками и коллегами последние достижения в различных областях науки. Он презирал ученых, которые всю жизнь, по его словам, продолжают изучать предмет своей дипломной или кандидатской работы. Он настойчиво советовал ученикам и коллегам менять направление исследования каждые 8-10 лет, и его научная биография показывает, что он и сам следовал этому правилу.

Обаяние личности, огромная научная эрудиция, блестящая интуиция, открытость новым идеям и начинаниям – все это является теми незабываемыми качествами, которые останутся в памяти тех, кому посчастливилось работать и общаться с академиком Н.А. Платэ.

РЕФЕРАТИВНЫЙ РАЗДЕЛ¹

Статьи

34.МБ.1. Топливный элемент с анионообменной мембраной и прямым использованием метанола. *Liu Yong, Liu Shi-bin, Zhang Zhong-lin, Hao Xiao-gang* (Taiyuan University of Technology, Taiyuan Shanxi 030024, China). *Dianyuan jishu=Chin. J. Power Sources*. 2006. 30, №2, с. 125–129. Библ. 38. Кит.; рез. англ.

Основными недостатками топливных элементов (ТЭ) с протонообменной мембраной (МБ) и прямым использованием метанола (I) в настоящее время являются неэффективность электроокисления I и кроссовер I от анода к катоду. При благоприятной щел. среде электрокаталитич. свойства катода и анода в ТЭ с прямым использованием I и анионообменной МБ существенно улучшаются. Противоположное направление электроосмоса уменьшает кроссовер I. С такими усовершенствованиями ТЭ с прямым использованием I и анионообменной МБ имеют преимущества перед ТЭ с протонообменной МБ и прямым использованием I. Приводится обзор лит. данных по принципам работы, катализаторам для электроокисления I, механизму окисления I, факторах, влияющих на скорость реакции, в сравнении для ТЭ обоих типов.

34.МБ.2. Применение вычислительной гидродинамики к мембранам: состояние вопроса и возможности. *Computational fluid dynamics applied to membranes: State of the art and opportunities.* *Ghidossi R., Veyret D., Moulin P.* *Chem. Eng. and Process.* 2006. 45, №6, с. 437–454. Англ.

Дается обзор достижений, полученных за последние десятилетия и связанных с возможностью улучшения мембран, используемых для процессов микрофильтрации, ультрафильтрации, нанофильтрации и др. В частности, рассматривается современное состояние применения методов вычислительной гидродинамики для исследования мембранных процессов.

34.МБ.3. Непрерывное гомогенное гидрирование кетонов с переносом: уроки для кинетики. *Continuous homogeneous asymmetric transfer hydrogenation of ketones: lessons from kinetics.* *Greiner Lasse, Laue Stephan, Liese Andreas, Wandrey Christian.* *Chem. Eur. J.* 2006. 12, №6, с. 1818–1823. Англ. Статья обзорного типа. Библ. 38.

34.МБ.4. Проблемы и перспективы развития технологии наномембран. *Мчедlishвили Б. В., Березкин В. В., Васильев А. Б., Виленский А. И., Загорский Д. Л., Мутерев А. М., Олейников В. А.* *Кристаллография*. 2006. 51, №5, с. 906–919. Рус.

Проведен обзор отечественных и зарубежных работ последних лет, посвященных теоретическим и экспериментальным исследованиям процессов формирования пористой структуры трековых наномембран, методам исследования их свойств, применению трековых мембран для синтеза наноструктур шаблонным (темплейтным) методом, а также представлены результаты перспективных исследований, выполненных в этих направлениях в Отделе мембранных технологий Института кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН. На основании теоретических исследований механизма взаимодействия высокоэнергетических ионов с твердым телом показано, что теория мгновенного взрыва в области трека нуждается в тщательной проверке. Результаты проведенного экспериментального исследования структуры треков высокоэнергетических ионов в полимере и механизма порообразования на стадии химического травления треков показали, что трек представляет неоднородную в радиальном направлении структуру. Показано, что поверхность трековых мембран из полиэтилентерефталата приобретает в нейтральных и щелочных растворах отрица-

тельный заряд, величина которого зависит от диаметра пор. Экспериментально показана перспективность применения вторичных металлических структур, полученных на основе трековых мембран, в масс-спектрометрии. Библ. 76.

34.МБ.5. Разработка технологии очистки поверхностных вод с помощью нанофильтрационных мембран. *Первов А. Г., Козлова Ю. В., Андрианов А. П., Мотовилова Н. Б.* *Крит. технol. Мембраны*. 2006, №1, с. 20–33. Рус.; рез. англ.

Рассмотрены возможности применения мембранных аппаратов рулонной конструкции. Проведены исследования по определению скоростей образования осадков взвешенных органических веществ. Полученные результаты легли в основу создания технологии очистки природных вод на мембранных аппаратах с усовершенствованным каналом, использующую оптимизацию величины транзитного потока и режимов промывок со сбросом давления.

34.МБ.6. Предварительная обработка сточных вод флокуляцией и адсорбцией для снижения процессов обрастания мембран для ультра- и нанофильтрации. *Influence of flocculation and adsorption as pretreatment on the fouling of ultrafiltration and nanofiltration membranes: application with biologically treated sewage effluent.* *Shon H. K., Vigneswaran S., Aim R. Ben, Ngo H. H., Kim In S., Cho J.* *Environ. Sci. and Technol.* 2005. 39, №10, с. 3864–3871. Библ. 28. Англ.

Рассматривается проблема глубокой очистки СВ с возможным их возвратом в рецикл. Указывается, что в настоящее время наиболее эффективными являются методы мембранного фильтрации, ступень с мембранами включается на выходе сооружений, проблемой является быстрое обрастание мембран, поскольку очищенные СВ содержат коллоиды, органические соединения, участвующие в формировании биопленок и т. д. В экспериментах использовались мембраны для ультрафильтрации (МУФ) и для нанофильтрации (МНФ), с целью снижения скорости образования отложений и увеличения эффективности удаления растворенного органического углерода, (РОУ, исходное содержание 6,9 мг/л) перед мембранами СВ с выхода сооружений подвергались обработке в различных комбинациях методов. Установлено, что с использованием МУФ РОУ удалялся на 90% с применением комбинации флокуляция+адсорбция на порошкообразном акт. угле, в варианте МНФ эффективность удаления РОУ та же при той комбинации методов предварительной обработки при отличающихся концентрациях реагентов.

34.МБ.7. [Сравнительный анализ эффективности различных способов аккумуляции диоксида углерода в геологические структуры]. *Economics of CO₂ and mixed gas geosequestration of flue gas using gas separation membranes.* *Ho Minh T., Leamon Greg, Allinson Guy W., Wiley Dianne E.* *Ind. and Eng. Chem. Res.* 2006. 45, №8, с. 2546–2552. Англ.

Проведен техникоэкономич. анализ эффективности использования предварительного разделения смеси отходящих газов, образующихся при эксплуатации тепловых электростанций, с целью последующего введения CO₂ в подземные резервуары. Исследования проводились применительно к смеси CO₂ и N₂, а также в условиях предварительного разделения указанной смеси с использованием процессов полупроницаемых мембран и адсорбции CO₂. Показано, что при содержании в исходном газе около 60% CO₂, целесообразным является проведение процессов предварительного выделения CO₂ из исходной газовой смеси. Оценена эффективность процессов абсорбции CO₂ аминами. Указано на необходимость учета при анализе экономич. эффективности стоимости транспорти-

¹Рефераты взяты из реферативной БД ВИНИТИ

ровки газа от его источника к месту его закачки в подземные пласты, а также характеристик резервуаров.

34.МБ.8. Способ изготовления и газопроницаемость кремниевых неорганических мембран на основе карбидов при использовании их в процессах выделения водорода из смесей. Preparation and gas permeation properties of silicon carbide-based inorganic membranes for hydrogen separation. Suda H., Yamauchi H., Uchimaru Y., Fujiwara I., Haraya K.. Desalination. 2006. 193, №1–3, с. 252–255. Англ.

Мембраны, изготовленные с применением карбида кремния, используются в процессах разделения газовых смесей с целью получения водорода. Такой материал обладает высокой температурной стабильностью и химич. устойчивостью. Показано, что структура пор и проницаемость таких мембран м. б. улучшены путем изменения параметров в период подготовки исходных материалов и после проведения процесса пиролиза. Выполненные исследования показали, что использование полистирола перед проведением процесса окисления мембран и низкотемпературное структурирование обеспечивают эффективную возможность улучшения газопроницаемости водорода при разделении смесей, содержащих в своем составе азот и водород.

34.МБ.9. Повышение выхода в реакторах с мембранами для проведения реакций неполного окисления. Yield improvements in membrane reactors for partial oxidation reactions. O'Neill Christopher M., Wolf Eduardo E.(США, Dep. of Chemical and Biomolecular Engineering, Univ. of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556). Ind. and Eng. Chem. Res.. 2006. 45, №8, с. 2697–2706. Англ.

Применение реактора с распределительной мембраной для проведения реакций неполного окисления, в частности окислительного дегидрирования пропана и неполного окисления пропилена до акролеина, является предметом теоретич. исследований. Модель реактора показывает, что использование реактора с мембраной позволяет повысить выход нужного продукта, например, пропилена или окролеина при подавлении образования CO_x . Реактор с мембраной делает это возможным путем понижения парциального давления реагентов и O_2 для подавления реакции полного окисления, зависящей от количества O_2 . В дополнение к этим усовершенствованиям, при проведении индивидуальных реакций, модель реактора расширена для включения двух слоев различных катализаторов (для окислительного дегидрирования пропана и неполного окисления пропилена). Конструкция реактора с мембраной и двумя слоями катализатора позволяет повысить выход акролеина по сравнению с применением реактора с двумя неподвижными слоями катализатора (без мембраны). Реактор с распределительной мембраной может быть эффективно использован для улучшения характеристики катализаторов неполного окисления пропилена.

34.МБ.10. Полимерные композиционные материалы, содержащие железосинеродистое серебро и электропроводящий полимер. Silver hexacyanoferrate/conducting polymer composite. De Azevedo W. M., De Mattos I. L., Navarro M. J. Mater. Sci.: Mater. Electron.. 2006. 17, №5, с. 367–371. Англ. Описан альтернативный способ (СПБ) изготовления тонких пленок из смеси полианилина и железосинеродистого Ag и сделан сравнит. анализ их свойств со свойствами материалов, полученных традиц. хим. СПБ и СПБ электрохим. осаждения на платиновом электроде. В новом СПБ используется диализная мембрана как тв. подложка для синтеза железосинеродистого Ag и полученная композиц. мембрана - как окислитель в процессе полимеризации анилина. Композиц. материалы сохраняют оптич. активность и электропроводность и имеют

аморф. и крист. структуры, которые приписывают полимеру и $\text{Ag}_6[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ соответственно.

34.МБ.11. Проводящие полимерные пленки в качестве модельных биологических мембран. Электрохимические и ионообменные свойства полипиррольных пленок, легированных аспарагином и глутамином. Conducting polymer films as model biological membranes Electrochemical and ion-exchange properties of poly(pyrrole) films doped with asparagine and glutamine. Paczosa-Bator Beata, Migdalski Jan, Lewenstam Andrzej. Electrochim. acta. 2006. 51, №11, с. 2173–2181. Англ.

Показано применение проводящих полимеров для конструирования модельных биол. мембран (МБ). Две аминокислоты, аспарагин и глутамин, вводили в полипиррольную матрицу в процессе электрохим. полимеризации. Полимерную пленку характеризовали ИК-спектроскопией и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопией. Морфологию пленки исследовали атомносиловой микроскопией. Ионообменные характеристики МБ в зависимости от кондиционирования раствора характеризовали с использованием потенциометрич. измерений при разомкнутой цепи. Близкую к нерстовской чувствительность наблюдали у пленок в условиях равновесия. В условиях балансирования, провоцируемого изменением концентрации ионов магния и/или кальция, наблюдали во времени различия в форме и эволюции потенциального отклика. Варьирование характеристик потенциал-время после изменения объема концентрации объяснено различным участием ионов магния и кальция в основной модели диффузионного слоя.

34.МБ.12. Разделение водоспиртовых смесей первапорацией через наполненную цеолитом полисульфоновою мембрану, содержащую 3-аминопропилтриметоксисилан. Separation of ethanol/water mixtures by pervaporation through zeolite-filled polysulfone membrane containing 3-aminopropyltrimethoxysilane. Fu Ywu-Jang, Hu Chien-Chieh, Lee Kueir-Rarn, Lai Juin-Yih. Desalination. 2006. 193, №1–3, с. 119–128. Англ. Этанол - водную смесь разделяют первапорацией через полисульфоновою мембрану (МБ), наполненную цеолитом. Исследован эффект аппарата типа 3-аминопропилтриметоксисилана (I) на получение полисульфонцеолитной МБ. I улучшал контакт цеолитовых частиц с цепями полисульфона (ПСФ) и подавлял образование микропор на поверхности раздела полимер-цеолит. Исследованы влияния типа цеолита, концентрации цеолита, исходной композиции, концентрации I и продолжительности обработки при модификации поверхности цеолита на характеристики первапорации. На характеристики первапорации у наполненных МБ сильно влиял тип цеолита. Кроме того, оказалось, что молекулярно-ситовой эффект цеолита имел место, когда увеличивались концентрация I и продолжительность обработки. По сравнению с ПСФ-МБ, МБ типа ПСФ - цеолит 13X-I эффективно улучшала характеристики первапорации.

34.МБ.13. Нанокompозитная мембрана на основе полиакрилата и оксида титаната, полученная золь-гель методом в реверсивных мицеллах и фотополимеризацией in-situ. Wan Tao, Feng Fei, Wang Yuechuan. Shiyou huagong=Petrochem. Technol.. 2005. 34, №7, с. 672–676. Библ. 15. Кит.; рез. англ. Мембрану получают в реверсивных мицеллах состава триолеат сорбита - моностеарат полиоксисетилен и фотополимеризации. Исследование спектроскопич. методами показало, что бидентатный лиганд (Ti и COOH -группы) остается стабильным в золь-гель процессе и при полимеризации. Частицы TiO_2 (диам. 25-26 нм) гомогенно распределены в органич. матрице.

34.МБ.14. Влияние температуры и растворителя на структуру и проницаемость взаимодействующих мембран: моделирование методом Монте-Карло. Effect of temperature and solvent on the structure and transport of a tethered membrane: Monte Carlo simulation. *Randey R. B., Anderson Kelly L., Farmer B. L.* J. Polym. Sci. B. 2005. 43, №23, с. 3478–3486. Библ. 25. Англ.

Исследовано с использованием моделирования методом Монте-Карло влияние температуры и растворителя на структуру и проницаемость мембран (МБ), ограниченных, например, флуором. связями с ограниченными степенями свободы объема. Показано, что с увеличением температуры происходит уменьшение радиуса гидратации МБ вследствие взаимодействия типа притяжение-отталкивание по местам разветвлений; наибольшее действие такого взаимодействия наблюдают при пониженных температурах. Варьирование радиуса гидратации в зависимости от температуры комплексное и зависит от типа МБ и качества растворителя.

34.МБ.15. Газопроницаемость и способность к разделению сульфированными полиимидными мембранами. Gas permeation and separation properties of sulfonated polyimide membranes. *Tanaka Kazuhiro, Nurul Islam Md., Kido Masayoshi, Kita Hidetoshi, Okamoto Ken-ichi.* Polymer. 2006. 47, №12, с. 4370–4377. Англ.

Исследованы проницаемость газообразных H_2 , CO_2 , O_2 , N_2 и CH_4 и смесей CO_2 и N_2 через сульфированные полиимидные мембраны на основе диангирида 1,4,5,8-нафталинтетракарбоновой кислоты и 2,2-бис[4-(4-аминофеноксифенил)]гексафторпропандисульфокислоты. Способность к разделению сульфированных полиимидных мембран сопоставлена со способностью несulfированных мембран. Сделан вывод, что сильное межмолекулярное взаимодействие, обусловленное присутствием сульфогрупп, уменьшает диффузию больших молекул.

34.МБ.16. Полимерные мембраны с высокой селективностью для разделения газов. Highly selective polymeric membranes for gas separation. *Seo Yongsok, Kim Sehyun, Hong Seong Uk.* Polymer. 2006. 47, №13, с. 4501–4504. Англ.

Универсальные “орг. молекулярные сита” изготавливают расположением макромолекул орг. полимеров между проницаемой и непроницаемой фазами. Такая конструкция сит обуславливает значительно лучшую селективность при разделении любого сочетания газов, что связывают с протеканием разделения газов селективной диффузией.

34.МБ.17. Получение и характеристика сульфированных флуоренсодержащих полиариленаэфиркетонов для изготовления высокотемпературных протонных мембран. Synthesis and characterization of sulfonated fluorene-containing poly(arylene ether ketone) for high temperature proton exchange membrane. *Shang Xueya, Li Xihua, Xiao Min, Meng Yuezhong.* Polymer. 2006. 47, №11, с. 3807–3813. Англ.

Сульфирование фторсодержащих полиариленаэфиркетонов проводят под действием хлорсульфокислоты. Из раствора получаемых сульфированных фторсодержащих полиариленаэфиркетонов отливают мембраны (МБ). Исследованы ионообменная способность, степень сульфирования, поглощение воды, мех. свойства, термич. и стабильность к окислению и проводимость протонов (ППТ) у получаемых МБ. Показано, что ППТ у МБ увеличивается при 100%-ной влажности и нагревании до 130°. Изготавливаемые МБ имеют более высокие ППТ и комплексную способность к обмену протонов по сравнению с МБ Nafion-117 при 130°C в одинаковых условиях тестирования.

34.МБ.18. Смеси полисульфонов и эластомеров с протонной проводимостью. Proton conducting blends based on polysulfones and elastomers. *Linares A., Acosta J. L., Rodriguez S.* J. Appl. Polym. Sci. 2006. 100, №5, с. 3474–3482, 7 ил., 5 табл. Библ. 22. Англ.

Разработаны смеси полисульфонов и/или полифенилсульфонов с СКЭПТ и/или гидрид. блоксополимером бутадиена и стирола для изготовления мембран с высокой протонной проводимостью. Установлено влияние состава смесей (исходных и сульфид. хлорсульфокислотой) на протонную проводимость, динамич. модуль и температуру стеклования различных фаз.

34.МБ.19. Влияние опорного слоя композитных мембран на основе полидиметилсилоксана на гидрофобное испарение через проницаемую перегородку. *Li Lei, Tan Shujuan, Jiang Donghua, Wu Fawen, Xu Zhihong, Zhang Xhibing.* Huagong xuebao=J. Chem. Ind. and Eng. (China). 2006. 57, №1, с. 61–65, 3 ил., табл. 2 ил. Библ. 15. Кит.; рез. англ.

Изготавливали три вида композитных мембран (КМ) на основе полидиметилсилоксана, используя в качестве опорных слоев (ОС) полиакрилонитрил, ацетат Ц и поливинилиденфторид. КМ использовали для выделения этанола из водного раствора испарением через проницаемую перегородку. Установлено значит. влияние ОС на поток этанолводной смеси и селективность КМ. Влияние среднего размера пор ОС на эксплуатац. характеристики КМ зависело от многих факторов, в частности от физ.-хим. свойств внешних слоев и ОС и способа изготовления КМ. Общий поток этанолводной смеси через КМ увеличивался с ростом температуры. Зависимость селективности от температуры была различной для разных типов ОС. С увеличением концентрации питательной смеси поток через КМ возрастал, в то время как селективность падала.

34.МБ.20. Исследование взаимосвязи проницаемости и каталитической активности новых гибридных пористых мембран. *Магсумов М. И., Цодиков М. В., Тепляков В. В., Бухтенко О. В., Марин В. П., Жданова Т. Н., Федотов А. С.* Наукоем. технол. 2006. 7, №4–5, с. 74–88. Библ. 32. Рус.; рез. англ.

Представлены результаты по разработке градиентно-пористых систем с градиентом пор от 2 до 3000 нм; исследована структура таких систем, а также взаимосвязь между проницаемостью газообразных реагентов и закономерностями протекания каталитических реакций окисления СО, дегидрирования метанола, а также превращения метана и CO_2 .

34.МБ.21. Модифицирование активных и пористых подслоев полиамидных/полисульфоновых композитных мембран, подвергнутых старению при обработке HNO_3 : влияние времени обработки. Modification of active and porous sublayers of aged polyamide/polysulfone composite membranes due to HNO_3 treatment: Effect of treatment time. *Benavente J., Vazquez M. I., de Lara R.* J. Colloid and Interface Sci. 2006. 297, №1, с. 226–234. Англ.

Изменены электрические и транспортные свойства состаренных образцов полиамидных/полисульфоновых композитных мембран (ПАСКМБ) и их пористых поддерживающих слоев (ППС) в результате химич. обработки (погружение в р-р 1 М HNO_3) при 4 различных интервалах времени (в диапазоне 12 ч $\leq t \leq 72$ ч). Определены проницаемость по соли, число переноса иона, электр. сопротивление МБ для обработанных образцов по результатам измерений диффузии соли, потенциала МБ, измерений импедансной спектроскопии. Данные получены на МБ, контактировавших с р-рами NaCl при различных концентрациях, и сопоставлены для свежих и

состаренных образцов. Результаты свидетельствуют о сильном влиянии старения на параметры МБ, в особенности обнаруживается уменьшение проницаемости соли и увеличение электрич. сопротивления МБ, в то время как число переноса иона непосредственно зависит от старения, химич. обработки или времени обработки. Результаты показывают, как уплотнение пористой структуры, вызванное старением (высушенной матрицы МБ), м. б. частично уменьшено обработкой HNO_3 . Показано, что 24 ч обработка является оптимальной (наивысшая проницаемость соли и минимальное электрич. сопротивление МБ), главным образом, для слоя носителя из полисульфона. Использование эквивалентных цепей в анализе данных импедансной спектроскопии позволило разделить электрич. сопротивление, связанное с каждым подслоем ПАКМБ. Химич. изменения активного верхнего слоя ПАКМБ (полиамидный активный слой) получены по результатам анализа рентгеноэлектронной спектроскопии. Показано некоторое изменение процентного содержания характерных для полиамида элементов от длительности кислотной обработки, которое было более значительным после 72 ч погружения.

34.МБ.22. Влияние мембранного потенциала на распространение давления химического осмоса в плотной глине. The effect of membrane potential on the development of chemical osmotic pressure in compacted clay. *Bader S., Heister K.* J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 297, №1, с. 329–340. Англ.

Когда взвеси глины подвергаются воздействию градиентов концентраций соли, приходится учитывать различные связанные процессы. Известно, что химич. осмос наводит водный поток, разность потенциалов мембраны (МБ) создает противоположно действующий диффузионный поток сорбатов и осмотический поток воды. Представлены экспериментальные данные о влиянии потенциала МБ на химич. осмотический поток и диффузию сорбатов. Теоретич. выведено выражение для расчета величины потенциала МБ. Проведено моделирование одновременного воздействия водного давления, концентрации соли и разницы потенциалов МБ на основе объединенной модели химич. электроосмоса в глине.

34.МБ.23. Электрокинетические явления в насыщенных плотных глинах. Electrokinetic phenomena in saturated compact clays. *Rosanne M., Paszkuta M., Adler P. M.* J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 297, №1, с. 353–364. Англ.

Измерены мембранный потенциал, разница давлений и разница концентраций, наведенные приложенным концентрационным градиентом через образец плотной глины, в зависимости от концентрации хлорида натрия и пористости. Результаты некоторых ранее полученных предсказаний были воспроизведены в зависимости от масштаба характеристической длины, которая м. б. выведена из проводимости и проницаемости. Обычно эксперим. данные находятся в соответствии с численными предсказаниями. Поэтому недиагональные коэффициенты связи м. б. выведены с соответствующей точностью из диагональных коэффициентов.

34.МБ.24. Теоретический анализ нового мембранного модуля, находящегося под воздействием электрического поля, включающего набор узлов с микроканалами. Theoretical analysis of a novel electrical field assisted membrane module comprising an array of microchannel units. *Hsu Jyh-Ping, Lin Sung-Hwa, Tseng Shiojenn.* J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №20, с. 10082–10087. Англ.

Новый мембранный (МБ) модуль, находящийся под воздействием электрического поля, состоит из набора узлов с микроканалами (УМК). Каждый УМК, включающий цилиндрическую пору и заряженный слой ионноselectивной МБ,

анализируется теоретически. Основные уравнения для потока и электрич. полей решены аналитически при условиях Дебая-Хюккеля. Исследовано методом численного моделирования влияние ключевых параметров на характер потока системы. Показано, что при постоянном радиусе микроканала объемная скорость потока через УМК имеет максимальное значение при изменении радиуса цилиндрич. поры. Максимум не зависит от напряженности приложенного поля и плотности фиксированного заряда в мембранном слое, однако, меняется с проницаемостью слоя МБ.

34.МБ.25. Разработка сорбционно-электромебранной технологии обессоливания воды для энергетических и технологических нужд Руставского АО “АЗОТ”. *Чхеидзе Н. В., Соселия Г. А., Квициани Л. А., Джалагония Д. Н., Гигашивили З. Т.* GEN: Georg. Eng. News. 2006, №1, с. 265–270. Рус.; рез. англ.

Принятый сегодня ионообменный метод получения глубокообессоленной воды дает высококачественную техническую воду, однако, имеет ряд существенных недостатков, а именно: используются дорогостоящие, дефицитные ионообменные смолы (иониты); при регенерации ионитов потребляется большое количество химических реагентов (кислоты, щелочи и соли); ионообменный технологический процесс для собственных нужд требует немалого количества обессоленной воды; ионный метод сопровождается большим количеством бросовых вод, возникшим в процессе регенерации ионообменных смол. Насыщенные химическими реагентами стоки загрязняют поверхностные воды, чем создают острые экологические проблемы. Включение в существующие ионообменные процессы получения обессоленной воды электромебранной (электродиализной) процесс позволит значительно устранить перечисленные недостатки и даст экономическую выгоду, что, в конце-концов, отразится на себестоимости продукции. Возможным объектом внедрения электродиализной технологии в комбинации с ионитной для получения глубокообессоленной воды, является цех водоподготовки Руставского АО “Азот”.

34.МБ.26. Модификация неорганических мембран нанокристаллитами пироуглерода. *Солдатов А. П., Паренаго О. Л.* Рос. хим. ж.. 2006. 50, №1, с. 60–63. Рус.

Скорость формирования пристеночных отложений в мембранах и их устойчивость зависят от характера взаимодействия молекул транспортируемой смеси с поверхностью поры. Поэтому существенный интерес представляют две взаимосвязанные задачи: количественная оценка данных взаимодействий и поиск возможных путей минимизации процесса образования адсорбционных слоев на поверхности пор, в частности, путем модификации их пористой структуры пироуглеродом. В работе использовали композиционные мембраны “TRUMEM” (TiO_2 на пористой стали). Нанесение пироуглерода проводили путем пиролиза метана при 800°C , причем условия экспериментов были подобраны так, что диффузия метана в порах протекала в кнудсеновском режиме. Это обеспечивало осаждение пироуглерода на поверхности пор. Для предотвращения нежелательной термической деформации металлокерамических мембран использовали методику, описанную ранее. Исследование пористой структуры мембран проводили методом динамической десорбционной порометрии, который позволяет получать распределение пор по радиусам r , используя кривые равновесной сушки мембран, предварительно пропитанных адсорбатом (гептан, бензол, спирты и т. д.). Для изучения транспортных характеристик мембран были определены значения коэффициента гидродинамической проницаемости, которые получали на

фильтрационной установке по схеме “deadend”, используя декан и этиловый спирт в качестве модельных флюидов. Исследование нанокристаллитов пироуглерода методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) проводили на спектрометре PHI 5500 ESCA фирмы Perkin Elmer с использованием MgK_{α} излучения ($h=1253,6$ эВ) мощностью 300 Вт, 14 кВ. Электроповерхностные свойства мембран исследовали методом потенциала течения с использованием хлор-серебряных (Ag-AgCl) электродов.

34.МБ.27. Извлечение меди из разбавленных растворов с использованием жидкостных мембран, закрепленных на полых волокнах. Copper extraction from diluted solutions using hollow fiber supported liquid membranes. *Caltaru Mihaela, Petrescu Nicolae, Vasiliu Cristina*. Зап. горн. ин-та. 2006. 167, ч. 2, с. 135–138. Англ.; рез. рус.

Экспериментально исследовалось извлечение меди из сточных вод с использованием жидкостной мембраны, поддерживаемой полыми волокнами и пропитанной органическим растворителем M5640. Коэффициент проницаемости увеличивается при увеличении pH фильтруемого раствора. При высоких концентрациях ионов водорода в фильтруемом растворе процесс управляется CuR_2 , проникающим сквозь жидкостную мембрану. При низкой концентрации ионов водорода проницаемость перестает зависеть от этого фактора, и процесс управляется диффузией сквозь водный диффузионный слой, образуемый на границе фильтруемого раствора и жидкостной мембраны. Экспериментальные исследования проводились по модели Данези.

34.МБ.28. Определение следовых количеств лабильных металлов с применением электрода, приготовленного по методу трафаретной печати и модифицированного мембраной с инкорпорированными краун-эфиром. Determination of labile trace metals with screen-printed electrode modified by a crown-ether based membrane. *Parat Corinne, Betelu Stephanie, Authier Laurent, Potin-Gautier Martine*. Anal. chim. acta. 2006. 573-574, с. 14–19. Англ.

Сконструирован электрод (Э), приготовленный по методу трафаретной печати. Э модифицирован специфической мембраной (МБ) для защиты рабочей поверхности от мешающих влиянию при определении следов металлов анодной инверсионной вольтамперометрии. Различные краун-эфиры инкорпорированы в МБ. Модифицированные Э испытаны в кислом KNO_3 р-ре с (pH 2), допированным Cd^{2+} и Pb^{2+} . При оптимальных условиях ПРО равны $0,6 \times 10^{-8}$ моль/л для Cd и $0,8 \times 10^{-8}$ моль/л для Pb.

34.МБ.29. Протонно-инжекционное фотометрическое определение меркаптанов в светлых нефтепродуктах с хроматомембранным выделением. Булатов А. В., Гончарова Д. В., Москвин Л. Н. Ж. анал. химии. 2006. 61, №8, с. 868–870. Рус.; рез. англ.

Разработана методика проточно-инжекционного фотометрического определения меркаптанов в светлых нефтепродуктах. Использование в качестве фотометрического реагента нитропруссид натрия при 540 нм позволяет достигать предел обнаружения меркаптановой серы 0,3 мг/л при объеме пробы 3 мл, диапазон определяемых концентраций от 1 до 50 мг/л.

34.МБ.30. Концентрирование растворов сахарозы путем вакуумной перегонки через мембрану. Concentration of sucrose solutions via vacuum membrane distillation. *Al-Asheh S., Banat F., Qtaishat M., Al-Khateeb M.*. Desalination. 2006. 195, №1–3, с. 60–68. Англ.

Изучается возможное применение процесса. Исследуется воздействие некоторых параметров, включающих температуру подачи, расход и исходную концентрацию сахарозы, на качес-

тво и количество потока проникания. Процесс вакуумной перегонки через МБ эффективен при концентрировании водных растворов сахарозы, поскольку поток проникания является абсолютно чистой водой. Температура подачи значительно воздействует на поток проникания. Увеличение расхода при подаче увеличивает поток проникания, и это увеличение является более ярко выраженным при ламинарном, нежели при турбулентном течении. Возрастание исходной концентрации сахарозы приводит к слабому уменьшению потока, без воздействия на качество потока проникания. Разработана математическая модель, описывающая изменение концентрации сахарозы во времени, и обоснована экспериментальными результатами. Также рассмотрено влияние концентрационной и температурной поляризации.

34.МБ.31. Способ определения коэффициента массопередачи для мембраны с высокой скоростью регенерации, работающей на принципе перепада давления. Mass transfer coefficient determination method for high-recovery pressure-driven membrane modules. *Geraldes Vitor, De Pinho Maria Norberta*. Desalination. 2006. 195, №1–3, с. 69–77. Англ.

Разработан способ определения коэффициента массопередачи, базирующийся на изменении скорости регенерации для МБ с большой площадью поверхности и высокими скоростями регенерации. Метод использовался для измерения коэффициентов массопередачи для спирального модуля при нанофильтрации с площадью поверхности МБ $2,6$ м², используя два водных раствора, глицерина и ксилозы, при 25°C с концентрацией, приблизительно, 2 кг/м³. Концентрация растворенного вещества измерялась при циркуляции с числами Рейнольдса в диапазоне 70–270 и потоке растворенного вещества $69,2$ л/м²×ч. В экспериментах скорость регенерации воды изменялась от 15% до 48%. Собственные коэффициенты удерживания МБ определялись для двух растворенных веществ путем разработанной процедуры экстраполяции при бесконечном числе Рейнольдса. Для указанной системы выведено соотношение для массопередачи.

34.МБ.32. Изучение ультрафильтрации казеиновой сыворотки, используя модуль с вращающимся диском: воздействия pH и скорости вращения дисковой мембраны. Studies on ultrafiltration of casein whey using a rotating disk module: effects of pH and membrane disk rotation. *Bhattacharjee Sangita, Ghosh Subhashis, Datta Siddhartha, Bhattacharjee Chiranjib*. Desalination. 2006. 195, №1–3, с. 95–108. Англ.

Выполнен анализ фракционирования белка из казеиновой сыворотки, используя двухстадийное ультрафильтрацию с МБ в виде плоского диска двух видов (30 и 10 кД) в модуле с вращающимся диском с перемешиванием, с целью определения воздействий скорости вращения МБ и других параметров на поток растворенного вещества и удерживание обнаружено, что вращение МБ усиливает поток и эффективно для уменьшения концентрационной поляризации. Другими независимыми переменными являлись pH раствора, давление за МБ и скорость вращения мешалки. Наблюдалось и изучалось воздействие равновесия мономер-димер при более высоких pH. При pH подачи 2,8 и скорости вращения МБ 300 об/мин или более наблюдались более высокие потоки в диапазоне давлений за МБ 4–5 кг/см².

34.МБ.33. Характеристика мембран для ультрафильтрации из полого волокна и контроль процедур очистки при помощи метода потенциала истечения. Characterization of a hollow-fiber ultrafiltration membrane and control of cleaning procedures by a streaming potential method. *Zeng Jianxian, Ye Hongqi, Liu Hui, Xie Huiling*. Desalination. 2006. 195, №1–3, с. 226–234. Англ.

Путем измерений потенциала истечения характеризовались Мб для ультрафильтрации из полого волокна полисульфона. Изучалось влияние значений pH, ионных сил и валентностей. Изозлектрические точки (ИЕР) Мб экспериментально определялись по изменениям коэффициентов потенциала истечения в функции значений pH при данной ионной силе (0,001 моль/л). С целью изучения адсорбции при помощи коллоидного гидроксида и влияние процедур очистки, Мб использовались, чтобы отфильтровать, соответственно, растворы CuCl_2 , FeCl_3 и AlCl_3 с ионной силой 0,001 моль/л при pH 6,8. Коэффициенты потенциала истечения и ИЕР всех адсорбирующих Мб являются более положительными, чем у чистых Мб. Одновременные измерения истечения и потока проникания. Использовались для оценки эффективности процедур очистки.

34.МБ.34. Фундаментальные исследования промежуточного слоя биполярной мембраны. Часть VI. Влияние координационного комплекса между звездообразным дендримером и хромом(III) на диссоциацию воды на межфазной границе биполярной мембраны. Fundamental studies on the intermediate layer of a bipolar membrane. VI. Effect of the coordinated complex between starburst denrimer PAMAM and chromium (III) on water dissociation at the interface of a bipolar membrane. *Fu Rong-Qiang, Cheng Yi-Yun, Xu Tong-wen, Yang Wei-hua*. Desalination. 2006. 196, №1–3, с. 260–265. Англ.

Звездообразный дендример полиамидамин (PAMAM) является эллипсоидальной древоподобной макромолекулой с хорошо определенной структурой и с гораздо большим числом аминогрупп, чем у обычных макромолекул, который может использоваться, чтобы катализировать диссоциацию воды в биполярной Мб. Целью работы является обнаружение влияния координационного комплекса между PAMAMG5 и Cr(III) на диссоциацию воды в биполярной Мб координационная реакция между G4 и Cr(III) изучалась при помощи ультрафиолетовой абсорбционной спектроскопии и абсорбционной спектроскопии при видимом свете и было выбрано молярное отношение Cr(III)/G4, равное 20. Координационный комплекс ускоряет диссоциацию воды в биполярной Мб и этот эффект сильнее, чем отдельно у G4 или Cr(III). Координационный комплекс в промежуточном слое является сравнительно химически стабильным, фиксируя ионы Cr(III) в промежуточном слое.

34.МБ.35. Численное изучение концентрационной поляризации и характеристики спиральных мембранных модулей для обратного осмоса. A numerical study on concentration polarization and system performance of spiral wound RO membrane modules. *Zhou Wenwen, Song Lianfa, Guan Tay Kwee*. J. Membr. Sci.. 2006. 271, №1–2, с. 38–46. Англ.

Разработан способ макроскопической оценки воздействия концентрационной поляризации на характеристику модуля. Концентрационная поляризация в канале, заполненном промежуточными пластинами. Описывается в виде сочетания двух предельных случаев, именно, невозмущенной концентрационной поляризации и полной деполаризации (равномерно распределенной по высоте канала). Путем введения коэффициента поляризации для степени концентрационной поляризации, разработана математическая модель для потока проникания в спиральных модулях. Предложенная модель численно решается, чтобы имитировать характеристику длинного канала Мб при различных рабочих условиях. Обнаружено хорошее соответствие между численными моделированиями и экспериментальными наблюдениями для средних потоков проникания в каналах Мб спиральных модулей.

34.МБ.36. Новый механизм переноса антрахинонов через мембрану Nafion. Novel mechanism for the Nafion membrane transfer of anthraquinones. *Chai X.-S., Samp J., Hou Q. X.* J. Membr. Sci.. 2006. 271, №1–2, с. 215–220. Англ.

Сообщается о наблюдаемой особой характеристике антрахинона и его производных в Мб Nafion. Наблюдалось, что антрахинон в водной суспензии может диффундировать через Мб Nafion, если на акцепторной стороне Мб имеются сильно восстановленные химические разновидности. Для изучения этого явления гидрохинон и растворимые производные антрахинона использовались в качестве моделей. Показано, что восстановление до гидрохинона увеличивает коэффициент сепарации разновидностей выше коэффициента, ожидаемого, исходя из их молекулярной массы. Поэтому антрахинон должен являться особым исключением, поскольку только он может диффундировать через Мб, если он сначала восстанавливается до антрагидрохинона. Показано, что очень высокая поверхностная концентрация антрагидрохинона обуславливает измеримую проницаемость Мб разновидностями антрахинона.

34.МБ.37. Окислительная и мембранная очистка жидких радиоактивных отходов от органических соединений и трансураниевых элементов. *Руденко Л. И., Джуужа О. В., Хан В. Е.* Доп. Нац. АН України. 2006, №6, с. 150–153. Библ. 11. Рус.; рез. англ.

Показана эффективность применения предварительной очистки ЖРО от органических соединений и радионуклидов при пероксидном и перманганатном окислении с последующим обратным осмосом либо сорбцией, что будет иметь принципиальное значение при совершенствовании технологии подготовки отходов для существующих выпарных аппаратов Чернобыльской АЭС.

34.МБ.38. Исследование влияния цис-транс-изомеров на текучесть модельной липидной мембраны с помощью цис-паринаровой кислоты и метода остановленного потока. Probing the influence of cis-trans isomers on model lipid membrane fluidity using cis-parinaric acid and a stop-flow technique. *Ferreri Carla, Pierotti Silvia, Chatgililoglu Chrystostomos, Barbieri Andrea, Barigelletti Francesco*. Chem. Commun.. 2006, №5, с. 529–531. Англ.

Эксперименты, проведенные методом остановленного потока с использованием флуоресценции цис-паринаровой кислоты в везикулах из мононенасыщенного липида, позволяют моделировать поведение мембраны, особенно текучесть мембраны, которая коррелирует с соотношением цис/транс-липидов.

34.МБ.39. Пористость мембран из анодносформированного оксида алюминия, определенная по результатам электрохимических измерений. Porosity of anodic alumina membranes from electrochemical measurements. *Sunseri C., Spadaro C., Piazza S., Volpe M., Di Quarto F.* (Universita di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italy). J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, №6, с. 416–421. Англ.

Разработан метод определения морфологич. характеристик электрохимически сформированных пористых анодных пленок. В основу метода положено утверждение, что в процессе стационарного роста пористого слоя, толщина барьерного слоя, отделяющего пористый слой от металлич. основы, сохраняется постоянной. Предложенный метод позволяет из результатов электрохимич. измерений определить пористость мембран, размер пор и плотность их популяции. Адекватность метода подтверждена сопоставлением расчетных и экспериментальных данных. Делается вывод, что мембраны из оксида алюминия с необходимыми морфо-

логич. характеристиками м. б. получены соответствующим выбором режима их анодного формирования.

34.МБ.40. Алифатические/ароматические полиамидные иономеры в качестве мембран с протонной проводимостью для ТЭ. Aliphatic/aromatic polyimide ionomers as a proton conductive membrane for fuel cell applications. *Asano Naoki, Aoki Makoto, Suzuki Shinsuke, Miyatake Kenji, Uchida Hiroyuki, Watanabe Masahiro* (Clean Energy Research Center, and Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi, 4 Takeda, Kofu 400-8510, Japan, and Fuji Electric Advanced Technology Co., Ltd., 1 Fujimachi, Hino 191-8502, Japan). *J. Amer. Chem. Soc.*. 2006. 128, №5, с. 1762–1769. Англ.

Синтезирован ряд сульфированных полиимидных иономеров, содержащих алифатические группы, в виде прозрачных, пластичных и гибких мембран. Протонная проводимость этих мембран несколько ниже, чем у перфторированных иономеров (Nafion) при температуре меньшей 100°C, но сравнима при более высокой температуре и относительной влажности 100%. Наиболее высокая проводимость была достигнута при 140°C без уменьшения устойчивости мембран. Проницаемость для водорода и кислорода была на 1÷2 порядка ниже, чем у Nafion. ТЭ с синтезированными мембранами работали с использованием водорода и воздуха при 80°C, влажности воздуха 60 и 90% и плотности тока 0,2 А/см² в течение 5000 ч без заметного ухудшения характеристик.

34.МБ.41. Каталитическое гидрирование фурфурола до фурфурилового спирта в реакторе с мембраной из Pd-Cu. *Gao Huiyuan, Li Yongdan, Lin Yuesheng* (Department of Applied Chemistry, School of Chemical Engineering and Biological Technology, Hebei Polytechnic University, Tangshan 063009, Hebei, China). *Huagong xuebao=J. Chem. Ind. and Eng. (China)*. 2006. 57, №3, с. 693–699, 10 ил., табл. 4 ил.. Библ. 15. Кит.; рез. англ.

В сравнении с традиционным реактором каталитического гидрирования над слоем Кт изучены характеристики реактора с мембраной из пористого сплава Pd-Cu для отдельной подачи H₂ при каталитическом гидрировании фурфурола в смеси с несущим N₂-газом над Кт Cu/MgO-K₂O. Фурфуриловый спирт получен с более высокими конверсией, селективностью и выходом.

34.МБ.42. Получение и характеристика микропористой мембраны на основе сополимера винилиденфторида и гексафторпропилена матричным способом. Preparation and characterization of PVDF-HFP microporous membrane by template method. *Cao Jian-Hua, Zhu Bao-Ku, Xu You-Yi*. *Chin. J. Polym. Sci.*. 2006. 24, №2, с. 205–211. Англ.

Пористые мембраны (МБ) на основе СПЛ винилиденфторида и гексафторпропилена успешно получены с использованием дибутилфталата (I), поливинилпирролидона (ПВП) и полиэтиленгликоля (ПЭГ) 200 в качестве матриц. Сканирующую электронную микроскопию использовали, чтобы исследовать морфологию пористых МБ. Найдено, что эти МБ имеют асимм. структуру, а смеси СПЛ и I образовывали нанопористые МБ, в то время как смеси СПЛ и ПВП образовывали губчатые и микропористые МБ. Средн. размер пор и пористость составляли 0,3 мкм и 48,7%, соотв. Кристалличность, термостабильность и мех. прочность МБ характеризовали с помощью рентгеновской дифракции, ДСК, ТГА и испытаний "напряжения-деформация". Результаты показали, что МБ являются α-кристаллами с отличной термостабильностью. Этот путь оказался эффективным в плане регулирования размера пор и морфологии МБ из указанного сополимера.

34.МБ.43. Чувствительные к pH и температуре микрофильтрационные мембраны из смесей привитого сополимера винилиденфторида и 4-винилпиридина с поли-N-изопропилакриламидом. pH- and Temperature-sensitive microfiltration membranes from blends of poly(vinylidene fluoride)-graft-poly(4-vinylpyridine) and poly(N-isopropylacrylamide). *Zhai Guangqun*. *J. Appl. Polym. Sci.*. 2006. 100, №5, с. 4089–4097, 8 ил., табл. 1 ил.. Библ. 29. Англ.

Привитой СПЛ винилиденфторида (I) и 4-винилпиридина (II) получен через привитую сополимеризацию поливинилиденфторида (ПВДФ) с II. Через смешение СПЛ ПВДФ и II с поли-N-изопропилакриламидом (ПИПАМ) в растворе N-метил-2-пирролидона мембраны (МБ) изготовлены фазовой инверсией в водн. среде. Элементные анализы показали, что концентрация ПИПАМ в смешанных МБ увеличивалась с увеличением отношения концентраций компонентов смеси, используемого в литевом растворе. Сканирующая электронная микроскопия обнаружила, что поверхность МБ стремилась к гофрировке при низкой ПИПАМ-концентрации и трансформировалась в гладкую морфологию при высокой ПИПАМ-концентрации. Поверхн. морфологию и распределение размера пор микрофильтрац. МБ можно было регулировать концентрацией смеси в литевом растворе, температурой, pH и ионной силой коагуляц. ванны. Рентгеноэлектронная спектроскопия обнаружила значит. обогащение ПИПАМ на поверхности МБ. Поток водн. растворов через смешанные МБ обнаружил зависимое от pH и температуры поведение.

34.МБ.44. Первапарация с использованием полволоконных мембран для дегидратации уксусной кислоты и водных смесей. Pervaporation using hollow-fiber membranes for dehydrating acetic acid and water mixtures. *Zhou Fangbin, Koros William J.*. *Ind. and Eng. Chem. Res.*. 2006. 45, №5, с. 1787–1796. Англ.

Полые волокна Matrimid, первоначально разработанные для разделения станд. газов, применены для дегидратации уксусной кислоты (I) и водн. смесей. Эти волокна, с интегральным бездефектным тонким плотным поверхн. слоем, нанесенным на открытопористый субстрат, обнаруживают характеристич. селективность к газам, таким как N₂, O₂ и He. Когда их применяли, что бы разделить I и водн. смеси фактор разделения и производительность по воде 15 и 2,5 кг/м²×ч, соотв., были получены для внешнего диам. 250 мкм и длины 20 см у типового бездефектного полого волокна в первапорац. процессе при 101,5°. Показано, что большое изменение возникающего давл. в направлении оси полых волокон негативно влияет на производительность сепаратора. Фактор разделения и производительность по воде увеличивались при этом на 150% с использованием аналогичного волокна с диам. в 2 раза больше диам. обычного газоразделит. волокна.

34.МБ.45. Влияние фторопокровения на характеристики транспорта кислорода и срок службы мембраны типа полимер-кобальтпорфирин. *Bao-Qing Shentu, Zhi-Xue Weng, Zu-Ren Pan, Hiroyuki Nishide*. *Gaodeng xuebiao huaxun xuebao=Chem. J. Chin. Univ.*. 2005. 26, №1, с. 162–165, 3 ил.. Библ. 10. Кит.; рез. англ.

Мембрану (МБ), имеющую долгий срок службы, получали путем нанесения методом центрифугирования ПК из перфторированного полимера на МБ типа полимер-кобальтпорфирин (СОП). Установлено, что это ПК не оказывало значит. влияния на проницаемость кислорода и кислород-азотную селективность МБ. Исследованы способность связывать кислород у СОП и облегченный транспорт кислорода у МБ с ПК. Найдено, что СОП, даже будучи фиксированным в МБ с ПК, имел быструю и обратимую способность связывать кислород

в ответ на парц. давл. кислорода, а ПК не оказывало влияния на кажущиеся константы равновесия при связывании кислорода у СОП. Пермеация кислорода селективно облегчалась СОП, фиксированным в МБ с ПК из перфторполимера, в то время как проницаемость вод. пара значительно подавлялась в сравнении с таковой у МБ без ПК. С увеличением толщины ПК коэф. проницаемости кислорода слегка понижались, а коэф. проницаемости вод. пара понижались значительно. Срок службы СОП в качестве носителя кислорода в МБ с ПК из перфторполимера пролонгировался, что приписывают гидрофобности покрытия.

34.МБ.46. Оценка различных силиконовых мембран при низкой температуре и пониженном давлении. Characterization of silicone rubber membrane materials at low temperature and low pressure conditions. *Jha Praveen, Mason Larry W., Way Douglas J.*. J. Membr. Sci.. 2006. 272, №1–2, с. 125–136. Англ.

Исследована эффективность действия силиконовых мембран при выделении и очистке CO_2 в условиях марсианской атмосферы с целью получения из него метана. Установлено влияние типа каучука (ПДМС, СПЛ диметил- и метилфенилсилоксана), а также температуры и давления на разделяющую способность мембран.

34.МБ.47. Разделение органических смесей выпариванием с применением вулканизированных резиновых мембран. Separation of organic mixtures by pervaporation using crosslinked rubber membranes. *Ray S., Ray S. K.*. J. Membr. Sci.. 2006. 270, №1–2, с. 132–145. Англ.

Резиновые мембраны изготавливали из НК или СКС, сшитых с применением трех вулканизующих систем с различным соотношением серы и ускорителя вулканизации. Установлено влияние типа каучука и вулканизующей системы на эффективность действия мембран при разделении смесей толуола с метанолом.

34.МБ.48. Разделение воды и о-хлорфенола при выпаривании с применением полиуретанмочевинных мембран на основе полибутадиена с концевыми гидроксильными группами и применение модифицированного уравнения Максвелла-Стефана. Separation of water and o-chlorophenol by pervaporation using HTPB-based polyurethaneurea membranes and application of modified Maxwell-Stefan equation. *Ghosh Ujjal K., Pradhan Narayan C., Adhikari Basudam. J.* Membr. Sci.. 2006. 272, №1–2, с. 93–102. Англ.

Полиуретанмочевину получали реакцией СКД с концевыми гидроксильными группами и 2,4-толуилендиизоцианата с последующим удлинением цепей с помощью 4,4'-диаминодифенилсульфона. Из нее изготавливали мембраны различной толщины для разделения смеси воды и о-хлорфенола. Установлено влияние структуры полиуретанмочевины, а также состава смеси, температуры и толщины мембран на их разделяющую способность.

34.МБ.49. Поверхностная модификация мезопористых мембран с помощью фторсиланового связывающего реагента для разделения CO_2 . Surface modification of mesoporous membranes by fluoro-silane coupling reagent for CO_2 separation. *Abidi N., Sivade A., Bourret D., Larbot A., Boutevin B., Guida-Pietrasanta F. Ratsimihety A.*. J. Membr. Sci.. 2006. 270, №1–2, с. 101–107. Англ.

Оценены возможности гибридных органо-неорганических мембран (МБ) для разделения органических молекул из воздуха на основании механизма селективной растворимости. МБ из оксида алюминия и диоксида титана со средним размером пор около 4 нм были поверхностно модифицированы с использованием связывающего реагента, фторированного

триметоксисилана. Оценена проницаемость гелия, азота, метана, этана, пропана, бутана и диоксида углерода при питающем давлении, лежащем между (1.5×10^5 и 3.5×10^5 Па) 1.5 и 3.5 бар и на выходе пермеата около (1×10^5 Па) 1 бар. Проницаемость привитых МБ уменьшается приблизительно на 2 или 3 порядка по сравнению с необработанными МБ. Селективная проницаемость CO_2/N_2 существенно повышается в случае привитой МБ из TiO_2 . Свойства МБ были сравнены, причем привитая МБ из TiO_2 проявила более высокие селективную проницаемость пропускную способность, благодаря чему эта МБ предст. собой перспективную МБ для разделения CO_2 и N_2 и разделения CO_2 и углеводородов.

34.МБ.50. Исследование водородопроницаемости алюминия методом концентрационных импульсов. *Денисов Е. А., Компаниец Т. Н., Курдюмов А. А., Димовасили Е., Иоанну П.* Материаловедение. 2006, №5, с. 45–51. Рус.

Исследовалась кинетика проникновения водорода сквозь алюминиевую мембрану методом концентрационных импульсов с использованием тлеющего разряда в водороде. Кинетика проникновения водорода была описана моделью, включающей объемную диффузию, захват на ловушки и затрудненную десорбцию водорода с поверхности алюминия. Приведены оценки величин параметров, входящих в модель.

34.МБ.51. Зарядселективные свойства неорганических композиционных мембран. *Дзязько Ю. С., Беляков В. Н., Стефаняк Н. В., Василюк С. Л.* Укр. хим. ж.. 2006. 72, №5–6, с. 26–31. Рус.; рез. англ., укр.

Синтезированы композиционные неорганические мембраны на основе оксидной керамики (инертный носитель) и гидратированного диоксида циркония (ионообменная составляющая). На основании результатов измерения мембранного потенциала показано, что полученные мембраны проявляют ионселективные свойства как в кислой (по отношению к анионам), так и в щелочной (к катионам) среде в интервале концентраций 0.01–0.1 М для 1-1 зарядного электролита. Установлено, что числа переноса противоионов возрастают при увеличении содержания ионообменной составляющей и достигают 0.92.

34.МБ.52. Исследование проникновения этанола через модельную биологическую мембрану методом малоуглового рассеяния нейтронов. *Киселев М. А., Киселев А. М., Борбелли Ш., Лези П.* Поверхность. Рентген., синхротрон. и нейтрон. исслед.. 2006, №6, с. 67–73. Рус.; рез. англ.

Методом малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН) проведены исследования влияния этанола на структуру и свойства однослойных везикул дипальмитоилфосфатидилхолина (ДПФХ) в гелевой (25°C) и жидкокристаллической (50°C) фазах. Получены данные о зависимости толщины мембраны и фазового состояния бислоя от концентрации этанола. Определены концентрации, при которых начинается проникновение этанола в мембрану, равные 1.2 М в гель-фазе и 1 М в жидкокристаллической фазе. В гелевой фазе при содержании 1.2 М этанола (критическая концентрация) происходит переход в фазу с взаимным проникновением углеводородных цепей. Установлено однозначное соответствие между образованием фазы с взаимным проникновением углеводородных цепей и увеличением проницаемости мембраны. Экспериментально исследована зависимость точности вычисления толщины мембраны в приближении Гинье от контраста.

34.МБ.53. Математическое моделирование процессов переноса многокомпонентных смесей в электромембранных системах с учетом гомогенной и гетерогенной реакций диссоциации нейтрального компонента. *Воронков Д. А.,*

Коржов Е. Н. Конденсир. среды и межфаз. границы. 2006. 8, №1, с. 12–17, 78. Рус.; рез. англ.

Приведены результаты вычислительного эксперимента по исследованию математической модели электромассопереноса пятикомпонентной смеси взаимодействующих в объеме и на межфазной границе компонентов.

34.МБ.54. Ионный перенос в катионообменных мембранах МФ-4СК, модифицированных кислым фосфатом циркония. Шалимов А. С., Новикова С. А., Стенина И. А., Ярославцев А. Б. Ж. неорган. химии. 2006. 51, №5, с. 767–772. Рус.

Получены композиционные материалы на основе катионообменной мембраны МФ-4СК с внедренными частицами кислого фосфата циркония. С привлечением электронной микроскопии и рентгенофазового анализа показано, что внутри мембраны формируются частицы кристаллического кислого фосфата циркония. Синтезированная мембрана характеризуется несколько пониженной диффузионной проницаемостью и большей селективностью ионного переноса по отношению к образцам исходных мембран МФ-4СК.

34.МБ.55. Недооценка роли противоиона в электростатической самоорганизованной сборке: [1:1]кавитанд-каликс[4]арен мембрана на основе взаимодействий азиний+сульфонат. The underestimated role of counter ions in electrostatic self-assembly: [1+1] cavitand-calix[4]arene capsules based on azinium-sulfonate interactions. Oshovsky Gennady V., Reinhoudt David N., Verboom Willem. Eur. J. Org. Chem.. 2006, №12, с. 2810–2816. Библ. 39. Англ.

Методами титриметрии, ПМР- УФ (видимой)-спектроскопии и масс-спектрометрии определены кажущиеся константы образования [1:1] кавитанд-каликс[4]арен мембран на основе взаимодействий азиний+сульфонат. Показано взаимодействие противоиона с заряженными компонентами мембраны.

34.МБ.56. Изменения электрохимических характеристик биполярной мембраны, погруженной в щелочные растворы высокой концентрации. Changes in the electrochemical characteristics of a bipolar membrane immersed in high concentration of alkaline solutions. Hwang Ui-Son, Choi Jae-Hwan. Separ. and Purif. Technol.. 2006. 48, №1, с. 16–23, 10 ил.. Библ. 19. Англ.

Химическая стабильность коммерческой биполярной мембраны (Neosepta BP-1, Tokuyama Co.) оценивалась после погружения в концентрированный раствор NaOH при различных T на разное время. Измерялись физические и электрохимические изменения в обработанных щелочью мембранах. ИК-спектры с Фурье преобразованием (ИКФП) показали, что четвертичные аммониевые группы в анионообменном слое (АОС) BP-1 мембраны разлагаются по реакции Гофмана, когда мембраны погружались в 5,0 М NaOH при T~40°C и в 2,5 М NaOH при 50°C. Электрическое сопротивление для диссоциации воды увеличивалось при изменении структуры АОС в конц. NaOH и при высокой T. Сделан вывод, что для использования в конц. щелочных растворах необходим более стабильный АОС в бислойной мембране.

34.МБ.57. Изучение поверхности мембран с радиационно привитой сульфоновой кислотой: анализ методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и просвечивающей электронной микроскопии. Surface studies of radiation grafted sulfonic acid membranes: XPS and SEM analysis. Nasef Mohamed Mahmoud, Saidi Hamdani. Appl. Surface Sci.. 2006. 252, №8, с. 3073–3084. Англ.

Описан способ получения мембран из ПЭТФ с привитой полистиролсульфоновой кислотой различного хим. состава. Установлена зависимость состава поверхности от глубины.

34.МБ.58. Износ и меры защиты углеродных сальников и применение сальника из углеродных мембран. Qin Hua, Hu Chuan-shun. Anhui gongye daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. Anhui Univ. Technol. Natur. Sci.. 2004. 21, №4, с. 307–310, Рис. 3 ил.. Библ. 18. Кит.; рез. англ.

Углеродные сальники применяют в системах для скважинной добычи нефти для снижения разбрызгивания нефти под действием сопутствующего газа. Проанализирована связь между плотностью и зольностью углеродного материала, а также скоростью потока через сальник и первичным износом сальников и образованием коридора для дыма. Рассмотрены конструкц. мероприятия по снижению выбросов дыма и оседания для применения углеродных мембран.

34.МБ.59. Вызванная десольватацией нелинейность в определении брома с использованием ультразвукового распылителя с мембранной десольватацией и метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Desolvation-induced non-linearity in the analysis of bromine using an ultrasonic nebulizer with membrane desolvation and inductively coupled plasma mass spectrometry. Kahen Kaveh, Jorabchi Kaveh, Montaser Akbar. JAAS: J. Anal. Atom. Spectrom.. 2006. 21, №6, с. 588–591. Англ.

Описано использование УЗ распылителя с мембранным десольвататором для ввода бромсодержащих образцов в систему МС с индуктивно связанной плазмой. Для аммонийбромида при его концентрациях 0–100 нг/мл наблюдается ряд нелинейностей, предполагающих потерю Br на стадии десольватации. Для обеспечения линейности ГГ предложено добавлять в раствор 1 мкг/мл Na в виде NaCl. Не отмечено, однако, улучшения линейности в присутствии 2%-ной HNO₃. Усиление сигнала брома и улучшение линейности наблюдаются при добавлениях к растворам KBr 1 мкг/мл Na. Отмечено также подавление сигнала в присутствии 2%-ной HNO₃.

34.МБ.60. Разработка нового аналитического подхода, основанного на целлюлозной мембране и хелаторе для дифференцирования лабильных и инертных химических форм металла в водной системе. Development of a new analytical approach based on cellulose membrane and chelator for differentiation of labile and inert metal species in aquatic systems. Rosa Andre Henrique, Bellin Iramaia C., Goveia Danielle, Oliveira Luciana C., Lourenco Roberto W., Dias Filho Newton L., Burba Peter. Anal. chim. acta. 2006. 567, №2, с. 152–159. Англ.

34.МБ.61. Перенос урана из азотнокислого раствора с использованием недиспергированного экстрагента и полых волокон в качестве контактора. Transport of uranium from nitric acid solution by non-dispersive solvent extraction using a hollow fibre contactor. Patil C. B., Mohapatra P. K., Singh R. R., Gurba P. B., Janardan P., Changrani R. D., Manchanda V. K.. Radiochim. acta. 2006. 94, №6–7, с. 331–334. Библ. 21. Англ.

Исследован мембранного типа процесс экстракции U(6+) из водных растворов (1–5 М) HNO₃. В процессе использован модуль полых волокон, составленный из промышленных микропористых гидрофобных полипропиленовых капилляров. Водный раствор пропускаться между капиллярами, а экстрагент - ди-н-гексилотоктанамид внутри них. Отмечено, что скорости массопереноса U(6+) способствует повышение концентраций реагентов и противоток растворов.

34.МБ.62. Ультразвуковое регулирование загрязнения керамической мембраны частицами: влияние ультразвуковых факторов. Ultrasonic control of ceramic membrane fouling by particles: Effect of ultrasonic factors. Chen Dong, Weavers Linda K., Walker Harold W. Ultrason. Sonochem.. 2006. 13, №5, с. 379–387. Англ.

Ультразвук с частотой 20 кГц накладывался на систему ультрафильтрации с перекрестным течением с Мб из γ -оксида алюминия в присутствии коллоидных частиц диоксида кремния, чтобы систематически исследовать, каким образом ультразвуковые факторы влияют на очистку Мб. Базируясь на визуализации области ультразвуковой кавитации, показано, что оптимальная очистка происходит тогда, когда Мб располагалась за пределами, но близко к области кавитации. Увеличение давления фильтрования увеличивает силы сжатия, вызывающие кавитационное разрушение, и приводит к меньшему количеству кавитационных пузырей, абсорбирующих и рассеивающих звуковые волны, и увеличивает проникновение звуковых волн. Однако, повышенное давление фильтрования также приводит к большему сопротивлению при проницании и, следовательно, к меньшему возрастанию потока пермеата, в сравнении с низким давлением фильтрования. Импульсное ультразвуковое излучение с короткими интервалами между импульсами приводит к увеличению потока пермеата, близкого к потоку при непрерывном воздействии ультразвука.

34.МБ.63. Очистка сточных вод в мембранном биореакторе при повышенном возрасте активного ила. Effects of hydraulic retention time on behavior of start-up submerged membrane bioreactor with prolonged sludge retention time. *Sun Darren Delai, Hay Choon Teck, Khor Swee Loong*. Desalination. 2006. 195, №1–3, с. 209–225. Англ.

Исследовались процессы очистки СВ (применялись модельные СВ) при возрасте акт. ила до 200 сут, одновременно использовались 3 одинаковых реактора с разделением акт. ила на трубчатых керамических мембранах (реакторы МБР), в них варьировались различные параметры. Во всех вариантах эффективность удаления ХПК и общего органического углерода превышала 96%, максимальная концентрация биомассы достигала 20 г/л, при этом ее значения были обратно пропорциональны времени пребывания. С увеличением возраста биомассы наблюдалось уменьшение размера хлопка, который стабилизировался на значении 56 мкм, установлено, что на размер хлопка и скорость фильтрования оказывала наибольшее влияние интенсивность аэрации.

34.МБ.64. Очистка нефтесодержащих сточных вод с использованием модифицированных мембран для ультрафильтрации. Treatment of oily wastewater by organic-inorganic composite tubular ultrafiltration (UF) membranes. *Li Yu Shui, Yan Lu, Xiang Chai Bao, Hong Liu Jiang*. Desalination. 2006. 196, №1–3, с. 76–83. Англ.

Сообщается, что СВ, образующиеся при добыче нефти, содержат ее в высоких концентрациях. Для очистки этих СВ разработана модифицированная трубчатая мембрана, основным материалом для ее изготовления являлся фторид поливинилидена, модификация состояла в том, что в этот материал добавлялись наночастицы оксида алюминия. В экспериментах при использовании данной мембраны эффективность удаления ХПК и общего органического углерода составила 90 и 98% соответственно, выходящие СВ содержали нефть менее 1 мг/л и суспензии менее 1 мг/л, величина частиц составляла менее 2 мкм. При регенерации мембран использовался 1% раствор одного из видов ПАВ при pH 10, при этом трансмембранный поток восстанавливался на 100%.

34.МБ.65. Применение методов мембранного фильтрования для очистки сточных вод от производства бумаги. Nanofiltration of biologically treated effluents from the pulp and paper industry. *Manntari Mika, Viitikko Katja, Nystrom Marianne*. J. Membr. Sci.. 2006. 272, №1–2, с. 152–160. Англ.

Сообщается, что производство бумаги отличается высоким удельным водопотреблением, соответственно значительны

расходы СВ при высоких затратах на приобретение свежей воды и сброс СВ в канализацию. Целью исследований являлась разработка метода возврата СВ в рецикл, первой являлась степень биоочистки, однако выходящие СВ отличались окрашенностью, а также содержали в значительных количествах ионы кадмия, хлориды, нитраты и бикарбонаты. В связи с этим разрабатывался метод доочистки СВ в процессах мембранного фильтрования, сравнивались методы нанофильтрации и обратного осмоса при низких трансмембранных давлениях. Установлено, что в первом случае обеспечивалась большая производительность и во втором более высокая эффективность удаления окрашенности и названных загрязнителей, оборудование для реализации обоих методов установлено в разных точках технологической цепи.

34.МБ.66. Модификация мембранного биореактора с целью улучшения качества очистки сточных вод. New option of MBR-RO process for production of NEWater from domestic sewage. *Qin Jian-Jun, Kekre Kiran Arun, Tao Guihe, Oo Maung Htun, Wai Maung Nyunt, Lee Ting Cui, Viswanath Bala, Seah Harry*. J. Membr. Sci.. 2006. 272, №1–2, с. 70–77. Англ.

Сообщается, что при очистке городских СВ использовался мембранный биореактор (МБР), при этом разделение иловой смеси производилось с использованием мембран для ультрафильтрации (УФ). При возникновении необходимости улучшения качества выходящих СВ с целью их возврата в рецикл схема была дополнена ступенью фильтрования на мембранах обратного осмоса, при этом увеличились энергозатраты и усложнилась эксплуатация установки. В связи с этим на следующей стадии экспериментов из схемы была исключена ступень УФ, при этом эффективность удаления общего органического углерода, аммонийного азота и нитратов сохранилась, а трансмембранный поток увеличился с 17 до 22 л/м²ч, длительность эксперимента 5 мес.

34.МБ.67. Мембранные биореакторы: мировые исследования и коммерческое применение в Северной Америке. State-of-the-art of membrane bioreactors: Worldwide research and commercial applications in North America. *Yang Wenbo, Cicek Nazim, Ilg John*. J. Membr. Sci.. 2006. 270, №1–2, с. 201–211. Англ.

Отмечается увеличение интереса к применению мембранных биореакторов (МБР) для очистки СВ различного происхождения, это явление носит глобальный характер. Различаются аспекты практического применения и научных исследований, в первом случае в первую очередь рассматриваются вопросы увеличения трансмембранных потоков и методы регенерирования мембран, во втором изучаются процессы образования отложений, формирования биопленок на поверхности мембран и др. Сообщается, что в мировой литературе в период 1999–2004 гг. зафиксировано 339 публикаций по проблемам МБР, за то же время в Северной Америке построено 258 установок МБР промышленного масштаба, в настоящее время 11% всех мощностей МБР в глобальном масштабе приходится на эти регионы. В начальной фазе наибольшая интенсивность научно-производственного освоения проблем МБР отмечалась также в Японии, Франции и Англии, в настоящее время эти проблемы разрабатываются во всех развитых странах.

34.МБ.68. Получение и свойства пористых подложек мембран из α -Al₂O₃. Preparation and properties of porous α -Al₂O₃ membrane supports. *Shqau Krenar, Mottern Matthew L., Yu Di, Verweij Henk*(CША, Ohio State University, Columbus). J. Amer. Ceram. Soc.. 2006. 89, №6, с. 1790–1794. Библ. 29. Англ.

Прочные и проницаемые макропористые подложки мембран были получены фильтрацией коллоидной 20%-ной суспензии α -Al₂O₃ со средним размером частиц 600 нм. Целые компакты

с очень хорошим качеством поверхности были получены при оптимальном $\text{pH}=9,5$ и введении 0,2% ауристрикарбоксилата аммония (из расчета на сухой Al_2O_3). Коллоидная стабильность стабилизированных алюминоном суспензий подтверждена измерениями ξ -потенциала. Неполное спекание уплотненных компактов $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ обеспечивало плотность упаковки $>67\%$ и бимодальное распределение пор по размерам (по результатам усадки и адсорбции газа). Нестационарные измерения проницаемости одного газа показали улучшенную проницаемость по сравнению с компактами $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, полученными из порошка с меньшим размером частиц (300 нм). Прочность компактов в форме дисков с пористостью 30–20% увеличивалась со 100 до 300 МПа при стандартном отклонении 20 и 50 МПа соответственно.

34.МБ.69. Анализ влияния температуры кальцинирования на нарушение структуры мембран из оксида алюминия, легированных перовскитом. Surface fractal dimension in perovskite-doped alumina membrane: influence of calcining temperature. *Ahmad A. L., Idrus N. F., Abd Shukor S. R.* J. Amer. Ceram. Soc.. 2006. 89, №5, с. 1694–1698, 5 ил. Библ. 21. Англ.

Выполнено теоретич. и экспериментальное исследование и рассмотрен механизм разрушения поверхностного слоя и распределения размеров пор в мембранах, изготовленных из оксида алюминия, легированного перовскитом при проведении процесса их термической обработки. Исследуемые мембраны были получены в процессе преобразования золь в гель. Анализ их свойств осуществлялся с использованием изотерм адсорбции азота. Рассмотрена технология получения таких мембран, а также методика и процедура оценки влияния температуры их термообработки и влияния этого параметра на свойства синтезируемых мембран. Показано, что интенсивность образования трещин в поверхностном слое таких мембран возрастает при увеличении температуры термообработки в результате их усадки. Отмечено, что размеры пор этих мембран сохраняются в случае их обработки при температурах от 400 до 800°C. Оценено влияние введения в их состав перовскита в количестве 10% и 50% на нарушение структуры пор в таких мембранах.

34.МБ.70. Обезвоживание тетрагидрофурана испарением через полупроницаемую композитную мембрану. Dehydration of tetrahydrofuran by pervaporation using a composite membrane. *Chapman Peter D., Tan Xiaoyao, Livingston Andrew G., Li K., Oliveira Teresa.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, №1, с. 13–19. Англ.

Проверена возможность использования новой мембраны СМ Селфа, СМС-VP-31 для обезвоживания ТГФ.

34.МБ.71. Селективное окисление 1-бутана молекулярным окислением в проточном реакторе Тейлора на пористой мембране. Selective oxidation of 1-butene by molecular oxygen in a porous membrane Taylor flow reactor. *Lapkin Alexie A., Boz-kaya Bengu, Plucinski Pawel K.* Chem. Rev.. 2006. 106, №5, с. 2220–2228. Англ.

Разработан и испытан проточный мембранный реактор Тейлора для селективного окисления 1-бутана в метилэтилкетон в присутствии Pd^{2+} - гетерополярного водного катализатора. Указано на принятие мер по предупреждению образования потенциально взрывчатых паробразных смесей даже при обращении с чистыми реагентами. Гидрофильные угольные мембраны были выбраны на основании сравнения экспериментальных и расчетных данных. Так же были подобраны режимы работы реактора, концентрации реагентов, необходимые для проведения опытов с обеспечением безопасных условий и предотвращением образования взрывчатых смесей углеводородов с кислородом.

34.МБ.72. Локальные среды кумариновых красителей в нанокompозитах мезоструктурированного поверхностно-активного кремнезема. Local environments of coumarin dyes within mesostructured silica-surfactant nanocomposites. *Yamaguchi Akira, Amino Yosuke, Shima Kentaro, Suzuki Shintaro, Yamashita Tomohisa, Teramae Norio*(Department of Chemistry, Graduate School of Science, Tohoku University, Aoba-ku, Sendai 980-8578, Japan, and PRESTO, Japan Science and Technology Agency, Kawaguchi 332-0012, Japan). J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №9, с. 3910–3916. Англ.

Локальное окружение сред молекулы красителя изучали с использованием кумаринового красителя в мезоструктурированном поверхностно-активном нанокompозите кремнезема, который формировали в пористой мембране окиси алюминия с помощью поверхностно-активного вещества-шаблона и средним диаметром поры 3.4 нм. Кумариновые красители типа кумарин 480 (С480), кумарин 343 (С343), и пропиламид кумарин 343 (РАС343) экстрагировали в нанокompозицию поверхностно-активного кремнезема и исследовали временные спектры флуоресценции красителей. С480 и С343 показали замедление динамических сдвигов Стокса, и кривая распада имеет вид биэкспоненциальной функции. Полученные константы распада почти идентичны для С480 и С343: 0.87 и 7.5 нс, для С480, и 0.86 и 7.6 нс для С343. В отличие от этих двух кумариновых красителей, для РАК 343 в композите поверхностно-активного кремнезема получены коротковременные константы распада (0.50 и 4.8 нс). Эти результаты указывают, что местные среды С480 и С343 почти идентичны, но отличны от сред РАК343. Рассматривая происхождение динамического сдвига Стокса и мезоструктуру поверхностно-активного нанокompозита кремнезема, обсуждены местоположение и микросреда кумаринового красителя в пределах поверхностно-активного нанокompозита кремнезема.

34.МБ.73. Функционализированные полимерные нановолоконные мембраны для защиты от стимуляторов химической войны. Functionalized polymer nanofibre membranes for protection from chemical warfare stimulants. *Ramaseshan Ramakrishnan, Sundarajan Subramanian, Liu Yingjun, Barhate R. S., Lala Neeta L., Ramakrishna S.* Nanotechnology. 2006. 17, №12, с. 2947–2953. Англ.

Катализатор (КТ) для детоксикации нервных агентов синтезирован из β -циклодекстрина (ЦД) и о-иодобензойной кислоты (ИБК). Функционализированные полимерные нановолоконные мембраны (МБ) из ПВХ изготовлены с использованием ЦД, ИБК, смеси ЦД и ИБК и синтезированного КТ. Эти функционализированные нановолокна испытаны затем на дезактивацию параоксона, стимулятора нервных агентов. Установлено, что этот стимулятор претерпевает гидролиз. Кинетика гидролиза исследована с использованием УФ-спектроскопии. Проведено сравнение скоростей гидролиза для различных органофосфатных гидролизующих агентов. Реакц. способность и степень адсорбции этих КТ выше, чем в случае обычно используемого акт. угля. На базе функционализированной нановолоконной МБ предложен новый дизайн защитной одежды.

34.МБ.74. Свойства ультратонких волокнистых мембран из поливинилового спирта, получаемых прядением в электрическом поле. *Zhang Chunxue, Yuan Xiaoyan, Wu Lili, Sheng Jing.* Gaofenzi xuebao=Acta polym. sin.. 2006, №2, с. 294–297. Библ. 10. Кит.; рез. англ.

Ультратонкие волокнистые мембраны (МБ) получают прядением в электрич. поле водного раствора поливинилового спирта без ацетатных групп. Морфология образующих МБ волокон диаметром 184 ± 26 нм исследована методом сканирующей электронной микроскопии, параметры кристаллич.

структуры методом дифракции рентгеновских лучей. МБ поглощают воду в количестве >300%, что превышает величину поглощения пленок, получаемых литьевым формованием. Степень сшивки МБ практически не влияет на количество поглощаемой воды.

34.МБ.75. Влияние материала подложки на характеристики ультрафильтрационной мембраны. Effect of support material on ultrafiltration membrane performance. *Lohokare H. R., Bhole Y. S., Kharul U. K.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №6, с. 3389–3395, 8 ил., табл. 3 ил.. Библ. 20. Англ.

Ультрафильтрационные ПАН-мембраны (МБ) на подложке получены способом фазовой инверсии с использованием нетканой ПЭФ-ткани в качестве подложки с различным происхождением. Параметры получения МБ, включающие состав раствора и условия отливки, поддерживались одинаковыми с изменением в то же время типа ткани-подложки. Различные выполненные анализы, а именно производительность по воде, задерживание протеина и уплотнение МБ, показали, что подложка, используемая для получения ультрафильтрац. МБ, влияет на свойства МБ в большой степени; необходимо правильно подбирать подложку, чтобы получить МБ с требуемыми свойствами.

34.МБ.76. Массоперенос разбавленных водных растворов 1,2-диметоксиэтана в течение первапорационного процесса. Mass transfer of dilute 1,2-dimethoxyethane aqueous solutions during pervaporation process. *Liang Liang, Dickson James M., Jiang Jianxiang, Brook Michael A.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, №3, с. 2075–2084, 11 ил., табл. 4 ил.. Библ. 41. Англ.

Первапорация 1,2-диметоксиэтана (I) оценена с помощью шшитых композитных мембран типа олигосилилстирол - полидиметилсилоксан. Использована низкая скорость потока питающего раствора (1 л/мин), соответствующая числу Рейнольдса 220. Первапорац. модели разработаны путем комбинирования последоват. сопротивлений и моделей типа растворение-диффузия. Влияние граничного слоя на характеристики первапорации вычислено путем сравнения эксперим. и теор. данных. Пермеац. производительности по I в воде очень хорошо согласуются с вычисленными из моделей данными, но наблюдается расхождение фактора разделения между эксперим. и теор. данными.

34.МБ.77. Новая модель переноса при сорбции и десорбции пенетранта в плотных полимерных мембранах. A novel transport model for sorption and desorption of penetrants in dense polymeric membranes. *Zeng Chuyi, Li Jiding, Li Pei, Chen Tianquan, Lin Yangzhen, Wang Ding, Chen Cuixian.* Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, №6, с. 1892–1900. Англ.

Разработана модель пенетрации через полимерные мембраны, используемая для расчета диффузии этанола через мембраны из полифталазиноксидсульфона и полифталазиноксидсульфонкетона при 193,15, 298,15 и 303,15 К. Расчетные результаты хорошо совпадают с эксперим. данными: максимум относит. отклонения 10,54%, среднее относит. отклонение 4,35%.

34.МБ.78. Получение и характеристика протонобменной мембраны с помощью радиационной прививки стирола на политетрафторэтиленовые пленки. Preparation and characterization of a proton-exchange membrane by the radiation grafting of styrene onto polytetrafluoroethylene films. *Kang Kai, Kang Phil Hyun, Nho Young Chang.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №4, с. 1415–1428, 13 ил., табл. 3 ил.. Библ. 20. Англ.

Исследованы индуцированная облучением одновременная прививка стирола на ПТФЭ-пленки и послед. сульфирование в хлорсульфокислоте-дихлорэтаноле. Изучено влияние основных условий радиац. прививки, таких как типы растворителей,

доза облучения, мощность дозы облучения, концентрация стирола и т. д., на степень прививки (ПРС). Чтобы выяснить влияние условий как прививки, так и сульфирования на свойства мембран (МБ) из полученного полимера, систематически оценены условия сульфирования, включающие температуру сульфирования и концентрацию ClSO_3H по отношению к ПРС. Привитые и сульфированные МБ характеризовали ИК-спектрами нарушенного полного внутреннего отражения с фурье-преобразованием, ионообменной емкостью (ИОЕ), водопоглощением, измерением толщины и т. д. Свежеполученные МБ обнаружили хорошую комбинацию высокой ИОЕ (0,85–2,75 мэкв/г), допустимого водопоглощения (8,86–56,9%), низкой толщины и объем. расширения и/или усадки.

34.МБ.79. Получение полого волокна из полисульфона модифицированного меркаптанами. Ч. I. Синтез полисульфонов и получения полого волокна. Preparation of polysulfone hollow fiber affinity membrane modified with mercapto and its recovery properties. I. Synthesis and preparation of hollow fiber matrix membrane. *Wang Bing, Cheng Bowen, Cui Yongfang.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, №1, с. 758–771, 11 ил.. Библ. 11. Англ.

Исследовали свойства мембран, имеющих форму полого волокна из хлорированных полисульфонов, синтезированных реакцией Фриделя-Крафтса. Рассмотрено влияние степени хлорирования полисульфонов, содержания добавок (соединения В) концентрации растворов, содержащих хлорид диметиламмония или NH_4Cl на мех. свойства и проницаемость полого волокна, изготовленного из полисульфона.

34.МБ.80. Синтез и изучение аморфных углеродных нанотрубок пиролизом ферроцена, органиченного в матрицах ААМ (мембрана из анодного оксида алюминия). Synthesis and characterizations of amorphous carbon nanotubes by pyrolysis of ferrocene confined within AAM templates. *Hu Z. D., Su Y. F., Chen Q., Duan X. F., Peng L.-M.* J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №16, с. 8263–8267. Англ.

Пиролизом ферроцена, органиченного в нанопорах мембран анодного оксида алюминия, синтезированы аморфные углеродные нанотрубки, охарактеризованные полевой эмиссионной и просвечивающей электронной микроскопией, энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопией, спектроскопией энергетических потерь электронов и КР. Показано, что нанотрубки обладают сверхтонкими (~3 нм) аморфными стенками и относительно большим (~50 нм) диаметром и капсулированы с наночастицами оксида железа. Рост нанотрубок главным образом управляется лимитирующим эффектом матрицы. Измерениями электрического транспорта индивидуальных нанотрубок продемонстрировано, что они могут быть соединены с электродами либо через омические, либо через шоттовские контакты. Сопровождение аморфных углеродных нанотрубок составляет $4,5 \times 10^{-3}$ Ом×см.

34.МБ.81. Определение мембранной проницаемости без калибровки с использованием твердофазной микроэкстракции (SPME). Determination of membrane permeability without calibration using solid-phase microextraction (SPME). *Liu Xinyu, Pawliszyn Janusz.* J. Membr. Sci.. 2006. 268, №1, с. 65–73. Англ.

Описан новый метод измерения проницаемости непористой мембраны (МБ) на основе полидиметилсилоксана с помощью твердофазной микроэкстракции. Выведена математическая модель для объяснения процесса проникновения и для вывода уравнения для расчета проницаемости. Исследовано влияние скорости питающего и проникающего газов, температуры мембранного модуля и влажности на проницаемость МБ по отношению к ацетону, бензолу, толуолу, этилбензолу и ксило-

лу (БТЭК). Представлены измерения проницаемости ацетона и БТЭК через эту МБ и сравнены с литературными данными. Приведено удобное и свободное от калибровки измерение проницаемости МБ на основе полидиметилсилоксана.

34.МБ.82. Аналитическое рассмотрение засорения природными органическими соединениями мембран для микрофильтрации-ультрафильтрации (MF-UF). Ч. 1. In situ определение и модели засорения. Approche analytique integree du colmatage de membranes MF-UF par les matieres organiques naturelles (MON). Partie 1. Caracterisations in situ et modeles de colmatage. *Kecili Karima, Habarou Helene, Suty Herve, Croue Jean-Philippe, Pontie Maxime.* С. г. Chim.. Acad. sci.. Paris. 2006. 9, №9, с. 1178–1191. Англ.

Целью работы явилось улучшенное рассмотрение природы засоряющих материалов и процесса засорения, ответственного за снижение проницаемости, наблюдаемое при фильтрации с помощью мембран (MF и UF) при низком давлении сырой и химически обработанной поверхностных вод с использованием модулей на полых волокнах. Внимание авторов сфокусировано на характеристиках мембран на полых волокнах при работе с сырой поверхностной водой и двух синтетических р-рах, содержащих модельные загрязнители (гуминовые кислоты и алгальные культуры) с большой панелью аналитической аппаратуры, включая новые методы, такие как электронная спектроскопия для химич. анализа, сочетание газовой хроматографии с масс-спектрометрией, атомно-силовая микроскопия, измерение краевого угла и дзета-потенциала и др.

34.МБ.83. Влияние химических реакций на диффузионные явления в цилиндрических системах, связанных с мембранами. The influence of the chemical reactions on the diffusion phenomena in the cylindrical systems bounded with the membranes. *Cherevko K. V., Gavryushenko D. A., Sysoev V. M.* J. Mol. Liq.. 2006. 127, №1–3, с. 71–72. Англ.

Целью работы явилось описание диффузии в мембранной системе, связанной с обратимыми химическими реакциями, в физических терминах. Химические реакции моделировали как межмолекулярные взаимодействия. Термодинамика необратимых процессов была использована для анализа всех процессов. Исследованы системы с цилиндрической симметрией при высоких температурах. Решена проблема обратимости и найдены феноменологические параметры для уравнений химических равновесий. Полученные результаты полностью отличаются от таковых, полученных по линейным теориям. С др. стороны, они находятся в хорошем согласии с экспериментальными результатами для диффузии кислорода в р-ре гемоглобина.

34.МБ.84. Мембрана на основе полимера с молекулярными отпечатками 9-виниладенина для эффективного распознавания растительного гормона ¹H-индол-3-уксусной кислоты. A 9-vinyladenine-based molecularly imprinted polymeric membrane for the efficient recognition of plant hormone ¹H-indole-3-acetic acid. *Chen Changbao, Chen Yanjun, Zhou Jie, Wu Chunhui.* Anal. chim. acta. 2006. 569, №1–2, с. 58–65. Англ.

Методом спектрофотометрии в УФ-видимой области изучен механизм связывания нового функционального мономера для метода получения молекулярных отпечатков 9-виниладенина (I) и растительного гормона ¹H-индол-3-уксусной кислоты (II) в ацетонитриле. На основании полученных данных с использованием II в кач-ве молекулы темплата получена специфическая мембрана (МБ) на основе полимера с молекулярными отпечатками (ПМО) I. С помощью сканирующего электронного микроскопа была визуализирована морфология

полученной МБ-ПМО-I и протестирована селективная проницаемость этой МБ для II, ¹H-индол-3-масляной кислоты (III) и кинетина в экспериментах по разделению и экспериментах по конкурентной диффузии. Результаты показали, что МБ-ПМО-I обладает более высокой транспортной селективностью по отношению к темплатной молекуле II, чем к молекулам III и кинетина; МБ-ПМО-I проявляет более высокую селективную проницаемость по отношению к II, чем МБ-ПМО, полученная с метакриловой кислотой.

34.МБ.85. Зависимость от концентрации и времени взаимодействия хлорпромазина с бислойной липидной мембраной на носителе. Concentration and time dependant behavior of chlorpromazine interaction with supported bilayer lipid membrane. *Liu Xiaohua, Bai Haixin, Huang Weimin, Du Liangwei, Yang Xiurong, Wang Erkang.* Electrochim. acta. 2006. 51, №12, с. 2512–2517. Англ.

Взаимодействие хлорпромазина (ХПЗ) с бислойной липидной (дипальмитоилфосфатидилхолин) мембраной (БЛМ) на электроде из стеклоуглерода исследовано методами ЦВА и переменноточковой импедансной спектроскопии. Экспериментальные данные, основанные на вольтамперном сигнале $Ru(NH_3)_6^{3+}$, связанном с окислением ХПЗ на электроде, указывают на зависимость взаимодействия ХПЗ с БЛМ от концентрации и времени. Под влиянием концентрации ХПЗ происходят три стадии взаимодействия между ними. На первой стадии (низкая [ХПЗ]) БЛМ не влияет на ХПЗ и происходит только проникновение небольших количеств молекул ХПЗ в БЛМ. На второй стадии (промежуточные [ХПЗ]) образуются дефекты в БЛМ из-за проникновения большего количества молекул ХПЗ в БЛМ. В последней стадии (высокие [ХПЗ]) достигается высокое соотношение ХПЗ:липид в БЛМ, приводящее к сольubilизации БЛМ. Время взаимодействия по-разному влияет на эти три стадии.

34.МБ.86. Рабочие характеристики и неустойчивости топливных элементов с протонпроводящей мембраной. *Кадье Ж.-Ж. А., Гарнье Ж.-П., Майе Ж.-П., Рело Ф., Мартемьянов С.* Электрохимия. 2006. 42, №5, с. 525–534. Библ. 26. Рус.

Проведено исследование работы топливных элементов с протонпроводящей мембраной на основе систем H_2/O_2 и H_2 /воздух при различных способах их изготовления. В частности, рассмотрен вопрос устойчивости характеристик топливных элементов при длительной эксплуатации.

34.МБ.87. Влияние толщины мембраны на проводимость нафiona. The effect of membrane thickness on the conductivity of Nafion. *Tsampas M. N., Pikos A., Brosda S., Katsaounis A., Vayenas C. G.* Electrochim. acta. 2006. 51, №13, с. 2743–2755. Англ.

Проводимость полностью гидратированных мембран нафion 112, 1135, 115 и 117 измеряли методом переменноточковой импедансной спектроскопии в симметричных H_2 , Pt/нафion/Pt, H_2 и D_2 , Pt/нафion/Pt, D_2 элементах с полимерной электролитной мембраной (ПЭМ) и в топливных элементах с ПЭМ H_2 , Pt/нафion/Pt, воздух и D_2 , Pt/нафion/Pt, воздух. Обнаружено почти линейное увеличение проводимости (σ) с толщиной (L) мембраны, экспоненциальная зависимость от потенциала и почти линейная зависимость от $R^{1/2}_{H_2}$. Эти и другие наблюдения, включая сильный изотопный эффект при переключении с H_2 на D_2 на аноде, показали, что проводимость нафiona содержит два компонента, один из которых обусловлен миграцией протона в водной фазе, а второй связан с туннелированием протона между соседними сульфогруппами в парах. Наблюдавшаяся почти линейная зависимость σ от L согласуется с механизмом туннелирования протона, но может быть также объяснена существованием слоев с более низкой проводимостью на границах иономера с анодом и катодом.

34.МБ.88. Получение ультрафильтрационных мембран для удаления природных органических веществ на основе полового волокна из полиэфирсульфона. Preparation of poly(ether sulfone) hollow fiber UF membrane for removal of NOM. *Qin Jian-Jun, Cao Yi-Ming, Oo Maung-Htun.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №1, с. 430–435. Англ.

Рассмотрено получение мембран для ультрафильтрации в форме полового волокна формованием из раствора, содержащего полиэфирсульфон (ПЭС) и поливинилпирролидон (ПВП) и N-метил-2-пирролидон при 40 К. Мембраны используют для удаления из растворов гуминовых кислот. Мембраны имеют проницаемость 20×10^{-5} л/(м² час Па). Структура мембран исследована методами электронной микроскопии.

34.МБ.89. Тонкая структура и кристалличность пористых мембран найлон 66, полученных путем инверсии фаз в системе вода/муравьиная кислота/найлон 66. Fine structure and crystallinity of porous Nylon 66 membranes prepared by phase inversion in the water/formic acid/Nylon 66 system. *Lin Dar-Jong, Chang Chi-Lin, Lee Chih-Kang, Cheng Liao-Ping.* Eur. Polym. J.. 2006. 42, №2, с. 356–367. Англ.

Микропористые полимерные мембраны найлона 66 готовили путем инверсии фаз в системе вода/муравьиная кислота/найлон 66. В зависимости от условий осаждения получают мембраны с морфологией, которая отражает последовательность разделения жидкость-жидкость и кристаллизацию. Образцы характеризовали методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа, а также ИКС с Фурье-преобразованием и ДСК.

34.МБ.90. Структура и свойства мезофазы синдиотактического полистирола. VIII. Поведение при сорбции растворителя мезофазных мембран синдиотактический полистирол/п-хлортолуол. Structure and properties of the mesophase of syndiotactic polystyrene. VIII. Solvent sorption behavior of syndiotactic polystyrene/p-chlorotoluene mesophase membranes. *Mahesh K. P. O., Sivakumar M., Yamamoto Y., Tsujita Y., Yoshimizu H., Okamoto S.* J. Polym. Sci. B. 2004. 42, №18, с. 3439–3446. Библ. 19. Англ.

Мембраны из δ -кристаллич. формы синдиотактич. полистирола получены из растворов полимера (1%) в п-хлорстироле методом отливки раствора. Мезофаза получается экстракцией гостевого растворителя. Мембраны использованы для сорбции различных растворителей. Систему характеризовали стандартным набором физико-химич. методов.

34.МБ.91. Массоперенос при осмотической мембранной дистилляции красителя фикоцианин и сока из сладкого лимона. Mass transfer in osmotic membrane distillation of phycocyanin colorant and sweet-lime juice. *Babu Ravindra B., Rastogi N. K., Raghavarao K. S. M. S.* J. Membr. Sci.. 2006. 272, №1–2, с. 58–69. Англ.

Осмотическая мембранная дистилляция - процесс, позволяющий удалить воду из разбавленных водных растворов. Исследовали влияние параметров осмотического обезвоживания на результаты обработки раствора фикоцианина и сока сладкого лимона (*Citrus limetta*). Изучен механизм массопереноса. Установлено, что его тип зависит от размеров пор мембраны. Предложена математическая модель для прогнозирования скорости фильтрования через мембрану. Отмечена хорошая корреляция расчетных и экспериментальных результатов.

34.МБ.92. Синтез, характеристика и сепарационные свойства Sn- и Ti-силикатных мембран со структурой умбита. Synthesis, characterization, and separation properties of Sn- and Ti-silicate umbite membranes. *Sebastian Victor, Lin Zhi, Rocha Joao, Tellez Carlos, Santamaria Jesus, Coronas Joaquin.* Chem. Mater.. 2006. 18, №10, с. 2472–2479. Англ.

Гидротермическим синтезом с использованием подложек из α -Al₂O₃ и TiO₂ получены микропористые мембраны K₂SnSi₃O₉×H₂O и K₂TiSi₃O₉×H₂O с толщиной слоев 5 мкм и структурой умбита. Показана сорбционная селективность мембран при отделении H₂ от N₂, CO₂, C₃H₈. Отмечены недостатки в свойствах мембран, связанные с обратимой гидратацией.

34.МБ.93. Изучение диффузионной подвижности и селективности I-иона в пластифицированной анионо-обменной мембране с использованием радиоследов. Studies on diffusional mobility and selectivity of I⁻ ion in plasticized anion-exchange membrane using radiotracer. *Sodaye Suparna, Suresh G., Pandey A. K., Goswami A.* Radiochim. acta. 2006. 94, №6–7, с. 347–350. Библ. 13. Англ.

Пластифицированная анионо-обменная мембрана приготовлена путем введения жидкого анионообменника-хлорида триоктилметиламмония (“Аликвот-336”) в полимерную матрицу на основе триацетата целлюлозы, пластифицированной с 2-нитрофенилоктиловым эфиром. Отмечено увеличение коэффициента самодиффузии ¹³¹I с ростом содержания пластификатора в мембране. Селективность анионного обмена на ней уменьшается в ряду анионов ClO₄⁻>I⁻>NO₃⁻>Br⁻>Cl⁻>F⁻ в соответствии с рядом Хофмейстера (Hofmeister).

34.МБ.94. Мембранные технологии. *Первов А.* Водоочистка. 2005, №11, с. 23–25. Рус.

Мембраны (МБ) являются наиболее эффективным и универсальным инструментом по очистке воды для самых разнообразных областей применения. Малые домашние мини-системы улучшения качества водопроводной воды предлагает “Ковэй”, являющаяся представителем крупнейшего производителя МБ - фирмы SAEHAN (Южная Корея). Накоплен большой опыт применения систем обратного осмоса в районах Подмосковья при водоснабжении коттеджей. В 2003-2004 гг. МБ SAEHAN использовались параллельно с элементами типа BW-30 LSP (Filmtec), и эксплуатационные характеристики - сходны. В аппаратах типа 8040 МБ SAEHAN даже превосходят мировые образцы как по производительности, так и по селективности.

34.МБ.95. Очистка сточных вод с применением мембранного аэрирования. Experimental and theoretical study of membrane-aerated biofilm reactor behavior under different modes of oxygen supply for the treatment of synthetic wastewater. *Gonzalez-Brambila M., Monroy O., Lopez-Isunza F.* Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, №16, с. 5268–5281. Англ.

В лабораторных экспериментах исследовался метод очистки СВ, в соответствии с которым носителем биопленки являются мембраны, выполненные из газопроницаемых материалов, в частности это могут быть полволоконные мембраны. Аэрирующий газ (воздух или кислород) под давлением подается в их объем и диффундирует к внешней поверхности, на которой фиксируется биопленка, такой способ обеспечивает экономию газа, необходимого для аэрирования. Поскольку в биопленке образуются как аэробные, так и анаэробные зоны, в ней протекают процессы нитри- денитрификации. В опытах модельные СВ содержали ацетат натрия, в одном варианте аэрирующий газ подавался только в мембрану, во втором также в объем с СВ, для обоих вариантов разработаны модели процессов, которые в частности описывают скорость продукции экстрацеллюлярных биополимеров.

34.МБ.96. Очистка сточных вод от производства пищевой продукции с использованием мембран. Duomem®, un procede membranaire adapte aux effluents de l'industrie agroalimentaire. *Guasp Pascal, Vanlaer Stephane, Moreau Benoit.* Eau, ind., nuisances. 2006, №289, с. 29–31. Фр.; рез. англ.

Рекламная публикация. Рекламируется продукция фирмы, производящей мембраны, преимущественно керамические, и комплексное оборудование для очистки концентрированных СВ от переработки сельхозпродукции с производством продуктов питания. Представлено 2 варианта процессов; прямое фильтрование СВ и обработка СВ в мембранных биореакторах с разделением иловой смеси на погружных мембранных модулях. В примере по первому варианту СВ использовалась двухступенчатая схема мембранного фильтрования с предварительной очисткой на первой ступени и глубоким удалением загрязнителей на второй. Поступающие СВ имели ХПК 60000 мг/л, 4000 мг/л после первой ступени и 120 мг/л на выходе, для БПК₅ эти показатели 35000, 2000 и 30 мг/л соответственно и для взвешенных веществ 20000, 200 и 30 мг/л.

34.МБ.97. Исследование свойств пористых мембран из нержавеющей стали с серебряным покрытием, полученным методом химического восстановления. Characterizations of -Ag membrane prepared by sequential electroless deposition. *Lin Wen-Hsiung, Chang Hsin-Fu*. Surface and Coat. Technol.. 2005. 194, №1, с. 157–166. Англ.

Выполнено теоретич. и экспериментальное исследование и определены физико-химич. свойства мембран, изготовленных из пористой нержавеющей стали, и имеющих серебряное покрытие, нанесенное на этот субстрат методом химич. восстановления. Рассмотрена методика изготовления таких мембран и представлены результаты выполненных анализов их структуры и распределения серебра на поверхности и во внутреннем объеме пор таких мембран. Показано, что образовавшийся в процессе химич. восстановления слой серебра имеет одинаковый состав на поверхности и внутри пор субстрата. Рассмотрен механизм протекания процессов диффузии и движения вязких потоков в мембранах рассматриваемого типа.

34.МБ.98. Способ модифицирования углеродных мембран и изготовления углерод-цеолитовых композитов. Modification of carbon membranes and preparation of carbon - zeolite composite membranes with zeolite growth. *Zhang Xiongf, Liu Haiou, Wang Tonghua, Wang Anjie, Yeung King Lun*. Carbon. 2006. 44, №3, с. 501–507. Англ.

Представлен новый способ модификации углеродных мембран с использованием процессов, обеспечивающих образование и рост цеолитов на пористой поверхности графитовых трубок с применением гидротермич. технологии, обеспечивающей синтез углерод-цеолитового композита. Цеолитовая заправка была введена на внутреннюю поверхность трубок с применением раствора этанола, содержащего 1% будущих центров кристаллизации. Показано, что различные виды цеолитов могут образовываться и развиваться на пористой поверхности углеродных трубок в зависимости от вида заправки. Отмечено, что без инициации этого процесса путем введения в состав графита заливок цеолитов, процесс образования цеолитов на поверхности графитовых материалов не происходит. Проведенный анализ структуры таких комплексных мембран показал, что цеолиты образуют на поверхности графитового субстрата однородное покрытие без каких-либо дефектов этих структур.

34.МБ.99. Новые композиционные мембраны на основе сшитой полиакриловой кислоты и пористых полиэтиленовых пленок. Буянов А. Л., Ревельская Л. Г., Боброва Н. В., Ельяшевич Г. К. Высокомолекул. соед.. 2006. 48, №7, с. 1135–1143. Библ. 10. Рус.; рез. англ.

Предложен метод получения новых композиционных МБ свободнорадикальной сополимеризацией акриловой кислоты с

макромолекулярным шшивателем (аллилоксиэтилцеллюлозой) на поверхности пористых ПЭ-ПЛ. Для определения влияния пористой матрицы на свойства композитов исследованы гомогенные гидрогелевые МБ на основе сшитой полиакриловой кислоты. Определены степень набухания и транспортные характеристики МБ при разделении смесей этанол-вода методом перапарации в зависимости от концентрации этанола. Установлено, что все МБ при низких концентрациях этанола (0-30 об.%) имеют высокую степень набухания, которая резко падает в интервале 30-40 об.% в результате коллапса геля. Композиционные МБ имели более высокую селективность по отношению к воде в широкой области концентраций этанола, чем гомогенные МБ, но более низкую производительность. Обнаружено, что прочность и эластичность пористых матрица сохраняется в композиционных МБ, которые благодаря присутствию сшитого компонента становятся механически более изотропными.

34.МБ.100. Характеристики разделения смесей уксусная кислота-вода с использованием мембран на основе привитого сополимера винилового спирта и 4-винилпиридина с помощью методики перапарации и методики эвапомации при разности температур. Separation characteristics of acetic acid-water mixtures by 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, №3, с. 2030–2039, 13 ил.. Библ. 53. Англ.

Разделение смесей уксусная кислота-вода проведено с использованием методик перапарации (ПВ) и эвапомации-пермеации (эвапомации) при разности температур (ТРЭВ). Для процесса разделения 4-винилпиридин был привит на ПВС. Мембраны (МБ) получены из привитого СПЛ способом отливки и сшиты термообработкой. Исследовано влияние состава питающей смеси на характеристики разделения; проведено сравнение технол. характеристик методик разделения. Найдено, что скорости пермеации являются высокими, тогда как факторы разделения высоки в ТРЭВ-методике. МБ давали скорости разделения 0,1-3 кг/м²×ч и факторы разделения 2-61 в зависимости от состава питающей смеси и используемой методики.

34.МБ.101. Получение композитных мембран на основе полых волокон и поливинилиденфторидов, модифицированных полисилоксанами, и их применение для отделения летучих органических веществ. Modified silicone-PVDF composite hollow-fiber membrane preparation and its application in VOC separation. *Zhen Hanfei, Jang Steven M. J., Teo W. K., Li K.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №5, с. 2497–2503. Библ. 12. Англ.

Исследовано получение композитных мембран (МБ) на основе асимметричных поливинилиденфторидных МБ с полыми волокнами при модификации их ПВ тонким слоем полисилоксанов. В оптимальных условиях получают гомогенные и стабильные полисилоксановые слои толщиной 1-2 мкм. Модифицированные МБ применяют для разделения широкого ряда летучих органич. веществ (бензол, хлороформ, ацетон, этилацетат, толуол). Максимальная эффективность разделения составляет >96%.

34.МБ.102. Ультратонкие асимметричные мембраны для разделения газов из модифицированного полиэфирэфиркетона, изготавливаемые с использованием техники инверсии сухой-мокрый. Ultra-thin asymmetric gas separation membranes of modified PEEK prepared by the dry-wet phase inversion technique. *Jansen J. C., Buonomenna M. G., Figoli A., Drioli E.* Desalination. 2006. 193, №1–3, с. 58–65. Англ.

Ультратонкие асимметричные мембраны (МБ) с тонким поверхностным слоем из модифицированного полиэфирэфиркетона изготавливают с использованием техники инверсии сухой-мокрой. При разделении смесей O_2 и N_2 селективность МБ составляет 6 и при разделении смесей CO_2 и CH_4 32. Обсуждено влияние на свойства МБ варьирования экспериментальных условий их получения и толщин поверхностного и подслоя.

34.МБ.103. Адсорбционные и поверхностные свойства традиционных и асимметричных полиэтиленерефталатных трековых мембран, модифицированных полииминном и поливинилпирролидоном. Хохлова Т. Д., Апель П. Ю., Жданов Г. С., Березкин В. В., Васильев А. Б., Мчедлишвили Б. В.. Крит. технол. Мембраны. 2006, №2, с. 11–16. Рус.; рез. англ.

Исследованы адсорбционные и электроповерхностные свойства полиэтиленерефталатных трековых мембран (ПЭТФ-ТМ) с диаметрами пор от 15 нм до 400 нм. Показано, что с увеличением диаметра пор величина отрицательного заряда их поверхности увеличивалась от $-2 \cdot 10^{-3}$ до $-9 \cdot 10^{-3}$ Кл/м². Для снижения адсорбционной активности в отношении биополимеров симметричные и асимметричные ПЭТФ-ТМ модифицировали последовательно полиэтиленимином и поливинилпирролидоном. Модифицирование приводило к резкому снижению величины поверхностного заряда мембран и адсорбции основных и нейтральных белков, а также красителя (родамин 6G).

34.МБ.104. Разделение мультикомпонентных ароматических и алифатических смесей первапорацией через сополимидные мембраны. Separation of multi component aromatic/aliphatic mixtures by pervaporation with copolyimide membranes. Katarzynski D., Staudt-Bickel C.. Desalination. 2006. 189, №1–3, с. 81–86. Англ.

Исследовано разделение мультикомпонентных смесей алифатич. и ароматич. моно-, ди- и трехядерных соединений (триметилбензол, нафталин, фенантрен) первапорацией через сополимидные мембраны (МБ) с вариацией температуры разделения и предобработки МБ. Во всех случаях отмечено протекание шивки МБ. Показано, что при пропускании через МБ ди- и трехядерных ароматич. соединений в определенном интервале температур селективность МБ не уменьшается. На проницаемость МБ влияет ряд др. параметров, в частности длина цепи сшивающего агента, давление и способ предобработки мембраны.

34.МБ.105. Получение и характеристика мембран Nafion 117, модифицированных поли-3,4-этилендиокситиофеном. Formation and characterization of PEDOT-modified Nafion 117 membranes. Li L., Drillet J.-F., Dittmeyer R., Juttner K.. J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, №9, с. 708–713. Англ.

Мембраны Nafion 117 модифицируют тонкими пленками из поли-3,4-этилендиокситиофена (I) проведением контролируемой процессом диффузии полимеризации 3,4-этилендиокситиофена при нанесении I с одной стороны МБ и в качестве окислителя $FeCl_3$ с другой. Исследована проницаемость метанола через модифицированные МБ и проводимость ими ионов в зависимости от температуры и продолжительности полимеризации. Сделан вывод об уменьшении проницаемости по метанолу при сохранении одинаковой проводимости.

34.МБ.106. Исследование сорбционной емкости полимерных мембран в водном растворе сульфата натрия. Лазарев С. И., Кормильцин Г. С., Мамонтов В. В., Ковалев С. В.. Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2006. 49, №8, с. 100–102, 134. Рус.; рез. англ.

В статье приведены экспериментальные данные влияния температуры и концентрации раствора сульфата натрия на

концентрации растворенного вещества в полимерных МБ “Таммел”, “Владипор”, ОПМ-К, ESPA и МГА-95. Исследования проведены при изменении концентраций сульфата натрия в исходном растворе от 0,5 кг/м³ до 5 кг/м³ и при температурах 20, 30, 40, 50°. Установлено изменение концентрации растворенного вещества в МБ при изменении концентрации исходного раствора сульфата натрия и температуры.

34.МБ.107. Исследование реакций в топливных ячейках с композитными микроэлектродами и твердыми полимерными мембранами в качестве электролитов. II. Вольтамперометрическое исследование окисления метанола на границе раздела фаз наноструктурированных платиновых микроэлектродов и мембран Nafion. Solid polymer electrolyte membrane composite microelectrode investigations of fuel cell reactions. II. Voltammetric study of methanol oxidation at the nanostructured platinum microelectrode|Nafion® membrane interface. Jiang Junhua, Kucernak Anthony. J. Electroanal. Chem.. 2005. 576, №2, с. 223–236. Англ.

Проведено вольтамперометрич. исследование при разных температурах окисления метанола на границе раздела фаз наноструктурированных платиновых микроэлектродов и мембран Nafion. Проанализировано протекание окисления в отсутствие водного электролита и влияние на процесс адсорбированного платиной метанола при разных напряжениях в ячейке.

34.МБ.108. Получение и электрохимические характеристики полиэлектролитных мембран на основе смесей сополимера акрилонитрила и стирола - сополимер винилиденфторида и гексафторпропилена. Preparation and electrochemical characteristics of polymer electrolyte membranes based on SAN/PVDF-HFP blends. Tang Ding-guo, Qi Lu, Ci Yun-xiang. Chin. J. Polym. Sci.. 2006. 24, №2, с. 213–220. Англ.

ПЛ акрилонитрила и стирола (САН) синтезирован способом эмульсионной полимеризации. Новые полиэлектролитные мембраны (МБ), отлитые из смесей поливинилиденфторида (ПВДФ), САН и колл. диоксида кремния, являются микропористыми и могут быть использованы в батареях системы полимер - ионы лития. МБ обнаруживает отличные характеристики, такие как ионная проводимость, и хорошую мех. прочность, когда массовое отношение между САН, СПЛ винилиденфторида и гексафторпропилена и SiO_2 составляет 3,5:31,5:5. Ионная проводимость МБ, замоченной в жидк. электролите состава 1 моль/л $LiPF_6$ в смеси этиленкарбоната диметилкарбоната и диэтилкарбоната, составляет $4,9 \times 10^{-3}$ См/см при 25°. МБ является электрохимически стабильной вплоть до 5,5 В против Li^+/Li в жидк. электролите. Исследовано влияние SiO_2 -содержания на пористость и мех. прочность МБ. Проведена сборка батарей системы полимер - ионы лития на основе МБ, исследованы их рабочие характеристики.

34.МБ.109. Регулирование структуры и ориентации гексагонально упорядоченных мезопористых каналов в “гостях” мембран на основе анодного оксида алюминия: изучение методом двумерного малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. Tuning the structure and orientation of hexagonally ordered mesoporous channels in anodic alumina membrane hosts: a 2D small-angle X-ray scatterings study. Platschek Barbara, Petkov Nikolay, Bein Thomas. Angew. Chem. Int. Ed.. 2006. 45, №7, с. 1134–1138. Англ.

Для получения мембран использован метод самосборки упорядоченных нанокмозитов кремнезем/поверхностно-активное вещество (ПАВ) в каналах мембран на основе анодного оксида алюминия (МБ-АОА). Полученные МБ-АОА исследованы методом двумерного малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. Эти МБ-АОА показали почти

гексагональную упаковку вертикальных пор с диаметрами в диапазоне 120–200 нм; синтетические смеси, содержащие кремнеземный прекурсор и СТАВ, P123 или Brij56 (ПАВ) в кач-ве структурообразующих агентов, были введены в поры АОА путем пропитки МБ при комнатной температуре.

34.МБ.110. Влияние пироуглеродной модификации на физико-химические характеристики поверхности пор и транспортные свойства неорганических мембран. *Солдатов А. П., Родионова И. А., Паренаго О. П.* Ж. физ. химии. 2006. 80, №3, с. 500–506. Рус.

С использованием методов рентгенографии (РФЭС)₂ и РЭМ исследована структура кристаллитов пироуглерода, нанесенных на поверхность поровых каналов композиционных неорганич. мембран (TiO₂ на пористой стали) фирмы “TRUMEM”. Рентгенографически показано, что решетка кристаллитов пироуглерода с размером L_c=40,0 нм обладает гексаг. симметрией с d₀₀₂=3.368 Å. Нанесение кристаллитов пироуглерода с L_c до 1,5 нм идентифицировано методами РФЭС и РЭМ. Установлено, что покрытие поровых каналов мембран пироуглеродом приводит к уменьшению плотности электр. заряда их поверхности в ≈5,5 раза. Для исходной и модифицированной пироуглеродом мембран, имеющих аналогичную пористую структуру, получены температурные зависимости коэф. гидродинамич. проницаемости (ГДП) при течении через них полярных и неполярных флюидов. Рассчитаны электростатич. сила и энергия взаимодействия молекул этанола с поверхностью пор и между собой и проведено сравнение полученных значений с энергией водородной связи О-Н××О. Установлено, что основной причиной формирования адсорбционных слоев спирта является образование водородных связей между его молекулами и атомами О на поверхности пор.

34.МБ.111. Электрическое спектроскопическое изучение двух новых силоксановых протонпроводящих мембран. *Electrical spectroscopy studies of two new siloxanic proton conducting membranes. Di Noto Vito, Vittadello Michele, Zago Vanni, Pace Giuseppe, Vidali Maurizio.* Electrochim. acta. 2006. 51, №8–9, с. 1602–1610. Англ.

Проводимость двух новых силоксановых мембран (СМ) изучена в интервале 5°C ≤ T ≤ 145°C для исходных и гидратированных СМ. Одна СМ (I) была гидратирована до 33,12%, а вторая СМ (II) - до 27,76%. Для этих СМ получена зависимость типа Аррениуса в интервале 1,6×10⁻⁴ ≤ σ_{II} ≤ 2,3×10⁻³ См/см и 1,3×10⁻⁵ ≤ σ_I ≤ 2,9×10⁻⁴ См/см. При 125°C наблюдались проводимости 2×10⁻³ См/см для I и 2×10⁻⁴ См/см для II. Для изучения механизма проводимости использован метод электрической спектроскопии в интервале частот от 40 Гц до 10 МГц. Обе СМ показали присутствие в низкочастотной области β-релаксацию (10² ≤ f_β ≤ 10⁴ Гц), связанной с динамикой сульфоновой боковой цепи. Измеренная энергия активации этой молекулярной динамики ≈ 30 кДж/моль и соответствует типичной энергии взаимодействия водородного связывания. Энергии активации, определенные из измерений проводимости составили 12 и 14 кДж/моль для I и II, соответственно. Показано, что на протонную проводимость сильно влияет динамика боковой цепи, а миграция заряда происходит через ионный захват между различными областями, состоящими из микрокластеров гидратированной воды, координированной полярными сульфоновыми группами боковых цепей. Сравнение энергий активации и величин проводимости показало, что в этих СМ проводимость пропорциональна концентрации сульфоновых групп. Показано также, что эти виды мембран с высокой концентрацией SO₃H необходимы для получения материалов с высокой протонной проводимостью с сохранением емкости по воде до 145°C.

34.МБ.112. Усиленный поток воды при концентрировании фруктового сока: сдвоенный процесс осмотического испарения и мембранной дистилляции. *Enhanced water flux in fruit juice concentration: Coupled operation of osmotic evaporation and membrane distillation. Belafi-Bako K., Koroknai B. J.* Membr. Sci.. 2006. 269, №1–2, с. 187–193. Англ.

Разработан мембранный процесс, при котором оба раствора в мембранном контакторе термостатируются отдельно: осмотический раствор является “холодной стороной”, а раствор, который подвергается концентрированию, является “горячей стороной”. Таким образом, создается усиленный водный поток, так же возникают движущие силы.

34.МБ.113. Иницируемый окислением-восстановлением перенос ионов меди в эмульсионной жидкой мембранной системе. *Redox-driven transport of copper ions in an emulsion liquid membrane system. Matsumiya Hiroaki, Yatsuya Yosuke, Hiraide Masataka* (Department of Molecular Design and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603, Japan). Anal. and Bioanal. Chem.. 2006. 385, №5, с. 944–947. Англ.

Описан новый тип разделения в эмульсионной жидкой МБ под действием окисления-восстановления. Миллиграммовые количества Cu²⁺ в 0,2М HCl восстанавливали в Cu⁺ в присутствии 1М аскорбиновой кислоты. Раствор меди эмульгировали смесью толуола и н-гептана с использованием сорбитанмоноолеата в качестве эмульсификатора. Полученную эмульсию “вода в масле” диспергировали в 0,2М HCl, содержащей H₂O₂ и неocupроин, путем взбалтывания в течение 10 мин. Cu из внутренней водной фазы селективно переносили во внешнюю с сохранением во внутренней фазе других тяжелых металлов. После сбора диспергированных эмульсионных глобул их деэмульсифицировали нагреванием, и металлы в выделенной водной фазе определяли методом ААС с возбуждением в графитовой печи. Примеси в меди определяли на уровне 0,01%.

34.МБ.114. Определение нитрата с использованием анионообменной мембраны и инфракрасной спектроскопии в средней области. *Nitrate determination using anion exchange membrane and mid-infrared spectroscopy. Linker Raphael, Shaviv Avi* (Faculty of Civil and Environmental Engineering, Division of Environmental, Water and Agricultural Engineering, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel). Appl. Spectrosc.. 2006. 60, №9, с. 1008–1012. Библ. 14. Англ.

Обсуждена эффективность применения комбинации анионообменных МБ и ИКС с преобразованием Фурье в средней области для прямого определения нитратов в водных растворах и паст на основе почв. Наибольшая точность предсказаний достигнута в спектральной области ~1040 см⁻¹. Не отмечено влияния на сорбцию нитратов со стороны карбоната, фосфата и сульфата или соотношения почва/вода в пасте. Показана хорошая предсказательная способность модели, отградуированной только при использовании образцов с низким и средним содержанием карбонатов, для почвы с очень высоким их содержанием. Хотя эффективность метода ограничена сорбц. емкостью ионообменной МБ, при соотношениях почва/вода 1:2-2:1 количества почвы и воды м. б. подогнаны для обеспечения необходимой загрузки мембраны.

34.МБ.115. Экстракция под действием микроволн полибромированных дифениловых эфиров и полихлорированных нафталинов, сконцентрированных на полупроницаемых мембранных устройствах. *Microwave-assisted extraction of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated*

naphthalenes concentrated on semipermeable membrane devices. *Yusa V., Pastor A., De la Guardia M.* Anal. chim. acta. 2006. 565, №1, с. 103–111. Англ.

Для экстракции полибромированных дифениловых эфиров (ПДЭ) и полихлорированных нафталинов (ПХН), отобранных на полупроницаемых мембранных устройствах для последующих определений сочетанием методов ГХ и тандемной МС, использовали МВ обработку. Оптимизацию проводили с помощью двухуровневого факториального дизайна 2^3 . При использовании 60 мл смеси (1:1) ГК - ацетон, 85°C, времени экстракции 1 мин и двух циклов степени извлечения для ПДЭ и ПХН составили 72-91 и 96-103% соотв. Описанный метод в 300 раз быстрее традиц. диализа.

34.МБ.116. Селективное детектирование бензола в воде в присутствии фенола при помощи дифференциального спектрометра подвижности с активной мембраной и ультрафиолетовой фотоионизацией. The presumptive detection of benzene in water in the presence of phenol with an active membrane-UV photo-ionisation differential mobility spectrometer. *Kanu Abu B., Thomas C. L. Paul.* Analyst. 2006. 131, №9, с. 990–999. Англ.

Для селективного определения микроколичеств бензола в воде в присутствии сравнимых с ним количеств фенола применен новый метод дифференциальной спектрометрии подвижности с использованием активной мембраны и УФ-фотоионизации.

34.МБ.117. Применение “мембранной инженерии” для биоэлектронных идентификационных клеточных сенсоров в сверхчувствительном детектировании пероксидного радикала.: Новый биосенсорный принцип. Application of “membrane-engineering” to bioelectric recognition cell sensors for the ultrasensitive detection of superoxide radical: a novel biosensor principle. *Moschopoulou Georgia, Kintzios Spiridon.* Anal. chim. acta. 2006. 573-574, с. 90–96. Англ.

Описан новый гибридный тип электрофизиологич. сверхчувствительного сенсора пероксидного аниона $O_2^{\cdot-}$, основанный на созданных с помощью технологии “мембранной инженерии” клетках млекопитающих, иммобилизованных в альгинатной матрице. ПРО для радикала достигает 100 пМ. Сенсор стабилен в течение 4 месяцев при комнатной температуре и пригоден для контроля сверхнизких концентраций свободных радикалов и окислительных агентов.

34.МБ.118. Эффекты окружения в домене спирали II [белка] приона: взаимодействие меди (II) и мембраны с [фрагментом] PrP 180-193 и его аналогами. Environmental effects on a prion's helix II domain: Copper(II) and membrane interactions with PrP180-193 and its analogues. *Grasso Domenico, Grasso Giulia, Guantieri Valeria, Impellizzeri Giuseppe, La Rosa Carmelo, Milardi Danilo, Micera Giovanni, Osz Katalin, Pappalardo Giuseppe, Rizzarelli Enrico, Sanna Daniele, Sovago Imre*(Università di Catania, Dipartimento di Scienze Chimiche Viale Andrea Doria 6, 95125 Catania Italy). Chem. Eur. J.. 2006. 12, №2, с. 537–547. Библ. 49. Англ.

Описаны результаты изучения конформац. поведения, координации с медью и способности разрушать модельные мембраны синтезированных твердофазным методом модельных структур: фрагмента 180-193 и его аналогов для белка приона, участвующего в развитии ряда патологич. состояний человека. Используются методы МС, КД-, ЭПР- и УФ-видимой спектроскопии. Показано, что фрагмент 184-188NH₂ является наиболее разумной моделью для взаимодействия металлов с доменом спирали II. Обсуждается биологич. значение полученных результатов.

34.МБ.119. Получение чистого водорода (с помощью электролиза на протонообменной мембране) как энергоносителя. Pure hydrogen production by PEM electrolysis for hydrogen

energy. *Grigoriev S. A., Porembsky V. I., Fateev V. N.* Int. J. Hydrogen Energy. 2006. 31, №2, с. 171–175. Англ.

Интенсивное развитие топливных элементов, в особенности основанных на протонообменной мембране, где необходим чистый водород, стимулирует развитие электролизеров для будущих применений в водородной энергетике и технологии. По мнению авторов протонообменные мембраны очень перспективны для этой цели. Рассматриваются преимущества и возможные области применения электролизеров такого типа по сравнению с другими. Обобщены последние результаты в развитии протонообменных электролизеров.

34.МБ.120. Стабильные и прочные полимерные нанотрубки из полимерсомеров. Stable and robust polymer nanotubes stretched from polymersomes. *Reiner Joseph E., Wells Jeffrey M., Kishore Rani B., Pfefferkorn Candace, Helmersen Kristian.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2006. 103, №5, с. 1173–1177. Библ. 30. Англ.

Описан метод получения нанотрубок прямым вытягиванием с использованием мембран из полимерсомеров, в качестве которых применяют амфифильные блок-СПП, напр., полибутадиен-*b*-этиленоксид. Нанотрубки стабилизируют хим. сшиванием. Материал устойчив при использовании в оптических приборах и имеет перспективы применения в биотехнологии.

34.МБ.121. Получение мембран для производства кислорода из полых волокон керамики LSCF методом инверсии фаз и спекания. Preparation of LSCF ceramic hollow-fiber membranes for oxygen production by a phase-inversion/sintering technique. *Tan Xiaoyao, Liu Yutie, Li K.*(Соединенное Королевство, University of London). Ind. and Eng. Chem. Res.. 2005. 44, №1, с. 61–66. Англ.

Мембраны из полых волокон керамики со смешанной оксидно-электронной проводимостью $La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$ (LSCF) получены методом инверсии фаз и спекания. Волокна вытягивали из исходного раствора, содержащего 66,33% порошка LSCF, 6,63% связующего (полиэфир сульфата), 0,5% добавки поливинилпирролидона и 26,54% N-метилпирролидона, и затем спекали при 1100-1280°C (4 ч) для получения газонепроницаемых мембран. Полученные мембраны имели асимметричную структуру типа “сэндвича”, в которой губчатый материал располагался между двумя стержневидными структурами внутренней и внешней поверхностей стенок волокон. Проникновение потока кислорода через мембраны измеряли при разных температурах и разном парциальном давлении нисходящего кислорода. Установлено, что поток кислорода через волоконные мембраны больше, чем через обычные дисковые или трубчатые LSCF мембраны, и это, возможно, связано с меньшей толщиной и пористостью внутренней поверхности полученных мембран. При определении кислородной проницаемости через мембраны очень важную роль играет рабочая температура. Если рабочая температура выше 700°C, проницаемость кислорода резко возрастает в результате упорядочения - разупорядочения кислородных вакансий.

34.МБ.122. Межповерхностные свойства на границе масло-вода фракции вакуумного остатка сырой нефти. Часть X. Свойства тонкой жидкой мембраны масло-вода, образованной фракциями вакуумного остатка из легких сырых нефтей Daqing и Ирана. *Peng Bo, Li Hong-yan, Zhang Lu, Zhao Sui, Li Ming-yuan.* Shiyou xuebao. Shiyou jiaogong=Acta petrol. sin. Petrol. Process. Sec.. 2005. 21, №4, с. 91–98, 2 ил., табл. 9 ил.. Библ. 11. Кит.; рез. англ.

При изучении применен метод МВ из сдвоенного липидного слоя. Проанализированы модели разрушения МБ, подчерк-

нута роль состава масляной и водной фаз, а также влияние добавок поверхностно-активных веществ.

34.МБ.123. ЭИС изучение потенциометрических мембран, селективных к Ca^{2+} , применяющих новый ионофорный антибиотик тетраоназин. EIS study of potentiometric membranes selective to Ca^{2+} employing the new ionophoric antibiotic tetronasin. *Calvo D., Bartroli J., del Valle M.* Electrochim. acta. 2006. 51, №8–9, с. 1569–1575. Англ.

Тетраоназин использован для конструирования потенциометрических сенсоров, чувствительных к ионам кальция. Наблюдаемый сигнал является супер-нернстовским и зависит от pH - оптимум при pH 5,0 (чувствительность 65 мВ/порядок). В оптимальной ПВХ мембрана содержались: 1% ионофора, 0,2% анионных мест, 66% о-нитрофенилоктилэфира и 33% ПВХ. Исследования методом электрохимической импедансной спектроскопии в интервале 50 кГц - 0,05 Гц показали, что электрохимическая система не ограничена переносом заряда или медленной диффузией. Единственная полуокружность, наблюдавшаяся на соответствующих кривых Найквиста, переходит в объемное сопротивление ниже 700 кОм с геометрической емкостью 98 лкФ (для 10^{-3} М CaCl_2 раствора).

34.МБ.124. Выделение хлопкового белка из сыворотки с помощью ультрафильтрационных мембран. *Cui Zhi-qin, Wang Zhi-xiang, Shi Mei-ren* (College of Pharmaceutics, China Pharmaceutical University, 210009 Nanjing, China). Zhongguo youzhi=China Oils and Fats. 2006. 31, №1, с. 45–47. Библ. 6. Кит.; рез. англ.

Выделение растворимых белков из сыворотки после осаждения основного белка хлопковых семян проводили с помощью мембран. Минимальное количество растворенного белка проходит через мембрану в ИЭТ (pH 5). Поэтому работу следует проводить при значениях pH, отличающихся от ИЭТ. Количество белка, проходящего через мембрану, увеличивается при увеличении давления от 0,025 до 0,09 МПа. При увеличении температуры скорость выделения белка увеличивается. Скорость фильтрации снижается при увеличении времени и остается неизменной только в течение 20–30 мин.

34.МБ.125. Шланговые запорные и мембранные вентили от фирмы Franz Durholdt GmbH. Schlauch-Quetschventile und Schlauch-Membranventile von der Franz Durholdt GmbH. Aufbereit. Techn.. 2006. 47, №4, с. 49, 2 ил.. Нем.; рез. англ.

Данные вентили производит фирма Franz Durholdt (Германия). Изделия изготавливают в соответствии с размерами DN 15–300 с фланцевым присоединением на PN 10 и, частично, в нижней области условных проходов также с муфтовыми соединениями с различными материалами корпусов (серый чугун, легкие металлы, нержавеющая сталь и пластмассы). Износо- и коррозионностойкие элементы уплотнений выполняют из натурального или синтетического каучука устойчивых, и при работе с продуктами, к температурам выше 200°C. Стандартное рабочее давление допускается до 6 бар. Описывается устройство шланговых запорных и мембранных вентилях.

34.МБ.126. Удаление хлорида натрия с использованием керамической мембраны для ультрафильтрации. Sodium chloride rejection by a UF ceramic membrane in relation to its surface electrical properties. *Narong P., James A. E.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 49, №2, с. 122–129. Библ. 21. Англ.

Отмечается, что для обессоливания морской воды наиболее эффективным является метод обратного осмоса, однако эти мембраны имеют высокую стоимость и необходимые высокие значения трансмембранных давлений связаны со значительными энергозатратами. В лабораторных условиях исследовался метод обессоливания воды в процессе ультра-

фильтрации (УФ), при этом использовалась керамическая мембрана. Опорный слой выполнялся из активированного оксида алюминия с порами 1,2 мкм и фильтрующий из диоксида титана поры 5 нм, внутренний/внешний диаметры модуля 6,67/10 мм, длина 131 мм, трансмембранное давление не выше 5 бар, рабочая поверхность $2,75 \times 10^{-3}$ м². Максимальная эффективность задержания хлорида натрия из модельного раствора составила 45% при исходной концентрации 10^{-3} моль, давлении 2,5 бар, и pH 3,0, величина дзета-потенциала при этом равнялась 2,7 мВ.

34.МБ.127. Перспективы применения мембранных технологий в системах водоснабжения. *Белогорский А. А., Лапишин В. К.* Пиво и напитки. 2006, №2, с. 74–76. Рус.

Современные мембранные технологии, применяемые для водоснабжения и водоотведения, включают 4 вида: микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и гиперфильтрацию (обратный осмос). Мембраны (МБ) этих видов отличаются размером пор и соотв. размером задерживаемых примесей. Приведены основные параметры и характеристики различных видов мембранной фильтрации. Все виды выполняются под давлением, чем меньше размер пор МБ, тем выше давление. Все виды МБ имеют определенные требования к качеству входной воды и нуждаются в периодич. промывке и очистке, в т. ч. химически усиленной очистке. К настоящему времени в мире реализованы десятки крупных проектов по подготовке питьевой воды и обработке муниципальных и промышленных вод (производительность станций от 1000 до 100000 м³/сут). К основным факторам, стимулирующим внедрение мембранных технологий, можно отнести безопасность питьевой воды, возросшие требования к качеству обработки сточных вод, стремительный рост водопотребления и необходимость модернизации существующего оборудования водоснабжения.

34.МБ.128. Керамические мембраны. *Keramische Membranen. Bolduan Peter.* WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2006, №7–8, с. 24–26. Нем.

Рекламная публикация, рекламируются мембраны, предназначенные для использования в различных технологиях очистки СВ. Сообщается, что керамические мембраны (КМ) изготавливаются на базе оксида алюминия; могут быть одноканальные и многоканальные мембраны. Сообщается также, что КМ обладают высокой механической прочностью, устойчивы относительно абразивных частиц, присутствующих в СВ, они обладают также химической устойчивостью к кислым/щелочным СВ, в том числе при повышенной температуре. Приводится пример использования КМ для очистки СВ от прачечной с расходом 100 м³/сут, общая поверхность КМ составляла 56,4 м², удельные энергозатраты на очистку СВ 4 кВтч/м³, при этом в процессе возвращалось около 80% сточных вод.

34.МБ.129. Мембранный биореактор. *Membranbelebungsanlage in Spanien. Hackner Torsten.* WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2006, №7–8, с. 55–56. Нем.

Рекламная публикация. Рекламируется конструкция мембранного биореактора, его особенностью является то, что мембранные модули находятся не в статическом состоянии, а размещены на полых дисках вращающегося ротора, в приводимом примере ротор содержит 3 таких диска, мембранные модули установлены с обеих сторон диска. Фильтрат из полости диска удаляется вакуумированием, в центре каждого диска имеется круглое отверстие, через отверстие проходит неподвижная труба, снабженная перфорациями. Этот узел предназначен для промывки мембран, в трубу периодически под давлением подается фильтрат, поток которого регенери-

рует поверхность мембран. В приводимых примерах производительность реакторов составляла от 780 до 2000 чел. экв.

34.МБ.130. Применение мембран в системах для очистки сточных вод. Membranen in groSStechnischen Anlagen. *Theilen Ulf.* WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2006, №7–8, с. 8–16. Библ. 9. Нем.

Рассматривается практика применения систем для биоочистки СВ с разделением иловой смеси на мембранах (мембранные биореакторы, МБР). Сообщается, что при этом используются преимущественно трубчатые керамические модули и половолонные мембраны для микро- и ультрафильтрации, чаще всего применяются погружные мембранные модули с удалением фильтрата вакуумированием. Сообщается об испытаниях схемы, в которой МБР дополняется ступенью денитрификации, она включается перед МБР, иловая смесь в нее возвращается по контуру циркуляции из МБР и на ее вход подаются поступающие СВ. Также указывается на тенденцию увеличения мощности систем с МБР, так, в Катаре эксплуатируются сооружения с производительностью 60000 м³/сут и в США 118000 м³/сут.

34.МБ.131. Мембранные установки для очистки сточных вод в контейнерном исполнении. Membranbelegung per Container. *Richter Steffen.* WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2006, №7–8, с. 57–59. Нем.

Указывается, что существует потребность в системах для биоочистки СВ, имеющих мобильное исполнение, в частности, воинские подразделения армии ФРГ могут передислоцироваться в пределах территории страны, а также могут находиться за ее пределами, при этом в местах временной дислокации централизованные системы канализования/очистки СВ как правило отсутствуют. Сообщается о производстве установок для очистки СВ на базе мембранных биореакторов, из производительность составляет от 300 до 3000 чел. экв, расчетная температура окружающей среды от -32 до +49°C, все оборудование располагается в стандартных контейнерах и оперативно монтируется на месте. В приводимом примере конструктивный модуль имел габариты 390×525×1065 мм, поверхность мембран для ультрафильтрации 22,1 м², сухой вес мембранного модуля 38 кг.

34.МБ.132. Ультразвуковое исследование мембран из глины. Ultrasonic investigation of ceramic clay membranes. *Laux D., Ferrandis J. Y., Bentama J., Rguiti M.* Appl. Clay Sci.. 2006. 32, №1–2, с. 82–86. Англ.

Изготовлены глинистые мембраны, содержащие различный процент угля до спекания, для получения различной объемной пористости. Используя эхографич. технику, продольную скорость УЗ и затухание измеряли при содержании угля от 0% до 20%. Полученные результаты, сравненные с измерением пористости, показали, что существует простая зависимость между пористостью и параметрами УЗ. Кроме того, аномальные характеристики одной партии мембран были обнаружены УЗ-методом, что было также подтверждено и классическим измерением пористости (методом тройного взвешивания). Линейная зависимость скорости УЗ от пористости получена для образцов, содержащих 38–60% пористости.

34.МБ.133. Перенос кислорода через плотную проницаемую мембрану La_{0,6}Sr_{0,4}Fe_{0,8}Co_{0,2}O_{3-δ} (LSFCO) перовскитного типа. Oxygen transport through dense La_{0,6}Sr_{0,4}Fe_{0,8}Co_{0,2}O_{3-δ} perovskite-type permeation membranes. *Diethelm Stefan, Van Herle Jan.* J. Eur. Ceram. Soc.. 2004. 24, №6, с. 1319–1323. Англ.

Исследовали параметры, определяющие суммарный поток кислорода через проницаемую мембрану. Электрохимич. методом в сочетании с импедансной спектроскопией определена

зависимость от температуры химич. диффузии (D^δ) и коэф. поверхностного обмена кислорода k⁰ в LSFCO. Типичные значения D^δ=1,7×10⁻⁵ см²/с и k^δ=3,6×10⁻⁴ см/с на воздухе при 900°C. Эти значения сравниваются с литературными данными по изотопному обмену ¹⁸O/¹⁶O. Измерения проницаемости кислорода выполнены также на том же материале в градиенте воздух/Ag в интервале 800–1000°C. При 900°C поток кислорода через мембрану толщиной 1,53 мм равен 8,0×10⁻⁸ моль/(см²×с). Измеренные значения потока сопоставлены с расчетными, полученными на основе D^δ и k^δ из уравнений закона Фика. Сравнение показало, что поток определяется объемной диффузией и поверхностным обменом даже при таких толстых мембранах и кажущийся k^δ значительно изменяется от одного эксперимента к другому.

34.МБ.134. Синтез и свойства неорганических мембран и их применение. Synthesis and characterization of inorganic membranes and applications. *Agoudjil N., Benmouhoub N., Larbot A.* Desalination. 2005. 184, №1–3, с. 65–69. Англ.

Исследован процесс синтеза и свойства мембран, полученных из керамич. материалов и обладающих большими достоинствами перед промышленными мембранами из органич. полимеров. Неорганич. мембраны очень устойчивы к различным растворителям и очень успешно работают в жестких условиях процесса разделения. Полученные результаты дают основание для широкого использования синтезированных мембран. Среди разработанных способов получения золь-гель процесс наиболее подходит для получения тонких пористых слоев с контролируемой пористостью. Синтез геля основан на реакциях гидролиза-конденсации с непосредственным образованием из молекулярных прекурсоров оксидной сетки за счет образования химич. связей в растворе. Контролирование золь-гель перехода и термич. разложения позволило синтезировать смешанные оксиды ZrO₂-SiO₂. Результаты показали большую перспективность неорганич. мембран для разделения газов и очистки сточных вод. Микрофильтрация и ультрафильтрация перспективны для получения питьевой воды, так как эти мембраны могут удалять бактерии и очищать воду за одну стадию. Исследованы структурные характеристики с помощью дифференциально-термич. анализа, ИК-спектроскопии, рентгеновской дифрактометрии и адсорбции-десорбции азота. Определены изменения удельной поверхности, объема и диаметра пор в зависимости от температуры. Сканирующая электронная микроскопия показала наличие однородных слоев без растрескивания.

34.МБ.135. Получение электрофоретическим осаждением тонких и плотных покрытий из кобальтита La на пористых трубчатых подложках из Al₂O₃. Preparation of thin and dense lanthanum cobaltite coating on porous tubular alumina supports by electrophoretic deposition. *Negishi Hideyuki, Oshima Norio, Haraya Kenji, Sakaki Keiji, Ikegami Toru, Idemoto Yasushi, Koura Nobuyuki, Yanagishita Hiroshi* (Япония, Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology AIST). Nippon seramikku kyokai gakujutsu ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap.. 2006. 114, №1325, с. 36–41. Библ. 20. Англ.

Исследовали возможность использования EPD для получения тонких и плотных керамич. покрытий на неэлектронно-проводящей пористой трубчатой керамике. Материал La_{0,8}Sr_{0,2}Co_{0,8}Sr_{0,2}O_{3-δ} (LSCF) использовали в качестве осаждаемого материала на подложку в виде пористой трубки из Al₂O₃. Метанол (MeOH) использовали в качестве диспергирующей среды для порошка LSCF, частицы которого положительно заряжались в MeOH. Для получения равномерного слоя методом EPD катод помещали в пористой трубке из Al₂O₃, внутри

которой находился MeOH, при этом катод не имел контакта с ванной для EPD. После 10 мин. EPD при 100 В получено толстое равномерное покрытие (30 мкм, 200 г/м²) из LSCF-порошка. После 5 ч спекания при 1500°C получена плотная мембрана толщиной 20 мкм.

34.МБ.136. Технология выделения и утилизации CO₂ мембранноабсорбционным гидридным способом. *Мано Хироси.* Denki hyoron=Elec. Rev.. 2006. 91, №4, с. 56–57. Яп.

34.МБ.137. Анализ получения композитных мембран с Pd и его сплавом способом химического осаждения. *Meng Chun-ying, Wang Lan-zhi, Hou Kai-hu*(Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China). Daqing shiyou xueyuan xuebao=J. Daqing Petrol. Inst.. 2006. 30, №2, с. 57–60, 148. Библ. 22. Кит.; рез. англ.

Описаны ряд композитных мембран (МБ) с Pd и его сплавом и некоторые методы получения Pd пленок, в том числе усовершенствованным способом химич. осаждения. Анализируют факторы, влияющие на характеристики МБ и скорость осаждения Pd, такие, как способ активирования, восстановитель, состав ванны для осаждения, температура осаждения и микроструктура носителя.

34.МБ.138. Имобилизация растворимого протеина мембраны из яичной скорлупы на поверхности полиэтиленовой пленки: влияние на культуру NIH3T3 in vitro. *Immobilization of soluble eggshell membrane protein on polyethylene film surface: effect on the culture of NIH3T3 in vitro.* *Yi Feng, Li Qiang, Guo Zhao-Xia, Yu Jian.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №4, с. 1340–1345, 5 ил., табл. 2 ил.. Библ. 12. Англ.

ПЭ-пленку модифицируют путем комбинирования плазменной обработки и иммобилизации растворимого протеина мембраны из яичной скорлупы (РЯП). Измерения контактного угла, ИК-спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия подтверждают, что РЯП плотно прилипает к поверхности ПЭ-пленки. Фибробласты мыши типа 3T3 используют в качестве модельных клеток, чтобы оценить биосовместимость поверхностей ПЭ-пленок перед и после модификации. Плазменная предв. обработка внедряет полярные группы на поверхность, способствуя прочной иммобилизации РЯП. Гидрофильность поверхности ПЭ-пленки, модифицированной путем комбинирования плазменной обработки и РЯП-иммобилизации, увеличивается, о чем свидетельствуют измерения контактного угла, а биосовместимость поверхности значительно улучшается, как показано клеточной культурой. Поверхность модифицированного материала м. б. упрочнена ополаскиванием 10%-ной уксусной кислотой (хороший растворитель РЯП), что может считаться преимуществом в плане дальнейшего применения в качестве биоматериала.

34.МБ.139. Эффекты изменения параметров поляризации характеристик мембран МФ-4СК, модифицированных полианилином. *Лоза Н. В., Березина Н. П., Кононенко Н. А., Шкирская С. А.* Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. н. Прил.. 2006, №2, с. 51–58. Библ. 14. Рус.; рез. англ.

Изучены поляризац. характеристики композитных мембран типа “полимер в полимере” для выявления воздействия ароматич. цепей полианилина на электрохим. поведение сульфокатионитовой перфторир. мембраны МФ-4СК. Получены новые эффекты на вольтамперных характеристиках композитных мембран ПАН/МФ-4СК, имеющих смешанный электронно-ионный характер проводимости. Эффект существенного смещения потенциалов наступления сверхпредельного состояния объяснен морфологич. изменениями исходной мембраны из-за введения электрон-проводящего полимера - полианилина. Показано, что эти изменения приводят к

ассоциированию молекул воды в структурных полостях композита. Полученные результаты указывают на определяющую роль растворителя в поляризац. явлениях, наблюдаемых в исследованных системах.

34.МБ.140. Различие свойств мембран для ультрафильтрации в форме полого полиэфирсульфонового волокна в горизонтальном и вертикальном направлении. *Separation performance of horizontal and vertical polyethersulfone hollow fiber UF modules.* *Fadhel Alsalhy Qusay, Xu Zhen-Liang, Yang Xiao-tian.* J. Shanghai Univ.. 2006. 10, №2, с. 173–178, 14 ил.. Библ. 8. Англ.

Исследовали проницаемость ультрафильтрационных мембран из полиэфирсульфонон в растворах ПВСп при 50–75° и давл. 1–2,1 бар. Показано, что проницаемость в горизонтальном направлении 36,8–42,9 л/м²×час×бар, в вертикальном направлении 39,8–66,6 л/м²×час×бар.

34.МБ.141. Адсорбционные и люминесцентные свойства перфторсульфоновой мембраны, модифицированной катионами Tb³⁺. *Гавронская К. А., Петушков А. А., Шилов С. М., Пак В. Н.* Ж. прикл. химии. 2006. 79, №7, с. 1097–1100. Рус.

Обработка перфторсульфоновой мембраны МФ-4СК водным раствором TbCl₃ приводит к полному замещению протонов сульфогрупп на гидратированные катионы тербия. Исследованы особенности адсорбции воды и ее влияние на люминесценцию модифицированной мембраны.

34.МБ.142. Газопроницаемость комбинированных мембранных систем с подвижным жидким носителем. *Шалыгин М. Г., Окунев А. Ю., Roizard D., Favre E., Тепляков В. В.* Коллоид. ж.. 2006. 68, №4, с. 566–574. Рус.

Представлены результаты исследования газопереноса в мембранной системе, называемой селективным мембранным вентилем (СМВ). СМВ - система, состоящая из двух подвижных газовых фаз, одной подвижной жидкой фазы и двух мембран, выполняющих функцию границы раздела между газом и жидкостью. Такая мембранная система обладает дополнительными варьируемыми параметрами и предназначена для разделения многокомпонентных газовых смесей. Изучена проницаемость системы для индивидуальных газов (CO₂, O₂, H₂) и ее зависимость от скорости течения жидкой фазы. Впервые экспериментально исследованы временные зависимости, отражающие нестационарный процесс переноса CO₂ через неподвижный слой хемосорбента (водный раствор K₂CO₃) при различных его концентрациях. Разработаны две теоретические модели - модель газопереноса в СМВ с подвижным жидким абсорбентом (при отсутствии химического взаимодействия) и модель нестационарного переноса CO₂ через неподвижный слой водного раствора карбоната калия. Первая модель позволяет определять коэффициенты диффузии газов в жидкости, вторая дает возможность построить кинетические кривые проницаемости и рассчитать проницаемость системы с учетом переноса CO₂ при наличии его обратимой химической реакции с носителем. Модельные зависимости хорошо согласуются с экспериментальными данными.

34.МБ.143. Экспериментальное исследование смачивания [при добавлении частиц]. *Experimental investigation of particle-assisted wetting.* *Ding Ailin, Goedel Werner A.* J. Amer. Chem. Soc.. 2006. 128, №15, с. 4930–4931. Англ.

Тонкие полимерные мембраны представляется возможным получать путем генерирования смачивающихся слоев полимеризуемого масла на водной поверхности, отверждать его и переносить на твердую подложку. Но представляется трудным подобрать масло, которое смачивается на водной поверхности. Проблему представляется возможным решить

добавлением подходящих частиц на поверхность раздела. На основе выполненных расчетов построена соответствующая фазовая диаграмма.

34.МБ.144. Выделение гликомакропептида из свежей сыворотки при использовании хитозана и мембранного фильтрования. Separation of glycomacropeptide from sweet whey by using chitosan and a centrifugal filter. *Nakano T., Ikawa N., Ozimek L.* (Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, Canada, Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Meiji University, Kawasaki, Japan). *Milchwissenschaft.* 2006. 61, №2, с. 191–193. Библ. 6. Англ.; рез. нем.

Гликомакропептид (ГМП), обнаруженный в свежей сыворотке (СС), является биоактивным сиализированным пептидом, освобождающимся из К-казеина при производстве сыра, является потенциальным ингридиентом для функциональной пищи и фармацевтики. Дается предварительное описание метода выделения ГМП из СС при использовании хитозана (из панциря креветок), смешанного со СС при pH 3,0 для получения растворимого хитозан-ГМП комплекса. Методом ультрафильтрации с использованием мембран Centricon-Plus-20 указанный комплекс отделяли от основных сывороточных белков и пептидов, полученный концентрат диализировали против H₂O, затем центрифугировали и полученный осадок промывали NaCl для получения ГМП-фракции, составляющей в среднем 6,4% от сухой недиализованной фракции СС и содержащая 7,9% (в/в) сиаловой кислоты. Аминокислотный анализ ГМП-фракции показал наличие небольших количеств тирозина, фенилаланина, гистидина и аргинина, которых в ГМП не обнаружено, которые вероятно попали из загрязнений этой фракции.

34.МБ.145. Внутренний градуировочный стандарт в очищающем газе. Метод градуировки мембранной экстракции с сорбентом-интерфейсом. Internal calibrant in the stripping gas. An approach to calibration of membrane extraction with a sorbent interface. *Liu Xinyu, Pawliszyn Janusz* (Department of Chemistry, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada). *Anal. Chem.* 2006. 78, №9, с. 3001–3009. Англ.

Описан новый метод градуировки в процессах мембранной экстракции путем добавления неинтерферирующего внутреннего стандарта в очищающий газ. Для оценки эффективности метода использована мембранная экстракция с сорбентом-интерфейсом. В процессе мембранной экстракции внутренний градуировочный стандарт в очищающем газе и аналит в матрице образца проникают одновременно сквозь Мб в противоположных направлениях. Изменения аккумулированного количества внутреннего градуировочного стандарта могут служить мерой градуировки для корректировки изменений скорости экстракции из-за изменения факторов окружающей среды типа скорости образца и температуры Мб. Предложенный подход обеспечивает более точную оценку концентраций целевых аналитов при разном пробоотборе или контроле полевого анализа.

34.МБ.146. Получение изображений полного сопротивления переменного тока пор высокоустойчивых мембран с использованием растрового электро-химического микроскопа. Применение мембранных электрических шунтов для повышения чувствительности измерений и контраста в изображениях. Alternating current impedance imaging of high-resistance membrane pores using a scanning electrochemical microscope. Application of membrane electrical shunts to increase measurement sensitivity and image contrast. *Ervin Eric Nathan, White Henry S., Baker Lane A., Martin Charles*

R. (Department of Chemistry, University of Utah, 315 South 1400 East, Salt Lake City, Utah 84112). *Anal. Chem.* 2006. 78, №18, с. 6535–6541. Англ.

Для решения проблемы, связанной с невозможностью в ряде случаев визуализации пор Мб при измерениях полного сопротивления переменного тока, предложено вводить эл. шунт с низким полным сопротивлением, напр., солевой мостик, вдоль Мб. Принцип действия показан на примере получения изображений поликарбонатных Мб. Отмечено, что контраст в изображениях обратно пропорционален полному сопротивлению Мб и м. б. усилен ~ в 50 раз за счет введения шунта. Независимость контраста в изображении от устойчивости Мб при использовании эл. шунта обеспечивает более полные колич. сравнения характеристик в изображениях полного сопротивления переменного тока для разных мембран.

34.МБ.147. Исследование методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с лазерной абляцией ион-селективных мембран. Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry assisted insight into ion-selective membranes. *Michalska Agata, Wojciechowski Marcin, Wagner Barbara, Bulska Ewa, Maksymiuk Krzysztof.* *Anal. Chem.* 2006. 78, №15, с. 5584–5589. Англ.

Описано использование метода МС с индуктивно связанной плазмой с лазерной абляцией для получения профилей распределения примесей в ион-селективных Мб. Для селективной к Pb²⁺ поливинилхлоридной Мб показано, что распределение Pb²⁺ и Na⁺ вдоль Мб сильно зависит от состава растворов, где боковые стороны Мб подвергаются воздействию при предварительном кондиционировании, и от включенного в Мб пластификатора. Наиболее быстрый перенос имеет место при использовании о-нитрофенилоктилового эфира, когда насыщение ионами Pb²⁺ достигается менее чем за 20 ч при толщине Мб 400 мкм. Коэф. первичной диффузии ионов вычислены на основании профилей распределения концентраций.

34.МБ.148. Мембранные дротаверинселективные электроды на основе производных тетрафенилбората: электрохимические, сорбционные, транспортные свойства и аналитическое применение. *Харитонов С. В.* Ж. анал. химии. 2006. 61, №9, с. 975–984. Рус.; рез. англ.

Изучен потенциометрический отклик ионселективных электродов (ИСЭ) на основе различных липофильных производных тетрафенилбората по отношению к гидрохлориду дротаверина. Оптимизирован состав полимерной мембраны для достижения наилучших электроаналитических характеристик ИСЭ. Изучены транспортные свойства селективных мембран - проницаемость и поток ионов через межфазную поверхность. Обнаружены линейные корреляционные зависимости между растворимостью электродноактивных компонентов мембран, их транспортными и электроаналитическими свойствами. На основании исследований по кинетике ионообменной сорбции показано наличие двух лимитирующих стадий переноса - диффузии через пограничный слой и фазу мембраны. Предложены методики ионометрического определения гидрохлорида дротаверина в лекарственных формах.

34.МБ.149. Усиленная микроволновым облучением экстракция пиретроидных инсектицидов из полупроницаемых мембранных устройств (ППМУ), использованная для мониторинга воздуха в помещениях. Microwave-assisted extraction of pyrethroid insecticides from semi permeable membrane devices (SPMDs) used to indoor air monitoring. *Esteve-Turrillas Francesc A., Pastor Agustin, De la Guardia Miguel.* *Anal. chim. acta.* 2006. 560, №1–2, с. 118–127. Англ.

Разработана быстрая и не загрязняющая окружающую среду методология экстракции пиретроидных инсектицидов (ПИ)

из полупроницаемых мембранных устройств (ППМУ), в которых ПИ концентрируются в паровой фазе. ПИ определяют ГЖХ/МС/МС после извлечения их из ППМУ экстракцией с использованием УЗ-облучения. ППМУ экстрагируют смесью гексан-ацетон (2×30 мл) при воздействии УЗ (250 Вт) с нагреванием до 90° в течение 10 мин. и выдерживают при 90° еще 10 мин. Экстракты очищают распределением в системе MeCN-гексан и твердофазной экстракцией на картридже с 2 г основной Al₂O₃ (5% воды) и 0,5 г C₁₈-СГ. Исследовали экстракцию 13 ПИ (аллетрина, праллетрина, тетраметрина, бифентрина, фенотрина, λ-цигалотрина, перметрина, цифлутрина, циперметрина, флутитрина, эсфенвалерата, флувалината, дельтаметрина) и синергиста пиперонилбутоксид. Открываемость ПИ в ППМУ 61-10%. Через 2 час. после обработки в воздухе закрытого помещения обнаружено 0,14-7,3 мкг ПИ/ППМУ.

34.МБ.150. Исследование рециркуляции хрома (6+) посредством мембранной жидкостной экстракции. Фактор дальнего порядка в математической модели. Recycling of Cr(VI) by membrane solvent extraction: Long term performance with the mathematical model. Galan B., Calzada M., Ortiz I. Chem. Eng. J. 2006. 124, №1-3, с. 71-79. Англ.

При 20; 40 и 60°С исследовано поведение хрома (6+) (700 мг/л) в грунтовых водах в присутствии конкурирующих анионов с использованием фактора дальнего порядка в математической модели взаимодействий. Определены коэффициенты диффузии в дисперсных системах.

34.МБ.151. За мембранными технологиями - будущее! Майков В. М. (ГК "Роса", Новосибирск, Россия). Оборудование. Регион. 2006, №2, с. 26. Рус.

На выставках по новым технологиям и оборудованию водочистки, проходивших в Амстердаме и в Шанхае, наиболее широко были представлены мембранные технологии ультрафильтрации, позволяющие совместить в единый процесс сразу несколько технологий, применяемых в настоящее время для очистки воды. В России ЗАО "Роса" (Новосибирск) наряду с другими компаниями занимается внедрением оборудования ультрафильтрации. В 2005 г. компанией проведена работа по ознакомлению ведущих предприятий энергетики, машиностроения и атомной промышленности региона с новой ультрафильтрационной технологией. Технология ультрафильтрации способна найти широкое применение и для очистки СВ обычной, хоз.-бытовой канализации. Причем ее применение позволяет полностью уйти от традиционной практики строительства комплексов городских очистных сооружений с полями орошения, занимающими огромные земельные площади и производить очистку сточных вод до такой степени, что их можно сбрасывать в водоемы или повторно использовать в промышленных целях.

34.МБ.152. Очистка сточных вод нефтехимической промышленности в двухступенчатой схеме мембранного фильтрования. Lu Jianguo. Shihua jishu yu yingyong=Petrochem. Technol. and Appl. 2006. 24, №4, с. 303-306. Библ. ~. Кит.; рез. англ.

Сообщается, что СВ от нефтехимического производства имели ХПК от 15 до 300 мг/л, мутность от 3 до 100 NTU и электропроводность до 0,1 См/см. В экспериментах испытывалась пилотная установка с производительностью около 1 м³/ч, фильтрование производилось на последовательно включенных ступенях микрофильтрации и обратного осмоса, эта структура объясняется быстрым обрастанием мембран обратного осмоса при отсутствии первой ступени. На ступени микрофильтрации применялись 2 включенные параллельно мембраны, трансмембранное давление 0,1 МПа, концентрат

от обеих ступеней объединялся и возвращался на вход системы. Очищенные СВ имели ХПК менее 5 мг/л, NTU менее 1 и электропроводность не более 0,016 См/см.

34.МБ.153. Применение мембран при очистке сточных вод. Einsatz hochfeiner Membranen. Gnirss Regina, Lesjean Boris. WWT: Wasserwirt. Wassertechn. 2006, №7-8, с. 27. Нем.

Сообщается, что в пригородах Берлина около 33000 чел. до настоящего времени не подключены к централизованным сетям канализования, бытовые СВ накапливаются в выгребных ямах и затем удаляются с использованием ассенизационного транспорта, эта схема отличается затратностью и вызывает также нарекания другого рода. Сообщается, что через поселок с населением 350 чел. протекает небольшая река, принято решение о строительстве поселковой канализационной сети (напорной) с очисткой собранных СВ на установке с разделением иловой смеси на мембранах, очищенные СВ сбрасываются в реку. В соответствии с проектом пуск системы состоится в 2007 г., содержание в очищенной воде патогенной микрофлоры должно соответствовать нормам Евросоюза для мест для купания, содержание фосфора ниже 0,1 мг/л, азота ниже 10 мг/л.

34.МБ.154. Разработка мембранных модулей для очистки промышленных сточных вод. Яньцин Лю. Естеств. и техн. науки. 2006, №3, с. 246-247. Рус.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования мембранных аппаратов на основе полых волокон позволили сформулировать рекомендации для расчета и организации их работы. На основе данных исследований был разработан и изготовлен обратноосмотический модуль на полых волокнах. Аппарат состоит из цилиндрического корпуса. В корпус вставляется мембранный элемент, который прижимается крышками и уплотняется с помощью резиновых колец. Для формирования блока-коллектора применялась эпоксидная композиция, используемая в промышленных образцах мембранных аппаратов, т. е. эпоксидная смола Д-20 - 83% масс. и отвердитель УП-583 - 17% масс. Данный состав позволял сформировать блок без предварительной подсушки полых волокон. Для прочного соединения эпоксидного блока с трубкой для подвода исходного раствора на ней были выполнены неглубокие канавки, после чего на трубку наклеивалась полоска стеклоткани шириной 100 мм. На опорно-распределительную трубку параллельно укладывались полые волокна, концы которых смазывались клеевой композицией. После намотки достаточного количества волокон сверху одевался хлопчатобумажный чулок. Для укрепления и образования блок-коллектора на концы элемента наматывалась полоска стеклоткани. Технические данные элементы: рабочая поверхность мембран, 16,5 м², длина волокон 2 м.

34.МБ.155. Обработка сточных вод с использованием мембранных биореакторов. Okologische Abwasserbehandlung durch Membranbioreaktor - Technik. Schiff und Hafen. 2006. 58, №10, с. 36. Нем.

Рекламная публикация. Указывается, что в настоящее время сброс в морские акватории неочищенных судовых СВ запрещен. Представлена система очистки СВ, которая может быть использована на транспортных и круизных судах, на яхтах и т. д., ее основным элементом является мембранный биореактор (МБР) с погружным фильтровальным модулем из плоских мембран. Для перемешивания и аэрирования иловой смеси используется циркуляционная схема с диффузорным аэратором и внешним электродвигателем, схема может снабжаться УФ-излучателем для дополнительного обеззараживания СВ. Перед МБР включен усреднитель/накопитель с фильтром предварительной очистки, СВ на МБР подаются с постоянным

расходом. Выходящие СВ не содержат взвешенных веществ, микрофлоры и вирусов, величина БПК₅ менее 3 мг/л, замена мембран производится не чаще одного раза за 10 лет эксплуатации, периодичность обслуживания 2 раза в год, исполнение компактное модульное.

34.МБ.156. Интенсификация процессов экстракции меди с использованием эмульсии из жидких мембран: экспериментальный набор оптимальных условий. Process intensification of copper extraction using emulsion liquid membranes: Experimental search for optimal conditions. *Sengupta Bina, Sengupta Ranjan, Subrahmanyam N.* (Chemical Engineering Department, The Maharaja Sayajirao University of Baroda, Vadodara 390 001, India). Hydrometallurgy. 2006. 84, №1–2, с. 43–53, 13 ил., табл. 2 ил.. Библ. 223. Англ.

Изучен процесс мембранной экстракции (МЭ) ионов Cu(II) в так называемом режиме множественной эмульсии. Эксперименты проводили при температуре 30°C в лабораторном экстракторе диаметром 0,105 м с турбинным перемешивающим устройством. В качестве экстрагента использовали LIX 84 в керосине с добавками Span 80 (эмульгатор). Реэкстракцию проводили разбавленным раствором H₂SO₄. На основе полученных результатов рекомендован следующий оптимальный режим извлечения Cu МЭ: pH 2, продолжительность 30–40 мин., концентрация LIX 84 10 об.%, отношение фаз 1:6, добавки эмульгатора 3%, скорость перемешивания 160 об/мин. Обсуждено влияние этих факторов на эффективность МЭ и размер образующихся мицелл.

34.МБ.157. Модель движения многокомпонентных систем в процессах дегидрирования паров органических соединений с использованием цеолитовых мембран. A multi-component transport model for dehydration of organic vapors by zeolite membranes. *Salem A., Ghoreyshi A. A., Jahanshahi M.* Desalination. 2006. 193, №1–3, с. 35–42. Англ.

Выполнено исследование и разработана методика математич. моделирования движения многокомпонентной газовой смеси в процессах дегидрирования паров органич. соединений с использованием цеолитовых мембран. Использование этой модели демонстрируется при ее применении для расчетов разделения смеси, содержащей пары этанола и воды с применением кремнийсодержащих мембран. Рассмотрен механизм протекания указанных процессов и показано, что результаты, полученные при математич. моделировании, находятся в соответствии с показателями, полученными при экспериментальных исследованиях.

34.МБ.158. Количественное удаление ртути(II) из воды с использованием объемных жидких мембран липофильных полиаминов. Quantitative removal of mercury(II) from water through bulk liquid membranes by lipophilic polyamines. *Spreti Nicoletta, Brinchi Lucia, Germani Raimondo, Mancini Maria Vincenza, Savelli Gianfranco* (Италия, Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali, Universita di L'Aquila, Via Vetoio Coppito, 67100 L'Aquila). Eur. J. Org. Chem.. 2006, №19, с. 4379–4384. Библ. 26. Англ.

Транспорт Hg(II)- и Cd(II)-ионов через объемные жидкие мембраны изучены в связи с токсичностью ионов, широким распространением в окружающей среде (последний ион для целей сравнения). Сообщается о способности двух носителей, известного N,N'-бис[2-(гексадециламино)этил]-N,N'-бис(гидроксиэтил)этилендиамина (bis-HE16ED) и нового N,N'-бис(п-октилбензил)-3,6-диоксаоктан-1,8-диамин (bis-pODODA), к селективному транспорту ионов. Bis-HE16ED хорошо переносит Cu²⁺-ионы. Новый носитель очень эффективен для переноса Hg²⁺ (100% эффективность).

34.МБ.159. Применение мембран ультрафильтрации для очистки структурированных фосфолипидов, полученных липаза-катализируемым ацидолизом. Application of ultrafiltration membranes for purification of structured phospholipids produced by lipase-catalyzed acidolysis. *Vikbjerg Anders F., Jonsson Gunnar, Mu Huiling, Xu Xuebing* (BioCentrum-DTU, Technical University of Denmark, Building 221, DK 2800 Kgs. Lyngby, Denmark). Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, №2, с. 184–191. Библ. 23. Англ.

Проверена возможность применения ультрафильтрации для очистки структурированных фосфолипидов (ФЛ), полученных липаза-катализируемым ацидолизом в системе гексана. Торговые полимерные мембраны с различным выбором (1000–20000 Da) оценены по их способности отделять жирные кислоты (ЖК) от структурированных ФЛ. Подходящие мембраны выбраны по величине их селективности в отношении ЖК и ФЛ. Одна из мембран была более стабильна по сравнению с другими мембранами - полисульфоновая мембрана на полиэфирной подложке (GR70PE).

34.МБ.160. Мономеры поли(фталазинон-эфир-кетона), синтезированные реакцией N-C-сочетанием для применений для ячеек топлива. Poly(phthalazinone ether ketone) ionomers synthesized via N-C coupling reaction for fuel cell applications. *Chen Yu-lin, Meng Yue-zhong, Li Xiu-hua, Hay Allan S.* (State Key Laboratory of Optoelectronic Materials and Technologies, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, P. R. China). Macromolecules. 2005. 38, №24, с. 10007–10013. Библ. 36. Англ.

Сообщение о создании термостойких, обладающих высокой стабильностью к окислению (реагент Фентона, 25°, 47 часов), и стойкостью к кислотной обработке мембран на основе поли(фталазинон-эфир-кетона), получаемого прямой полимеризацией N-C-сочетанием.

34.МБ.161. Молекулярные мембраны с импринтингом волокон сополимера поли(акрилонитрил-акриловая кислота), полученные электропрядением. Molecular imprinting fibrous membranes of poly(acrylonitrile-co-acrylic acid) prepared by electrospinning. *Che Ai-fu, Yang Yun-feng, Wan Ling-Shu, Wu Jian, Xu Zhi-Kang* (Institute of Polymer Science). Chem. Res. Chin. Univ.. 2006. 22, №3, с. 390–393. Библ. 24. Англ.

34.МБ.162. Структурированные радиационнопривитые полимерные пленки и мембраны. Structured radiation-grafted polymer films and membranes. *Rager Timo.* J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, №1, с. 292–294, 5 ил.. Библ. 7. Англ.

Нанесение решетчатого узора (1 мм-масштаб) на отдельные участки пленок и мембран из радиационнопривитого стиролом СПЛ тетрафторэтилена и гексафторпропилена исследовали в качестве средства улучшения мех. свойств этих материалов. Измерения типа напряжение-деформация показали, что никакого положит. эффекта не было достигнуто.

34.МБ.163. Исследование аккумуляции водорода на мембранах из перфторсульфоновой кислоты после их облучения излучением с использованием метода детектирования упругих столкновений. Hydrogen accumulation in surface of perfluorosulfonic acid membranes after γ -ray irradiation using elastic recoil detection techniques. *Adachi T., Nagata S., Ohtsu N., Tsuchiya B., Toh K., Shikama T.* Jap. J. Appl. Phys. Pt 1. 2006. 45, №8A, с. 6385–6387. Англ.

Описано применение методов измерения электрической проводимости и детектирования упругих столкновений для исследования характеристик мембран из перфторсульфоновой кислоты после их облучения. Показано, что концентрация

водорода в облученных мембранах в 1,5 раза превышает концентрацию водорода в необлученных. Это приводит к увеличению протонной проводимости указанных мембран.

34.МБ.164. Моделирование динамического процесса засорения мембраны в процессе конечной поперечной ультрафильтрации в несущей заряд системе. Modeling on dynamic process of membrane fouling during finite crossflow ultrafiltration in charged system. *Luo Ming-Liang, Pu Chun-sheng, Zhao Jian-qing*. J. Hydrodyn. В. 2006. 18, №2, с. 206–210. Библ. 10. Англ.

Снижение расхода в процессе конечной (с ненулевым конечным потоком) поперечной ультрафильтрации в несущей заряд системе исследуется в рамках рассмотрения засорения мембраны как динамического процесса перехода от неравновесности к равновесности. Предложена математическая модель процесса, позволяющая определить распространение зоны равновесности, скорость убывания расхода и время, необходимое для установления стационарного течения при поперечной фильтрации.

34.МБ.165. Исследование процессов обрастания и очистки мембран для ультрафильтрации. The use of streaming potential measurements to study the fouling and cleaning of ultrafiltration membranes. *Lawrence Nicole D., Perera Jiliska M., Iyer Mani, Hickey Malcolm W., Stevens Geoff W.*. Separ. and Purif. Technol.. 2006. 48, №2, с. 106–112. Библ. 24. Англ.

Указывается, что мембраны для ультрафильтрации широко применяются при подготовке питьевой воды, проблемой является образование на них отложений. Эти процессы, а также возможность удаления отложений изучались в лабораторных исследованиях, применялись мембраны 4 типов, М1, М2, М3 и М4. Материал М1 полисульфон/полипропилен, толщина 364 мкм; М2, материал тот же, толщина 220 мкм; М3, материал фторид поливинилидина, 180 мкм, и М4 из полиэфирусульфона, 150 мкм. Модельным загрязнителем являлся компонент из группы протеинов, для химической очистки мембран применялись 2 вида реагентов коммерческих марок, Р1 и Р2. Установлено, что исходные значения трансмембранного потока составляли для М1-М4 182, 342, 3000 и 170 л/м²ч, после обрастания они промывались Р1 или Р2 (в зависимости от типа мембраны), при этом значения скорости потока составили 207, 646, 1527 и 137 л/м²ч для М1, М2, М3 и М4 соответственно.

34.МБ.166. [Разработка муллитовых микрофильтров]. Experimental design in mullite microfilter preparation. *Mohammadi T., Pak A., Nourian Z., Taherkhani M.*. Desalination. 2005. 184, №1–3, с. 57–64. Англ.

Исследовали влияние времени прокаливания и температуры на плотность потока и пористость микрофильтрационных мембран (МЕМ), полученных экструзией. Для полного образования муллитовой фазы к каолину добавляли α -Al₂O₃. Для увеличения пористости и плотности потока использовали Na₂CO₃. Для сведения числа экспериментов до минимума использовали метод Taguchi. Полученные МФМ содержали (%): 30 Al₂O₃, 3 Na₂CO₃ и 67 каолина. После сушки МФМ прокаливали при 1000°C, после чего исследовали рентгеновской дифрактометрией и сканирующей электронной микроскопией. Установлено, что муллит является основной фазой мембран. Максимальный размер пор составляет 5,5 мкм. Водопроницаемость и пористость мембран составили 21,5 кг/м²ч и 33,92%, соответственно.

34.МБ.167. Ультрафильтрация подсырной сыворотки при использовании волоконно-пустотелых и спиралевидных мембран: контроль снижения сопротивления к износу. Hollow fiber and spiral cheese whey ultrafiltration: minimizing

controlling resistances. *Castro Beatriz N., Gerla Patricia E.*. J. Food Eng.. 2005. 69, №4, с. 495–502. Англ.

При сравнении ультрафильтрации подсырной сыворотки (концентрация 20 раз) с использованием волоконно-пустотелых (I) и подобных спиралевидных мембран (II) (пропускание менее 10 кДа) изучали необходимые условия процесса для увеличения потока фильтрата. Показано, что при использовании I сопротивление в основном обусловлено загрязнением внутренней части пор, тогда как в случае II - поляризацией. Полученные результаты позволили оптимизировать условия ультрафильтрации и значительно усовершенствовать поток фильтрата. Представлены математические модели и пригодные условия процесса, обуславливаемые этими моделями. Не отмечено заметных различий в составе концентратов, полученных с использованием I и II мембран. Оба концентрата содержали 99% белка и показали в 20 раз большую коагулирующую активность по сравнению с исходной сывороткой.

34.МБ.168. Проблемы подбора насосов в системах мембранной фильтрации. Оборудование. 2006, №2, с. 18–19. Рус.

Во многих областях промышленности широко применяются процессы баромембранной фильтрации. В основном это такие отрасли, как химич. и нефтехимич. промышленность, очистка сточных вод, водоподготовка, опреснение морской воды. Для разных конечных целей используют разные варианты компоновки мембран и насосов. Необходимость создания высоких давлений предполагает установку в систему мембранной фильтрации многоступенчатых центробежных насосов, способных “продавить” исходную воду сквозь мембрану. В силу насыщенности солями морская и солоноватая вода обладают очень высокими коррозионными свойствами, что накладывает специальные ограничения на насосы, создающие давление в системах мембранной фильтрации.

34.МБ.169. Определение диффузии метанола и коэффициентов осмотического сопротивления у протонобменных мембран для топливных элементов с прямым использованием метанола. Determination of methanol diffusion and electroosmotic drag coefficients in proton-exchange-membranes for DMFC. *Schaffer Thomas, Tschinder Thomas, Hacker Viktor, Besenhard Jurgen O.*. J. Power Sources. 2006. 153, №2, с. 210–216. Англ.

Исследовали диффузию метанола (I) и коэф. осмотич. сопротивления (КОС) у мембран-электролитов из различных полимеров. Это необходимо для правильного понимания перемещения воды и I в перфторсульфокислотных мембранах при различных концентрациях I и плотностях тока для оптимизации характеристик топливных элементов и их работы. Наблюдали зависимость коэф. диффузии I и КОС от концентрации I и плотности тока.

34.МБ.170. Восстановление кислорода на катализаторе с Fe основой в ТЭ с полимерной электролитной мембраной. Активность и выбор катализатора, полученного из двух Fe предшественников и различной углеродной основы. Oxygen reduction by Fe-based catalysts in PEM fuel cell conditions: activity and selectivity of the catalysts obtained with two Fe precursors and various carbon supports. *Medard C., Lefevre M., Dodelet J. P., Jaouen F., Lindbergh G.* (INRS, Energie, Matériaux et Telecommunications, 1650 Boulevard Lionel Boulet, Varennes, Que. J3X 1S2, Canada, Department of Chemical Engineering and Technology, Applied Electrochemistry, Royal Institute of Technology KTH, SE-100 44 Stockholm, Sweden). Electrochim. acta. 2006. 51, №16, с. 1–3. Англ.

Fe катализаторы для реакции восстановления O₂ (PB) в условиях полимерной электролитной мембраны изготавливали

адсорбцией двух предшественников Fe на различных коммерческих основах углерода. Результирующие материалы подвергали пиролизу при 900°C в атмосфере, обогащенной NH₃. Предшественником Fe служили ацетат Fe и тетраметоксифенилпорфирин хлорида железа. Изготавливали катод ТЭ с Fe-катализатором на углеродной основе. Номинальное содержание Fe составляло 0,2 мас.%. Использовались различные коммерческие углеродные основы, в том числе порошки углеродной сажи, ацетиленовая сажа и некоторые другие ее сорта. Активность катодного восстановления кислорода определяли в ТЭ при 80°C, а также циклич. вольтамперометрией в H₂SO₄ при pH=1 и температуре 25°C. Селективность определяли на вращающемся диске с кольцом в том же электролите. Показано, что материал основы влияет на восстановление кислорода.

34.МБ.171. Динамика антиокислительного действия витамина E в мембранах. Фукудзи Кэндзи. Vitamin=Vitamins. 2006. 80, №4, с. 185–187. Яп.

Кратко изложены результаты исследований механизма и динамики антиокисл. действия витамина E (α -токоферола) и их совместного с витамином C антиокисл. действия в липосомных мембранах, использованных в качестве моделей био-МБ, и реакций витаминов с активными кислородными радикалами и синглетным O₂.

34.МБ.172. Трековая полипропиленовая мембрана на основе облучения фрагментами деления U. Track polypropylene membrane based on irradiation with fragments from fission of uranium. He Xiangming, Zun Zhiguo, Wan Chunrong. Radiat. Meas.. 2006. 41, №1, с. 112–113. Англ.

Полипропиленовая ПП пористая мембрана приготовлена методом протравливания треков. ПП-пленка была облучена фрагментами деления U для образования латентных треков и химически протравлена с помощью дихромата K и серной кислоты. Степень травления ПП связана с концентрацией реагента травления, температурой и временем. Математическое регрессионное отношение скорости травления было установлено из эксперим. данных, которое может быть использовано для контроля размера пор PP-мембраны трекового травления.

34.МБ.173. Исследование ультрафильтрационных мембран на основе ацетата целлюлозы-полисульфона. II. Влияние концентрации добавки. Studies on cellulose acetate-polysulfone ultrafiltration membranes. II. Effect of additive concentration. Sivakumar Muthusamy, Raju Mohan Doraisamy, Rangarajan Ramamoorthy. J. Membr. Sci.. 2006. 268, №2, с. 208–219. Англ.

Полимерные смешанные ультрафильтрац. мембраны (МБ) на основе ацетата целлюлозы-полисульфона получены по фазоинверсионной методике в присутствии добавки с различной концентрацией (поливинилпирролидон) и охарактеризованы через продолжительность уплотнения, производительность по чистой воде, водосодержание, мембранное сопротивление и сканирующую электронную микроскопию. Смешанные МБ применены для разделения протеинов и ионов тяжелых металлов с использованием полиэтиленimina в качестве комплексообразователя, обсуждены полученные результаты. Сообщены отсечки смешанных МБ по молек. весу.

34.МБ.174. Химическое выделение серебра проводящими полимерными порошками, мембранами и композитами. Electroless recovery of silver by inherently conducting polymer powders, membranes and composite materials. Dimeska Roza, Murray Paul S., Ralph Stephen F., Wallace Gordon G.. Polymer. 2006. 47, №13, с. 4520–4530. Англ.

Электропроводящие полимеры (полипирролы и полианилины) используют для уменьшения содержания ионов серебра в водн. растворах. Исследовано влияние разных полимеров, легирующих веществ и субстратов (ретикулированный стекловидный углерод или ткань) на изменения pH раствора, содержащего серебро.

34.МБ.175. Эволюция распределения наночастиц TiO₂ в мембранах в форме полого волокна. Evolution of nanoparticle distribution during the fabrication of mixed matrix TiO₂-polyimide hollow fiber membranes. Xiao Youchang, Wang Kai Yu, Chung Tai-Shung, Tan Juina. Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, №18, с. 6228–6233. Англ.

Методами электронной микроскопии исследовали влияние степени и режима вытяжки на распределение частиц TiO₂ с размерами 300–400 нм и морфологию полого волокна из полиимидов. Рассмотрено влияние содержания примесей на набухание на распределение частиц в мембранах.

34.МБ.176. Исследование скорости загрязнения ультрафильтрационных мембран двух типов. A two-fiber, bench-scale test of ultrafiltration (UF) for investigation of fouling rate and characteristics. Kim Jeonghwan, DiGiano Francis A.. J. Membr. Sci.. 2006. 271, №1–2, с. 196–204. Англ.

Методами микроскопии исследовали скорость загрязнения пор мембран для очистки воды. Рассмотрено влияние скорости потока воды (65–50 л/м² час) и частоты промывок (1 раз в 10–15 мин.). Сравнивали свойства двух видов полого волокна.

34.МБ.177. Смещение зависимости полной проводимости в гибридных бислойных мембранах. Bias-dependent admittance in hybrid bilayer membranes. Nikolov Vesselin, Radisic Aleksandar, Hristova Kalina, Searson Peter C.. Langmuir. 2006. 22, №17, с. 7156–7158. Англ.

Искусственные бислойные мембраны (МБ) являются основой для биоэлектронных устройств благодаря своей структуре, чувствительности и транспортным свойствам. Сообщается о сигнале по импедансу изготовленных МБ с нижним листом из октадекантиола на золоте и верхним листом из диолеилфосфатидилхолина с мономерным каналом белкового грамицидина. Этот гибридный двойной слой обеспечивает электрический сигнал, аналогичный полупроводниковому диоду: полная проводимость очень низкая (<10⁻⁷ ом⁻¹ см²) в широком диапазоне потенциала, но увеличивается экспоненциально при отрицательных потенциалах.

34.МБ.178. Переключение, модулируемое поверхностно-активным веществом, молекулярного переноса в порах нанометровых размеров мембранных ворот. Surfactant-modulated switching of molecular transport in nanometer-sized pores of membrane gates. Schmuhl Riaan, Van den Berg Albert, Blank Dave H. A., Ten Elshof Johan E.. Angew. Chem. Int. Ed.. 2006. 45, №20, с. 3341–3345. Англ.

Рассматривают молекулярные и ионные затворы (В) с настраиваемыми параметрами, через которые может переноситься вещество. Такие элементы широко используют в устройствах для реализации микропотоков. Обычные размеры каналов таких В составляют менее 20 нм. Для функционирования этих устройств необходимы: движущая сила для переноса (обычно градиент концентрации или электр. потенциал); контролируемый извне переключатель, позволяющий открывать (закрывать) В или модифицировать их селективность. Концепция В реализована в результате использования ПАВ, добавляемых в р-р. ПАВ адсорбируются на внутренних стенках каналов мембраны (МБ), препятствуя продвижению молекул и ионов. Возможны 4 стадии АД ПАВ: мономеры на отрицательно заряженной ПВ; агрегаты из частично нейтра-

лизующие заряд на ПВ; дальнейшая нейтрализация заряда ПВ; заряженный двойной слой. Использовали три типа ПАВ: бромид цетилтриметиламмония, додецилсульфат натрия и бромид триэтилгексиламмония с длиной углеродной цепочки 16, 12 и 6, соответственно. Рассматривали МБ из γ -оксида алюминия на носителе α -оксида алюминия, помещенную в середине U-образной трубки, с Pt-электродами в обоих коленах трубки для создания движущей силы процесса. Представлены графики падения потока от увеличения концентрации ПАВ (на 4 порядка) для катионов метилфиолетового и анионов флуоресцина, а также данные об изменении дзета-потенциала.

34.МБ.179. Прослеживание сигнала на воду в зависимости от структурных изменений в нафоновых мембранах. Tracking water's response to structural changes in Nafion membranes. Moilanen David E., Piletic Ivan R., Fayer M. D. J. Phys. Chem. A. 2006. 110, №29, с. 9084–9088. Англ.

По мере увеличения содержания воды в нафоновых мембранах (НМБ) изменяется местное окружение молекул воды, связанное с изменением гидрофильных доменов. Эти изменения измерены с помощью ИК-спектров и продолжительность вибрации гидроксильной группы при разбавлении HOD в H₂O. Основной чертой ИК-спектра является то, что он хорошо описывается суммой спектра массы воды и почти сухой НМБ (в предположении модели двойного окружения). Дополнительный небольшой пик при больших частотах связан с неводородной связью воды, присутствующей в полимере вблизи ПВ раздела. Спектр этого пика указывает на существенное изменение области ПВ раздела в случае, когда содержание воды в МБ превышает порог для проводимости ионов. Срок жизни вибрационного состояния основной полосы существенно удлиняется по мере уменьшения содержания воды в МБ. Величина затухания не соответствует экспоненте и свидетельствует о многочисленности групп молекул воды. Это противоположно спектру основной АД полосы воды, который чувствителен к двум классам молекул воды.

34.МБ.180. Влияние поверхностных свойств анионообменной мембраны на механизм чрезмерного массопереноса. Effect of anion-exchange membrane surface properties on mechanisms of overlimiting mass transfer. Belova Elena I., Lopatkova Galina Yu., Pismenskaya Natalia D., Nikonenko Victor V., Larchet Christian, Pourcelly Gerald. J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №27, с. 13458–13469. Англ.

Проверены четыре возможных эффекта, обеспечивающие протекание чрезмерного массопереноса (ЧМ) в системах с нанообменной мембраной (МБ). Два из них связаны с расщеплением воды (РВ): появлением дополнительных носителей тока (ионов H⁺ и OH⁻) и эффектом усиления. Два других связаны с сопряженной конвекцией, частично разрушающей диффузионный двойной слой: гравитационная конвекция и электроконвекция (ЭК). Изучены три типа анионообменных МБ, отличающихся строением ПВ и природой ионообменных мест в пределах поверхностного слоя. Исследован перенос ионов через эти МБ в р-рах NaCl методами вольтамперометрии, хронопотенциометрии и рН-метрии. Исключая эффекты, связанные с РВ и конвективной гравитацией, показано, что основным механизмом ЧМ, в узких ячейках МБ при низких концентрациях соли, является ЭК. Обсуждают причины, объясняющие подавление РВ ЭК. Ситуацию развития колебаний потенциала с ростом тока и времени сопоставляют с описанной теоретически Рубинштейном и Зальцманом.

34.МБ.181. Принцип Ле Шателье - управляемая реакция нитей актина на осмотическое напряжение. The "Le Chatelier's principle"-governed response of actin filaments to

osmotic stress. Ito Tadanao, Yamazaki Masahito. J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №27, с. 13572–13581. Англ.

Нити актина (Ак) препятствуют, пропорционально концентрации нитей, протеканию потока воды через полупроницаемую мембрану при воздействии осмотического напряжения (ОН) [Ito T. и др., Biophys. J., 1987, 51, 745]. Когда нити сшиты с помощью белка F-Ак, филамина А, этот поток прекращается полностью [Ito T. и др. Biophys. J., 1992, 61, 1301]. Не существует удовлетворительной теории, объясняющей этот результат. Предлагается анализировать это явление с помощью энтропии системы при ОН. Результаты свидетельствуют, что реакция нитей Ак на ОН подчиняется принципу Ле Шателье, который утверждает, что внешнее воздействие, нарушающее равновесие, вынуждает процесс создать условия для уменьшения этого воздействия. В данном случае нарушение равновесия с помощью ОН приводит к реакции, которая уменьшает химич. потенциал воды в р-ре F-Ак, сокращая воздействие приложенного ОН. Эта реакция является следствием увеличения химич. потенциала F-Ак, которое вызвано изотермической АД тепла на F-Ак при осуществлении работы ОН. В результате, F-Ак оказывает усиливающий эффект на поток воды при ОН и даже может остановить поток, когда F-Ак сшит. Данное сообщение является первым, демонстрирующим применение принципа Ле Шателье к реакции биополимера на такие воздействия как ОН.

34.МБ.182. Влияние циклов "Модификация-регенерация" и заряда модифицирующего иона на водопроницаемость сульфокатионитной мембраны МФ-4СК. Розенкевич М. Б., Растунова И. Л., Прокунин С. В. Ж. физ. химии. 2006. 80, №8, с. 1499–1502. Рус.

Представлены результаты определения проницаемости по воде мембраны МФ-4СК (аналог Nafion), модифицированной ионами одно-, двух- и трехвалентных металлов и после ее регенерации. Показано, что модификация мембраны ионами металлов и последующая ее регенерация приводит к существенному увеличению проницаемости по воде за счет уменьшения толщины мембраны. Отмечено, что введение многозарядных ионов приводит к более существенному изменению характеристик мембраны.

34.МБ.183. Мембранные технологии компании APV для молочной промышленности. Кириллова А. Г. Молоч. пром-сть. 2005, №5, с. 52–53. Рус.

Рассмотрена общая схема применения технологий мембранной фильтрации компании APV для фракционирования белка, концентрации сывороточного белка, лактозы и получения воды (используемой затем для СИП-мойки). Основные преимущества технологии фракционирования белка в сыроделии: меньшее количество операций по обработке молока, предназначенного для выработки сыра; меньший объем классической подсырной сыворотки; сокращение продолжительности коагуляции; снижение количества сычужного фермента; повышение твердости сырного зерна; значительное повышение выхода продукта; инновационный процесс и сырные продукты; использование процесса микропартикуляции (разновидности микрофильтрации) для достижения более высокого выхода продукта и получения низкожирного сыра с отличным вкусом. Преимущества получения и использования концентрата сывороточного белка для повышения ценности производимого продукта: сывороточные белки удаляются непосредственно из молока до процесса производства сыра, что обеспечивает высокое качество сыворотки; отсутствие потребности в обработке сыворотки до процесса ультрафильтрации; высокое качество сыра с низким содержанием жира и уровнем денатурации белка; возможность производства

большого ассортимента продуктов; высокая функциональность; отсутствие остатков сычужного фермента, заквасочной культуры и вторичной микрофлоры в сыворотке; снижение объема классической сыворотки.

34.МБ.184. Очистка жидкостей и газов. *Вержбицкий Я. В., Толпегин П. В., Потанов И. И.* (Всероссийский институт научной и технической информации, Москва). Экол. системы и приборы. 2006, №7, с. 6–7, 2 ил. Библ. 1. Рус.

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

34.МБ.185. Efficiency studies and modelling of a combined JACTO-MEMBRANE bioreactor for effluent treatment. 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. *Duarte J. C., Mateus M., Dourado A., Ferreira A.* Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 206. Англ.

Сообщается, что в странах Средиземноморского региона весьма развиты такие отрасли, как виноделие и обработка оливок с получением оливкового масла. В этих технологиях выделяются большие количества концентрированных СВ, при этом СВ от производства оливкового масла содержат в том числе фенолы, очистка этих СВ связана с рядом серьезных проблем. В лабораторных условиях разрабатывался процесс очистки таких СВ с использованием мембранного биореактора, при этом модуль мембранного разделения иловой смеси находился во внешней части контура рециркуляции. При работе пневмоаэратора наблюдалось интенсивное пенообразование, с целью разрушения пены в верхней части реактора был установлен узел с коническим уширением, иловая смесь насосом отбиралась из его нижней части и через систему форсунок подавалась выше уровня пены. Сообщается об эффективной очистке СВ в том числе с деструкцией фенолов.

34.МБ.186. Адсорбционные и поверхностные свойства асимметричных полиэтилентерефталатных трековых мембран, модифицированных полиэтиленмином и поливинилпирролидоном. 10 Международная конференция “Теоретические проблемы химии поверхности, адсорбции и хроматографии”, Москва-Клязьма, 24-28 апр., 2006: Тезисы. *Хохлова Т. Д., Жданов Г. С., Березкин В. В., Васильев А. Б., Мчедlishvili Б. В.* М.. Граница. 2006, с. 160. Рус.

Определены удельные поверхности и поверхностный заряд серии асимметричных полиэтилентерефталатных трековых мембран (ПЭТФ-ТМ) с диаметрами пор от 0.015 до 0.4 мкм. Найдено, что внутренняя поверхность пор в 10-50 раз превышала внешнюю площадь мембран. С ростом диаметра пор поверхностный отрицательный заряд увеличивался от -2×10^{-7} до -9×10^{-7} Кл/см². Для снижения адсорбционной активности в отношении биополимеров ПЭТФ-ТМ модифицировали совместно полиэтиленмином и поливинилпирролидоном. Сопоставлены адсорбционные и электроповерхностные свойства исходных и модифицированных мембран. Модифицирование мембран приводило к уменьшению поверхностного заряда пор до нуля и значительному снижению адсорбции основных белков (цитохрома С и лизоцима) и нейтрального

(гемоглобина), а также основного красителя (родамина 6G). При этом адсорбция кислотного белка (овальбумина) на модифицированных мембранах оставалась низкой.

34.МБ.187. Адсорбция альбумина на мембранах из вторичного ацетата целлюлозы. 10 Международная конференция “Теоретические проблемы химии поверхности, адсорбции и хроматографии”, Москва-Клязьма, 24-28 апр., 2006: Тезисы. *Поздеева М. Г., Рамазаева Л. Ф., Денисова Г. П., Рябухова Т. О., Окишева Н. А., Седелкин В. М.* М.. Граница. 2006, с. 159. Рус.

Получены ультрафильтрационные мембраны из вторичного ацетата целлюлозы (ВАЦ), модифицированные NaHCO₃ и активным углем (уголь добавляли в формовочные растворы при синтезе мембран для повышения их адсорбционной способности и механической прочности). Изучена адсорбция альбумина. Характер полученных изотерм адсорбции альбумина на ВАЦ-мембранах свидетельствует о том, что взаимодействие молекул альбумина между собой сильнее, чем взаимодействие молекул альбумина с поверхностью мембраны, т. к. изотерма выпукла по отношению к оси концентраций. Сравнение избыточных величин адсорбции альбумина показывает, что адсорбционные свойства мембран, модифицированных углем, по отношению к альбумину в 100 раз выше, чем у мембран, модифицированных NaHCO₃. Поэтому мембраны, модифицированные углем, можно рекомендовать для разделения белковых смесей. Также по данным об избыточных величинах адсорбции альбумина на ВАЦ-мембранах в рамках метода избытков Гиббса нами рассчитаны изменения химического потенциала сорбента $\Delta\Phi$ и величины свободной энергии $\Delta G_{\text{тиб.}}$.

34.МБ.188. Исследование электродной активности мембран на основе ниобатов кадмия. Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докладов 16 Российской молодежной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора В. П. Кочергина, Екатеринбург, 15-28 апр., 2006. *Гончаревич А. В., Докучаев В. Н., Соколова Е. В., Подкорытов А. Л.* Екатеринбург. Изд-во УрГУ. 2006, с. 19. Рус.

Кадмий, свинец и ртуть относятся к суперэкоотоксикантам и их предельно допустимые концентрации малы, поэтому необходимы избирательные и высокочувствительные методы определения этих элементов. Одним из точных, экспрессных и чувствительных методов анализа является ионометрия. Поэтому целью настоящей работы явилось создание и электрохимическая аттестация Cd-СЭ на основе сложнооксидных материалов. В качестве электродноактивных компонентов мембран ИСЭ выбраны твердые растворы стронция-кадмия (Sr_{0,7}Cd_{0,3})₂Nb₂O₇ и (Sr_{0,9}Cd_{0,1})₂Nb₂O₇. Твердофазный синтез данных веществ проведен по стандартной керамической технологии. Однофазность исследуемых ниобатов подтверждена рентгенографически.

34.МБ.189. Электрохимическое поведение мембран свинецселективных электродов на основе сложных оксидов. Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докладов 16 Российской молодежной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора В. П. Кочергина, Екатеринбург, 15-28 апр., 2006. *Колотыгин В. А., Устюгова И. С., Соколова Е. В., Подкорытов А. Л.* Екатеринбург. Изд-во УрГУ. 2006, с. 22. Рус.

Ионометрия является одним из чувствительных, надежных и экспрессных методов анализа. Актуален поиск материалов, которые могли бы служить в качестве электродноактивных компонентов в мембранах ионоселективных электродов (ИСЭ). В качестве объектов исследования выбраны сложные

оксиды $\text{Sr}_{2,75}\text{Pb}_{0,25}\text{La}(\text{VO}_4)_3$, $\text{Ba}_{3,8}\text{Pb}_{0,2}\text{Nb}_2\text{O}_9$, $\text{Ba}_{3,5}\text{Pb}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_9$, $\text{Pb}_3\text{NiNb}_2\text{O}_9$, $\text{Pb}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$. Твердофазный синтез данных веществ проведен по стандартной керамической технологии. Однофазность образцов подтверждена методом РФА (ДРОН-2.0, Cu K α -излучение).

34.МБ.190. Enhanced nutrients removal in MBR. 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. *Bracklow Ute, Vocks Martin, Drews Anja, Kraume Matthias.* Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 207. Англ.

Рассматривается процесс удаления из СВ азота и фосфора при использовании для их очистки мембранного биореактора (МБР), проблема состоит в том, что для их удаления необходимо чередование аэробных/аноксичных условий, а в МБР постоянно поддерживается аэробный режим, при котором возможно только окисление NH_4 до NO_3 . Рассматривалось 2 варианта включения аноксичной ступени, до и после МБР, внешний источник углерода нигде не подавался. Установлено, что при содержании Р в исходных СВ до 10 мг/л остаточные концентрации в обоих случаях не превышали 0,5 мг/л. Скорость удаления $\text{N}_{\text{общ}}$ по первому варианту составляла 6 мг/л/гч. акт. ила в час, и по второму 1-2 мг/гч.

34.МБ.191. Synthesis and characterization of nanocomposite ion-exchange membranes for sensor applications. 10 Международная конференция “Теоретические проблемы химии поверхности, адсорбции и хроматографии”, Москва-Клязьма, 24-28 апр., 2006: Тезисы. *Muraviev D. N., Macanas J., Munoz M., Alegret S. M.* Граница. 2006, с. 178. Англ.

34.МБ.192. Очистка льяльных вод от нефтепродуктов с использованием мембранных фильтров. Проблемы ресурсов и геоэкология: Материалы Международного научно-практического симпозиума “Проблемы водных и других ресурсов и геоэкология”, Пенза, 17-19 мая, 2006. *Потанов В. В., Горбач В. А., Капшур В. Н., Мин Г. М., Касперович Е. В.* Пенза. Пенз. гос. ун-т. 2006, с. 59-60. Рус.

Доля нефтепродуктов, удаленных при фильтровании, составила 99,96%, доля удаленных взвешенных примесей - 97,57%. Таким образом, применение мембранных фильтров может быть эффективным и экономически оправданным в технологических схемах очистки судовых сточных вод.

34.МБ.193. Влияние природы катиона на селективность катионообменной мембраны МК-40. Всероссийская научно-техническая конференция “Наука - производство - технологии - экология”, Киров, 2006: Сборник материалов. Т. 2. *Михайлова И. Ю., Шишкина С. В., Попова О. Н.* Киров. Изд-во ВятГУ. 2006, с. 107-109. Библ. 5. Рус.

Изучена селективность ионообменной мембраны МК-40. Исследования проводились в 0,1 н растворах хлоридов натрия, никеля и цинка со значением рН, равным 4. Значительное снижение селективности мембраны МК-40 в цинковой форме может быть связано с комплексобразованием. Присутствующие в растворе хлорида цинка комплексные ионы: $[\text{ZnCl}]^+$; $[\text{ZnCl}_2]$; $[\text{ZnCl}_3]^-$ менее подвижны, либо вообще не участвуют в массопереносе через катионитовую мембрану. В результате чего значения чисел переноса (ЧП) ионов цинка существенно снижаются, а ЧП коионов хлора наоборот возрастают. Кроме того, на эффективные ЧП ионов через мембрану существен-

ное влияние оказывает ее диффузионная проницаемость. Двухзарядные противоионы сильнее экранируют функциональные группы мембраны, чем способствуют увеличению поглощения коионов и повышению диффузионной проницаемости мембраны.

34.МБ.194. Влияние рН равновесного раствора на электропроводность анионообменной мембраны МА-40. Всероссийская научно-техническая конференция “Наука - производство - технологии - экология”, Киров, 2006: Сборник материалов. Т. 2. *Шишкина С. В., Печенкина Е. С.* (Россия, Киров, ВятГУ). Киров. Изд-во ВятГУ. 2006, с. 96-98. Библ. 2. Рус.

Приведены концентрационные зависимости электропроводности χ анионообменной мембраны (МБ) МА-40 в растворах хлоридов: Na, Cu, Zn при различных значениях рН (2, 3, 4) равновесного раствора. Полученные результаты подтверждают предположение о том, что рост χ МБ МА-40 обусловлен комплексобразованием ионов переходных металлов с функциональными группами. Протонированные группы не образуют координационных связей, но притягивают дополнительные противоионы из раствора. Необходимо учитывать также присутствие в межгелевом растворе и высокую подвижность протонов, являющихся для анионообменных МБ коионами. Очевидно поэтому χ МБ в подкисленных разбавленных растворов выше, чем при рН 4. Подкисление проводилось HCl, т. е. одновременно в растворе увеличивалась концентрация ионов хлора, и степень закомплексованности ионов меди и цинка. По-видимому, и в фазе МБ содержание комплексных катионов MeCl^+ и нейтральных частиц MeCl_2 также выше, что приводит к резкому спаду электропроводности уже при достаточно низких концентрациях. Т. обр., повышение χ МБ в разбавленных растворах хлоридов меди и цинка и хлорида никеля во всей изученной области концентраций связано с комплексобразованием в гелевой фазе. Снижение χ с ростом концентрации обусловлено комплексобразованием в растворе.

34.МБ.195. Извлечение коллоидного кремнезема из сточных вод ГеоЭС с использованием мембранных фильтров. Проблемы ресурсов и геоэкология: Материалы Международного научно-практического симпозиума “Проблемы водных и других ресурсов и геоэкология”, Пенза, 17-19 мая, 2006. *Потанов В. В., Горбач В. А., Капшур В. Н., Мин Г. М.* Пенза. Пенз. гос. ун-т. 2006, с. 60-62. Рус.

Проведены испытания установки для извлечения коллоидного кремнезема, включавшей керамический мембранный фильтр с диаметром пор 0,2 мкм. Испытания установки выполнены в лабораторных условиях при температуре 20°C и в рабочем модуле Верхне-Мутновской ГеоЭС на сепарате с трубопроводов стока дренажей сепараторов и шумоглушителя при температурах 80-60°C. Установка для баромембранного фильтрования включала жесткий металлический каркас, в котором были расположены керамический фильтр, манометры, расходомеры, регулирующие краны, а также емкости для сепарата и сбора концентрата и фильтрата. В разных сериях испытаний при 20°C доля извлеченного коллоидного кремнезема была на уровне 0,75-0,90.

34.МБ.196. Использование ультрафильтрационного метода в безотходной технологии переработки белково-углеводного сырья. Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием “Пищевые технологии”, Казань, 30 мая, 2006: Сборник тезисов докладов. *Седелкин В. М., Пачина О. В., Рамазаева Л. Ф., Суркова А. Н.* Казань. Казан. гос. технол. ун-т. 2006, с. 92-93. Рус.

Предложена новая рецептура для получения вторичноацетатцеллюлозных (ВАЦ) ультрафильтрационных мембран.

В формовочные растворы ВАЦ-ацетон и ВАЦ-ацетон-вода для получения ультрафильтрационных мембран, предложено вводить этиловый спирт, с целью повышения однородности раствора и соответственно получения более однородной структуры мембран и уменьшения их разнотолщинности. Изучение проницаемости по воде и творожной сыворотке полученных мембран с различным содержанием спирта (от 5 до 25%), показывает, что наибольшей проницаемостью по воде обладают мембраны, полученные из 5%-х растворов ВАЦ в ацетоне и их проницаемость изменяется в пределах 17÷1987 (л/м²час); проницаемость мембран по творожной сыворотке для 5%-х растворов ВАЦ-ацетон изменяется от 0,5 до 80 (л/м²час). Введение спирта значительно влияет на реологические свойства исходных растворов ВАЦ-ацетон и ВАЦ-ацетон-вода и, соответственно на эксплуатационные свойства мембран, что позволяет варьировать их в широких пределах.

34.МБ.197. Closing the loops in the pulp and paper industry with membrane technology. 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. *Lipnizki Frank, Gennetier Julien.* Frankfurt/Main. DECHEMA (Soc. Chem. Eng. and Biotechnol.). 2006, с. 198. Англ.

На междунар. выставке хим. пром. АСHEMA 2006 (Франкфурт на Майне, Германия) компания Alfa Laval (Лунд, Швеция) представила доклад о новых проектах целлюлозных заводов, бумажных и картонных фабрик с замкнутыми циклами использования оборотных вод (ОВ). Применение МБ обеспечивает эффективную очистку ОВ от загрязнений и повторное использование для производства бумаги и картона. С помощью мембран увеличивают содержание лигнина и сухих веществ в черном щелоке перед содорегенерац. котлоагрегатом завода сульфатной Ц. На заводе сульфитной Ц установка ультрафильтрации смонтирована для сгущения лигносульфонатов. Пермеат после дополнительной очистки на установке обратного осмоса возвращают в варочный цех.

34.МБ.198Д. Извлечение коллоидного кремнезема из высокотемпературных гидротермальных теплоносителей с применением мембранных фильтров. канд. техн. наук. *Горбач В. А.* (Научно-исследовательский геотехнологический центр Камчатского научного центра Дальневосточного отделения РАН, 683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное ш., 30, а/я 56). Рос. хим.-технол. ун-т, Москва, 2006, 19 с., ил.. Библ. 12. Рус.

Показано, что для решения проблемы извлечения аморфного кремнезема из гидротермального раствора перспективным является мембранный метод. Установлено методом фотокорреляционной спектроскопии, что основная доля коллоидных частиц кремнезема имеет радиусы в пределах от 1 до 50 нм. Средний радиус коллоидных частиц кремнезема в гидротермальном растворе принимает значения от 7 до 34 нм, коэффициент диффузии частиц порядка $2,0 \times 10^{-7}$ см²/с. Показано, что с помощью ввода катионов металлов в количестве гораздо ниже критич. можно получить укрупненные агрегаты коллоидных частиц кремнезема с размерами сопоставимыми с диаметром пор мембранного слоя фильтров (100-200 нм) или превышающими их. Разработан способ извлечения коллоидного кремнезема из гидротермальных теплоносителей, включающий ввод катионов металлов и фильтрование через

мембранный слой. Извлечение может проводиться в широком диапазоне температур от 20 до 100°С. Селективность по коллоидному кремнезему зависит от диаметра пор фильтра, температуры раствора, количества катионов металлов, введенных в раствор для укрупнения частиц кремнезема, и может быть доведена в зависимости от указанных факторов до 0,7-1.

34.МБ.199Д. Влияние полиэлектролитов на транспорт доксорубицина через бислойную липидную мембрану. канд. хим. наук. *Кутаева М. В.* МГУ, Москва, 2006, 18 с., ил.. Библ. 10. Рус.

Цель работы - изучение состава, строения и стабильности комплексов полиэлектролитов с противоопухолевым антибиотиком доксорубицином (I) и липосомами, а также влияния комплексообразования на транспорт I через липосомальную мембрану. Показано, что включение I в комплекс с полианином уменьшает скорость транспорта лекарства через липосомальную мембрану, а адсорбция поликатиона на поверхности отрицательно заряженных липосом способствует ускорению мембранного транспорта I. Таким образом, использование полиэлектролитов позволяет в широких пределах манипулировать скоростью транспорта I через липидную мембрану. Это открывает новые возможности управления кинетикой захвата антибиотика в биологических системах. Предложенный подход может рассматриваться как инструмент для направленного изменения фармакологических свойств лекарственных веществ.

34.МБ.200Д. Исследование и разработка технологий функциональных компонентов и пищевых продуктов на основе переработки молочной сыворотки мембранными методами. докт. техн. наук. *Гаврилов Г. Б.* Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти, Кемерово, 2006, 41 с., ил.. Библ. 63. Рус.

Установлено влияние технологических факторов на физико-химические закономерности мембранного концентрирования молочной сыворотки, выявлен характер концентрирования и содержания основных компонентов в процессе мембранной обработки подсырной сыворотки. Исследованы структурно-механические свойства сывороточных концентратов сывороточных белков в широком диапазоне скоростей сдвигающей деформации. Установлены рациональные значения определяющих параметров процесса электродиализного обессоливания сывороточных концентратов, показано, что с формированием турбулентного режима течения происходит интенсификация электродиализного процесса деминерализации. Определена кинетика удаления макро- и микроэлементов в процессе деминерализации концентратов и установлено влияние рН на темп их удаления. Исследован состав сывороточных концентратов и определены их основные направления использования. Изучены физико-химические закономерности конверсии лактозы в лактулозу из фильтрата молочной сыворотки с комплексными катализаторами. Обоснована и доказана возможность комплексного использования карбоната гуанидина, тетрабората натрия и сульфата натрия с целью получения растворов лактулозы заданного уровня качества. Разработаны высокоэффективные режимы обессоливания растворов лактулозы электромембранными и ионообменными процессами. Исследован состав и свойства растворов лактулозы, установлено влияние лактулозы на физиолого-биохимические свойства микрофлоры, используемой в технологии молочных продуктов. Показано эффективное использование биологически активных добавок, содержащих лактулозу, в питании людей, животноводстве и птицеводстве. Разработана классификация функциональных ингредиентов и пищевых продуктов из молочной сыворотки, полученных мембранными методами.

34.МБ.201Д. Разделение азотно-углекислотной смеси в газожидкостных мембранных аппаратах. канд. техн. наук. *Усачов В. В.*. Моск. гос. техн. ун-т, Москва, 2006, 17 с., ил. Библ. 8. Рус.

В результате теоретич. и экспериментального исследования установлено, что для разделения CO_2 -содержащих газовых смесей с использованием физ. абсорбентов в системе “газ-мембрана-жидкость” ограниченная проницаемость непористой мембраны не оказывает существенного влияния на массообмен. Лимитирующим фактором процесса разделения в мембранном контакторе является ограниченная скорость диффузии CO_2 в абсорбенте. Предложена инженерная методика расчета газоразделительного мембранного аппарата с плоскими мембранами, позволяющая выполнять проектировочный и поверочный расчеты мембранных контакторов.

34.МБ.202Д. Характеризация мембранных материалов методом вольтамперометрии. канд. хим. наук. *Лоза Н. В.* (Кубанский государственный университет, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149). Кубан. гос. ун-т, Краснодар, 2006, 23 с., ил. Библ. 14. Рус.

На основании вольтамперных кривых разработан подход к характеризации ионообменных мембран различного структурного типа.

34.МБ.203Д. Разработка и исследование ультрафильтрационного аппарата для концентрирования молочных продуктов с применением промежуточной очистки мембраны. канд. техн. наук. *Силков Д. М.*. Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти, Кемерово, 2006, 16 с., ил. Библ. 18. Рус.

Разработана математическая модель, описывающая процесс мембранного концентрирования, позволяющая определять изменение проницаемости мембраны в условиях периодической чистки мембраны. Предложены уравнения регрессий процесса мембранного концентрирования для обезжиренного молока и творожной сыворотки, учитывающие влияние технологических параметров процесса на массовое содержание сухих веществ в отводимом диффузионном слое и проницаемость мембраны. Определены их рациональные значения при обработке обезжиренного молока и творожной сыворотки. Рассчитано гидравлическое сопротивление и толщина слоя осадка, образующегося на мембране.

Патенты

34.МБ.204П. Регенеративное осушающее устройство и способ регенерации воды, главным образом, из абгазов катодной камеры топливного элемента с протонообменной мембраной. Regenerative dryer device and method for water recovery, primarily in the cathode side, of a proton exchange membrane fuel cell: Пат. 6916567 США, МПК ⁷ H 01 M 8/12. Hydrogenics Corp., Cargnelli Joe, Ye Jianming, Chen Xuesong, Gopal Ravi B., Fran David. №10/223706; Заявл. 20.08.2002; Оpubл. 12.07.2005; НПК 429/26. Англ.

Патентуется схема непрерывной рециркуляции воды в топливном элементе с тв. полимерным электролитом. Схема основана на извлечении паров воды из катодных абгазов топливного элемента и использовании полученной воды для увлажнения поступающего в катодную камеру окислителя (воздуха). Для реализации указанных процессов используется набор аппаратов, каждый из которых может работать как в режиме осушителя, так и в режиме увлажнителя. Переключение данных аппаратов из одного режима в другой осуществляется с помощью специального устройства, принципиальная конструкция которого описана. В стационарном режиме часть аппаратов работают в режиме осушителя, а остальная часть - в

режиме увлажнителя. Через определенный период времени, длительность которого определяется емкостью аппаратов по воде, а также режимом работы топливного элемента (расход газа, величина нагрузки и т. д.), происходит переключение режима работы аппаратов. Благодаря использованию описанной схемы обеспечивается необходимое увлажнение мембраны из твердого полимерного электролита и, как следствие, стабильность работы топливного элемента.

34.МБ.205П. Способ изготовления биполярной мембраны и ее использование. Method for making a bipolar membrane and use of resulting bipolar membrane: Пат. 6924318 США, МПК ⁷ C 25 B 13/00. SOLVAY (S.A.), Mischi Ellenio, Mantione Davide, Pastacaldi Alessandra, Botte Luc. №10/257399; Заявл. 13.04.2001; Оpubл. 02.08.2005; Приор. 19.04.2000, №00/05133(Франция); НПК 521/27. Англ.

Патентуется способ изготовления биполярных мембран, которые м. б. использованы в электролизных установках для обработки водных растворов. В качестве исходных материалов используют катионообменные и анионообменные мембраны (КМ и АМ, соотв.), напр., типа “MORGANE”. КМ замачивают в растворе, содержащем сульфаты Na и Mg, а также гидрат нитрата железа, а АМ - в растворе, содержащем вместо нитрата Fe нитрат Cr. Такая обработка проводится при 75-100°C в течение 50-80 час. Непосредственно после замачивания АМ и КМ накладывают друг на друга и прокатывают между вальцами.

34.МБ.206П. Способ защиты мембран эритроцитов крови от воздействия пробойным импульсным электрическим полем: Пат. 2283096 Россия, МПК ⁷ A 61 K 31/02. Гос. учрежд. НИИ общ. реаниматол. РАМН. *Морозов Виктор Васильевич, Богушевич Маргарита Сергеевна, Черныш Александр Михайлович, Козлова Елена Карловна, Волков Александр Васильевич, Алексеева Полина Юрьевна.* №2004111265/15; Заявл. 14.04.2004; Оpubл. 10.09.2006. Рус.

Патентуется способ защиты мембран эритроцитов крови от воздействия пробойным импульсным электрическим полем, используемым, в частности, при дефибриляции сердца. Способ заключается в том, что к крови добавляют перфторан в количестве 0,25-1,12 об.%. Перфторан - кровезаменитель и при введении в кровь человека в указанных количествах не влияет на ее физико-химические свойства. Изобретение обеспечивает защиту эритроцитов от гемолиза.

34.МБ.207П. Способ изготовления мембраны с нанопористым углеродом: Пат. 2280498 Россия, МПК ⁷ B 01 D 71/02, B 01 D 67/00. Кравчик Александр Ефимович. *Артохин О. И., Соколов В. В., Кукушкина Ю. А.* №2004116461/15; Заявл. 31.05.2004; Оpubл. 27.07.2006. Рус.

Патентуется способ изготовления мембраны с нанопористым углеродом, включающий формирование и обработку макропористой заготовки из неорганич. материала, содержащего карбид и пироуглерод с удалением карбидообразующего элемента путем галогенирования карбида при 400°-1100°C и удаление галогена инертным газом, водородом или аммиаком, отличающийся тем, что после введения в сформированную заготовку пироуглерода осуществляют нанесение карбида в виде газонепроницаемого слоя толщиной 10-100 мкм на поверхность заготовки путем его осаждения из газовой фазы, содержащей галогенид карбидообразующего элемента и углеводород при 800°-1100°C, после чего осуществляют галогенирование до получения слоя нанопористого углерода на макропористой подложке. Макропористая подложка выполнена из неорганич. материала, выбранного из карбидов элемента III-V групп Периодич. системы элементов Д. И. Менделеева, либо из

оксида кремния или алюминия, либо углерод-углеродного волокнистого композиционного материала.

34.МБ.208П. Агломераты как катализаторы для мембранно-электродных сборок. Catalyst agglomerates for membrane electrode assemblies: Пат. 6911411 США, МПК ⁷ В 01 J 31/00. Polyfuel, Inc., Cox Philip, Cha Suk-Yal, Hou Gouyan, Tran Ngan, Duong Anh. №10/301131; Заявл. 21.11.2002; Оpubл. 28.06.2005; НПК 502/159. Англ.

Патентуется способ контролируемой агломерации частиц катализатора, используемого в дальнейшем для формирования электродкатализитически активных слоев в мембранно-электродной сборке топливного элемента с тв. полимерным электролитом. Частицы катализатора (напр., Pt-чернь) диспергируют в неводном растворителе, а затем, при перемешивании, к дисперсии добавляют разбавленный раствор мономера полимерного электролита (напр., раствор мономера Нафiona в смеси вода-изопропанол). Контроль режима этой стадии обеспечивает получение агломератов необходимого размера и пористости. Показано, в частности, что использование описанной методики для активации электродов топливного элемента прямого окисления метанола позволяет достичь плотности генерируемого тока ~200 мА/см² при 20-25°C и напряжении на ячейке 0,3 В..

34.МБ.209П. Электрохимический элемент с протонообменной мембраной. Proton exchange membrane electrochemical cell system: Пат. 6855450 США, МПК ⁷ Н 01 М 8/02, С 25 В 9/00. Proton Energy Systems, Inc., Molter Trent M., Dristy Mark E.. №09/909846; Заявл. 20.07.2001; Оpubл. 15.02.2005; НПК 429/38. Англ.

Патентуется рамочная конструкция (РК), используемая для сборки пакета электрохим. элементов для обеспечения равномерного поджата составляющих пакета. РК представляет собой плоское кольцо, ограниченное наружной и внутренней кромками, снабженное отверстиями для подвода и отвода реагентов и продуктов реакции. Около отверстий сформированы каналы для распределения реагентов по поверхности электродов. РК выполнен из неэлектропроводного эластомера; она может использоваться как для ТЭ так и при небольшом усложнении для электролизера, производящего H₂ и O₂.

34.МБ.210П. Топливный элемент с полимерной электролитной мембраной, обладающий стабильной мощностью. Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle mit stabiler Leistung: Заявка 10345261 Германия, МПК ⁷ Н 01 М 8/02. Ballard Power Systems Inc.. Finsterwalder Florian, Graf Verena, Quintus Martin. №10345261.3; Заявл. 29.09.2003; Оpubл. 21.04.2005. Нем.

Патентуется ТЭ с катодом, анодом и полимерным мембранным электролитом, расположенном между ними. Непосредственно к электролиту со стороны анода и катода прилегают гидрофильные нанопористые слои электродов с соответствующими катализаторами. К ним примыкают гидрофобные нанопористые слои с нанесенными на них гидрофобными микропористыми слоями; наружными в газодиффузионных электродах являются макропористые слои. Гидрофильные нанопористые слои катализаторов создают постоянную влажность полимерного электролита и обеспечивают т. обр. стабильную мощность ТЭ.

34.МБ.211П. Полиэлектролитная мембрана и использующий ее топливный элемент с твердым полимерным электролитом. Polymer electrolyte membrane and solid polymer electrolyte fuel cell using same: Пат. 6933068 США, МПК ⁷ Н 01 М 8/10, Н 01 М 10/40. Honda Giken Kogyo K. K., JSR Corp., Asano Yoichi, Nanaumi Masaaki, Kanaoka Nagayuki, Sohma Hiroshi, Saito Nobuhiro, Matsuo Junji, Goto Kohei, Takahashi

Msayuki, Naito Yuji, Masaka Fusazumi. №10/051199; Заявл. 22.01.2002; Оpubл. 23.08.2005; Приор. 19.01.2001, №2001-012361 (Япония); НПК 429/33. Англ.

Мембрана (МБ) с композитным полиэлектролитом содержит смесь по ≥ 2 типов полиэлектролитов, включающую первый полиэлектролит (ППЭ) и второй полиэлектролит (ВПЭ), причем ППЭ содержит сульфированный полиариленовый полимер и составляет 50-95% от массы электролитной МБ, а ВПЭ состоит из углеводородного полиэлектролита, причем ППЭ и ВПЭ имеют отличающиеся друг от друга каркасные структуры. ППЭ состоит из сульфированного полиариленового полимера, у которого 2-70 мол.% звеньев ароматич. соединения с электроноакцепторной группой в основной цепи, а 30-98 мол.% звеньев ароматич. соединения без электроноакцепторной группы. Электроноакцепторная группа содержит одну (или более) двухвалентную группу, выбираемую из -CO-, -CONH-, -(CF₂)_p- (где p=1-10), -C(CF₃)₂-, -COO-, -SO- и -SO₂-. ППЭ составляет 70-95 мол.% от всей МБ. ППЭ содержит сульфированный полиариленовый полимер, 7-35 мол.% которого составляет бензофенон-4,4'-диильная структура в качестве звена ароматич. соединения с электроноакцепторной группой, а 65-93 мол.% составляет 4'-феноксibenзофенон-2,5-диильная структура в качестве звена ароматич. соединения без электроноакцепторной группы. Сульфированный полиариленовый полимер имеет ионообменную емкость 1,5-3 экв./г.

34.МБ.212П. Смесь для формования ацетатцеллюлозной ультрафильтрационной мембраны. Пат. 2283583 Россия, МПК ⁷ А 01 J 11/00. Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Саратов. ГТУ. Седелкин В. М., Денисов А. М., Суркова А. Н., Пачина О. В., Коннова Л. В., Поздеева М. Г., Дорошенко Л. М., Рамазаева Л. Ф.. №2005104773/13; Заявл. 21.02.2005; Оpubл. 20.09.2006. Рус.

Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к молочной промышленности для получения новых продуктов из творожной сыворотки. Смесь предусматривает содержание, мас.-%: 5%-ный раствор диацетат целлюлозы в ацетоне 85,0-95,0, спирта C₂H₅ОН - 5,0-15,0. Это позволяет повысить однородность пористой структуры мембраны и ее проницаемость при сохранении высокой селективности.

34.МБ.213П. Удаление фильтрата после его прохождения мембраны. Underdrain for filtration membrane: Пат. 6893562 США, МПК ⁷ В 01 D 29/92. Millipore Corp., Busnach J. S., Foley V., Clark P., Gabriels J.. №09/565963; Заявл. 05.05.2000; Оpubл. 17.05.2005; НПК 210/248. Англ.

Изобретение относится к устройствам для проведения анализа множества биохимических проб, выполненных в конфигурации микротитровальной пластины, имеющей множество микрососудов для проведения химических операций в том числе и фильтрования. Предложен вариант такой пластины, которая позволяет проводить одновременное фильтрование множества проб с помощью одного мембранного фильтра. Для удаления фильтрата, накапливаемого в специальной емкости в теле пластины, предложено использовать технику вакуумного отсоса.

34.МБ.214П. Твердая кислороданионная и электронпроводящая мембрана и каталитический мембранный реактор, содержащий их. Solid state oxygen anion and electron mediating membrane and catalytic membrane reactors containing them: Пат. 6949230 США, МПК ⁷ В 01 J 35/02. Eltron Research, Inc., Schwertz Michael, White James H., Sammwwls Anthony F.. №09/929870; Заявл. 14.08.2001; Оpubл. 27.09.2005; НПК 422/198. Англ.

Изобретение относится к газонепроницаемым твердым мембранным материалам, использующимся в каталитич. мем-

бренных реакторах для промотирования частичного или полного окисления различных хим. веществ, разложения кислородсодержащих соединений и для отделения O_2 от других газов. Твердый материал для использования в Мб включает смешанные металлоксиды, имеющие кристаллич. структуру браунмиллерита формулы $Sr_{2-x}La_xGa_{2-y}C_yO_{5+z}$, где С - переходный металл с электронной конфигурацией 3d (Fe, Сг или Мп) x и y - независимые друг от друга числа, равные или большие 0 или меньше 2; z - число нейтральных соединений.

34.МБ.215П. Способ изготовления мембранно-электродных сборок. Method of making membrane electrode assemblies: Пат. 6933003 США, МПК ⁷ H 01 M 4/88, B 01 D 5/12. General Motors Corp., Yan Susan G.. №10/171295; Заявл. 13.06.2002; Оpubл. 23.08.2005; НПК 427/115. Англ.

Патентуется технологич. процесс непрерывного изготовления мембранно-электродных сборок для топливных элементов с тв. полимерным электролитом. Каждая сборка представляет собой лист тв. полимерного электролита необходимой формы, на каждую поверхность которого (в определенной области) нанесено электрокаталитически активное покрытие (анодное и катодное, соотв.). Установка для изготовления сборок включает в себя две замкнутые линии для формирования электродных покрытий. Каждая из этих линий представляет собой движущуюся замкнутую ленту (напр., из Al), на поверхности которых путем нанесения т. наз. "чернил" (жидкость, содержащая катализатор на носителе, связующее и ряд др. компонентов) образуются (после сушки) электродные слои. На участке объединения всех составляющих сборки, указанные ленты контактируют (с соответствующей стороны) с движущейся с той же скоростью лентой тв. полимерного электролита. На этом участке происходит "впечатывание" электродных слоев в тв. полимерный электролит под действием сжимающего усилия и необходимого нагрева. Электродные слои отслаиваются от Al-лент, которые подвергаются очистке и на которые снова наносятся электродные слои. Выходящая и установки лента из тв. полимерного электролита с нанесенными электродными слоями, разрезается на участки-слайды, которые и представляют собой готовые электродные сборки.

34.МБ.216П. Выделение тиоцианата натрия из промышленных растворов с использованием нанофильтрации. Recovery of sodium thiocyanate from industrial process solution using nanofiltration technique: Заявка 1586562 ЕПВ, МПК ⁷ C 07 C 331/04. Council of Scientific and Ind. Research. Sridhar Sundergopal, Gorugantu Suryanarayana Murthy, Duraiswamy Suhanya, Biduru Smitha, Machiraju Ramakrishna. Eddowes, Simon et al Urquhart-Dykes & Lord LLP 30 Welbeck Street London W1G 8ER GB. №04251891.0; Заявл. 30.03.2004; Оpubл. 19.10.2005. Англ.

Предложен способ выделения тиоцианата натрия из промышленных растворов, содержащих окрашенные ионы и двухвалентные соли, путем пропускания растворов под давлением через нанофильтрационные мембраны, изготовленные из триацитата целлюлозы, полиамида и гидрофилизованного полиамида. Активная площадь мембраны составляет ~1 м². Таким образом можно очистить растворы, содержащие тиоцианат натрия от β-сульфопропиононовой кислоты и ее нитрила, сульфата натрия и солей железа и кальция.

34.МБ.217П. Половолоконная мембрана с тонким плотным поверхностным слоем и способ ее изготовления. Skinned hollow fiber membrane and method of manufacture: Пат. 6921482 США, МПК ⁷ B 01 D 69/00. Mykrolis Corp., Cheng Kwok-Shun, Gates T. Dean, Yen Larry Y., Patel Rajni-

kant B. №09/889961; Заявл. 27.01.2000; Оpubл. 26.07.2005; НПК 210/500.23. Англ.

Половолоконная мембрана (МБ), изготовленная из перфторированного термопластичного полимера, причем эта МБ имеет гидрофобные поверхности и содержит поверхность с тонким плотным поверх. слоем (ТППС) на одной стороне и пористую поверхность на противоположной поверхности. МБ является ультрафильтрац. МБ, способной задерживать макромолек. соединения, растворенные в орг. растворителях, смесях орг. растворителей, смесях орг. растворитель - вода и воды, причем растворы могут иметь др. соединения, растворенные в них. МБ имеет отсечку по молек. массе <500000 (предпочтительно <10000). Половолоконная контакторная МБ, изготовленная из перфторированного термопластичного полимера, способна к массопереносу типа жидкость-газ с числом Шервуда, равным числу Греца - в 1,64 раза большим числа Греца - с показателем степени 0,33 в интервале чисел Греца от 5 до 1000. Половолоконная контакторная МБ, способная к массопереносу типа жидкость-газ с жидкостями, имеющими величины поверхн. натяжения >20 мН/м, при давл. интрузии >344,7 кПа с изопропиловым спиртом. Перфторированный термопластичный полимер выбирают из СПЛ тетрафторэтилена и перфторалкил(пропил, метил)винилэфира, тетрафторэтилена и гексафторпропилена и их смесей.

34.МБ.218П. Полисульфонамидная матрица. Polysulfonamide matrices: Пат. 6837996 США, МПК ⁷ B 01 D 71/76. GE Osmonics, Inc., Kurth Christopher J., Kloos Steven D., Peschl Jessica A., Hodgins Leonard T.. №10/302758; Заявл. 22.11.2002; Оpubл. 04.01.2005; НПК 210/500.38. Англ.

Полисульфонамидная матрица состоит из остатков соединения, имеющего ≥2 сульфонильные группы, и остатков аминокислоты, имеющего ≥2 аминогруппы. Остаток аминокислоты не является полиэтиленимином, имеющим молек. массу ≥600. Полимерная матрица имеет толщ. 15-100 нм, ее отношение масса-площадь составляет 20-200 (50-150) мг/м²; она имеет ≤5 об.% в качестве дефектов. Напр., полимерная матрица содержит остатки сульфонильного соединения формулы $XSO_2Z(SO_2X)_n$, где X - отщепляемая группа, Z - орг. цикл, содержащий 1-30 С, и n=1-5. Орг. цикл содержит ≥1 гетероатома. Композитная мембрана, содержащая сульфонамидную полимерную матрицу на пористой подложке, имеющей отсечку по молек. весу <30000 (измеренную ASTM-методом при 90%-ном задерживании декстрана). Мембрана имеет величину удерживания NaCl>85%.

34.МБ.219П. Погружной мембранный модуль. Membranmodul fur einen Tauchbetrieb: Заявка 102004029141 Германия, МПК ⁷ B 01 D 63/02, B 01 D 63/04. Koch Membrane Systems GmbH. VoSSenkaul Klaus, Schafer Stefan, Kullmann Christoph. №102004029141.1; Заявл. 17.06.2004; Оpubл. 29.12.2005. Нем.

Предлагаемый мембранный модуль содержит пучок волокон, представляющих собой большое количество полых мембран, которые, с открытых концов, залиты в головку и, в погруженном состоянии, окружены фильтруемой жидкостью. Ниже головки находится сборник фильтрата, выходящего из полых мембран и отводимого из аппарата. Модуль содержит осевую трубку для выхода газа, преимущественно воздуха, который проходит в виде пузырьков между волокнами. Отличие модуля заключается в том, что пучок волокон разделен на секции пустотелых мембран, причем между секциями остается свободное пространство, простирающееся от центральной трубки до внешнего периметра головки, обеспечивающее проход фильтруемой жидкости к верху головки и препятствующее отложению там загрязнений. Ил. 8.

34.МБ.220П. Способ обессоливания воды с использованием мембранных процессов. Water desalination process using ion selective membranes: Пат. 6998053 США, МПК⁸ В 01 D 61/00. L. E. T., Leading Edge Technologies Ltd, Awerbuch Leon. №10/920860; Заявл. 18.08.2004; Опубл. 14.02.2006; НПК 210/652. Англ.

Патентуется способ обессоливания морской воды в многоступенчатой схеме, который обеспечивает увеличение выхода по пресной воде и снижение количества концентрированных рассолов. В соответствии со способом исходная вода вначале обрабатывается в ступени нанофильтрации и затем передается в ступень обратного осмоса, это увеличивает эффективность удаления солей и защищает мембраны обратного осмоса от закупоривания мелкими частицами, которые задерживаются на мембранах для нанофильтрации. Кроме этого, концентрат от первой ступени обрабатывается в ступени низкотемпературного испарения с получением дистиллята, концентрат от ступени обратного осмоса обрабатывается в многоступенчатой схеме термодистилляции, конечным продуктом является также дистиллят.

34.МБ.221П. Селективные по CO₂ [полимерные] мембраны, содержащие амидные группы. CO₂-selective membranes containing amino groups: Пат. 7011694 США, МПК⁸ В 01 D 53/22, В 01 D 71/64. Univ. of Kentucky Research Foundation, Ho W. S. Winston. №10/145297; Заявл. 14.05.2002; Опубл. 14.03.2006; НПК 95/51. Англ.

Патентуется состав и способ изготовления полимерных селективных по CO₂ мембран, предназначенных для использования в аппаратах очистки газовых смесей, содержащих H₂ от диоксида углерода. Мембраны состоят из смесей полиамида - полиамида или их сополимеризатов и связующего полиамида. В качестве исходных материалов для приготовления мембран используют различные модификации поливинилпиридина, полиэтиленмина, полиаллиламина и др. соединений. Описана технология изготовления таких мембран и сообщены их характеристики.

34.МБ.222П. Протонпроводящая мембрана для топливных элементов. Proton conducting membrane for fuel cells: Пат. 6977122 США, МПК⁷ Н 01 М 8/10, С 08 J 5/20. The Univ. of Chicago, Colombo Daniel G., Krumpelt Michael, Myers Deborah J., Korasz John P. №10/105203; Заявл. 25.03.2002; Опубл. 20.12.2005; НПК 429/33. Англ.

Патентуется состав и способ изготовления полимерной протонпроводящей мембраны (МБ), предназначенной для использования в топливных элементах. В качестве материала МБ предлагается использовать т. наз. дендримерные полимеры (напр., дендример Фреше-типа). Последние, благодаря образованию ковалентных связей через амидо или имидо мостиковые группы образуют сферич. пространственные структуры, по поверхности которых и происходит перенос протонов, подобно межзеренной диффузии в тв. телах. Вследствие этого резко уменьшается зависимость протонной проводимости от влагосодержания МБ. МБ этого типа отличаются высокой химич. и термич. стабильностью (до 200°C). Описаны возможные методы синтеза дендримеров Фреше-типа и способ изготовления из них МБ. Отмечается, что использование дендримерных МБ в топливных элементах полного окисления метанола позволит значительно уменьшить кроссовер метанола через мембрану.

34.МБ.223П. Мембранный реактор для экстракции газа. Membrane reactor for gas extraction: Пат. 6923944 США, МПК⁷ В 01 J 8/02, В 01 D 53/22. Vuxbaum Robert E.. №09/901398; Заявл. 09.07.2001; Опубл. 02.08.2005; НПК 422/211. Англ.

Патентуется конструкция реактора, позволяющего в одном аппарате осуществлять процессы газовой конверсии

исходного газа и извлечения из реакционной смеси газообразного целевого продукта методами мембранной технологии. Такой реактор, в частности, м. б. использован при парофазном риформинге углеводородов с дальнейшим применением образующегося водорода в качестве топлива для топливного элемента. Принципиально, реактор представляет собой цилиндрич. конструкцию, на внутреннюю стенку которой нанесен необходимый катализатор, а внутри которой расположено мембранное устройство (напр., трубки из Pd-сплава для сепарации водорода). При необходимости, нагрев реактора осуществляется снаружи, напр., путем сжигания образующихся абгазов.

34.МБ.224П. Способ получения синтез-газа паровым реформингом диметилового эфира с использованием палладий-ренивой мембраны. Заявка 2004111246/15 Россия, МПК⁷ С 01 В 9/00. ГОУ ВПО ИГУ. Ким Ен Ха, Баженев Б. Н., Торопова А. В., Сабохоева Т. С., Лифанов Е. В., Ян Юн Бин, Шмидт Ф. К. №2004111246/15; Заявл. 12.04.2004; Опубл. 10.10.2005. Рус.

Предлагают способ получения синтез-газа паровым реформингом диметилового эфира при повышенной температуре на катализаторах, отличающийся тем, что процесс проводят в присутствии палладий-ренивой мембраны, в соотношении реагентов ДМЕ:H₂O=1:1, атмосферном давлении, и скорости подачи сырья 60-1200 час⁻¹.

34.МБ.225П. Способ получения фосфометилглицина. Заявка 2004101770/04 Россия, МПК⁷ С 07 F 9/38. Басф Акциенгезелльшафт. Фанденмерш Хугес, Фосс Хартвих, Орстен Штефан, Вульф Кристиан. №2004101770/04; Заявл. 21.06.2002; Опубл. 27.06.2005. Рус.

Предлагают способ получения N-фосфометилглицина из водной смеси, содержащей растворенные в ней N-фосфометилглицин, галогениды аммония, галогениды щелочных или щелочно-земельных металлов и, необязательно, органические загрязнения, при котором а) значение pH смеси устанавливают на величину от 2 до 8, б) разделение смеси осуществляют на селективной мембране нанофильтрации, причем получают обогащенный N-фосфометил глицином и обедненный галогенидами продукт удержания (в дальнейшем пермеат) и обогащенный галогенидами и обедненный N-фосфометилглицином продукт проникновения (в дальнейшем ретентат) и в) N-фосфометилглицин получают по желанию из ретентата.

34.МБ.226П. Проницаемые к ультрафиолету фторполимеры и пленки, изготовленные при использовании их. Ultraviolet-permeable fluoropolymers and pellicles made by using the same: Заявка 1548014 ЕПВ, МПК⁷ С 07 D 307/30, G 03 F 1/14. Asahi Glass Co. Ltd.. Matsukura Ikuo, Okamoto Hidekazu, Murotani Eisuke, Oharu Kazuya. №03792778.7; Заявл. 21.08.2003; Опубл. 29.06.2005; Приор. 21.08.2002, №2002240759(Япония). Англ.

Патентуют пленку для экспонирования светом с длиной волны более 200 нм, которая содержит каркас и пленочную мембрану, связанную с рамой при помощи адгезива, характеризуются тем, что в пленочной мембране и/или адгезиве содержится полимер, включающий повторяющиеся звенья формулы (I, Q=C₁₋₃-полифторалкилен линейной структуры, группа, включающая атом такой, как Н, F, в которой полифторалкилен замещен моновалентным заместителем, содержащим полифторалкильную группу, возможно содержащую эфирный атом O, при условии если >=2 таких заместителя присутствуют, то 2 из них могут иметь бивалентные заместители, содержащие полифторалкиленовую группу с атомом O, X=H, F, C₁₋₃-полифторалкил, который может содержать эфирный атом O).

34.МБ.227П. Применение сополимеров, содержащих N-виниллактама, для получения мембран с определенными функциями. Verwendung von N-Vinylactam enthaltenden Copolymeren zur Herstellung von funktionalisierten Membranen: Заявка 10343900 Германия, МПК ⁷ C 08 F 226/10. BASF AG. Mathauer Klemens, Schneider Tanja, Widmaier Ralf, Kamm Andre, Bell Carl-Martin. №10343900.5; Заявл. 19.09.2003; Оpubл. 21.04.2005. Нем.

Для получения мембран (МБ) или фильтрующих элементов используют СПЛ, содержащие 60-99% ≤1 виниллактама или N-виниламина(N-винилпирролидона, -пиперидона, -капролактама или -формамида) и 1-40% ≤1 мономера формулы (R¹)(R²)C=C(R³)(R⁴), где R¹, R², R³, - H, алкил C₁₋₄, арил, алкиларил C₇₋₁₀, R⁴ - несколько остатков, формулы которых (5 вариантов) приведены в заявке. В состав композиции м. б. введены ≤1 гидрофильный полимер (поливинилпирролидон, полиэтиленгликоль, полигликольмоноэфир, водорастворимые производные целлюлозы или полисорбаты) или полимер из группы полисульфонов, ПКР, ПО, полиимидов, поликетонов, ПЭФ, ПА, ПВХ, гидрофобизированных акрилатов, ПУ, полибутилентерефталатов, нерастворимых в воде производных целлюлозы. МБ, полученные путем нанесения на подложку из текстильных материалов, м. б. использованы в медицине (для диализа и/или фильтрации корпоральных жидкостей, биол. жидкостей, в аналитике или измерит. технике).

34.МБ.228П. Протонпроводящие полимерные мембраны и способ их получения. Пат. 2285557 Россия, МПК ⁷ В 01 D 71/38. Иркут. ин-т химии СО РАН, Байкал ин-т природопольз. СО РАН. Трофимов Борис Александрович, Морозова Людмила Васильевна, Могнонов Дмитрий Маркович, Маркова Марина Викторовна, Калинина Федосья Эрдэмовна, Михалева Альбина Ивановна. №2005120873/04; Заявл. 04.07.2005; Оpubл. 20.10.2006. Рус.

Способ получения протонпроводящих полимерных МБ с высокой проводимостью (до 10⁻¹ См/см) и повышенной термостабильностью, содержащих сульфокислотные группы и фосфорную кислоту, включает гетерополимерное взаимодействие раствора ПВС с раствором полимера, содержащего сульфокислотные группы, с получением полимерной ПЛ, с последующим ее отверждением и допированием ПЛ фосфорной кислотой. В качестве полимера, содержащего сульфокислотные группы, используют полимер винилглицидилового диэфира этиленгликоля с сульфокислотными группами. Полимер винилглицидилового диэфира этиленгликоля с сульфокислотными группами получают путем модификации раствора полимера поливинилглицидилового диэфира этиленгликоля со свободными эпоксидными группами сульфатом натрия с последующей обработкой катионитом в Н-форме. В качестве растворителя для получения МБ используют водно-этанольный раствор.

34.МБ.229П. Электрохимический газовый сенсор с гидрофильной мембраной. Elektrochemischer Gas-Sensor mit hydrophiler Membranbeschichtung: Заявка 1591779 ЕПВ, МПК ⁷ G 01 N 27/30. Roche Diagnostics GmbH, F. HOFFMANN-LA ROCHE AG. Weis L., Werkl D., Leiner M.. №05008923.4; Заявл. 22.04.2005; Оpubл. 02.11.2005. Нем.

Предложен электрохимический газовый сенсор для определения концентрации газов в жидких средах. Он снабжен тонкой газопроницаемой мембраной, имеющей покрытие из гидрофобного полимера, разделяющую исследуемую среду и чувствительный элемент сенсора. Изобретение касается способа формирования полимерной пленки из сополимера состава полиуретан - полиэтилен на пористой мембране.

34.МБ.230П. Электрохимический газовый сенсор с гидрофильной мембраной. Elektrochemischer Gas-Sensor mit hydrophiler Membranbeschichtung: Заявка 1591778 ЕПВ, МПК ⁷ G 01 N 27/30. Roche Diagnostics GmbH, F. HOFFMANN-LA ROCHE AG. №04009818.8; Заявл. 26.04.2004; Оpubл. 02.11.2005. Нем.

Изобретение относится к электрохимическим газовым сенсорам, предназначенным для определения концентрации газовых компонентов в физиологических жидкостях. Предложенная конструкция сенсора имеет газопроницаемую мембрану с гидрофильным покрытием. Эта мембрана предотвращает проникновение водной среды в чувствительную зону сенсора, где расположены рабочий электролит и набор измерительных электродов.

34.МБ.231П. Протонопропускающая мембрана и ее использование. Protonenleitende Membran und deren Verwendung: Заявка 10361833 Германия, МПК ⁷ В 01 D 71/58. Celanese Ventures GmbH. Uensal Oemer, Leister Ursula, Schlegel Melanie. №10361833.3; Заявл. 30.12.2003; Оpubл. 04.08.2005. Нем.

Для изготовления полиэлектролитных мембран для топливных батарей смесь ароматич. соединения (3,3',4,4'-тетрааминодифенил, 1,2,4,5-тетрааминобензол, 3,3',4,4'-тетрааминодифенилдиметилметан и др.) и ароматич. дикарбоновой кислоты (4,4'-стильбендикарбоновая и др. кислоты) или ее эфира растворяют или диспергируют в ангидриде фосфоновой кислоты, наносят на основу и нагревают до 280-350° в течение 1-3 мин для образования полиазола. Получают мембрану, имеющую толщину полимерного покрытия 50-3000 мкм.

34.МБ.232П. Полимерная электролитная мембрана, покрытая металлом и имеющая укрепляющую структуру. Metal coated polymer electrolyte membrane having a reinforcement structure: Пат. 6977009 США, МПК ⁷ В 01 D 53/22, В 01 D 71/02. Hewlett-Packard Development Co., L.P., Pan Alfred I-Tsung, Jeon Yoocham. №10/212720; Заявл. 07.08.2002; Оpubл. 20.12.2005; НПК 96/13. Англ.

Патентуется полимерная электролитная мембрана, укрепленная металлич. сеткой; мембрана проницаема только для протонов и водорода. Укрепленная металлич. сеткой полимерная мембрана имеет шероховатую, волнообразную микроструктуру поверхности, которая защищает мембрану от растрескиваний при гидратации. Металлич. сетка может быть изготовлена из Pd, Nb, V, Fe, Ta или их сплавов. Патентуемая полимерная электролитная мембрана с укрепляющей металлич. сеткой может использоваться в ТЭ с жидким электролитом для защиты от поперечного движения топливного газа и примесей. Патентуемая мембрана, укрепленная металлич. сеткой, в 5 раз прочнее обычной неукрепленной полимерной мембраны.

34.МБ.233П. Способ получения частиц, часть периферической поверхности которых полимерная, и использование частиц при изготовлении [мембран для] мембранных реакторов. Nouveau procede de preparation de particules dont au moins la surface peripherique est de nature polymeric, mettant en oeuvre un reacteur membranaire: Заявка 2879476 Франция, МПК ⁸ В 01 J 13/16. Univ. Claude Bernard Lyon, Centre Nat. de la Recherche Scientifique (CNRS). Charcosset Catherine, Fessi Hatem. №0413631; Заявл. 21.12.2004; Оpubл. 23.06.2006. Фр.

Частицы, часть периферич. ПВ которых полимерная, используемые при изготовлении мембран для мембранных реакторов, получают следующим образом. Первоначально получают фазу А, содержащую в водной среде смесь ≥2 сополимеризуемых мономеров, и фазу В, содержащую полимеры и/или масла в растворе или суспензии. Фазы А и В частично

совместимы. При смешении фаз А и В фаза В образует капли и в результате перемешивания происходит образование наночастиц размером ≤ 600 нм. Изготавливаемые из наночастиц мембраны содержат поры диаметром 1-10 мкм.

34.МБ.234П. Устройство с погружными мембранами. Immersed membrane apparatus: Пат. 7037426 США, МПК⁷ В 01 D 63/00. ZENON Environmental Inc., Pedersten Steven. №10/146934; Заявл. 17.05.2002; Оpubл. 02.05.2006; НПК 210/321.8. Англ.

Представлена конструкция мембранного биореактора для очистки СВ, разделение иловой смеси производится на погружных мембранах полволоконного типа. Конструкция реактора модульная, единичным элементом является жгут из мембранных волокон, в реакторе эти жгуты располагаются вертикально без натяга, под действием потоков аэрирующего воздуха и потоков иловой смеси жгуты совершают колебательные движения, что способствует удалению с поверхности мембран отложений. Концы мембран фиксируются в специальных узлах, верхние узлы соединены со штуцерами трубы, подключенной к системе вакуумирования, через них отбирается фильтрат, пневмоаэраторы находятся под мембранными модулями.

34.МБ.235П. Погружной мембранный модуль. Submerged membrane filtration module: Заявка 2421199 Великобритания, МПК⁸ В 01 D 63/08. McGuinness Patrick. №0427656.4; Заявл. 17.12.2004; Оpubл. 21.06.2006; НПК В1D. Англ.

Погружной мембранный модуль предназначен для использования в мембранном биореакторе для разделения иловой смеси. Исходным материалом при изготовлении модуля является фильтрующая лента, она выполняется из двух плоских мембран, имеющих форму ленты, они соединяются между собой с трех сторон, одна продольная (внизу), и 2 боковых. Между мембранными лентами устанавливается сепаратор, он обладает достаточной жесткостью и не препятствует перемещению жидкости (фильтрата), при изготовлении модуля мембрана огибает вертикальные стержни и образуется набор U-образных фрагментов, открытой частью мембранный модуль соединяется с узлом вакуумирования, через который отбирается фильтрат.

34.МБ.236П. Способ получения газопроницаемой мембраны и газопроницаемая мембрана: Пат. 2283691 Россия, МПК⁷ В 01 D 67/00, В 01 D 71/02. Физ.-техн. ин-т РАН. Бобыль А. В., Ермилова М. М., Конников С. Г., Орехова Н. В., Саксеев Д. А., Терещенко Г. Ф., Улин В. П.. №2005104906/15; Заявл. 22.02.2005; Оpubл. 20.09.2006. Рус.

34.МБ.237П. Капсулы с множеством мембранных слоев на основе полисахаридов, в частности хитозана, и их получение. Capsules plurimembranaires de polysaccharides et en particulier de chitosane et leur procede de preparation: Заявка 2882665 Франция, МПК⁸ В 01 J 13/04, В 01 J 13/22. Univ. Claude Bernard Lyoni - FR et Centre Nat. de la Recherche Scientifique - FR. Domard Alain, Viton Christophe, Ladet Sebastien. №0502189; Заявл. 04.03.2005; Оpubл. 08.09.2006. Фр.

Капсулы с >1 слоем мембран на основе ионизируемых полисахаридов (ПСХ) в виде физ. гидрогелей получают следующим образом. Первоначально физ. гидрогели ПСХ в катионной или анионной форме окунают соответственно в щелочной или кислотный раствор и выдерживают заданное время, необходимое для получения первой мембраны. Операцию повторяют неоднократно, наслаивая мембраны друг на друга. ПСХ - предпочтительно хитозан с молек. весом $2 \cdot 10^5$ и степенью дезацетилирования >50 (50-98)%.

34.МБ.238П. Способ получения наноструктур в мембранах и асимметричная мембрана. Method of producing nanostructures in membranes, and asymmetrical membrane: Пат. 6908552 США, МПК⁷ В 01 D 39/00. Ges. fuer Schwerionenforschung mbH, Siwy Zuzanna, Dobrev Dobri D., Neumann Reinhard, Trautmann Christina, Voss Kai. №10/085523; Заявл. 26.02.2002; Оpubл. 21.06.2005; НПК 210/500.39. Англ.

Способ получения наноструктур в мембране (МБ) включает: облучение МБ, состоящей из полимерного материала ионами, чтобы получить треки частиц; травление треков частиц в МБ травильной жидкостью; и прекращение операции травления останавливающей травление жидкостью так, чтобы образовались асимм. структуры; причем полимер является ароматич. полиимидом (ПИ). Травильная жидкость представляет собой раствор NaOCl. Останавливающая травление жидкость является раствором редокс-типа, содержащим КТ, NO_2^- , $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ или Mn^{2+} . МБ имеет асимм. поры.

34.МБ.239П. Пористая гидрофильная мембрана и способ ее получения: Пат. 2279306 Россия, МПК⁸ В 01 D 71/32. Аусимонт С.П.А.. Арчелла Винченцо, Гьельми Алессандро. №2002104892/04; Заявл. 22.02.2002; Оpubл. 10.07.2006. Рус.

Пористая гидрофильная МБ включает пористую инертную подложку на основе (пер)фторполимера, на которую нанесен иономер в аморфном виде, представляющий собой (пер)фторированный полимер, имеющий гидрофильные группы в кислой форме. Полученные МБ имеют водопроницаемость выше 1 л/(час \cdot м² \cdot атм) и обладают ионной проводимостью.

34.МБ.240П. Битумные связующие с низкой плотностью для предотвращения течи и проникаемые мембраны. Liant bitumineux de faible densite pour etancheite et membrane d'etancheite: Заявка 2882759 Франция, МПК⁸ С 08 L 95/00. Axter SA. Pollet Pointeau Sabine, Drouilly Michel. №0550592; Заявл. 04.03.2005; Оpubл. 08.09.2006. Фр.

Битумные связующие для изготовления проникаемых мембран для строительства домов содержат (%) 45-85 битума, 5-15 полимеров (эластомерные блок-СПЛ структуры полистирол-полибутадиен-полистирол), минеральные наполнители (стеклянные шарики вспененные диаметром 0,1-2 мм) и возможно антипирены.

34.МБ.241П. Мембрана, выполненная из ионообменной смолы и метод ее изготовления. Ion-exchange resin membrane and method for producing the same: Пат. 7037949 США, МПК⁷ С 08 F 8/22. Asahi Kasei Chemicals Corp., Miyake Naoto, Hasegawa Takuya. №10/467449; Заявл. 07.02.2002; Оpubл. 02.05.2006; НПК 521/27. Англ.

Изобретение относится к методам изготовления ионообменных мембран протонного типа, предназначенных для использования в топливных ячейках. Мембрану получают путем контакта в определенных условиях прекурсоров ионообменной смолы и реакционноспособной жидкости с целью проведения гидролизной обработки компонент мембраны. Эта жидкость имеет определенный состав, низкую вязкость и поверхностное натяжение.

34.МБ.242П. [Изготовление и применение мембран для процессов обратного осмоса и нанофильтрации]. Low presure reverse osmosis and nanofiltration membranes and method for the production thereof: Пат. 7001518 США, МПК⁸ В 01 D 39/14. Hydranautics, Tomaschke John Edward. №09/724883; Заявл. 28.11.2000; Оpubл. 21.02.2006; НПК 210/500.38. Англ.

При подготовке питьевой воды, в частности, путем обес-
 соливания воды морской, находят применение методы
 мембранного фильтрования с использованием мембран
 для обратного осмоса и нанофильтрации. Подготовленная
 таким образом питьевая вода имеет низкую минерализа-
 цию, соответствующую санитарным нормам, проблема
 заключается в высоких энергозатратах, которые обус-
 ловлены необходимостью применения высоких значений
 трансмембранного давления. В связи с этим сообщается
 о методе модификации поверхности мембран для обрат-
 ного осмоса из полиамида, в соответствии с которым
 поверхность мембраны обрабатывается раствором ме-
 тансульфоновой кислоты, при этом необходимые значения
 трансмембранного давления уменьшаются до 5-12 бар при
 трансмембранном потоке от 4 до 11 м³/м²сут. Удаление из
 модельного раствора хлорида натрия достигало 98,75%.

**34.МБ.243П. Пористая мембрана и способ ее изготов-
 ления.** Porous membrane and method of manufacturing the
 porous membrane: Заявка 1520874 ЕПВ, МПК⁷ С 08 J 9/28,
 В 01 D 71/26. Toray Ind., Inc.. *Morikawa Hirofumi, Minegishi
 Shin-ichi, Furuno Shuji, Ishizaki Toshiyuki, Henmi Mesahiro.*
 №03730636.2; Заявл. 27.05.2003; Опубл. 06.04.2005: При-
 ор. 14.06.2002, №2002173931 (Япония). Нем.

Предлагается мембрана из слоев с трехразмерной струк-
 турой, средний размер пор которой составляет 5-50 нм.
 Мембрана изготавливается из полиэтиленовых, поли-
 пропиленовых или поливинилиденфторированных смол
 и имеет водопроницаемость 0,1-10 м³/м²×час при 50 КПа
 и 25°C, 90% и более удерживание частиц размером 0,843
 мкм, сопротивление излому и излом при растяжении 2
 МПа и более и 15% и более соотв. Способ приготовления
 мембраны заключается в растворении термопластичной
 смолы в растворителе и экструдировании раствора в ох-
 лажденную жидкость. Составы последней со стороны
 пористой и сферической структур различны.

**34.МБ.244П. Фотокаталитическая мембрана, способ
 ее получения и использования.** Photocatalytic membrane,
 process for its production and use thereof: Заявка 1555064
 ЕПВ, МПК⁷ В 01 J 35/00, В 01 J 37/02. Bellobond Innovative
 Technologies S. R. L.. *Stefanelli Maria Letizia.* №05100298.8;
 Заявл. 19.01.2005; Опубл. 20.07.2005: Приор. 19.01.2004,
 №MI20040058 (Италия). Англ.

**34.МБ.245П. Металлические блокирующие слои в
 электродах топливных элементов.** Metallic blocking
 layers integrally associated with fuel cell electrode structures
 and fuel cell electrode stack assemblies: Пат. 6720105 США,
 МПК⁷ Н 01 М 4/86, Н 01 М 4/94. Neah Power Systems,
 Inc., Ohlsen Leroy J., Cooke Aaron M., Mallari Jonathan C.,
 Chan Chung M.. №09/839787; Заявл. 19.04.2001; Опубл.
 13.04.2004; НПК 429/41. Англ.

Патентуется метанольный ТЭ, в котором внутри анода
 расположен металлич. блокирующий слой. Электродная
 структура ТЭ включает неорганич. не содержащую угле-
 рода подложку, на которой имеется множество активных
 каталитических пористых областей, где протекает эл-хим.
 реакция. Наличие этих областей обеспечивает высокую
 плотность энергии в миниатюрных системах ТЭ. Пал-
 ладиевый блокирующий слой является металлической
 мембраной без пустот, непроницаемой для метанола и
 проницаемой для атомов водорода. Это в значительной
 мере препятствует переносу метанола к кислородному
 электроду.

**34.МБ.246П. Смесь для формования ацетатцеллюлоз-
 ной ультрафильтрационной адсорбционной мембраны**

(варианты): Пат. 2287929 Россия, МПК⁸ А 01 J 11/00, А
 23 С 9/142. Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Са-
 ратов. ГТУ. *Седелкин Валентин Михайлович, Рамазаева
 Людмила Федоровна, Денисова Галина Петровна, Суркова
 Антонина Николаевна, Дорошенко Людмила Михайловна,
 Позднеева Марина Геннадьевна.* №2004134859/13; Заявл.
 29.11.2004; Опубл. 27.11.2006. Рус.

Смесь для формования МБ включает (%) 5 или диацетата
 целлюлозы, 62,6-68,5 или 67,7-78,5 ацетона, 26,5-32,4
 активированного древесного угля с размером частиц 85
 мкм, или 14,5-25,3 активированного древесного угля с
 размером частиц 160 мкм.

**34.МБ.247П. Способ получения микрофильтрацион-
 ной положительно заряженной мембраны:** Пат. 2286842
 Россия, МПК⁸ В 01 D 71/06. ООО Науч.-Произв. предпри-
 ятие ТЕХНОФИЛЬТР. *Тарасов Александр Валентинович,
 Федотов Юрий Александрович.* №2005119673/04; Заявл.
 24.06.2005; Опубл. 10.11.2006. Рус.

Мембрану получают приготовлением формовочного
 раствора путем растворения мембранообразующего по-
 лимера, в качестве которого используют смесь поли-ε-
 капролактама и полигексаметиленадипинамида, взятых
 в соотношении (г.) (90-99,5):(0,5-10), введения модифи-
 цирующей добавки - функционализированного полимера,
 содержащего аминогруппы, имеющего объемную емкость
 1,1-6,6 мг экв/г, в количестве (ч.): 2-30 на 100 мембрано-
 образующего полимера, с последующим формованием и
 сушкой.

**34.МБ.248П. Экструзия полимеров с ионными щел-
 очными группами.** Extrusion de polymeres ioniques a
 groupements ioniques acides: Заявка 2883292 Франция,
 МПК⁸ С 08 J 5/22, С 08 L 81/06. Inst. Nat. Polytechnique
 de Grenoble. *Sanchez Jean-Yves, Iojoiu Christina, Piffard
 Yves, Chabert France, El Kissi Nadia.* №0502602; Заявл.
 16.03.2005; Опубл. 22.09.2006. Фр.

Композиции (КМ) для изготовления мембран содержат
 термопластичные полимеры (ТПМ) с кислотными группа-
 ми и пластификатор (ПЛТ). КМ экструдуют в пленки и в
 водной среде ПЛТ экстрагируют. ПЛТ - нелетучие соеди-
 нения, инертные к ионным группам ТПМ, растворимые в
 воде и совместимых с ней растворителях; ПЛТ содержат
 группы, реагирующие с ионными группами ТПМ с об-
 разованием слабых связей, типа водородных, и группы,
 реагирующие с ионными группами ТПМ с образованием
 сильных связей, типа ионных.

**34.МБ.249П. Битумные связующие, модифицирован-
 ные блоксополимерами структуры полистирол-поли-
 бутадиен-полистирол для предотвращения течи,
 и проницаемые мембраны.** Liant bitumineux amelioré
 comportant une fraction reduite de sbs pour etancheite et
 membrane d'etancheite: Заявка 2882758 Франция, МПК⁸
 С 08 L 95/00. Axter SA - FR. *Pollet Pointeau Sabine et
 Drouilly Michel.* №0550591; Заявл. 04.03.2005; Опубл.
 08.09.2006. Фр.

Битумные связующие для изготовления проницаемых
 мембран, используемых в строительстве содержат (%)
 3-20 битума, 5-55 блок-СПЛ структуры полистирол-поли-
 бутадиен-полистирол и минер. наполнители, в том числе
 филлосиликаты (сепиолит).

**34.МБ.250П. Влагообменный модуль с пучком про-
 ницаемых для влаги полых волокнистых мембран.**
 Feuchtigkeitsaustauschmodul mit einem Bundel von fur
 Feuchtigkeit durchlassigen Hohlfasermembranen: Заявка
 102004022310 Германия, МПК⁷ В 01 D 63/02, Н 01 М 8/04.

DaimlerChrysler AG. *Berger Gerhard, Hinsenkamp Gert, Intorp Jens, Mangold Patrick, Schafer Jochen, Schnetzler Sven, Weger Wolfgang, Wiesheu Norbert.* №102004022310.6; Заявл. 04.05.2004; Опубл. 08.12.2005. Нем.

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

34.МБ.251.ДЕП. Разработка и исследование конструкции мембранного аппарата для концентрирования пищевых сред. Лобасенко Б. А., Истратова Е. Е., Котляров Р. В.; Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. Кемерово. 2006, 19 с., ил.. Библи. 7. Рус.. Деп. в ВИНТИ 16.02.2006, №164-В2006.

Разработана конструкция мембранного аппарата с отводом диффузионного слоя. На основе методов оптимального планирования проведены экспериментальные исследования, которые позволили получить уравнения регрессии, описывающие зависимости содержания сухих веществ от конструкционных и технологических параметров. Определены их оптимальные значения.

Предметный указатель

агломерация

контролируемая; частицы; катализаторы; мембраны, мембранно-электродные сборки; электроды **34.МБ.208**

адсорбционная способность

мембраны, перфторированные, МФ-4СК, модифицированные; тербий, ионы, использование; люминесценция **34.МБ.141**

- трековые, асимметричные; полиэтилентерефталат, модифицированный; полиэтиленмин, использование; поливинилпирролидон, использование; поверхностные свойства **34.МБ.186**

адсорбция

альбумины; мембраны; целлюлоза ацетаты, вторичные **34.МБ.187**

газы отходящие очистка; углерод диоксид, удаление; амины, применение; мембраны полупроницаемые, использование, закачка CO₂ в геоструктуры **34.МБ.7**

флокуляция; мембраны; обрастание; ультрафильтрация; нанофильтрация **34.МБ.6**

азиний

сульфонаты; мембраны; кавитанд-каликс[4]арен, взаимодействия **34.МБ.55**

азот

каучук силоксановый; резина; мембраны; проницаемость; сорбция; кремний диоксид; аргон **34.МБ.46**

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

удаление; фосфор, удаление; реакторы, био; мембраны, использование; сточные воды очистка **34.МБ.190**

азотная кислота

использование; модифицирование, активных подслоев; пористые материалы; композиционные материалы полиамиды; полисульфоны, обработка; старение; мембраны **34.МБ.21**

акриловая кислота

сополимеры; акрилонитрил; мембраны, молекулярные; волокна, полученные электропрядением **34.МБ.161**

акрилонитрил

акриловая кислота; сополимеры; мембраны, молекулярные; волокна, полученные электропрядением **34.МБ.161**

стирол; сополимеры; мембраны, полиэлектролитные; поливинилиденхлорид; пропилен, гексафтор-; кремний диоксид **34.МБ.108**

акролеин

окисление, неполное; пропилен; реакторы, с распределительной мембраной, применение, конструкция **34.МБ.9**

актин

вода, потоки, протекание; мембраны, полупроницаемые; нити, влияние **34.МБ.181**

аликват 336

мембраны; экстракция; хром, Cr(6+); воды природные, грунтовые **34.МБ.150**

алифатические соединения

ароматические соединения; смеси; разделение; мембраны, сополимерные **34.МБ.104**

альбумины

адсорбция; мембраны; целлюлоза ацетаты, вторичные **34.МБ.187**

алюминий

водород; проницаемость; мембраны, метод концентрационных импульсов **34.МБ.50**

алюминий оксид

α-Al₂O₃; мембраны; подложки; частицы размер; уплотнение; газопроницаемость **34.МБ.68**

анодно сформированный; мембраны; пористость, определение, электрохимические методы **34.МБ.39**

анодный; мембраны, получение, свойства; композиционные материалы; кремний диоксид; ПАВ, в каналах, структура; ориентация; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое, двумерное **34.МБ.109**

-- нанотрубки, углеродные аморфные, синтез и изучение; пиролиз; ферроцены **34.МБ.80**

легированный перовскитом; мембраны; трещинообразование; кальцинирование, влияние **34.МБ.69**

мембрана пористая; красители, кумариновый, локальные среды; кремний диоксид, мезоструктурированный поверхностно-активный, нанокompозиты; ПАВ **34.МБ.72**

покрытия; лантан кобальтиты; электроосаждение; подложки, пористые; мембраны **34.МБ.135**

аминокислоты

полимеризация, электрохимическая; аспарагин; глутамин; полипирролы, матрица; пленки полимерные, легированные, получение; мембраны, модельные биологические; электрохимические свойства **34.МБ.11**

амины

применение; газы отходящие очистка; углерод диоксид, удаление; адсорбция; мембраны полупроницаемые, использование, закачка CO₂ в геоструктуры **34.МБ.7**

аниониты

мембраны; массоперенос, чрезмерный; поверхностные свойства, влияние **34.МБ.180**

анионы определение

пероксидный, O₂⁻; сенсоры; клеточные; идентификационные **34.МБ.117**

антибиотики

противоопухолевые вещества; доксорубин; полиэлектролиты; комплексные соединения; мембраны; липиды; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**

тетразолин; мембраны, потенциометрические, селективные к Ca²⁺; ионофоры; кальций определение **34.МБ.123**

антиоксиданты

витамины, E; мембраны; биологическая активность **34.МБ.171**

антрахиноны

переноса процесс; мембраны; нафион **34.МБ.36**

аргон

каучук силоксановый; резина; мембраны; проникаемость; сорбция; кремний диоксид; азот **34.МБ.46**

ароматические соединения

смеси; алифатические соединения; разделение; мембраны, сополимерные **34.МБ.104**

аспарагин

полимеризация, электрохимическая; аминокислоты; глутамин; полипирролы, матрица; пленки полимерные, легированные, получение; мембраны, модельные биологические; электрохимические свойства **34.МБ.11**

ацидолиз

липаза-катализируемый; фосфолипиды, структурированные, получение; очистка; мембраны, ультрафильтрации **34.МБ.159**

аэрация

сточные воды очистка; мембраны, использование **34.МБ.95**

безотходная и малоотходная технология

сырье; белки; углеводы; мембраны, вторично-ацетатцеллюлозные (ВАЦ), получение, использование; проницаемость **34.МБ.196**

белки

концентраты, состав, изучение; молочная сыворотка, подсырная; концентрирование; мембранная технология, применение; пищевые продукты, функциональные, производство, технология **34.МБ.200**

прионы; молекулы конформации; медь; мембраны; пептиды; обзоры, библиография **34.МБ.118**

углеводы; сырье; безотходная и малоотходная технология; мембраны, вторичноацетатцеллюлозные (ВАЦ), получение, использование; проницаемость **34.МБ.196**

хлопковый, выделение; молочная сыворотка; ультрафильтрация; мембраны **34.МБ.124**

бензойная кислота

о-иодо-; катализаторы, для детоксикации нервных агентов; циклодекстрин, β-; поливинилхлорид; мембраны полимерные, нановолоконные функционализованные **34.МБ.73**

бензол определение

вода анализ; фенол, присутствие; спектрометрия, дифференциальная **34.МБ.116**

биологическая активность

витамины, E; антиоксиданты; мембраны **34.МБ.171**

битумы

мембраны, проницаемые, изготовление; связующие вещества, битумные; сополимеры блок, полистриол-полибутадиен-полистирольные; наполнители, минеральные **34.МБ.240**

бром определение

распыление, ультразвуковое; мембраны; масс-спектрометрия, с индуктивно связанной плазмой **34.МБ.59**

бумажное производство

фильтрация; мембраны, использование; сточные воды очистка **34.МБ.65**

бутан

1-; окисление; реакторы, Тейлора проточный мембранный; мембраны, угольные гидрофильные; метилэтилкетон, получение **34.МБ.71**

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

вентили

шланговые запорные и мембранные **34.МБ.125**

винилиденфторид

пиридин, 4-винил-; полиакриламид, N-изопропил-; пирролидон, N-метил-2-, растворы; сополимеры, привитого; мембраны, микрофильтрационные, получение **34.МБ.43**

пропилен, гексафтор-; сополимеры; мембраны, микропористые, получение; поливинилпирролидон **34.МБ.42**

винил-пиридин

9-; полимеры, с молекулярными отпечатками; мембраны; гормоны определение, растительные; индол-3-уксусная кислота, ¹H- **34.МБ.84**

виноделие

сточные воды очистка; реакторы, био, применение; масла, оливковое, производство **34.МБ.185**

витамины

E; антиоксиданты; мембраны; биологическая активность **34.МБ.171**

влага

обмен, модуль; мембраны; волокнистые материалы, полые **34.МБ.250**

вода

влияние; мембраны, свойства; нафион **34.МБ.179**

диссоциация; мембраны, биполярные; поверхности раздела; дендримеры, звездообразные; хром, ионы Cr(3+); комплексообразование, влияние **34.МБ.34**

мембраны, тонкие жидкие масло-вода; масла; нефть, сырая, вакуумный остаток; поверхностные свойства, меж- **34.МБ.122**

поверхности; смачивание; полимеры; мембраны, получение, свойства; масла, поляризуемые; пленки, смачивающие **34.МБ.143**

потоки, протекание; актин; мембраны, полупроницаемые; нити, влияние **34.МБ.181**

проницаемость; модифицирование, регенерация, циклы, влияние; электрический заряд; ионы, модифицирующие, влияние; мембраны, сульфокатионитные, МФ-4СК **34.МБ.182**

регенерация из абгазов; патентуется регенеративное осушающее устройство; топливные элементы; мембраны, протонообменная **34.МБ.204**

смеси; уксусная кислота; разделение; перапарация; испарение, пермеация; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография **34.МБ.100**

вода анализ

бензол определение; фенол, присутствие; спектрометрия, дифференциальная **34.МБ.116**

вода очистка

воды природные, поверхностные; вода технология; нанофильтрация; мембраны **34.МБ.5**

льняная, судовая; нефтепродукты, удаление; мембраны, фильтры, использование **34.МБ.192**

вода питьевая

получение; мембраны, изготовление и применение; осмос обратный; нанофильтрация; вода технология **34.МБ.242**

вода технология

воды природные, поверхностные; вода очистка; наночистота; мембраны **34.МБ.5**

мембраны, изготовление и применение; осмос обратный; наночистота; вода питьевая, получение **34.МБ.242, 34.МБ.151, 34.МБ.94**

обессоливание; мембраны, использование **34.МБ.220**

сорбция; мембраны, использование; обессоливание; энергетика; химическая технология, ОАО "Азот", руставский **34.МБ.25**

водные растворы

элементный анализ, формы нахождения; мембраны, целлюлозные **34.МБ.60**

водопроницаемость

микрофильтрация; мембраны; муллит; экструзия, прокалывание, влияние **34.МБ.166**

водород

аккумуляция; мембраны, из перфторсульфоновой кислоты; облучение; электропроводность, определение **34.МБ.163**

газопроницаемость; мембраны; кремний карбид **34.МБ.8** проницаемость; алюминий; мембраны, метод концентрационных импульсов **34.МБ.50**

смеси; газы очистка; мембраны полимерные, селективные по CO₂, приготовление, состав, характеристики; полиамиды, смеси, сополимеризаты; полиамины, основа, применение; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**

чистый, получение; электролизеры; мембраны, протонообменные **34.МБ.119**

водоснабжение

мембраны; технология, перспективы применения **34.МБ.127**

воды природные

грунтовые; экстракция; хром, Cr(6+); мембраны; аликват 336 **34.МБ.150**

поверхностные; вода очистка; вода технология; наночистота; мембраны **34.МБ.5**

воздух анализ

помещения; инсектициды определение; пробы подготовка; экстракция; облучение, микроволновое; мониторинг; масс-спектрометрия; хроматография газовая **34.МБ.149**

волокна

керамические; лантан-стронций-кобальт-ферриты, La_{0,6}Sr_{0,4}Co_{0,2}Fe_{0,8}O_{3-δ}, получение; мембраны; газопроницаемость; кислород **34.МБ.121** полученные электропрядением; мембраны, молекулярные; сополимеры; акрилонитрил; акриловая кислота **34.МБ.161**

попы, использование; медь, извлечение; мембраны, жидкостные, закрепленные **34.МБ.27**

-- ультрафильтрация; мембраны, получение; органические вещества, природные, удаление; полиэфирсульфоны, использование **34.МБ.88**

- получение; полисульфоны; меркаптосоединения; модифицирование; мембраны, свойства **34.МБ.79**

- мембраны, композитные, получение, применение; поливинилиденфторид, модифицированный полисилоксанами **34.МБ.101**

-- ультрафильтрация; сточные воды очистка **34.МБ.176**

- полиимиды; мембраны; титан диоксид; наночастицы **34.МБ.175**

- полиэфирсульфоны; мембраны полимерные; проницаемость; ультрафильтрация **34.МБ.140**

- ультрафильтрация; мембраны; очистка, метод потенциала истечения **34.МБ.33**

- экстракция; уран, из азотнокислого раствора; мембраны **34.МБ.61**

волокнистые материалы

попы; мембраны; влага, обмен, модуль **34.МБ.250**

выпаривание

резина; каучуки натуральные; каучук бутадиенстирольный; мембраны полимерные; сшивание, плотность, смеси, органические; разделение **34.МБ.47**

газовые

электрохимические; сенсоры; мембраны, гидрофильные; газы определение; жидкости анализ **34.МБ.229**

газопроницаемость

водород; мембраны; кремний карбид **34.МБ.8**

и способность к разделению; мембраны, полиимидные сульфированные **34.МБ.15**

кислород; мембраны; волокна, керамические; лантан-стронций-кобальт-ферриты, La_{0,6}Sr_{0,4}Co_{0,2}Fe_{0,8}O_{3-δ}, получение **34.МБ.121**

мембраны, комбинированные; носители, подвижные, жидкие **34.МБ.142**

- подложки; алюминий оксид, α-Al₂O₃; частицы размер; уплотнение **34.МБ.68**

газы

разделение; мембраны, кислород-анионные и электропроводные; реакторы, каталитические, мембранные; разложение; кислород соединения **34.МБ.214**

-- ультратонкие асимметричные; полиэфиркетоны, модифицированные **34.МБ.102**

экстракция; реакторы, мембранные; мембраны **34.МБ.223**

газы определение

сенсоры, газовые, электрохимические; мембраны, гидрофильные; жидкости анализ, физиологические **34.МБ.230, 34.МБ.229**

газы отходящие очистка

углерод диоксид, удаление; адсорбция; амины, применение; мембраны полупроницаемые, использование, закачка CO₂ в геоструктуры **34.МБ.7**

газы очистка

водород, смеси; мембраны полимерные, селективные по CO₂, приготовление, состав, характеристики; полиамиды, смеси, сополимеризаты; полиамины, основа, применение; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**

жидкости, очистка; фильтры; мембраны; ультрафильтрация **34.МБ.184**

гель

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

гидрирование

асимметрич., с переносом; кетоны; мембраны; катализаторы; спирты, кинетика **34.МБ.3**

каталитическое; фурфурол; реакторы, с мембраной из Pd-Cu; палладий сплавы, пористые; медь сплавы; фурфуриловый спирт, получение **34.МБ.41**

гидрогели

полисахариды; мембраны; капсулы, с множественном мембранных слоев, получение **34.МБ.237**

гидродинамика

вычислительная; мембраны; моделирование математическое **34.МБ.2**

гидротермальный процесс

мембраны, углеродные; модифицирование **34.МБ.98**

гликопептиды

выделение; молочная сыворотка, подсырная, свежая; хитозаны, использование; фильтрация; мембраны, использование **34.МБ.144**

глины

плотные, насыщенные; электрокинетические явления; мембраны; электрический потенциал **34.МБ.23**
- осмос, химический; давление, распространение; мембраны; электрический потенциал, влияние **34.МБ.22**

глицин

N-фосфометил-, способ получения из водной смеси; мембраны, нанофильтрация **34.МБ.225**

глутамин

полимеризация, электрохимическая; аминокислоты; аспарагин; полипирролы, матрица; пленки полимерные, легированные, получение; мембраны, модельные биологические; электрохимические свойства **34.МБ.11**

гормоны определение

растительные; индол-3-уксусная кислота,

¹H-; мембраны; полимеры, с молекулярными отпечатками; винил-пиридин, 9- **34.МБ.84**

градуирование

стандарты, газы; экстракция, мембранная; сорбенты **34.МБ.145**

давление

распространение; осмос, химический; глины, плотные; мембраны; электрический потенциал, влияние **34.МБ.22**

дегидратация

уксусная кислота, водные смеси; мембраны, полволоконные **34.МБ.44**

дегидрирование

метиловый спирт; катализаторы, гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность; обзоры, библиография **34.МБ.20**
органические соединения; пары; мембраны, цеолитные; моделирование математическое **34.МБ.157**

дендримеры

звездообразные; мембраны, биполярные; поверхности раздела; вода; диссоциация; хром, ионы Cr(3+); комплексообразование, влияние **34.МБ.34**

диметиловый эфир

риформинг, паровой; мембраны, палладий-ренивая; синтез-газ, способ получения **34.МБ.224**

динамика

мембраны, засорение; ультрафильтрация, поперечная, в заряженной системе; моделирование, математическое **34.МБ.164**

диссоциация

вода; мембраны, биполярные; поверхности раздела; дендримеры, звездообразные; хром, ионы Cr(3+); комплексообразование, влияние **34.МБ.34**

гомогенная и гетерогенная, нейтрального компонента; переноса процесс; смеси, многокомпонентные; мембраны, электро; моделирование математическое **34.МБ.53**

дистилляция

вакуумная; концентрирование; сахароза, растворы; мембраны, использование **34.МБ.30**

мембраны, осмотич.; массоперенос; красители, фикоцианин; соки, из сладкого лимона **34.МБ.91**

- концентрирование; соки, фруктовый; мембранная технология; испарение; осмос **34.МБ.112**

диффузия

кислород; мембраны; лантан-стронций-железо-кобальт-оксиды, $La_{0,6}Sr_{0,4}Fe_{0,8}Co_{0,2}O_{3-\delta}$ **34.МБ.133**
мембраны, реакция, влияние **34.МБ.83**

осмотическое сопротивление; метиловый спирт; определение; мембраны, протонобменные, для прямых метанольных топливных элементов **34.МБ.169**

расчет; этиловый спирт; разработка модели пенетрации; мембраны полимерные, плотные **34.МБ.77**

селективность, радиотрейсеры; иодиды, анион; ионный обмен; мембраны **34.МБ.93**

доксорибуцин

антибиотики; противоопухолевые вещества; полиэлектролиты; комплексные соединения; мембраны; липиды; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**

железо-кобальт-оксиды*лантан-стронций-

$La_{0,6}Sr_{0,4}Fe_{0,8}Co_{0,2}O_{3-\delta}$; мембраны; диффузия; кислород **34.МБ.133**

жидкости

очистка; газы очистка; фильтры; мембраны; ультрафильтрация **34.МБ.184**

жидкости анализ

сенсоры; газовые; электрохимические; мембраны, гидрофильные; газы определение **34.МБ.229**

физиологические; сенсоры, газовые, электрохимические; мембраны, гидрофильные; газы определение **34.МБ.230**

заболевания

дифибрилляция сердца, лечение; мембраны биологические, эритроциты **34.МБ.206**

золь-гель процесс

в реверсивных мицеллах; полимеризация фото; мембраны, нанокompозитная, получение; полиакрилаты; титан диоксид **34.МБ.13**

мембраны, неорганические, синтез; пористость **34.МБ.134**

идентификационные

сенсоры; клеточные; анионы определение, пероксидный, O_2^- **34.МБ.117**

изображение получение

микроскопы, электрохимические, растровые; поры, мембраны; электрический ток, переменный **34.МБ.146**

ил активный

повышенного возраста, использование; сточные воды очистка; реакторы; мембраны **34.МБ.63**

иммобилизация

протеин, мембраны из яичной скорлупы; пленки полимерные, полиэтиленовые, поверхность **34.МБ.138**

инверсия

в системе вода-муравьиная кислота; фазы; мембраны; пористые материалы, микро; полигексаметиленадипинамид; кристалличность **34.МБ.89**

индол-3-уксусная кислота

¹H-; гормоны определение, растительные; мембраны; полимеры, с молекулярными отпечатками; винил-пиридин, 9- **34.МБ.84**

инсектициды определение

пробы подготовка; воздух анализ, помещения; экстракция; облучение, микроволновое; мониторинг; масс-спектрометрия; хроматография газовая **34.МБ.149**

иодиды

анион; ионный обмен; мембраны; диффузия, селективность, радиотрейсеры **34.МБ.93**

иониты

цирконий диоксид, гидратированный; композиционные материалы, неорганические; мембраны, зарядоселективные свойства, синтез; оксиды; керамика, носители, инертные **34.МБ.51**

ионный обмен

иодиды, анион; мембраны; диффузия, селективность, радиотрейсеры **34.МБ.93**

мембраны, применение; композиционные материалы, нано; сенсоры **34.МБ.191**

ионофоры

мембраны, потенциметрические, селективные к Ca^{2+} ; антибиотики; тетроназин; кальций определение **34.МБ.123**

ионы

модифицирующие, влияние; электрический заряд; модифицирование, регенерация, циклы, влияние; мембраны, сульфокатионитные, МФ-4СК; вода; проницаемость **34.МБ.182**
переноса процесс; мембраны; катиониты, МФ-4СК, модифицированные; цирконий фосфаты, кислые **34.МБ.54**

испарение

осмос; концентрирование; соки, фруктовый; мембранная технология; дистилляция; мембраны **34.МБ.112**
пермеация; разделение; первапорация; смеси; уксусная кислота; вода; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография 53 **34.МБ.100**
через мембрану; разделение, воды и о-хлорфенола; мембраны полимерные; полимочевинуретаны; полибутадиен, с концевыми гидроксильными группами **34.МБ.48**

кавитанд-каликс[4]арен

взаимодействия; азиний; сульфонаты; мембраны **34.МБ.55**

казеины

сыворожка; модуль с вращающимся диском; ультрафильтрация; мембраны **34.МБ.32**

кальций определение

мембраны, потенциометрические, селективные к Ca^{2+} ; ионофоры; антибиотики; тетразин **34.МБ.123**

кальцинирование

влияние; мембраны; алюминий оксид, легированный перовскитом; трещинообразование **34.МБ.69**

капсулы

с множеством мембранных слоев, получение; полисахариды; гидрогели; мембраны **34.МБ.237**

катализаторы

гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность; дегидрирование; метиловый спирт; обзоры, библиография 32 **34.МБ.20**
-- окисление; углерод оксид; обзоры, библиография 32 **34.МБ.20**
гидрирование, асимметрич., с переносом; кетоны; мембраны; спирты, кинетика **34.МБ.3**

для детоксикации нервных агентов; циклодекстрин, β -; бензойная кислота, о-иодо-; поливинилхлорид; мембраны полимерные, нановолоконные функционализированные **34.МБ.73**
частицы; агломерация, контролируемая; мембраны, мембранно-электродные сборки; электроды **34.МБ.208**

катиониты

МФ-4СК, модифицированные; цирконий фосфаты, кислые; мембраны; переноса процесс; ионы **34.МБ.54**

каучук бутадиенстирольный

резина; каучуки натуральные; мембраны полимерные; сшивание, плотность, смеси, органические; разделение; выпаривание **34.МБ.47**

каучук силоксановый

резина; мембраны; проницаемость; сорбция; кремний диоксид; азот; аргон **34.МБ.46**

каучуки натуральные

резина; каучук бутадиенстирольный; мембраны полимерные; сшивание, плотность, смеси, органические; разделение; выпаривание **34.МБ.47**

керамика

мембраны, загрязнение, удаление; частицы; ультразвук, воздействие **34.МБ.62**

- использование; натрий хлорид, удаление; ультрафильтрация **34.МБ.126**

-- сточные воды, очистка **34.МБ.128**

носители, инертные; оксиды; композиционные материалы, неорганические; мембраны, зарядо-селективные свойства, синтез; цирконий диоксид, гидратированный; иониты **34.МБ.51**

кетоны

гидрирование, асимметрич., с переносом; мембраны; катализаторы; спирты, кинетика **34.МБ.3**

кислород

газопроницаемость; мембраны; волокна, керамические; лантан-стронций-кобальт-ферриты, $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$, получение **34.МБ.121**
диффузия; мембраны; лантан-стронций-железо-кобальт-оксиды, $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Fe}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ **34.МБ.133**
характеристики транспорта; мембраны, типа полимер-кобальтпорфирина; полимеры; кобальт порфирин; покрытия нанесение; полимеры, перфторированный **34.МБ.45**

кислород соединения

мембраны, кислород-анионные и электропроводные; реакторы, каталитические, мембранные; разложение; газы; разделение **34.МБ.214**

клеточные

идентификационные; сенсоры; анионы определение, пероксидный, O_2^- **34.МБ.117**

кобальт порфирин

полимеры; мембраны, типа полимер-кобальтпорфирин; покрытия нанесение; полимеры, перфторированный; кислород, характеристики транспорта **34.МБ.45**

кобальтиты*лантан

покрытия; электроосаждение; подложки, пористые; алюминий оксид; мембраны **34.МБ.135**

кобальт-оксиды*лантан-стронций-железо-

$\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Fe}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$; мембраны; диффузия; кислород **34.МБ.133**

кобальт-ферриты*лантан-стронций-

$\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$, получение; волокна, керамические; мембраны; газопроницаемость; кислород **34.МБ.121**

коллоиды

извлечение; кремний диоксид; сточные воды очистка, ГеоЭС; фильтры; мембраны, использование **34.МБ.195**
кремний диоксид; фильтрование, баромембранное; теплоснабжение, системы гидротермальные **34.МБ.198**

комплексные соединения

полиэлектролиты; антибиотики; противоопухолевые вещества; доксорубин; мембраны; липиды; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**

комплексобразование

влияние; мембраны, биполярные; поверхности раздела; вода; диссоциация; дендримеры, звездообразные; хром, ионы $\text{Cr}(3+)$ **34.МБ.34**

мембраны анионообменные, типа МК-40, селективность; хлориды, Na, Ni и Zn **34.МБ.193**

композиционные материалы

для изготовления мембран; экструзия; полимеры, с ионными щелочными группами; пластификаторы **34.МБ.248**

кремний диоксид; ПАВ, в каналах, структура; мембраны, получение, свойства; алюминий оксид, анодный; ориентация; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое, двумерное **34.МБ.109**

нано; ионный обмен; мембраны, применение; сенсоры **34.МБ.191**

неорганические; мембраны, зарядо-селективные свойства, синтез; оксиды; керамика, носители, инертные; цирконий диоксид, гидратированный; иониты **34.МБ.51**

полиамиды; полисульфоны, обработка; модифицирование, активных подслоев; пористые материалы; старение; мембраны; азотная кислота, использование **34.МБ.21**

полимерные; полимеры, проводящий; полианилины; серебро соединения, $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; пленки, тонкие, альтернативный способ изготовления; мембраны, использование **34.МБ.10**

контейнеры

сточные воды очистка; мембраны, установки **34.МБ.131**

концентраты

состав, изучение; белки; молочная сыворотка, подсырная; концентрирование; мембранная технология, применение; пищевые продукты, функциональные, производство, технология **34.МБ.200**

концентрирование

мембраны; молоко, обезжиренное; молочная сыворотка, творожная; мембраны; проницаемость, изменение, определение; моделирование математическое **34.МБ.203**
молочная сыворотка, подсырная; мембранная технология, применение; белки; концентраты, состав, изучение; пищевые продукты, функциональные, производство, технология **34.МБ.200**
пищевые продукты; мембранная техника, аппарат, разработка и изучение **34.МБ.251**

сахароза, растворы; дистилляция, вакуумная; мембраны, использование **34.МБ.30**

соки, фруктовый; мембранная технология; испарение; осмос; дистилляция; мембраны **34.МБ.112**

эфирные сложные, полибромированного, дифениловые; экстракция; мембраны, полупроницаемые **34.МБ.115**

красители

кумариновый, локальные среды; кремний диоксид, мезоструктурированный поверхностно-активный, нанокompозиты; алюминий оксид, мембрана пористая; ПАВ **34.МБ.72**

фикоцианин; массоперенос; дистилляция; мембраны, осмотич.; соки, из сладкого лимона **34.МБ.91**

кремний диоксид

каучук силоксановый; резина; мембраны; проницаемость; сорбция; азот; аргон **34.МБ.46**

коллоиды, извлечение; сточные воды очистка, ГеоЭС; фильтры; мембраны, использование **34.МБ.195**

- фильтрование, баромембранное; теплоснабжение, системы гидротермальные **34.МБ.198**

мезоструктурированный поверхностно-активный, нанокompозиты; красители, кумариновый, локальные среды; алюминий оксид, мембрана пористая; ПАВ **34.МБ.72**

мембраны, полиэлектролитные; сополимеры; акрилонитрил; стирол; поливинилиденхлорид; пропилен, гексафтор- **34.МБ.108**

ПАВ, в каналах, структура; композиционные материалы; мембраны, получение, свойства; алюминий оксид, анодный; ориентация; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое, двумерное **34.МБ.109**

кремний карбид

мембраны; газопроницаемость; водород **34.МБ.8**

кристалличность

мембраны; пористые материалы, микро; полигексаметиленадипинамид; фазы; инверсия, в системе вода-муравьиная кислота **34.МБ.89**

лантан кобальтиты

покрытия; электроосаждение; подложки, пористые; алюминий оксид; мембраны **34.МБ.135**

лантан-стронций-железо-кобальт-оксиды

$La_{0,6}Sr_{0,4}Fe_{0,8}Co_{0,2}O_{3-\delta}$; мембраны; диффузия; кислород **34.МБ.133**

лантан-стронций-кобальт-ферриты

$La_{0,6}Sr_{0,4}Co_{0,2}Fe_{0,8}O_{3-\delta}$, получение; волокна, керамические; мембраны; газопроницаемость; кислород **34.МБ.121**

липиды

мембраны; антибиотики; противоопухолевые вещества; доксорубин; полиэлектролиты; комплексные соединения; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**

- текучесть; паринаровая кислота, цис-, использование **34.МБ.38**

люминесценция

мембраны, перфторированные, МФ-4СК, модифицированные; тербий, ионы, использование; адсорбционная способность **34.МБ.141**

масла

вода; мембраны, тонкие жидкие масло-вода; нефть, сырая, вакуумный остаток; поверхностные свойства, меж- **34.МБ.122**

оливковое, производство; сточные воды очистка; реакторы, био, применение; виноделие **34.МБ.185**

поляризуемые; смачивание; полимеры; мембраны, получение, свойства; пленки, смачивающие; вода; поверхности **34.МБ.143**

массоперенос

влияние опорного слоя мембраны; полисилоксаны, полидиметилсилоксан; мембраны полимерные, композитные, смеси, этанол-водяные **34.МБ.19**

дистилляция; мембраны, осмотич.; красители, фиоцианин; соки, из сладкого лимона **34.МБ.91**

коэффициент; мембраны, с высокой скоростью регенерации, на принципе перепада давления **34.МБ.31**

первапорация; этан, 1, 2-диметокси-; мембраны, композитные, олигосилилстирол; полисилоксаны, диметил-, обзоры, библиография **34.МБ.76**

чрезмерный; мембраны; аниониты; поверхностные свойства, влияние **34.МБ.180**

масс-спектрометрия

инсектициды определение; пробы подготовка; воздух анализ, помещения; экстракция; облучение, микроволновое; мониторинг; хроматография газовая **34.МБ.149**

с индуктивно связанной плазмой, с лазерной абляцией; мембраны, ион-селективные **34.МБ.147**

- бром определение; распыление, ультразвуковое; мембраны **34.МБ.59**

матрицы

нанотрубки, углеродные аморфные, синтез и изучение; пиролиз; ферроцены **34.МБ.80**

полисульфонамидная; мембраны, композиционная; подложки, пористая **34.МБ.218**

медь

Cu^{2+} ; переноса процесс; окислительно-восстановительная реакция; мембраны, жидкие, эмульсионные **34.МБ.113**

белки; прионы; молекулы конформации; мембраны; пептиды; обзоры, библиография **34.МБ.118**

извлечение; мембраны, жидкостные, закрепленные; волокна, полые, использование **34.МБ.27**

ионы Cu^{2+} , удаление из воды; ртуть, ионы Hg^{2+} , транспорт; полиамины, липофильные; мембраны, объемные жидкие, использование **34.МБ.158**

- экстракция; мембранная технология, оптимизация **34.МБ.156**

медь сплавы

фурфуриловый спирт, получение; гидрирование, каталитическое; фурфурол; реакторы, с мембраной из Pd-Cu; палладий сплавы, пористые **34.МБ.41**

мембранная техника

аппарат, разработка и изучение; пищевые продукты; концентрирование **34.МБ.251**

мембранная технология

азотно-углекислотные смеси, разделение, исследование **34.МБ.201**

компания APV, использование; сыроделие **34.МБ.183**

концентрирование; соки, фруктовый; испарение; осмос; дистилляция; мембраны **34.МБ.112**
 оптимизация; медь, ионы Cu^{2+} ; экстракция **34.МБ.156**
 применение; молочная сыворотка, подсырная; концентрирование; белки; концентраты, состав, изучение; пищевые продукты, функциональные, производство, технология **34.МБ.200**
мембраны
 Nafion 117 модифицированные; полиэтилендиоксифен, 3, 4-, пленки тонкие; метиловый спирт; проницаемость **34.МБ.105**
 адсорбция; альбумины; целлюлоза ацетаты, вторичные **34.МБ.187**
 аликват 336; экстракция; хром, $\text{Cr}(6+)$; воды природные, грунтовые **34.МБ.150**
 алюминий оксид, анодно сформированный; пористость, определение, электрохимические методы **34.МБ.39**
 - анодный; нанотрубки, углеродные аморфные, синтез и изучение; пиролиз; ферроцены **34.МБ.80**
 - легированный перовскитом; трещинообразование; кальцинирование, влияние **34.МБ.69**
 аниониты; массоперенос, чрезмерный; поверхностные свойства, влияние **34.МБ.180**
 ацетатцеллюлозные ультрафильтрационные адсорбционные, получение, применение в пищевой промышленности; целлюлоза ацетаты, в ацетоне; уголь активированный, древесный; частицы размер **34.МБ.246**
 белки; прионы; молекулы конформации; медь; пептиды; обзоры, библиография **34.МБ.118**
 био, использование; реакторы, био **34.МБ.129**
 - реакторы; научные исследования, мировые, промышленные исследования, в Северной Америке **34.МБ.67**
 биологические; этиловый спирт; проницаемость; нейтроны; рассеяние, малоугловое **34.МБ.52**
 биполярная; щелочные растворы высокой концентрации; электрохимические свойства, изменения **34.МБ.56**
 биполярные; изготовление и использование; электролизеры; растворы, водные **34.МБ.205**
 - поверхности раздела; вода; диссоциация; дендримеры, звездообразные; хром, ионы $\text{Cr}(3+)$; комплексообразование, влияние **34.МБ.34**
 бром определение; распыление, ультразвуковое; масс-спектрометрия, с индуктивно связанной плазмой **34.МБ.59**
 витамины, Е; антиоксиданты; биологическая активность **34.МБ.171**
 вода технология **34.МБ.151, 34.МБ.94**
 воды природные, поверхностные; вода очистка; вода технология; нанофильтрация **34.МБ.5**
 волокна, керамические; лантан-стронций-кобальт-ферриты, $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$, получение; газопроницаемость; кислород **34.МБ.121**
 - полые; полиимиды; титан диоксид; наночастицы **34.МБ.175**
 -- ультрафильтрация; сточные воды очистка **34.МБ.176**
 волокнистые материалы, полые; влага, обмен, модуль **34.МБ.250**
 волоконно-пустотелые, спиралевидные, использование; молочная сыворотка, подсырная; ультрафильтрация **34.МБ.167**
 вторичноацетатцеллюлозные (ВАЦ), получение, использование; проницаемость; сырье; белки; углеводы; безотходная и малоотходная технология **34.МБ.196**
 газопроницаемый, способ получения **34.МБ.236**
 гибридные; пленки, двухслойные; электропроводность, смещение **34.МБ.177**
 гидрирование, асимметрич., с переносом; кетоны; катализаторы; спирты, кинетика **34.МБ.3**

гидродинамика, вычислительная; моделирование математическое **34.МБ.2**
 гидрофильные; сенсоры, газовые, электрохимические; жидкости анализ, физиологические; газы определение **34.МБ.230**
 ---- газы определение; жидкости анализ **34.МБ.229**
 глины, плотные, насыщенные; электрокинетические явления; электрический потенциал **34.МБ.23**
 дистилляция; концентрирование; соки, фруктовый; мембранная технология; испарение; осмос **34.МБ.112**
 для мембранных реакторов; наночастицы, часть периферической поверхности которых полимерная **34.МБ.233**
 для ячеек топлива; поли(фталазинон-эфир-кетон), синтез реакцией N-C-сочетаний, свойства; обзоры, библиография **34.МБ.160**
 жидкие, эмульсионные; медь, Cu^{2+} ; переноса процесс; окислительно-восстановительная реакция **34.МБ.113**
 жидкостные, закрепленные; медь, извлечение; волокна, полые, использование **34.МБ.27**
 загрязнение, удаление; керамика; частицы; ультразвук, воздействие **34.МБ.62**
 зарядоселективные свойства, синтез; композиционные материалы, неорганические; оксиды; керамика, носители, инертные; цирконий диоксид, гидратированный; иониты **34.МБ.51**
 засорение, анализ; органические соединения; природные соединения; микрофильтрация; моделирование математическое **34.МБ.82**
 - ультрафильтрация, поперечная, в заряженной системе; динамика; моделирование, математическое **34.МБ.164**
 из перфторсульфоновой кислоты; водород, аккумулялирование; облучение; электропроводность, определение **34.МБ.163**
 изготовление и применение; осмос обратный; нанофильтрация; вода питьевая, получение; вода технология **34.МБ.242**
 изготовление; смолы, ионообменные **34.МБ.241**
 иодиды, анион; ионный обмен; диффузия, селективность, радиотрейсеры **34.МБ.93**
 ион-селективные; масс-спектрометрия, с индуктивно связанной плазмой, с лазерной абляцией **34.МБ.147**
 использование; азот, удаление; фосфор, удаление; реакторы, био; сточные воды очистка **34.МБ.190**
 - керамика; натрий хлорид, удаление; ультрафильтрация **34.МБ.126**
 - композиционные материалы, полимерные; полимеры, проводящий; полианилины; серебро соединения, $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; пленки, тонкие, альтернативный способ изготовления **34.МБ.10**
 - концентрирование; сахароза, растворы; дистилляция, вакуумная **34.МБ.30**
 - обессоливание; вода технология **34.МБ.220**
 - радиоактивные отходы, жидкие, очистка; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**
 - сорбция; обессоливание; вода технология; энергетика; химическая технология, ОАО "Азот", руставский **34.МБ.25**
 - сточные воды очистка **34.МБ.130, 34.МБ.153**
 -- аэрация **34.МБ.95**
 -- нефтехимическая промышленность; фильтрация **34.МБ.152**
 -- пищевые продукты, производство **34.МБ.96**
 - тиолы определение; нефтепродукты определение; проточной инъекционный анализ; фотометрия определение **34.МБ.29**
 - фильтрация; насосы, подбор **34.МБ.168**
 - фильтрация; молочная сыворотка, подсырная, свежая; гликопептиды, выделение; хитозаны, использование **34.МБ.144**
 -- сточные воды очистка; бумажное производство **34.МБ.65**

- фильтры; кремний диоксид; коллоиды, извлечение; сточные воды очистка, ГеоЭС **34.МБ.195**
- кавитанд-каликс[4]арен; азиний; сульфонаты; взаимодействия **34.МБ.55**
- катиониты, МФ-4СК, модифицированные; цирконий фосфаты, кислые; переноса процесс; ионы **34.МБ.54**
- каучук силоксановый; резина; проницаемость; сорбция; кремний диоксид; азот; аргон **34.МБ.46**
- керамические; пористость определение; ультразвук **34.МБ.132**
- кислород-анионные и электропроводные; реакторы, каталитические, мембранные; разложение; кислород соединения; газы; разделение **34.МБ.214**
- комбинированные; газопроницаемость; носители, подвижные, жидкие **34.МБ.142**
- композитная полупроницаемая; обезвоживание, испарением; тетрагидро-фуран **34.МБ.70**
- композитные ПАнМФ-4СК, поляризационные характеристики; полианилины, влияние **34.МБ.139**
- композитные, олигосилилстирол; первапорация; этан, 1, 2-диметокси-, массоперенос; полисилоксаны, диметил-, обзоры, библиография 41 **34.МБ.76**
- получение, применение; волокна, полые; поливинилиденфторид, модифицированный полисилоксанами **34.МБ.101**
- палладий; палладий сплавы; анализ получения; осаждение, химическое; обзоры, библиография 22 **34.МБ.137**
- композиционная; матрицы, полисульфонамидная; подложки, пористая **34.МБ.218**
- композиционные; метод получения; полиакриловая кислота, шитая; пленки, полиэтиленовые пористые **34.МБ.99**
- концентрирование; молоко, обезжиренное; молочная сыворожка, творожная; мембраны; проницаемость, изменение, определение; моделирование математическое **34.МБ.203**
- кремний карбид; газопроницаемость; водород **34.МБ.8**
- лантан-стронций-железо-кобальт-оксиды, La_0
 ${}_6Sr_{0.4}Fe_{0.8}Co_{0.2}O_{3.8}$; диффузия; кислород **34.МБ.133**
- липидная бислоиная на носителе; промазин, хлор-; взаимодействие, зависимость от концентрации и времени **34.МБ.85**
- липиды; антибиотики; противоопухолевые вещества; доксорубин; полиэлектролиты; комплексные соединения; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**
- мембранно-электродные сборки; электроды; катализаторы; частицы; агломерация, контролируемая **34.МБ.208**
- метод концентрационных импульсов; водород; проницаемость; алюминий **34.МБ.50**
- микропористые, получение; сополимеры; винилиденфторид; пропилен, гексафтор-; поливинилпирролидон **34.МБ.42**
- микрофильтрационные, получение; сополимеры, привитого; винилиденфторид; пиридин, 4-винил-; полиакриламид, N-изопропил-; пирролидон, N-метил-2-, растворы **34.МБ.43**
- микрофильтрация; муллит; экструзия, прокальвание, влияние; водопроницаемость **34.МБ.166**
- модельные биологические; пленки полимерные, легированные, получение; полимеризация, электрохимическая; аминокислоты; аспарагин; глутамин; полипирролы, матрица; электрохимические свойства **34.МБ.11**
- модифицирование, активных подслоев; пористые материалы; композиционные материалы; полиамиды; полисульфоны, обработка; старение; азотная кислота, использование **34.МБ.21**
- углерод, пиро; нанокристаллы, использование **34.МБ.26**
- модифицированные, использование; сточные воды очистка; нефть, удаление; ультрафильтрация **34.МБ.64**
- элементный анализ, следовый; электроды, изготовление; печатание, трафаретное **34.МБ.28**
- модули, анализ; электрическое поле, воздействие **34.МБ.24**
- использование; сточные воды очистка **34.МБ.154**
- погружные; сточные воды очистка **34.МБ.235**
- модуль, погружной, конструкция, характеристика **34.МБ.219**
- молекулярные; сополимеры; акрилонитрил; акриловая кислота; волокна, полученные электропрядением **34.МБ.161**
- нано; технология **34.МБ.4**
- нанокompозитная, получение; полиакрилаты; титан диоксид; золь-гель процесс, в реверсивных мицеллах; полимеризация фото **34.МБ.13**
- нанофильтрационная; фильтрация, нано-; натрий тиоцианат, выделение из промышленных растворов **34.МБ.216**
- нанофильтрация; глицин, N-фосфометил-, способ получения из водной смеси **34.МБ.225**
- нафион; переноса процесс; антрахиноны **34.МБ.36**
- неорганические; модифицирование, влияние; углерод, пиро; поры; поверхности, характеристики; транспортные свойства **34.МБ.110**
- синтез; золь-гель процесс; пористость **34.МБ.134**
- обрастание; флокуляция; адсорбция; ультрафильтрация; нанофильтрация **34.МБ.6**
- объемные жидкие, использование; полиамины, липофильные; ртуть, ионы Hg^{2+} , транспорт; медь, ионы Cu^{2+} , удаление из воды **34.МБ.158**
- осмотич.; дистилляция; массоперенос; красители, фиоцианин; соки, из сладкого лимона **34.МБ.91**
- очистка, обработка; обрастание; ультрафильтрация **34.МБ.165**
- палладий-ренивая; риформинг, паровой; диметиловый эфир; синтез-газ, способ получения **34.МБ.224**
- переноса процесс, переключение; метиловый фиолетовый, катионы; флуоресценция, анионы; поры, нанометровые; ПАВ, влияние **34.МБ.178**
- перфторированные, МФ-4СК, модифицированные; тербий, ионы, использование; люминесценция; адсорбционная способность **34.МБ.141**
- пленочные; пленки, для экспонирования светом; полимеры, фторсодержащие **34.МБ.226**
- поверхности, радиационно привитые, получение, свойства; сульфокислоты, использование; спектроскопия фотоэлектронная, рентгеновская; микроскопия электронная, просвечивающая; полиэтилентерефталат **34.МБ.57**
- погружные, использование; сточные воды очистка био; растворы, био **34.МБ.234**
- подложки; алюминий оксид, $\alpha-Al_2O_3$; частицы размер; уплотнение; газопроницаемость **34.МБ.68**
- покрытия; лантан кобальтиты; электроосаждение; подложки, пористые; алюминий оксид **34.МБ.135**
- полиимидные сульфированные; газопроницаемость, и способность к разделению **34.МБ.15**
- полимеры, с молекулярными отпечатками; винил-пиридин, 9-; гормоны определение, растительные; индол-3-уксусная кислота, 1H - **34.МБ.84**
- полипропиленовая пористая трековая, получение **34.МБ.172**
- полисахариды; гидрогели; капсулы, с множественном мембранных слоев, получение **34.МБ.237**
- полистирол, синдиотактический, структура, свойства; толуол, p-хлор-; сорбционная способность; растворители **34.МБ.90**
- полисульфоновая, наполненная цеолитом; силаны, производные в составе мембран; разделение; первапорация; этиловый спирт, водная смесь **34.МБ.12**
- полиэлектролитные для топливных батарей, протоннопропускающая, состав **34.МБ.231**
- полиэлектролитные; сополимеры; акрилонитрил; стирол; поливинилиденхлорид; пропилен, гексафтор-; кремний диоксид **34.МБ.108**

- топливные элементы; электролиты твердые, полимерные **34.МБ.211**
- половолоконная, способ изготовления; полимеры, термопластичный перфторированный **34.МБ.217**
- половолоконные; дегидратация; уксусная кислота, водные смеси **34.МБ.44**
- полупроницаемые; вода, потоки, протекание; актин; нити, влияние **34.МБ.181**
- эфиры сложные, полибромированного, дифениловые; концентрирование; экстракция **34.МБ.115**
- получение, свойства; алюминий оксид, анодный; композиционные материалы; кремний диоксид; ПАВ, в каналах, структура; ориентация; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое, двумерное **34.МБ.109**
- полимеры; смачивание; масла, поляризуемые; пленки, смачивающие; вода; поверхности **34.МБ.143**
- ультрафильтрация; органические вещества, природные, удаление; волокна, полые, использование; полиэфирсульфоны, использование **34.МБ.88**
- пористая гидрофильная, способ получения; полимеры, перфторированный **34.МБ.239**
- пористые материалы, микро; полигексаметиленди-пипинамид; кристалличность; фазы; инверсия, в системе вода-муравьиная кислота **34.МБ.89**
- пористые, способ изготовления **34.МБ.243**
- потенциометрические, селективные к Ca^{2+} ; ионофоры; антибиотики; тетроназин; кальций определение **34.МБ.123**
- приборы, разработка, аппаратура; фильтрация, фильтрат удаление **34.МБ.213**
- применение; ионный обмен; композиционные материалы, нано; сенсоры **34.МБ.191**
- проницаемость, изменение, определение; молоко, обезжиренное; молочная сыворотка, творожная; концентрирование; мембраны; моделирование математическое **34.МБ.203**
- определение, без калибрования; экстракция, микро, твердофазная, использование **34.МБ.81**
- структура; влияние температуры и растворителя; моделирование, метод Монте-Карло **34.МБ.14**
- проницаемые используемые в строительстве, изготовление; связующие вещества, битумные модифицированные; сополимеры блок, полистирол-полибутадиен-полистирол; наполнители, минеральные **34.МБ.249**
- проницаемые, изготовление; связующие вещества, битумные; битумы; сополимеры блок, полистирол-полибутадиен-полистирольные; наполнители, минеральные **34.МБ.240**
- протонные высокотемпературные; полиэфиркетоны, полиарилэфиркетоны, сульфированные флуоренсодержащие, получение, свойства **34.МБ.17**
- протонообменная; топливные элементы; вода, регенерация из абгазов, патентуется регенеративное осушающее устройство **34.МБ.204**
- электроды; электролизеры **34.МБ.209**
- протонообменные, для прямых метанольных топливных элементов; метиловый спирт; диффузия, осмотическое сопротивление, определение **34.МБ.169**
- получение и характеристика; прививка, радиационная; стирол; политетрафторэтилен; пленки **34.МБ.78**
- электролизеры; водород, чистый, получение **34.МБ.119**
- протонпроводящая; рабочие характеристики и неустойчивости; топливные элементы; обзоры, библиография **34.МБ.86**
- топливные элементы **34.МБ.222**
- протонпроводящие; силоксаны; электрическое спектроскопическое изучение **34.МБ.111**
- реакторы, био, использование; сточные воды очистка **34.МБ.155**
- сточные воды очистка; ил активный, повышенного возраста, использование **34.МБ.63**
- реакция, влияние; диффузия **34.МБ.83**
- с высокой скоростью регенерации, на принципе перепада давления; массоперенос, коэффициент **34.МБ.31**
- с нанопористым углеродом, способ изготовления **34.МБ.207**
- свойства; волокна, полые, получение; полисульфоны; меркаптосоединения; модифицирование **34.МБ.79**
- нафион; вода, влияние **34.МБ.179**
- серебро, ионы, уменьшение содержания в водных растворах; полимеры, электропроводящие, использование **34.МБ.174**
- силаны, фтор-, использование; модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**
- сополимерные; разделение; смеси; алифатические соединения; ароматические соединения **34.МБ.104**
- сополимеры, амфифильные; полибутадиен; этиленоксид; нанотрубки, полимерные, метод получения; обзоры, библиография **34.МБ.120**
- спиральные; поляризация, концентрационная; осмос обратный, модуль; моделирование математическое **34.МБ.35**
- сталь, пористая нержавеющая; покрытия; серебро, изготовление; физико-химические свойства **34.МБ.97**
- сульфокатионитные, МФ-4СК; модифицирование, регенерация, циклы, влияние; электрический заряд; ионы, модифицирующие, влияние; вода; проницаемость **34.МБ.182**
- текучесть; паринаровая кислота, цис-, использование; липиды **34.МБ.38**
- технология, перспективы применения; водоснабжение **34.МБ.127**
- типа полимер-кобальтпорфирин; полимеры; кобальт порфирин; покрытия нанесение; полимеры, перфторированный; кислород, характеристики транспорта **34.МБ.45**
- титаносиликаты; станносилкаты, со структурой умбита; сорбционная способность **34.МБ.92**
- толщина влияние; электропроводность; нафион **34.МБ.87**
- тонкие жидкие масло-вода; масла; вода; нефть, сырая, вакуумный остаток; поверхностные свойства, межтрековые, асимметричные; полиэтилентерефталат, модифицированный; полиэтиленимин, использование; поливинилпирролидон, использование; адсорбционная способность; поверхностные свойства **34.МБ.186**
- углеродные; модифицирование; гидротермальный процесс **34.МБ.98**
- сальники углеродные, износ и меры защиты; нефть добыча, скважинная **34.МБ.58**
- угольные гидрофильные; метилэтилкетон, получение; окисление; бутан, 1-; реакторы, Тейлора проточный мембранный **34.МБ.71**
- ультратонкие асимметричные; полиэфирэфиркетоны, модифицированные; газы; разделение **34.МБ.102**
- ультрафильтрация; ацидолиз, липаза-катализируемый; фосфолипиды, структурированные, получение; очистка **34.МБ.159**
- ультрафильтрация; волокна, полые; очистка, метод потенциала истечения **34.МБ.33**
- казеины, сыворотка, модуль с вращающимся диском **34.МБ.32**
- молочная сыворотка; белки, хлопковый, выделение **34.МБ.124**
- установки; сточные воды очистка; контейнеры **34.МБ.131**
- фильтры, использование; нефтепродукты, удаление; вода очистка, льняная, судовая **34.МБ.192**

- жидкости, очистка; газы очистка; ультрафильтрование **34.МБ.184**
 фотокаталитические, получение, использование **34.МБ.244**
 целлюлоза ацетаты, ультрафильтрац., пористая структура, однородность, повышение; молочная сыворожка, творожная, утилизация **34.МБ.212**
 целлюлозно-бумажная промышленность; сточные воды очистка **34.МБ.197**
 целлюлозные; элементный анализ, формы нахождения; водные растворы **34.МБ.60**
 цеолитные; органические соединения; пары; дегидрирование; моделирование математическое **34.МБ.157**
 экстракция; газы; реакторы, мембранный **34.МБ.223**
 - уран, из азотнокислого раствора; волокна, полые **34.МБ.61**
 электрический потенциал, влияние; осмос, химический; давление, распространение; глины, плотные **34.МБ.22**
 электро; переноса процесс; смеси, многокомпонентные; диссоциация, гомогенная и гетерогенная, нейтрального компонента; моделирование математическое **34.МБ.53**
 электродные материалы, оксидные; электроды ионоселективные, свинец; электрохимические методы **34.МБ.189**
 электроды, мембрано-электродные сборки, способ изготовления **34.МБ.215**
 - твердые растворы **34.МБ.188**
 мембраны анионообменные
 МА-40; электропроводность; рН, равновесного раствора, влияние **34.МБ.194**
 нитраты определение; спектроскопия ИК, в средней области **34.МБ.114**
 типа МК-40, селективность; хлориды, Na, Ni и Zn; комплексообразование **34.МБ.193**
 топливные элементы, с прямым использованием метанола; обзоры, библиография **34.МБ.1**
мембраны биологические
 эритроциты; заболевания, дифибрилляция сердца, лечение **34.МБ.206**
мембраны ионообменные
 материалы; характеристика методом вольтамперометрии; структура-свойства взаимосвязь **34.МБ.202**
мембраны полимерные
 волокна, полые; полиэфирсульфоны; проницаемость; ультрафильтрование **34.МБ.140**
 для разделения газов **34.МБ.16**
 композитные; смеси, этанол-водяные; полисилоксаны, полидиметиленоксид; массоперенос, влияние опорного слоя мембраны **34.МБ.19**
 микрофильтрационная положительно заряженная, способ получения; поликапролактан; полигексаметиленадипинамид **34.МБ.247**
 нановолоконные функционализированные; поливинилхлорид; катализаторы, для детоксикации нервных агентов; циклодекстрины, β-; бензойная кислота, о-иодо- **34.МБ.73**
 наноструктуры, способ получения; травильные растворы **34.МБ.238**
 пленки полимерные, структурированные радиационнопривитые **34.МБ.162**
 плотные; этиловый спирт; диффузия, расчет, разработка модели пенетрации **34.МБ.77**
 получение, применение; сополимеры, содержащие N-виниллактамы **34.МБ.227**
 протонопроводящие, способ получения **34.МБ.228**
 разделение, воды и о-хлорфенола; испарение, через мембрану; полимочевинуретаны; полибутадиев, с концевыми гидроксильными группами **34.МБ.48**

- перапорация; испарение, пермеация; смеси; уксусная кислота; вода; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография **34.МБ.100**
 резина; каучуки натуральные; каучук бутадиенстирольный; сшивание, плотность, смеси, органические; разделение; выпаривание **34.МБ.47**
 с высокой протонной проводимостью; резиновые смеси; эластомеры; полисульфоны **34.МБ.18**
 селективные по CO₂; приготовление, состав, характеристики; полиамиды, смеси, сополимеризаты; полиамины, основа, применение; газы очистка; водород, смеси; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**
 сорбционная емкость, исследование; натрий сульфат, водный раствор **34.МБ.106**
 твердые в качестве электролитов; топливные элементы, ячейки; электроды, микро-композитные; метиловый спирт; окисление, исследование вольтамперометрическое **34.МБ.107**
 трековые модифицированные; полиэтилентерефталат; полиэтиленимины; поливинилпирролидон **34.МБ.103**
 ультратонкие волокнистые, получение; морфология; прядение, в электрическом поле; поливиниловый спирт, водный раствор **34.МБ.74**
 ультрафильтрационные смешанные, получение, применение; целлюлоза ацетаты; полисульфоны **34.МБ.173**
 ультрафильтрационные; полиакрилонитрил; подложки; ткани, полиэфирные **34.МБ.75**
 электролитные; топливные элементы; электроды, газодиффузионные **34.МБ.210**
 мембраны полупроницаемые
 использование; закачка CO₂ в геоструктуры; газы отходящие очистка; углерод диоксид, удаление; адсорбция; амины, применение **34.МБ.7**
меркаптосоединения
 волокна, полые, получение; полисульфоны; модифицирование; мембраны, свойства **34.МБ.79**
метан
 модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использованные; углерод диоксид; гелий; азот; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**
метиловый спирт
 дегидрирование; катализаторы, гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность; обзоры, библиография **34.МБ.20**
 диффузия, осмотическое сопротивление; определение; мембраны, протонообменные, для прямых метанольных топливных элементов **34.МБ.169**
 окисление, исследование вольтамперометрическое; топливные элементы, ячейки; электроды, микро-композитные; мембраны полимерные, твердые в качестве электролитов **34.МБ.107**
 проницаемость; мембраны, Nafion 117 модифицированные; полиэтилендиоксифен, 3, 4-, пленки тонкие **34.МБ.105**
метиловый фиолетовый
 катионы; флуоресценция, анионы; переноса процесс, переключение; мембраны; поры, нанометровые; ПАВ, влияние **34.МБ.178**
метилэтилкетон
 получение; мембраны, угольные гидрофильные; окисление; бутан, 1-; реакторы, Тейлора проточный мембранный **34.МБ.71**
микроскопия электронная
 просвечивающая; мембраны; поверхности, радиационно привитые, получение, свойства; сульфокислоты, использование; спектроскопия фотоэлектронная, рентгеновская; полиэтилентерефталат **34.МБ.57**

микроскопы

электрохимические, растровые; изображение получение; поры, мембраны; электрический ток, переменный **34.МБ.146**

микрофльтрация

мембраны, засорение, анализ; органические соединения; природные соединения; моделирование математическое **34.МБ.82**

- муллит; экструзия, прокалывание, влияние; водопроницаемость **34.МБ.166**

моделирование

математическое; мембраны, засорение; ультрафильтрация, поперечная, в заряженной системе; динамика **34.МБ.164**

метод Монте-Карло; мембраны; проницаемость, структура, влияние температуры и растворителя **34.МБ.14**

моделирование математическое

мембраны, засорение, анализ; органические соединения; природные соединения; микрофльтрация **34.МБ.82**

- гидродинамика, вычислительная **34.МБ.2**

молоко, обезжиренное; молочная сыворотка, творожная; концентрирование; мембраны; мембраны; проницаемость, изменение, определение **34.МБ.203**

органические соединения; пары; дегидрирование; мембраны, цеолитные **34.МБ.157**

переноса процесс; смеси, многокомпонентные; мембраны, электро; диссоциация, гомогенная и гетерогенная, нейтрального компонента **34.МБ.53**

поляризация, концентрационная; мембраны, спиральные; осмос обратный, модуль **34.МБ.35**

модифицирование

активных подслоев; пористые материалы; композиционные материалы; полиамиды; полисульфоны, обработка; старение; мембраны; азотная кислота, использование **34.МБ.21**

влияние; углерод, пиро; поры; поверхности, характеристики; мембраны, неорганические; транспортные свойства **34.МБ.110**

волокна, полые, получение; полисульфоны; меркаптосоединения; мембраны, свойства **34.МБ.79**

мембраны, углеродные; гидротермальный процесс **34.МБ.98**

- углерод, пиро; нанокристаллы, использование **34.МБ.26**

поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

реакторы, био; сточные воды очистка, улучшение качества **34.МБ.66**

регенерация, циклы, влияние; электрический заряд; ионы, модифицирующие, влияние; мембраны, сульфокатионитные, МФ-4СК; вода; проницаемость **34.МБ.182**

молекулы конформации

белки; прионы; медь; мембраны; пептиды; обзоры, библиография **34.МБ.118**

молоко

обезжиренное; молочная сыворотка, творожная; концентрирование; мембраны; мембраны; проницаемость, изменение, определение; моделирование математическое **34.МБ.203**

молочная сыворотка

белки, хлопковый, выделение; ультрафильтрация; мембраны **34.МБ.124**

подсырная, свежая; гликопептиды, выделение; хитозаны, использование; фильтрация; мембраны, использование **34.МБ.144**

- концентрирование; мембранная технология, применение; белки; концентраты, состав, изучение; пищевые продукты, функциональные, производство, технология **34.МБ.200**

- ультрафильтрация; мембраны, волокноно-пустотелые, спиралевидные, использование **34.МБ.167**

творожная, утилизация; мембраны; целлюлоза ацетаты, ультрафильтрация, пористая структура, однородность, повышение **34.МБ.212**

- молоко, обезжиренное; концентрирование; мембраны; мембраны; проницаемость, изменение, определение; моделирование математическое **34.МБ.203**

мониторинг

инсектициды определение; пробы подготовка; воздух анализ, помещения; экстракция; облучение, микроволновое; масс-спектрометрия; хроматография газовая **34.МБ.149**

морфология

мембраны полимерные, ультратонкие волокнистые, получение; прядение, в электрическом поле; поливиниловый спирт, водный раствор **34.МБ.74**

муллит

микрофльтрация; мембраны; экструзия, прокалывание, влияние; водопроницаемость **34.МБ.166**

нанокристаллы

использование; модифицирование; мембраны; углерод, пиро **34.МБ.26**

наноструктуры

способ получения; мембраны полимерные; травильные растворы **34.МБ.238**

нанотрубки

полимерные, метод получения; сополимеры, амфифильные; полибутидиен; этиленоксид; мембраны; обзоры, библиография **34.МБ.120**

углеродные аморфные; синтез и изучение;

пиролиз; ферроцены; матрицы **34.МБ.80**

- мембраны; алюминий оксид, анодный **34.МБ.80**

наночастицы

волокна, полые; полиимиды; мембраны; титан диоксид **34.МБ.175**

часть периферической поверхности которых полимерная; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

фильтрация; мембраны, для мембранных реакторов **34.МБ.233**

натрий сульфат

водный раствор; мембраны полимерные, сорбционная емкость, исследование **34.МБ.106**

натрий тиоцианат

выделение из промышленных растворов; фильтрация, нано-; мембраны, нанофильтрационная **34.МБ.216**

натрий хлорид

удаление; керамика; мембраны, использование; ультрафильтрация **34.МБ.126**

научные исследования

диссертация; антибиотики; противоопухолевые вещества; доксорубин; полиэлектролиты; комплексные соединения; мембраны; липиды **34.МБ.199**

мировые; промышленные исследования, в Северной Америке; реакторы; мембраны, био **34.МБ.67**

нафион
мембраны, свойства; вода, влияние **34.МБ.179**
- переноса процесс; антрахиноны **34.МБ.36**
электропроводность; мембраны, толщина влияние **34.МБ.87**

нейтроны
рассеяние, малоугловое; этиловый спирт; проницаемость; мембраны, биологические **34.МБ.52**

нефтепродукты
удаление; вода очистка, льняная, судовая; мембраны, фильтры, использование **34.МБ.192**

нефтепродукты определение
тиолы определение; мембраны, использование; проточно-инжекционный анализ; фотометрия определение **34.МБ.29**
нефтехимическая промышленность
сточные воды очистка; фильтрование; мембраны, использование **34.МБ.152**

нефть
сырая, вакуумный остаток; мембраны, тонкие жидкие масло-вода; масла; вода; поверхностные свойства, меж- **34.МБ.122**
удаление; сточные воды очистка; мембраны, модифицированные, использование; ультрафильтрация **34.МБ.64**

нефть добыча
скважинная; мембраны, углеродные, сальники углеродные, износ и меры защиты **34.МБ.58**

нити
влияние; мембраны, полупроницаемые; вода, потоки, протекание; актин **34.МБ.181**

нитраты определение
мембраны анионообменные; спектроскопия ИК, в средней области **34.МБ.114**

носители
подвижные, жидкие; мембраны, комбинированные; газопроницаемость **34.МБ.142**

обезвоживание
испарением; тетрагидро-фуран; мембраны, композитная полупроницаемая **34.МБ.70**

обессоливание
вода технология; мембраны, использование **34.МБ.220**
сорбция; мембраны, использование; вода технология; энергетика; химическая технология, ОАО "Азот", руставский **34.МБ.25**

обзоры
библ. 22; осаждение, химическое; мембраны, композитные; палладий сплавы, анализ получения **34.МБ.137**
библ. 26; топливные элементы; мембраны, протонпроводящая, рабочие характеристики и неустойчивости **34.МБ.86**
библ. 30; сополимеры, амфифильные; полибутадие-н; этиленоксид; мембраны; нанотрубки, полимерные, метод получения **34.МБ.120**
библ. 32; дегидрирование; метиловый спирт; катализаторы, гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность **34.МБ.20**
- окисление; углерод оксид; катализаторы, гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность **34.МБ.20**
библ. 36; мембраны, для ячеек топлива; поли(фталазинон-эфиркетон), синтез реакцией N-C-сочетаний, свойства **34.МБ.160**
библ. 38; топливные элементы, с прямым использованием метанола; мембраны анионообменные **34.МБ.1**

библ. 49; белки; прионы; молекулы конформа-ции; медь; мембраны; пептиды **34.МБ.118**

библ. 53; разделение; перапорация; испарение, пермеация; смеси; уксусная кислота; вода; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина **34.МБ.100**

облучение
водород, аккумулярование; мембраны, из перфторсульфоно-вой кислоты; электропроводность, определение **34.МБ.163**
микроволновое; инсектициды определение; пробы подготовка; воздух анализ, помещения; экстракция; мониторинг; масс-спектрометрия; хроматография газовая **34.МБ.149**

обрастание
мембраны, очистка, обработка; ультра-фильтрация **34.МБ.165**
- флокуляция; адсорбция; ультрафильтрация; нанофильтрация **34.МБ.6**

окисление
бутан, 1-; реакторы, Тейлора проточный мембранный; мембраны, угольные гидрофильные; метилэтилкетон, получение **34.МБ.71**
исследование вольтамперометрическое; метиловый спирт; топливные элементы, ячейки; электро-ды, микро-композитные; мембраны полимерные, твердые в качестве электролитов **34.МБ.107**
неполное; пропилен; акролеин; реакторы, с распределительной мембраной, применение, конструкция **34.МБ.9**
радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**
- органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**
углерод оксид; катализаторы, гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность; обзоры, библ. 32 **34.МБ.20**

окислительно-восстановительная реакция
медь, Cu^{2+} ; переноса процесс; мембраны, жидкие, эмульсионные **34.МБ.113**

оксиды
керамика, носители, инертные; композиционные материалы, неорганические; мембраны, зарядоселективные свойства, синтез; цирконий диоксид, гидратированный, иониты **34.МБ.51**

оксиды*лантан-стронций-железо-кобальт-
 $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Fe}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$; мембраны; диффузия; кислород **34.МБ.133**

органические вещества
природные, удаление; ультрафильтрация; мембраны, получение; волокна, полые, использование; полиэфирсульфоны, использование **34.МБ.88**

органические соединения
пары; дегидрирование; мембраны, цеолитные; моделирование математическое **34.МБ.157**
природные соединения; мембраны, засорение, анализ; микрофильтрация; моделирование математическое **34.МБ.82**
удаление; радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**

ориентация
мембраны, получение, свойства; алюминий оксид, анодный; композиционные материалы; кремний диок-

сид; ПАВ, в каналах, структура; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое, двумерное **34.МБ.109**

осаждение

химическое; мембраны, композитные; палладий; палладий сплавы, анализ получения; обзоры, библиография **34.МБ.137**

осмос

испарение; концентрирование; соки, фруктовый; мембранная технология; дистилляция; мембраны **34.МБ.112**

химический; давление, распространение; глины, плотные; мембраны; электрический потенциал, влияние **34.МБ.22**

осмос обратный

мембраны, изготовление и применение; нанофильтрация; вода питьевая, получение; вода технология **34.МБ.242**

модуль; поляризация, концентрационная; мембраны, спиральные; моделирование математическое **34.МБ.35**

очистка

метод потенциала истечения; ультрафильтрация; мембраны; волокна, полые **34.МБ.33**

фосфолипиды, структурированные, получение; ацидолиз, липаза-катализируемый; мембраны, ультрафильтрации **34.МБ.159**

ПАВ

в каналах, структура; композиционные материалы; кремний диоксид; мембраны, получение, свойства; алюминий оксид, анодный; ориентация; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое, двумерное **34.МБ.109**

влияние; переноса процесс, переключение; метиловый фиолетовый, катионы; флуоресценция, анионы; мембраны; поры, нанометровые **34.МБ.178**

красители, кумариновый, локальные среды; кремний диоксид, мезоструктурированный поверхностно-активный, нанокм-позиты; алюминий оксид, мембрана пористая **34.МБ.72**

палладий

палладий сплавы; мембраны, композитные; анализ получения; осаждение, химическое; обзоры, библиография **34.МБ.137**

палладий сплавы

мембраны, композитные; палладий; анализ получения; осаждение, химическое; обзоры, библиография **34.МБ.137**

пористые; гидрирование, каталитическое; фурфурол; реакторы, с мембраной из Pd-Cu; медь сплавы; фурфуриловый спирт, получение **34.МБ.41**

паринаровая кислота

цис-, использование; липиды; мембраны; текучесть **34.МБ.38**

пары

органические соединения; дегидрирование; мембраны, цеолитные; моделирование математическое **34.МБ.157**

пептиды

белки; прионы; молекулы конформации; медь; мембраны; обзоры, библиография **34.МБ.118**

первапорация

разделение; испарение, пермеация; смеси; уксусная кислота; вода; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография **34.МБ.100**

- этиловый спирт, водная смесь; мембраны, полисульфоновая, наполненная цеолитом; силаны, производные в составе мембран **34.МБ.12**

этан, 1, 2-диметокси-, массоперенос; мембраны, композитные, олигосилилстирол; полисилоксаны, диметил-, обзоры, библиография **34.МБ.76**

переноса процесс

антрахиноны; мембраны; нафион **34.МБ.36**

ионы; мембраны; катиониты, МФ-4СК, модифицированные; цирконий фосфаты, кислые **34.МБ.54**

медь, Cu^{2+} ; окислительно-восстановительная реакция; мембраны, жидкие, эмульсионные **34.МБ.113**

переключение; метиловый фиолетовый, катионы; флуоресценция, анионы; мембраны; поры, нанометровые; ПАВ, влияние **34.МБ.178**

смеси, многокомпонентные; мембраны, электро; диссоциация, гомогенная и гетерогенная, нейтрального компонента; моделирование математическое **34.МБ.53**

перманганаты

использование; радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование **34.МБ.37**

пероксиды

использование; радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; перманганаты, использование **34.МБ.37**

печатание

графаретное; элементный анализ, следовый; электроды, изготовление; мембраны, модифицированные **34.МБ.28**

пиридин

4-винил-; полиакриламид, N-изопропил-; пирролидон, N-метил-2-, растворы; сополимеры, привитого; винилиденфторид; мембраны, микрофильтрационные, получение **34.МБ.43**

пиридин*винил-

9-; полимеры, с молекулярными отпечатками; мембраны; гормоны определение, растительные; индол-3-уксусная кислота, ^1H - **34.МБ.84**

пиролиз

ферроцены; нанотрубки, углеродные аморфные, синтез и изучение; матрицы **34.МБ.80**

- мембраны; алюминий оксид, анодный **34.МБ.80**

пирролидон

N-метил-2-, растворы; сополимеры, привитого; винилиденфторид; пиридин, 4-винил-; полиакриламид, N-изопропил-; мембраны, микрофильтрационные, получение **34.МБ.43**

пищевые продукты

концентрирование; мембранная техника, аппарат, разработка и изучение **34.МБ.251**

производство; сточные воды очистка; мембраны, использование **34.МБ.96**

функциональные, производство, технология; молочная сыроворотка, подсырная; концентрирование; мембранная технология, применение; белки; концентраты, состав, изучение **34.МБ.200**

пластификаторы

экструзия; полимеры, с ионными щелочными группами; композиционные материалы, для изготовления мембран **34.МБ.248**

пленки

двухслойные; мембраны, гибридные; электропроводность, смещение **34.МБ.177**

для экспонирования светом; мембраны, пленочные; полимеры, фторсодержащие **34.МБ.226**

политетрафторэтилен; прививка, радиационная; стирол; мембраны, протонообменные, получение и характеристика **34.МБ.78**

полиэтиленовые пористые; полиакриловая кислота, сшитая; мембраны, композиционные, метод получения **34.МБ.99**

смачивающие; смачивание; полимеры; мембраны, получение, свойства; масла, поляризуемые; вода; поверхности **34.МБ.143**

тонкие, альтернативный способ изготовления; композиционные материалы, полимерные; полимеры, проводящий; полианилины; серебро соединения, $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; мембраны, использование **34.МБ.10**

пленки полимерные

легированные, получение; мембраны, модельные биологические; полимеризация, электрохимическая; аминокислоты; аспарагин; глутамин; полипирролы, матрица; электрохимические свойства **34.МБ.11**

полиэтиленовые, поверхность; иммобилизация; протеин, мембраны из яичной скорлупы **34.МБ.138**

структурированные радиационнопривитые; мембраны полимерные **34.МБ.162**

поверхности

вода; смачивание; полимеры; мембраны, получение, свойства; масла, поляризуемые; пленки, смачивающие **34.МБ.143**

модифицирование; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

радиационно привитые, получение, свойства; мембраны; сульфокислоты, использование; спектроскопия фотоэлектронная, рентгеновская; микроскопия электронная, просвечивающая; полиэтилентерефталат **34.МБ.57**

характеристики; поры; модифицирование, влияние; углерод, пиро; мембраны, неорганические; транспортные свойства **34.МБ.110**

поверхности раздела

мембраны, биполярные; вода; диссоциация; дендримеры, звездообразные; хром, ионы $St(3+)$; комплексообразование, влияние **34.МБ.34**

поверхностные свойства

влияние; массоперенос, чрезмерный; мембраны; аниониты **34.МБ.180**

меж-; нефть, сырая, вакуумный остаток; мембраны, тонкие жидкие масло-вода; масла; вода **34.МБ.122**

мембраны, трековые, асимметричные; полиэтилентерефталат, модифицированный; полиэтиленимин, использование; поливинилпирролидон, использование; адсорбционная способность **34.МБ.186**

подложки

мембраны; алюминий оксид, $\alpha-Al_2O_3$; частицы размер; уплотнение; газопроницаемость **34.МБ.68**

пористая; мембраны, композиционная; матрицы, полисульфонамидная **34.МБ.218**

пористые; покрытия; лантан кобальтиты; электроосаждение; алюминий оксид; мембраны **34.МБ.135**

ткани, полиэфирные; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, ультрафильтрационные **34.МБ.75**

покрытия

лантан кобальтиты; электроосаждение; подложки, пористые; алюминий оксид; мембраны **34.МБ.135**

серебро; изготовление; мембраны; сталь, пористая нержавеющая; физико-химические свойства **34.МБ.97**

покрытия нанесение

мембраны, типа полимер-кобальтпорфирин; полимеры; кобальт порфирин; полимеры, перфторированный; кислород, характеристики транспорта **34.МБ.45**

поли(фгалазион-эфир-кетон)

синтез реакцией N-C-сочетаний, свойства; мембраны, для ячеек топлива; обзоры, библиография **34.МБ.160**

полиакриламид

N-изопропил-; пирролидон, N-метил-2-, растворы; сополимеры, привитого; винилиденфторид; пиридин, 4-винил-; мембраны, микрофильтрационные, получение **34.МБ.43**

полиакрилаты

титан диоксид; мембраны, наноккомпозитная, получение; золь-гель процесс, в реверсивных микселах; полимеризация фото **34.МБ.13**

полиакриловая кислота

считая; пленки, полиэтиленовые пористые; мембраны, композиционные, метод получения **34.МБ.99**

полиакрилонитрил

мембраны полимерные, ультрафильтрационные; подложки; ткани, полиэфирные **34.МБ.75**

полиамиды

полисульфоны, обработка; композиционные материалы; модифицирование, активных подслоев; пористые материалы; смеси, сополимеризаты; полиамины, основа; применение; мембраны полимерные, селективные по CO_2 , приготовление, состав, характеристики; газы очистка; водород, смеси; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**

полиамиды, смеси, сополимеризаты; применение; мембраны полимерные, селективные по CO_2 , приготовление, состав, характеристики; газы очистка; водород, смеси; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**

полиамиды, смеси, сополимеризаты; применение; мембраны полимерные, селективные по CO_2 , приготовление, состав, характеристики; газы очистка; водород, смеси; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**

полиаминны

липофильные; мембраны, объемные жидкие, использование; ртуть, ионы Hg^{2+} , транспорт; медь, ионы Cu^{2+} , удаление из воды **34.МБ.158**

основа; полиамиды, смеси, сополимеризаты; применение; мембраны полимерные, селективные по CO_2 , приготовление, состав, характеристики; газы очистка; водород, смеси; углерод диоксид, удаление **34.МБ.221**

полианилины

влияние; мембраны, композитные ПАНМФ-4СК, поляризационные характеристики **34.МБ.139**

полимеры, проводящий; композиционные материалы, полимерные; серебро соединения, $Ag_4[Fe(CN)_6]$; пленки, тонкие, альтернативный способ изготовления; мембраны, использование **34.МБ.10**

полибутадиен

с концевыми гидроксильными группами; разделение, воды и о-хлорфенола; испарение, через мембрану; мембраны полимерные; полимочевиноуретаны **34.МБ.48**

этиленоксид; сополимеры, амфифильные; мембраны; нанотрубки, полимерные, метод получения; обзоры, библиография **34.МБ.120**

поливинилиденфторид

модифицированный полисилоксанами; мембраны, композитные, получение, применение; волокна, полые **34.МБ.101**

поливинилиденхлорид

пропилен, гексафтор-; мембраны, полиэлектролитные; сополимеры; акрилонитрил; стирол; кремний диоксид **34.МБ.108**

поливиниловый спирт

водный раствор; прядение, в электрическом поле; мембраны полимерные, ультратонкие волокнистые, получение; морфология **34.МБ.74**

поливинилпирролидон

использование; мембраны, трековые, асимметричные; полиэтилентерефталат, модифицированный; полиэтиленимин, использование; адсорбционная способность; поверхностные свойства **34.МБ.186**

мембраны, микропористые, получение; сополимеры; винилиденфторид; пропилен, гексафтор- **34.МБ.42**

полиэтилентерефталат; мембраны полимерные, трековые модифицированные; полиэтиленимины **34.МБ.103**

поливинилхлорид

мембраны полимерные, нановолоконные функционализированные; катализаторы, для детоксикации нервных агентов; циклодекстрин, β -; бензойная кислота, о-иодо- **34.МБ.73**

полигексаметиленадипинамид

мембраны; пористые материалы, микро; кристалличность; фазы; инверсия, в системе вода-муравьиная кислота **34.МБ.89**

поликапролактама; мембраны полимерные, микрофильтрационная положительно заряженная, способ получения **34.МБ.247**

полиимиды

волокна, полые; мембраны; титан диоксид; наночастицы **34.МБ.175**

поликапролактамы

полигексаметиленадипинамид; мембраны полимерные, микрофилтрационная положительно заряженная, способ получения **34.МБ.247**

полимеризация

электрохимическая; аминокислоты; аспарагин; глутамин; полипирролы, матрица; пленки полимерные, легированные, получение; мембраны, модельные биологические; электрохимические свойства **34.МБ.11**

полимеризация фото

золь-гель процесс, в реверсивных мицеллах; мембраны, нанокомпозитная, получение; полиакрилаты; титан диоксид **34.МБ.13**

полимеры

кобальт порфирина; мембраны, типа полимер-кобальтпорфирина; покрытия нанесение; полимеры, перфторированный; кислород, характеристики транспорта **34.МБ.45**
мембраны, получение, свойства; смачивание; масла, поляризуемые; пленки, смачивающие; вода; поверхности **34.МБ.143**

перфторированный; мембраны, пористая гидрофильная, способ получения **34.МБ.239**

-- типа полимер-кобальтпорфирина; полимеры; кобальт порфирина; покрытия нанесение; кислород, характеристики транспорта **34.МБ.45**

проводящий; полианилины; композиционные материалы, полимерные; серебро соединения, $Ag_4[Fe(CN)_6]$; пленки, тонкие, альтернативный способ изготовления; мембраны, использование **34.МБ.10**

с ионными щелочными группами; экструзия; пластификаторы; композиционные материалы, для изготовления мембран **34.МБ.248**

с молекулярными отпечатками; винил-пиридин, 9-; мембраны; гормоны определение, растительные; индол-3-уксусная кислота, 1H - **34.МБ.84**

термопластичный перфторированный; мембраны, полволоконная, способ изготовления **34.МБ.217**
фторсодержащие; пленки, для экспонирования светом; мембраны, пленочные **34.МБ.226**

электропроводящие, использование; серебро, ионы, уменьшение содержания в водных растворах; мембраны **34.МБ.174**

поли мочевиноуретаны

разделение, воды и о-хлорфенола; испарение, через мембрану; мембраны полимерные; полибутадиев, с концевыми гидроксильными группами **34.МБ.48**

полипирролы

матрица; полимеризация, электрохимическая; аминокислоты; аспарагин; глутамин; пленки полимерные, легированные, получение; мембраны, модельные биологические; электрохимические свойства **34.МБ.11**

полисахариды

гидрогели; мембраны; капсулы, с множеством мембранных слоев, получение **34.МБ.237**

полисилоксаны

диметил-; обзоры, библиография; перапорация; этан, 1, 2-диметокси-; массоперенос; мембраны, композитные, олигосилилстирол **34.МБ.76**

полидиметилсилоксан; мембраны полимерные, композитные, смеси, этанол-водные; массоперенос, влияние опорного слоя мембраны **34.МБ.19**

полистирол

синдиотактический, структура, свойства; толуол, п-хлор-; мембраны; сорбционная способность; растворители **34.МБ.90**

полисульфоны

волокна, полые, получение; меркаптосоединения; модифицирование; мембраны, свойства **34.МБ.79**

обработка; композиционные материалы; полиамиды; модифицирование, активных подслоев; пористые материалы; старение; мембраны; азотная кислота, использование **34.МБ.21**
резиновые смеси; эластомеры; мембраны полимерные, с высокой протонной проводимостью **34.МБ.18**

целлюлоза ацетаты; мембраны полимерные, ультрафилтрационные смешанные, получение, применение **34.МБ.173**

политетрафторэтилен

пленки; прививка, радиационная; стирол; мембраны, протоннообменные, получение и характеристика **34.МБ.78**

полиэлектролиты

комплексные соединения; антибиотики; противоопухольевые вещества; доксорубин; мембраны; липиды; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**

полиэтилендиокситиофен

3, 4-, пленки тонкие; мембраны, Nafion 117 модифицированные; метиловый спирт; проницаемость **34.МБ.105**

полиэтиленимин

использование; мембраны, трековые, асимметричные; полиэтилентерефталат, модифицированный; поливинилпирролидон, использование; адсорбционная способность; поверхностные свойства **34.МБ.186**

полиэтиленимины

полиэтилентерефталат; мембраны полимерные, трековые модифицированные; поливинилпирролидон **34.МБ.103**

полиэтилентерефталат

мембраны полимерные, трековые модифицированные; полиэтиленимины; поливинилпирролидон **34.МБ.103**

мембраны; поверхности, радиационно привитые, получение, свойства; сульфокислоты, использование; спектроскопия фотоэлектронная, рентгеновская; микроскопия электронная, просвечивающая **34.МБ.57**

модифицированный; мембраны, трековые, асимметричные; полиэтиленимин, использование; поливинилпирролидон, использование; адсорбционная способность; поверхностные свойства **34.МБ.186**

полиэфиркетоны

полиариленэфиркетоны, сульфированные флуоренсодержащие; получение, свойства; мембраны, протонные высокотемпературные **34.МБ.17**

полиэфирсульфоны

волокна, полые; мембраны полимерные; проницаемость; ультрафилтрация; мембраны, получение; органические вещества, природные, удаление; волокна, полые, использование **34.МБ.88**

полиэфирэфиркетоны

модифицированные; мембраны, ультратонкие асимметричные; газы; разделение **34.МБ.102**

поляризация

концентрационная; мембраны, спиральные; осмос обратный, модуль, моделирование математическое **34.МБ.35**

пористость

мембраны, неорганические, синтез; золь-гель процесс **34.МБ.134**

определение; электрохимические методы; мембраны; алюминий оксид, анодно сформированный **34.МБ.39**

пористость определение

мембраны, керамические; ультразвук **34.МБ.132**

пористые материалы

мезо; модифицирование; поверхности; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

микро; мембраны; полигексаметиленадипинамид; кристалличность; фазы; инверсия, в системе вода-муравьиная кислота **34.МБ.89**

модифицирование, активных подслоев; композиционные материалы; полиамиды; полисульфоны, обработка; старение; мембраны; азотная кислота, использование **34.МБ.21**

порфирин*кобальт

полимеры; мембраны, типа полимер-кобальтпорфирин; покрытия нанесение; полимеры, перфторированный; кислород, характеристики транспорта **34.МБ.45**

поры

мембраны; микроскопы, электрохимические, растровые; изображение получение; электрический ток, переменный **34.МБ.146**

нанометровые; переноса процесс, переключение; метиловый фиолетовый, катионы; флуоресценцы, анионы; мембраны; ПАВ, влияние **34.МБ.178**

поверхности, характеристики; модифицирование, влияние; углерод, пиро; мембраны, неорганические; транспортные свойства **34.МБ.110**

потенциометрия

электродные материалы, тетрафенилборат, и его производные; электроды ионоселективные, мембранные **34.МБ.148**

приборы

разработка, аппаратура; фильтрование, фильтрат удаление; мембраны **34.МБ.213**

прививка

радиационная; стирол; политетрафторэтилен; пленки; мембраны, протонообменные, получение и характеристика **34.МБ.78**

прионы

белки; молекулы конформации; медь; мембраны; пептиды; обзоры, библиография **34.МБ.118**

природные соединения

органические соединения; мембраны, засорение, анализ; микрофильтрация; моделирование математическое **34.МБ.82**

пробы подготовка

инсектициды определение; воздух анализ, помещения; экстракция; облучение, микроволновое; мониторинг; масс-спектрометрия; хроматография газовая **34.МБ.149**

промазин

хлор-, взаимодействие, зависимость от концентрации и времени; мембраны, липидная бислоиная на носителе **34.МБ.85**

проницаемость

вода; модифицирование, регенерация, циклы, влияние; электрический заряд; ионы, модифицирующие, влияние; мембраны, сульфокатионитные, МФ-4СК **34.МБ.182**

водород; алюминий; мембраны, метод концентрационных импульсов **34.МБ.50**

волокна, полые; полиэфирсульфоны; мембраны полимерные; ультрафильтрование **34.МБ.140**

изменение, определение; мембраны; молоко, обезжиренное; молочная сыворотка, творожная; концентрирование; мембраны; моделирование математическое **34.МБ.203**

каучук силоксановый; резина; мембраны; сорбция; кремний диоксид; азот; аргон **34.МБ.46**

мембраны, вторичноацетатцеллюлозные (ВАЦ), получение, использование; сырье; белки; углеводы; безотходная и малоотходная технология **34.МБ.196**

метиловый спирт; мембраны, Nafion 117 модифицированные; полиэтилендиокситофен, 3, 4-, пленки тонкие **34.МБ.105**

определение, без калибрования; мембраны; экстракция, микро, твердофазная, использование **34.МБ.81**

структура; мембраны; влияние температуры и растворителя; моделирование, метод Монте-Карло **34.МБ.14**

этиловый спирт; мембраны, биологические; нейтроны; рассеяние, малоугловое **34.МБ.52**

пропан

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

пропилен

гексафтор-; поливинилиденхлорид; мембраны, полиэлектролитные; сополимеры; акрилонитрил; стирол; кремний диоксид **34.МБ.108**

- сополимеры; винилиденфторид; мембраны, микропористые, получение; поливинилпирролидон **34.МБ.42**
окисление, неполное; акролеин; реакторы, с распределительной мембраной, применение, конструкция **34.МБ.9**

протеин

мембраны из яичной скорлупы; иммобилизация; пленки полимерные, полиэтиленовые, поверхность **34.МБ.138**

противоопухольевые вещества

доксорубин; антибиотики; полиэлектролиты; комплексные соединения; мембраны; липиды; научные исследования, диссертация **34.МБ.199**

проточно-нижекционный анализ

тиолы определение; нефтепродукты определение; мембраны, использование; фотометрия определение **34.МБ.29**

прядение

в электрическом поле; поливиниловый спирт, водный раствор; мембраны полимерные, ультратонкие волоконистые, получение; морфология **34.МБ.74**

радиоактивные отходы

жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**

- радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные элементы, удаление; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**

радиоактивные элементы

удаление; радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; сточные воды очистка; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**

разделение

воды и о-хлорфенола; испарение, через мембрану; мембраны полимерные; полимочевинуретаны; полибутадиен, с концевыми гидроксильными группами **34.МБ.48**

газы; мембраны, кислород-анионные и электропроводные; реакторы, каталитические, мембранные; разложение; кислород соединения **34.МБ.214**

-- ультратонкие асимметричные; полиэфирэфиркетоны, модифицированные **34.МБ.102**

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид **34.МБ.49**

первапорация; испарение, пермеация; смеси; уксусная кислота; вода; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография 34.МБ.100

- этиловый спирт, водная смесь; мембраны, полисульфоновая, наполненная цеолитом; силаны, производные в составе мембран 34.МБ.12

резина; каучуки натуральные; каучук бутадиенстирольный; мембраны полимерные; сшивание, плотность, смеси, органические; выпаривание 34.МБ.47

смеси; алифатические соединения; ароматические соединения; мембраны, сополимерные 34.МБ.104

разложение

мембраны, кислород-анионные и электропроводные; реакторы, каталитические, мембранные; кислород соединения; газы; разделение 34.МБ.214

распыление

ультразвуковое; бром определение; мембраны; масс-спектрометрия, с индуктивно связанной плазмой 34.МБ.59

рассеяние

малоугловое, двумерное; рентгеновские лучи; мембраны, получение, свойства; алюминий оксид, анодный; композиционные материалы; кремний диоксид; ПАВ, в каналах, структура; ориентация 34.МБ.109

- нейтроны; этиловый спирт; проницаемость;

мембраны, биологические 34.МБ.52

растворители

полистирол, синдиотактический, структура, свойства; толуол, п-хлор-; мембраны; сорбционная способность 34.МБ.90

растворы

био; сточные воды очистка био; мембраны, погружные, использование 34.МБ.234

водные; электролизеры; мембраны, биполярные, изготовление и использование 34.МБ.205

реакторы

био, использование; мембраны; сточные воды очистка 34.МБ.155

- применение; сточные воды очистка; виноделие;

масла, оливковое, производство 34.МБ.185

- азот, удаление; фосфор, удаление; мембраны, использование; сточные воды очистка 34.МБ.190

- мембраны, био, использование 34.МБ.129

- модифицирование; сточные воды очистка, улучшение качества 34.МБ.66

каталитические, мембранные; мембраны, кислород-анионные и электропроводные; разложение; кислород соединения; газы; разделение 34.МБ.214

мембранный; экстракция; газы; мембраны 34.МБ.223

мембраны, био; научные исследования, мировые, промышленные исследования, в Северной Америке 34.МБ.67

- сточные воды очистка; ил активный, повышенного возраста, использование 34.МБ.63

с мембраной из Pd-Cu; гидрирование, каталитическое; фурфурол; палладий сплавы, пористые; медь сплавы; фурфуроловый спирт, получение 34.МБ.41

с распределительной мембраной, применение, конструкция; окисление, неполное; пропилен; акролеин 34.МБ.9

Тейлора проточный мембранный; окисление; бутан, 1-; мембраны, угольные гидрофильные; метилэтилкетон, получение 34.МБ.71

резина

каучук силоксановый; мембраны; проницаемость; сорбция; кремний диоксид; азот; аргон 34.МБ.46

каучуки натуральные; каучук бутадиенстирольный; мембраны полимерные; сшивание, плотность, смеси, органические; разделение; выпаривание 34.МБ.47

резиновые смеси

эластомеры; полисульфоны; мембраны полимерные, с высокой протонной проводимостью 34.МБ.18

рентгеновские лучи

рассеяние, малоугловое, двумерное; мембраны, получение, свойства; алюминий оксид, анодный; композиционные материалы; кремний диоксид; ПАВ, в каналах, структура; ориентация 34.МБ.109

риформинг

паровой; диметиловый эфир; мембраны, палладий-ренивая; синтез-газ, способ получения 34.МБ.224

ртуть

ионы Hg²⁺, транспорт; медь, ионы Cu²⁺, удаление из воды; полиамины, липофильные; мембраны, объемные жидкие, использование 34.МБ.158

сахароза

растворы; концентрирование; дистилляция, вакуумная; мембраны, использование 34.МБ.30

связующие вещества

битумные модифицированные; сополимеры блок, полистирол-полибутадиен-полистирол; наполнители, минеральные; мембраны, проницаемые используемые в строительстве, изготовление 34.МБ.249

битумные; мембраны, проницаемые, изготовление; битумы; сополимеры блок, полистирол-полибутадиен-полистирольные; наполнители, минеральные 34.МБ.240

сенсоры

газовые, электрохимические; мембраны, гидрофильные; жидкости анализ, физиологические; газы определение 34.МБ.230

---- газы определение; жидкости анализ 34.МБ.229

ионный обмен; мембраны, применение; композиционные материалы, нано 34.МБ.191

клеточные; идентификационные; анионы определение, пероксидный, O₂ 34.МБ.117

серебро

ионы, уменьшение содержания в водных растворах; полимеры, электропроводящие, использование; мембраны 34.МБ.174

покрытия; изготовление; мембраны; сталь, пористая не-ржавеющая; физико-химические свойства 34.МБ.97

серебро соединения

Ag₄[Fe(CN)₆]; композиционные материалы, полимерные; полимеры, проводящий; полианилины; пленки, тонкие, альтернативный способ изготовления; мембраны, использование 34.МБ.10

силаны

производные в составе мембран; мембраны, полисульфоновая, наполненная цеолитом; разделение; первапорация; этиловый спирт, водная смесь 34.МБ.12

фтор-, использование; мембраны; модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение 34.МБ.49

силоксаны

мембраны, протонпроводящие; электрическое спектроскопическое изучение 34.МБ.111

синтез-газ

способ получения; риформинг, паровой; диметиловый эфир; мембраны, палладий-ренивая 34.МБ.224

смачивание

полимеры; мембраны, получение, свойства; масла, поляризуемые; пленки, смачивающие; вода; поверхности 34.МБ.143

смеси

алифатические соединения; ароматические соединения; разделение; мембраны, сополимерные 34.МБ.104

многокомпонентные; переноса процесс; мембраны, электро; диссоциация, гомогенная и гетерогенная, нейтрального компонента; моделирование математическое **34.МБ.53**
уксусная кислота; вода; разделение; первапорация; испарение, пермеация; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография **34.МБ.100**

смолы

ионообменные; мембраны, изготовление **34.МБ.241**

соки

из сладкого лимона; массоперенос; дистилляция; мембраны, осмотич.; красители, фикоцианин **34.МБ.91**
фруктовый; концентрирование; мембранная технология; испарение; осмос; дистилляция; мембраны **34.МБ.112**

сополимеры

акрилонитрил; акриловая кислота; мембраны, молекулярные; волокна, полученные электропрядением **34.МБ.161**
- стирол; мембраны, полиэлектролитные; поливинилиденхлорид; пропилен, гексафтор-; кремний диоксид **34.МБ.108**

амфифильные; полибутадиев; этиленоксид; мембраны; нанотрубки, полимерные, метод получения; обзоры, библиография **34.МБ.120**

винилиденфторид; пропилен, гексафтор-; мембраны, микропористые, получение; поливинилпирролидон **34.МБ.42**

винилового спирта и 4-винилпиридина; разделение; первапорация; испарение, пермеация; смеси; уксусная кислота; вода; мембраны полимерные; обзоры, библиография **34.МБ.100**

привитого; винилиденфторид; пиридин, 4-винил-; полиакриламид, N-изопропил-; пирролидон, N-метил-2-, растворы; мембраны, микрофильтрационные, получение **34.МБ.43**
содержащие N-винилактам; мембраны полимерные, получение, применение **34.МБ.227**

сополимеры блок

полистирол-полибутадиев-полистирол; связующие вещества, битумные модифицированные; наполнители, минеральные; мембраны, проницаемые используемые в строительстве, изготовление **34.МБ.249**

полистирол-полибутадиев-полистирольные; мембраны, проницаемые, изготовление; связующие вещества, битумные; битумы; наполнители, минеральные **34.МБ.240**

сорбенты

стандарты, газы; градуирование; экстракция, мембранная **34.МБ.145**

сорбционная способность

полистирол, синдиотактический, структура, свойства; толуол, p-хлор-; мембраны; растворители **34.МБ.90**
титаносиликаты; станносилкаты, со структурой умбита; мембраны **34.МБ.92**

сорбция

каучук силоксановый; резина; мембраны; проницаемость; кремний диоксид; азот; аргон **34.МБ.46**
мембраны, использование; обессоливание; вода технология; энергетика; химическая технология, ОАО "Азот", руставский **34.МБ.25**

спектрометрия

дифференциальная; бензол определение; вода анализ; фенол, присутствие **34.МБ.116**

спектроскопия ИК

в средней области; нитраты определение; мембраны анионообменные **34.МБ.114**

спектроскопия фотоэлектронная

рентгеновская; мембраны, поверхности, радиационно привитые, получение, свойства; сульфокислоты, использование; микроскопия электронная, просвечивающая; полиэтилентерефталат **34.МБ.57**

спирты

кинетика; гидрирование, асимметрич., с переносом; кетоны; мембраны; катализаторы **34.МБ.3**

сталь

пористая нержавеющая; мембраны; покрытия; серебро, изготовление; физико-химические свойства **34.МБ.97**

стандарты

газы; градуирование; экстракция, мембранная; сорбенты **34.МБ.145**

станносилкаты

со структурой умбита; титаносиликаты; мембраны; сорбционная способность **34.МБ.92**

старение

модифицирование, активных подслоев; пористые материалы; композиционные материалы; полиамиды; полисульфоны, обработка; мембраны; азотная кислота, использование **34.МБ.21**

стирол

прививка, радиационная; политетрафторэтилен; пленки; мембраны, протонообменные, получение и характеристика **34.МБ.78**

сополимеры; акрилонитрил; мембраны, полиэлектролитные; поливинилиденхлорид; пропилен, гексафтор-; кремний диоксид **34.МБ.108**

сточные воды

очистка; керамика, мембраны, использование **34.МБ.128**

сточные воды очистка

азот, удаление; фосфор, удаление; реакторы, био; мембраны, использование **34.МБ.190**

азрация; мембраны, использование **34.МБ.95**

ГеоЭС; кремний диоксид; коллоиды, извлечение; фильтры; мембраны, использование **34.МБ.195**

мембраны, использование **34.МБ.130, 34.МБ.153**

- модули, использование **34.МБ.154**

-- погружные **34.МБ.235**

- установки; контейнеры **34.МБ.131**

- волокна, полые; ультрафильтрация **34.МБ.176**

- реакторы, био, использование **34.МБ.155**

нефтехимическая промышленность; фильтрация; мембраны, использование **34.МБ.152**

нефть, удаление; мембраны, модифицированные, использование; ультрафильтрация **34.МБ.64**

пищевые продукты, производство; мембраны, использование **34.МБ.96**

радиоактивные отходы, жидкие, очистка; мембраны, использование; окисление; органические соединения, удаление; радиоактивные отходы, жидкие; радиоактивные элементы, удаление; окисление; пероксиды, использование; перманганаты, использование **34.МБ.37**

реакторы, био, применение; виноделие; масла, оливковое, производство **34.МБ.185**

- мембраны; ил активный, повышенного возраста, использование **34.МБ.63**

улучшение качества; реакторы, био; модифицирование **34.МБ.66**

фильтрация; мембраны, использование; бумажное производство **34.МБ.65**

целлюлозно-бумажная промышленность; мембраны **34.МБ.197**

сточные воды очистка био растворы, био; мембраны, погружные, использование **34.МБ.234**

стронций-железо-кобальт-оксиды*лантан- $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Fe}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_{3,6}$; мембраны; диффузия; кислород **34.МБ.133**

стронций-кобальт-ферриты*лантан-

$\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3,8}$ получение; волокна, керамические; мембраны; газопроницаемость; кислород **34.МБ.121**

структура-свойства взаимосвязь

мембраны ионообменные, материалы, характеристика методом вольтамперометрии **34.МБ.202**

сульфокислоты

использование; мембраны; поверхности, радиационно привитые, получение, свойства; спектроскопия фотоэлектронная, рентгеновская; микроскопия электронная, просвечивающая; полиэтилентерефталат **34.МБ.57**

сульфонаты

мембраны; кавитанд-каликс[4]арен, взаимодействие; азиний **34.МБ.55**

сшивание

плотность; смеси, органические; резина; каучуки натуральные; каучук бутадиенстирольный; мембраны полимерные; разделение; выпаривание **34.МБ.47**

сыроделие

мембранная технология, компании APV, использование **34.МБ.183**

сырье

белки; углеводы; безотходная и малоотходная технология; мембраны, вторичноацетатцеллюлозные (ВАЦ), получение, использование; проницаемость **34.МБ.196**

твердые растворы

электроды; мембраны **34.МБ.188**

текучесть

паринаровая кислота, цис-, использование; липиды; мембраны **34.МБ.38**

теплоснабжение

системы гидротермальные; кремний диоксид; коллоиды; фильтрование, баромембранное **34.МБ.198**

тербий

ионы, использование; мембраны, перфторированные, МФ-4СК, модифицированные; люминесценция; адсорбционная способность **34.МБ.141**

тетрагидро-фуран

обезвоживание, испарением; мембраны, композитная полупроницаемая **34.МБ.70**

тетроназин

антибиотики; мембраны, потенциометрические, селективные к Ca^{2+} ; ионофоры; кальций определение **34.МБ.123**

технология

мембранно-абсорбционная; углерод диоксид, выделение, утилизация **34.МБ.136**

мембраны, нано **34.МБ.4**

перспективы применения; мембраны; водоснабжение **34.МБ.127**

тиолы определение

нефтепродукты определение; мембраны, использование; проточно-инжекционный анализ; фотометрия определение **34.МБ.29**

тиоцианат*натрий

выделение из промышленных растворов; фильтрация, нано-; мембраны, наночистая **34.МБ.216**

титан диоксид

волокна, полые; полиимиды; мембраны; наночастицы **34.МБ.175**

мембраны, нанокompозитная, получение; полиакрилаты; золь-гель процесс, в реверсивных микселах; полимеризация фото **34.МБ.13**

титаносиликаты

станносилкаты; со структурой умбита; мембраны; сорбционная способность **34.МБ.92**

ткани

полиэфирные; подложки; полиакрилонитрил; мембраны полимерные, ультрафильтрационные **34.МБ.75**

толуол

p-хлор-; полистирол, синдиотактический, структура, свойства; мембраны; сорбционная способность; растворители **34.МБ.90**

топливные элементы

мембраны полимерные, электролитные; электроды, газодиффузионные **34.МБ.210**

мембраны, полиэлектролитные; электролиты твердые, полимерные **34.МБ.211**

- протонообменная; вода, регенерация из абгазов, патентуется регенеративное осушающее устройство **34.МБ.204**

- протонпроводящая, рабочие характеристики и неустойчивости; обзоры, библиография **34.МБ.86, 34.МБ.222**

полимерные мембраны Nafion, сульфанированные алифатические иономеры, характеристики проводимости, характеристики стабильности **34.МБ.40**

полимерные электролитные мембраны, железные катализаторы, углеродные основы, порошки сажи, вращающиеся диски с кольцом **34.МБ.170**

- металлические сетки, волнообразные микроструктура, жидкие электролиты, топливные газы **34.МБ.232**

с прямым использованием метанола; мембраны анионообменные; обзоры, библиография **34.МБ.1**

топливные электроды, палладиевые мембраны, блокирующие слои, подложки, метанольные растворы, кислородные электроды **34.МБ.245**

электроды; мембраны, протонообменная; электролизеры **34.МБ.209**

ячейки; электроды, микро-композитные; мембраны полимерные, твердые в качестве электролитов; метиловый спирт; окисление, исследование вольтамперометрическое **34.МБ.107**

травильные растворы

мембраны полимерные; наноструктуры, способ получения **34.МБ.238**

транспортные свойства

модифицирование, влияние; углерод, пиро; поры; поверхности, характеристики; мембраны, неорганические **34.МБ.110**

трещинообразование

мембраны; алюминий оксид, легированный перовскитом; кальцинирование, влияние **34.МБ.69**

углеводы

белки; сырье; безотходная и малоотходная технология; мембраны, вторичноацетатцеллюлозные (ВАЦ), получение, использование; проницаемость **34.МБ.196**

углерод

пиро; модифицирование, влияние; поры; поверхности, характеристики; мембраны, неорганические; транспортные свойства **34.МБ.110**

-- мембраны; нанокристаллы, использование **34.МБ.26**

углерод диоксид

выделение, утилизация; технология, мембранно-абсорбционная **34.МБ.136**

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

-- углерод диоксид; гелий; азот; метан; этан; пропан; бутан; разделение **34.МБ.49**

удаление; газы отходящие очистка; адсорбция; амины, применение; мембраны полупроницаемые, использование, закачка CO_2 в геоструктуры **34.МБ.7**

- мембраны полимерные, селективные по CO_2 , приготовление, состав, характеристики; полиамиды,

смеси, сополимеризаты; полиамины, основа, применение; газы очистка; водород, смеси **34.МБ.221**

углерод оксид

окисление; катализаторы, гибридные пористые мембраны, проницаемость и активность; обзоры, библиография **34.МБ.20**

уголь активированный

древесный; частицы размер; целлюлоза ацетаты, в ацетоне; мембраны, ацетатцеллюлозные ультрафильтрационные адсорбционные, получение, применение в пищевой промышленности **34.МБ.246**

уксусная кислота

вода; смеси; разделение; первапорация; испарение, пермеация; мембраны полимерные; сополимеры, винилового спирта и 4-винилпиридина; обзоры, библиография **34.МБ.100**

водные смеси; дегидратация; мембраны, волоконные **34.МБ.44**

уксусная кислота*индол-3-

¹H-; гормоны определение, растительные; мембраны; полимеры, с молекулярными отпечатками; винил-пиридин, 9- **34.МБ.84**

ультразвук

воздействие; керамика; мембраны, загрязнение, удаление; частицы **34.МБ.62**

мембраны, керамические; пористость определение **34.МБ.132**

ультрафильтрация

волокна, полые; полиэфирсульфоны; мембраны полимерные; проницаемость **34.МБ.140**

жидкости, очистка; газы очистка; фильтры; мембраны **34.МБ.184**

казеины, сыворотка, модуль с вращающимся диском; мембраны **34.МБ.32**

мембраны, очистка, обработка; обрастание **34.МБ.165**

- получение; органические вещества, природные, удаление; волокна, полые, использование; полиэфирсульфоны, использование **34.МБ.88**

- волокна, полые; очистка, метод потенциала истечения **34.МБ.33**

--- сточные воды очистка **34.МБ.176**

- молочная сыворотка; белки, хлопковый, выделение **34.МБ.124**

молочная сыворотка, подсырная; мембраны, волоконно-пустотелые, спиралевидные, использование **34.МБ.167**

натрий хлорид, удаление; керамика; мембраны, использование **34.МБ.126**

поперечная, в заряженной системе; мембраны, засорение; динамика; моделирование, математическое **34.МБ.164**

сточные воды очистка; нефть, удаление; мембраны, модифицированные, использование **34.МБ.64**

флокуляция; адсорбция; мембраны; обрастание; нанофильтрация **34.МБ.6**

уплотнение

мембраны; подложки; алюминий оксид, α -Al₂O₃; частицы размер; газопроницаемость **34.МБ.68**

уран

из азотнокислого раствора; экстракция; мембраны; волокна, полые **34.МБ.61**

фазы

инверсия, в системе вода-муравьиная кислота; мембраны; пористые материалы, микро; полигексаметиленадипинамид; кристалличность **34.МБ.89**

фенол

присутствие; бензол определение; вода анализ; спектрометрия, дифференциальная **34.МБ.116**

ферриты*лантан-стронций-кобальт-

La_{0,6}Sr_{0,4}Co_{0,2}Fe_{0,8}O_{3,6}, получение; волокна, керамические; мембраны; газопроницаемость; кислород **34.МБ.121**

ферроцены

пиролиз; нанотрубки, углеродные аморфные, синтез и изучение; матрицы **34.МБ.80**

--- мембраны; алюминий оксид, анодный **34.МБ.80**

физико-химические свойства

мембраны; сталь, пористая нержавеющая; покрытия; серебро, изготовление **34.МБ.97**

фильтрация

мембраны, использование; насосы, подбор **34.МБ.168**

нано-; натрий тиоцианат, выделение из промышленных растворов; мембраны, нанофильтрационная **34.МБ.216**

фильтрация

баромембранное; кремний диоксид, коллоиды; тепло-снабжение, системы гидротермальные **34.МБ.198**

мембраны, использование; молочная сыворотка, подсырная, свежая; гликопептиды, выделение; хитозаны, использование **34.МБ.144**

-- сточные воды очистка; бумажное производство **34.МБ.65**

сточные воды очистка; нефтехимическая промышленность; мембраны, использование **34.МБ.152**

фильтрат удаление; приборы, разработка, аппаратура; мембраны **34.МБ.213**

фильтры

мембраны, использование; кремний диоксид, коллоиды, извлечение; сточные воды очистка, ГеоЭС **34.МБ.195**

- жидкости, очистка; газы очистка; ультрафильтрация **34.МБ.184**

флокуляция

адсорбция; мембраны; обрастание; ультрафильтрация; нанофильтрация **34.МБ.6**

флуоресценция

анионы; переноса процесс, переключение; метиловый фиолетовый, катионы; мембраны; поры, нанометровые; ПАВ, влияние **34.МБ.178**

фосфаты*цирконий

кислые; мембраны; катиониты, МФ-4СК, модифицированные; переноса процесс; ионы **34.МБ.54**

фосфолипиды

структурированные, получение; очистка; ацидолиз, липазакатализируемый; мембраны, ультрафильтрация **34.МБ.159**

фосфор

удаление; азот, удаление; реакторы, био; мембраны, использование; сточные воды очистка **34.МБ.190**

фотометрия определение

тиолы определение; нефтепродукты определение; мембраны, использование; проточно-инжекционный анализ **34.МБ.29**

фуран*тетрагидро-

обезвоживание, испарением; мембраны, композитная полупроницаемая **34.МБ.70**

фурфуриловый спирт

получение; медь сплавы; гидрирование, каталитическое; фурфурол; реакторы, с мембраной из Pd-Cu; палладий сплавы, пористые **34.МБ.41**

фурфурол

гидрирование, каталитическое; реакторы, с мембраной из Pd-Cu; палладий сплавы, пористые; медь сплавы; фурфуриловый спирт, получение **34.МБ.41**

химическая технология

ОАО "Азот", руставский; сорбция; мембраны, использование; обессоливание; вода технология; энергетика **34.МБ.25**

хитозаны

использование; молочная сыворотка, подсырная, свежая; гликопептиды, выделение; фильтрация; мембраны, использование **34.МБ.144**

хлориды

Na, Ni и Zn; мембраны анионообменные, типа МК-40, селективность; комплексообразование **34.МБ.193**

хром

Cr(6+); экстракция; мембраны; аликват 336; воды природные, грунтовые **34.МБ.150**

ионы Cr(3+); мембраны, биполярные; поверхности раздела; вода; диссоциация; дендримеры, звездообразные; комплексообразование, влияние **34.МБ.34**

хроматография газовая

инсектициды определение; пробы подготовка; воздух анализ, помещения; экстракция; облучение, микроволновое; мониторинг; масс-спектрометрия **34.МБ.149**

целлюлоза ацетаты

в ацетоне; уголь активированный, древесный; частицы размер; мембраны, ацетатцеллюлозные ультрафильтрационные адсорбционные, получение, применение в пищевой промышленности **34.МБ.246**

вторичные; адсорбция; альбумины; мембраны **34.МБ.187**

полисульфоны; мембраны полимерные, ультрафильтрационные смешанные, получение, применение **34.МБ.173**

ультрафильтрац., пористая структура, однородность, повышение; мембраны; молочная сыворотка, творожная, утилизация **34.МБ.212**

целлюлозно-бумажная промышленность

сточные воды очистка; мембраны **34.МБ.197**

циклодекстрин

β -; бензойная кислота, о-иодо-, катализаторы, для детоксикации нервных агентов; поливинилхлорид; мембраны полимерные, нановолоконные функционизированные **34.МБ.73**

цирконий диоксид

гидратированный; иониты; композиционные материалы, неорганические; мембраны, зарядоселективные свойства, синтез; оксиды; керамика, носители, инертные **34.МБ.51**

цирконий фосфаты

кислые; мембраны; катиониты, МФ-4СК, модифицированные; переноса процесс; ионы **34.МБ.54**

частицы

агломерация, контролируемая; катализаторы; мембраны, мембранно-электродные сборки; электроды **34.МБ.208**
керамика; мембраны, загрязнение, удаление; ультразвук, воздействие **34.МБ.62**

частицы размер

мембраны; подложки; алюминий оксид, α -Al₂O₃; уплотнение; газопроницаемость **34.МБ.68**

уголь активированный, древесный; целлюлоза ацетаты, в ацетоне; мембраны, ацетатцеллюлозные ультрафильтрационные адсорбционные, получение, применение в пищевой промышленности **34.МБ.246**

экстракция

газы; реакторы, мембранный; мембраны **34.МБ.223**
инсектициды определение; пробы подготовка; воздух анализ, помещения; облучение, микроволновое; мониторинг; масс-спектрометрия; хроматография газовая **34.МБ.149**
медь, ионы Cu²⁺; мембранная технология, оптимизация **34.МБ.156**

мембранная; стандарты, газы; градуирование; сорбенты **34.МБ.145**

микро, твердофазная, использование; мембраны; проницаемость, определение, без калибровки **34.МБ.81**

уран, из азотнокислого раствора; мембраны; волокна, полые **34.МБ.61**

хром, Cr(6+); мембраны; аликват 336; воды природные, грунтовые **34.МБ.150**

эфирные сложные, полибромированного, дифениловые; концентрирование; мембраны, полупроницаемые **34.МБ.115**

экструзия

полимеры, с ионными щелочными группами; пластификаторы; композиционные материалы, для изготовления мембран **34.МБ.248**

прокалывание, влияние; микрофильтрация; мембраны; муллит; водопроницаемость **34.МБ.166**

эластомеры

резиновые смеси; полисульфоны; мембраны полимерные, с высокой протонной проводимостью **34.МБ.18**

электрический заряд

ионы, модифицирующие, влияние; модифицирование, регенерация, циклы, влияние; мембраны, сульфокатионитные, МФ-4СК; вода; проницаемость **34.МБ.182**

электрический потенциал

влияние; мембраны; осмос, химический; давление, распространение; глины, плотные **34.МБ.22**

глины, плотные, насыщенные; электрокинетические явления; мембраны **34.МБ.23**

электрический ток

переменный; микроскопы, электрохимические, растровые; изображение получение; поры, мембраны **34.МБ.146**

электрическое поле

воздействие; мембраны, модули, анализ **34.МБ.24**

электродные материалы

оксидные; электроды ионоселективные, свинец; мембраны; электрохимические методы **34.МБ.189**
тетрафенилборат, и его производные; электроды ионоселективные, мембранные; потенциометрия **34.МБ.148**

электроды

газодиффузионные; топливные элементы; мембраны полимерные, электролитные **34.МБ.210**
изготовление; элементный анализ, следовый; печатание, трафаретное; мембраны, модифицированные **34.МБ.28**
мембрано-электродные сборки, способ изготовления; мембраны **34.МБ.215**

мембраны, мембранно-электродные сборки; катализаторы; частицы; агломерация, контролируемая **34.МБ.208**

- твердые растворы **34.МБ.188**

микро-композитные; топливные элементы, ячейки; мембраны полимерные, твердые в качестве электролитов; метиловый спирт; окисление, исследование вольтамперометрическое **34.МБ.107**

топливные элементы; мембраны, протонообменная; электролизеры **34.МБ.209**

электроды ионоселективные

мембранные; электродные материалы, тетрафенилборат, и его производные; потенциометрия **34.МБ.148**
свинец; электродные материалы, оксидные; мембраны; электрохимические методы **34.МБ.189**

электрокинетические явления

глины, плотные, насыщенные; мембраны; электрический потенциал **34.МБ.23**

электролизеры

мембраны, протонообменные; водород, чистый, получение **34.МБ.119**

растворы, водные; мембраны, биполярные, изготовление и использование **34.МБ.205**

топливные элементы; электроды; мембраны, протонообменная **34.МБ.209**

электролиты твердые

полимерные; топливные элементы; мембраны, полиэлектролитные **34.МБ.211**

электроосаждение

покрытия; лантан кобальтиты; подложки, пористые; алюминий оксид; мембраны **34.МБ.135**

электропроводность

мембраны анионообменные, МА-40; рН, равновесного раствора, влияние **34.МБ.194**

нафион; мембраны, толщина влияние **34.МБ.87**

определение; водород, аккумулярование; мембраны, из перфторсульфоновой кислоты; облучение **34.МБ.163**

смещение; мембраны, гибридные; пленки, двухслойные **34.МБ.177**

электрохимические

сенсоры; газовые; мембраны, гидрофильные; газы определение; жидкости анализ **34.МБ.229**

электрохимические методы

электродные материалы, оксидные; электроды ионоселективные, свинец; мембраны **34.МБ.189**

электрохимические свойства

изменения; мембраны, биполярная, щелочные растворы высокой концентрации **34.МБ.56**

полимеризация, электрохимическая; аминокислоты; аспарагин; глутамин; полипирролы, матрица; пленки полимерные, легированные, получение; мембраны, модельные биологические **34.МБ.11**

элементный анализ

следовый; электроды, изготовление; печатание, трафаретное; мембраны, модифицированные **34.МБ.28**

формы нахождения; водные растворы; мембраны, целлюлозные **34.МБ.60**

энергетика

сорбция; мембраны, использование; обессоливание; вода технология; химическая технология, ОАО "Азот", руставский **34.МБ.25**

этан

1, 2-диметокси-; первапорация; массоперенос; мембраны, композитные, олигосилилстирол; полисилоксаны, диметил-, обзоры, библиография **34.МБ.76**

модифицирование; поверхности; пористые материалы, мезо; мембраны; силаны, фтор-, использование; углерод диоксид; гелий; азот; метан; пропан; бутан; углерод диоксид; разделение **34.МБ.49**

этиленоксид

сополимеры, амфифильные; полибутадиев; мембраны; нанотрубки, полимерные, метод получения; обзоры, библиография **34.МБ.120**

этиловый спирт

водная смесь; разделение; первапорация; мембраны, полисульфоновая, наполненная цеолитом; силаны, производные в составе мембран **34.МБ.12**

диффузия, расчет; разработка модели пенетрации; мембраны полимерные, плотные **34.МБ.77**

проницаемость; мембраны, биологические; нейтроны; рассеяние, малоугловое **34.МБ.52**

эфирные сложные

полибромированного, дифениловые; концентрирование; экстракция; мембраны, полупроницаемые **34.МБ.115**

рН

равновесного раствора, влияние; электропроводность; мембраны анионообменные, МА-40 **34.МБ.194**

Авторский указатель

- | | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Abd Shukor S. R. 34.МБ.69 | Barhate R. S. 34.МБ.73 | Bozkaya Bengu 34.МБ.71 | Chen Cuixian 34.МБ.77 |
| Abidi N. 34.МБ.49 | Barigelletti Francesco 34.МБ.38 | Bracklow Ute 34.МБ.190 | Chen Dong 34.МБ.62 |
| Acosta J. L. 34.МБ.18 | Bartroli J. 34.МБ.123 | Brinchi Lucia 34.МБ.158 | Chen Q. 34.МБ.80 |
| Adachi T. 34.МБ.163 | Bein Thomas 34.МБ.109 | Brook Michael A. 34.МБ.76 | Chen Tianquan 34.МБ.77 |
| Adhikari Basudam 34.МБ.48 | Belafi-Bako K. 34.МБ.112 | Brosda S. 34.МБ.87 | Chen Yanjun 34.МБ.84 |
| Adler P. M. 34.МБ.23 | Bell Carl-Martin 34.МБ.227 | Bulska Ewa 34.МБ.147 | Chen Yu-lin 34.МБ.160 |
| Agoudjil N. 34.МБ.134 | Bellin Iramaia C. 34.МБ.60 | Buonomenna M.G. 34.МБ.102 | Cheng Bowen 34.МБ.79 |
| Ahmad A. L. 34.МБ.69 | Bellin Iramaia C. 34.МБ.60 | Burba Peter 34.МБ.60 | Cheng Liao-Ping 34.МБ.89 |
| Aim R. Ben 34.МБ.6 | Belova Elena I. 34.МБ.180 | Caltaru Mihaela 34.МБ.27 | Cheng Yi-Yun 34.МБ.34 |
| Al-Asheh S. 34.МБ.30 | Benavente J. 34.МБ.21 | Calvo D. 34.МБ.123 | Cherevko K. V. 34.МБ.83 |
| Alegret S. 34.МБ.191 | Benmouhoub N. 34.МБ.134 | Calzada M. 34.МБ.150 | Cho J. 34.МБ.6 |
| Al-Khateeb M. 34.МБ.30 | Bentama J. 34.МБ.132 | Cao Jian-Hua 34.МБ.42 | Choi Jae-Hwan 34.МБ.56 |
| Allinson Guy W. 34.МБ.7 | Berqer Gerhard 34.МБ.250 | Cao Yi-Ming 34.МБ.88 | Chung Tai-Shung 34.МБ.175 |
| Amino Yosuke 34.МБ.72 | Besenhard Jurgen O. 34.МБ.169 | Castro Beatriz N. 34.МБ.167 | Ci Yun-xiang 34.МБ.108 |
| Anderson Kelly L. 34.МБ.14 | Betelu Stephanie 34.МБ.28 | Chabert France 34.МБ.248 | Cicek Nazim 34.МБ.67 |
| Aoki Makoto 34.МБ.40 | Bhattacharjee Chiranjib 34.МБ.32 | Chai X.-S. 34.МБ.36 | Coronas Joaquin 34.МБ.92 |
| Asano Naoki 34.МБ.40 | Bhattacharjee Sangita 34.МБ.32 | Chang Chi-Lin 34.МБ.89 | Croue Jean-Philippe 34.МБ.82 |
| Asman Gulsen 34.МБ.100 | Bhattacharjee Sangita 34.МБ.32 | Chang Hsin-Fu 34.МБ.97 | Cui Yongfang 34.МБ.79 |
| Authier Laurent 34.МБ.28 | Bhole Y. S. 34.МБ.75 | Changrani R. D. 34.МБ.61 | Cui Zhi-qin 34.МБ.124 |
| Babu Ravindra B. 34.МБ.91 | Biduru Smitha 34.МБ.216 | Chapman Peter D. 34.МБ.70 | Datta Siddhartha 34.МБ.32 |
| Bader S. 34.МБ.22 | Blank Dave H. A. 34.МБ.178 | Charcosset Catherine 34.МБ.233 | De Azevedo W. M. 34.МБ.10 |
| Bai Haixin 34.МБ.85 | Bolduan Peter 34.МБ.128 | Chatgililoglu | De la Guardia M. 34.МБ.115 |
| Baker Lane A. 34.МБ.146 | Bourret D. 34.МБ.49 | Chryssostomos 34.МБ.38 | De la Guardia Miguel 34.МБ.149 |
| Banat F. 34.МБ.30 | Boutevin B. 34.МБ.49 | Che Ai-fu 34.МБ.161 | de Lara R. 34.МБ.21 |
| Bao-Qing Shentu 34.МБ.45 | | Chen Changbao 34.МБ.84 | |
| Barbieri Andrea 34.МБ.38 | | | |

- De Mattos I. L. **34.МБ.10**
 De Pinho Maria Norberta **34.МБ.31**
 del Valle M. **34.МБ.123**
 Di Noto Vito **34.МБ.111**
 Di Quarto F. **34.МБ.39**
 Dias Filho Newton L. **34.МБ.60**
 Dickson James M. **34.МБ.76**
 Diethelm Stefan **34.МБ.133**
 DiGiano Francis A. **34.МБ.176**
 Dimeska Roza **34.МБ.174**
 Ding Ailin **34.МБ.143**
 Dittmeyer R. **34.МБ.105**
 Dodelet J. P. **34.МБ.170**
 Domard Alain **34.МБ.237**
 Dourado A. **34.МБ.185**
 Drews Anja **34.МБ.190**
 Drillet J.-F. **34.МБ.105**
 Drioli E **34.МБ.102**
 Drouilly Michel **34.МБ.240**
 Du Liangwei **34.МБ.85**
 Duan X. F. **34.МБ.80**
 Duarte J. C. **34.МБ.185**
 Duraiswamy Suhanya **34.МБ.216**
 El Kissi Nadia **34.МБ.248**
 Ervin Eric Nathan **34.МБ.146**
 Esteve-Turrillas Francese A. **34.МБ.149**
 Fadhel Alsahy Qusay **34.МБ.140**
 Farmer B. L. **34.МБ.14**
 Fateev V. N. **34.МБ.119**
 Favre E. **34.МБ.142**
 Fayer M. D. **34.МБ.179**
 Feng Fei **34.МБ.13**
 Ferrandis J. Y. **34.МБ.132**
 Ferreira A. **34.МБ.185**
 Ferreri Carla **34.МБ.38**
 Fessi Hatem **34.МБ.233**
 Figoli A. **34.МБ.102**
 Finsterwalder Florian **34.МБ.210**
 Fu Rong-Qiang **34.МБ.34**
 Fu Ywu-Jang **34.МБ.12**
 Fujiwara I. **34.МБ.8**
 Furuno Shuji **34.МБ.243**
 Galan B. **34.МБ.150**
 Gao Huiyuan **34.МБ.41**
 Gavryushenko D. A. **34.МБ.83**
 Gennetier Julien **34.МБ.197**
 Geraldес Vitor **34.МБ.31**
 Gerla Patricia E. **34.МБ.167**
 Germani Raimondo **34.МБ.158**
 Ghidossi R. **34.МБ.2**
 Ghoreyshi A. A. **34.МБ.157**
 Ghosh Subhashis **34.МБ.32**
 Ghosh Ujjal K. **34.МБ.48**
 Gnrss Regina **34.МБ.153**
 Goedel Werner A. **34.МБ.143**
 Gonzalez-Brambila M. **34.МБ.95**
 Gorugantu Suryanarayana Murthy **34.МБ.216**
 Goswami A. **34.МБ.93**
 Goveia Danielle **34.МБ.60**
 Graf Verena **34.МБ.210**
 Grasso Domenico **34.МБ.118**
 Grasso Giulia **34.МБ.118**
 Greiner Lasse **34.МБ.3**
 Grigoriev S. A. **34.МБ.119**
 Guan Tay Kwee **34.МБ.35**
 Guantieri Valeria **34.МБ.118**
 Guasp Pascal **34.МБ.96**
 Guida-Pietrasanta F. Ratsimihety A. **34.МБ.49**
 Guo Zhao-Xia **34.МБ.138**
 Gurba P. B. **34.МБ.61**
 Habarou Helene **34.МБ.82**
 Hacker Viktor **34.МБ.169**
 Hackner Torsten **34.МБ.129**
 Hao Xiao-gang **34.МБ.1**
 Haraya K. **34.МБ.8**
 Haraya Kenji **34.МБ.135**
 Hay Allan S. **34.МБ.160**
 Hay Choon Teck **34.МБ.63**
 He Xiangming **34.МБ.172**
 Heister K. **34.МБ.22**
 Helmerson Kristian **34.МБ.120**
 Henmi Mesahiro **34.МБ.243**
 Hickey Malcolm W. **34.МБ.165**
 Hinsenkamp Gert **34.МБ.250**
 Hiraide Masataka **34.МБ.113**
 Hiroyuki Nishide **34.МБ.45**
 Ho Minh T. **34.МБ.7**
 Hong Liu Jiang **34.МБ.64**
 Hong Seong Uk **34.МБ.16**
 Hou Kai-hu **34.МБ.137**
 Hou Q. X. **34.МБ.36**
 Hristova Kalina **34.МБ.177**
 Hsu Jyh-Ping **34.МБ.24**
 Hu Chien-Chieh **34.МБ.12**
 Hu Chuan-shun **34.МБ.58**
 Hu Z. D. **34.МБ.80**
 Huang Weimin **34.МБ.85**
 Hwang Ui-Son **34.МБ.56**
 Idemoto Yasushi **34.МБ.135**
 Idrus N. F. **34.МБ.69**
 Ikawa N. **34.МБ.144**
 Ikegami Toru **34.МБ.135**
 Ilg John **34.МБ.67**
 Impellizzeri Giuseppe **34.МБ.118**
 Intorp Jens **34.МБ.250**
 Iojoiu Christina **34.МБ.248**
 Ishizaki Toshiyuki **34.МБ.243**
 Ito Tadanao **34.МБ.181**
 Iyer Mani **34.МБ.165**
 Jahanshahi M. **34.МБ.157**
 James A. E. **34.МБ.126**
 Janardan P. **34.МБ.61**
 Jang Steven M. J. **34.МБ.101**
 Jansen J. C. **34.МБ.102**
 Jaouen F. **34.МБ.170**
 Jha Praveen **34.МБ.46**
 Jiang Donghua **34.МБ.19**
 Jiang Jianxiong **34.МБ.76**
 Jiang Junhua **34.МБ.107**
 Jonsson Gunnar **34.МБ.159**
 Jorabchi Kaveh **34.МБ.59**
 Juttner K. **34.МБ.105**
 Kahen Kaveh **34.МБ.59**
 Kamm Andre **34.МБ.227**
 Kang Kai **34.МБ.78**
 Kang Phil Hyun **34.МБ.78**
 Kanu Abu B. **34.МБ.116**
 Katarzynski D. **34.МБ.104**
 Katsaounis A. **34.МБ.87**
 Kecili Karima **34.МБ.82**
 Kekre Kiran Arun **34.МБ.66**
 Kharul U. K. **34.МБ.75**
 Khor Swee Loong **34.МБ.63**
 Kido Masayoshi **34.МБ.15**
 Kim In S. **34.МБ.6**
 Kim Jeonghwan **34.МБ.176**
 Kim Sehyun **34.МБ.16**
 Kintzios Spiridon **34.МБ.117**
 Kishore Rani B. **34.МБ.120**
 Kita Hidetoshi **34.МБ.15**
 Koroknai B **34.МБ.112**
 Koros William J. **34.МБ.44**
 Koura Nobuyuki **34.МБ.135**
 Kraume Matthias **34.МБ.190**
 Kucernak Anthony **34.МБ.107**
 Kullmann Christoph **34.МБ.219**
 La Rosa Carmelo **34.МБ.118**
 Ladet Sebastien **34.МБ.237**
 Lai Juin-Yih **34.МБ.12**
 Lala Neeta L. **34.МБ.73**
 Lapkin Alexie A. **34.МБ.71**
 Larbot A. **34.МБ.134, 34.МБ.49**
 Larchet Christian **34.МБ.180**
 Laue Stephan **34.МБ.3**
 Laux D. **34.МБ.132**
 Lawrence Nicole D. **34.МБ.165**
 Leamon Greg **34.МБ.7**
 Lee Chih-Kang **34.МБ.89**
 Lee Kueir-Rarn **34.МБ.12**
 Lee Ting Cui **34.МБ.66**
 Lefevre M. **34.МБ.170**
 Leiner M. **34.МБ.229**
 Leister Ursula **34.МБ.231**
 Lesjean Boris **34.МБ.153**
 Lewenstam Andrzej **34.МБ.11**
 Li Hong-yan **34.МБ.122**
 Li Jiding **34.МБ.77**
 Li K. **34.МБ.101, 34.МБ.121, 34.МБ.70**
 Li L. **34.МБ.105**
 Li Lei **34.МБ.19**
 Li Ming-yuan **34.МБ.122**
 Li Pei **34.МБ.77**
 Li Qiang **34.МБ.138**
 Li Xiuhua **34.МБ.17**
 Li Xiu-hua **34.МБ.160**
 Li Yongdan **34.МБ.41**
 Li Yu Shui **34.МБ.64**
 Liang Liang **34.МБ.76**
 Liese Andreas **34.МБ.3**
 Lin Dar-Jong **34.МБ.89**
 Lin Sung-Hwa **34.МБ.24**
 Lin Wen-Hsiung **34.МБ.97**
 Lin Yangzhen **34.МБ.77**
 Lin Yuesheng **34.МБ.41**
 Lin Zhi **34.МБ.92**
 Linares A. **34.МБ.18**
 Lindbergh G. **34.МБ.170**
 Linker Raphael **34.МБ.114**
 Lipnizki Frank **34.МБ.197**
 Liu Haiou **34.МБ.98**
 Liu Hui **34.МБ.33**
 Liu Shi-bin **34.МБ.1**
 Liu Xiaohua **34.МБ.85**
 Liu Xinyu **34.МБ.145, 34.МБ.81**
 Liu Yingjun **34.МБ.73**
 Liu Yong **34.МБ.1**
 Liu Yutie **34.МБ.121**
 Livingston Andrew G. **34.МБ.70**
 Lohokare H. R. **34.МБ.75**
 Lopatkova Galina Yu. **34.МБ.180**
 Lopez-Isunza F. **34.МБ.95**
 Lourenco Roberto W. **34.МБ.60**
 Lu Jianguo **34.МБ.152**
 Luo Ming-Liang **34.МБ.164**
 Macanas J. **34.МБ.191**
 Machiraju Ramakrishna **34.МБ.216**
 Mahesh K. P. O. **34.МБ.90**
 Maksymiuk Krzysztof **34.МБ.147**
 Manchanda V. K. **34.МБ.61**
 Mancini Maria Vincenza **34.МБ.158**
 Mangold Patrick **34.МБ.250**
 Manttari Mika **34.МБ.65**
 Martin Charles R. **34.МБ.146**
 Mason Larry W. **34.МБ.46**
 Mateus M. **34.МБ.185**
 Mathauer Klemens **34.МБ.227**
 Matsukura Ikuo **34.МБ.226**
 Matsumiya Hiroaki **34.МБ.113**
 Medard C. **34.МБ.170**
 Meng Chun-ying **34.МБ.137**
 Meng Yuezhong **34.МБ.17**
 Meng Yue-zhong **34.МБ.160**
 Micera Giovanni **34.МБ.118**
 Michalska Agata **34.МБ.147**

- Migdalski Jan **34.МБ.11**
 Milardi Danilo **34.МБ.118**
 Minegishi Shin-ichi
34.МБ.243
 Miyatake Kenji **34.МБ.40**
 Mohammadi T. **34.МБ.166**
 Mohapatra P. K. **34.МБ.61**
 Moilanen David E.
34.МБ.179
 Monroy O. **34.МБ.95**
 Montaser Akbar **34.МБ.59**
 Moreau Benoit **34.МБ.96**
 Morikawa Hirofumi
34.МБ.243
 Moschopoulou Georgia
34.МБ.117
 Mottern Matthew L.
34.МБ.68
 Moulin P. **34.МБ.2**
 Mu Huiling **34.МБ.159**
 Munoz M. **34.МБ.191**
 Muraviev D. N. **34.МБ.191**
 Murotani Eisuke **34.МБ.226**
 Murray Paul S. **34.МБ.174**
 Nagata S. **34.МБ.163**
 Nakano T. **34.МБ.144**
 Narong P. **34.МБ.126**
 Nasef Mohamed Mahmoud
34.МБ.57
 Navarro M. **34.МБ.10**
 Negishi Hideyuki **34.МБ.135**
 Ngo H. H. **34.МБ.6**
 Nho Young Chang **34.МБ.78**
 Nikolov Vesselin **34.МБ.177**
 Nikonenko Victor V.
34.МБ.180
 Nourian Z. **34.МБ.166**
 Nurul Islam Md. **34.МБ.15**
 Nystrom Marianne **34.МБ.65**
 Oharu Kazuya **34.МБ.226**
 Ohtsu N **34.МБ.163**
 Okamoto Hidekazu
34.МБ.226
 Okamoto Ken-ichi **34.МБ.15**
 Okamoto S. **34.МБ.90**
 Oliveira Luciana C.
34.МБ.60
 Oliveira Teresa **34.МБ.70**
 O'Neill Christopher M.
34.МБ.9
 Oo Maung Htun **34.МБ.66**
 Oo Maung-Htun **34.МБ.88**
 Ortiz I. **34.МБ.150**
 Oshima Norio **34.МБ.135**
 Oshovsky Gennady V.
34.МБ.55
 Osz Katalin **34.МБ.118**
 Ozimek L. **34.МБ.144**
 Pace Giuseppe **34.МБ.111**
 Paczosa-Bator Beata
34.МБ.11
 Pak A. **34.МБ.166**
 Pandey A. K. **34.МБ.93**
 Pappalardo Giuseppe
34.МБ.118
 Parat Corinne **34.МБ.28**
 Pastor A. **34.МБ.115**
 Pastor Agustin **34.МБ.149**
 Paszkuta M. **34.МБ.23**
 Patil C. B. **34.МБ.61**
 Pawliszyn Janusz
34.МБ.145, 34.МБ.81
 Peng Bo **34.МБ.122**
 Peng L.-M. **34.МБ.80**
 Perera Jilka M. **34.МБ.165**
 Petkov Nikolay **34.МБ.109**
 Petrescu Nicolae **34.МБ.27**
 Pfefferkorn Candace
34.МБ.120
 Piazza S. **34.МБ.39**
 Pierotti Silvia **34.МБ.38**
 Piffard Yves **34.МБ.248**
 Pikos A. **34.МБ.87**
 Piletic Ivan R. **34.МБ.179**
 Pismenskaya Natalia D.
34.МБ.180
 Platschek Barbara
34.МБ.109
 Plucinski Pawel K. **34.МБ.71**
 Pollet Pointeau Sabine
34.МБ.240
 Pollet Pointeau Sabine et
 Drouilly Michel **34.МБ.249**
 Pontie Maxime **34.МБ.82**
 Poremsky V. I. **34.МБ.119**
 Potin-Gautier Martine
34.МБ.28
 Pourcelly Gerald **34.МБ.180**
 Pradhan Narayan C.
34.МБ.48
 Pu Chun-sheng **34.МБ.164**
 Qi Lu **34.МБ.108**
 Qin Hua **34.МБ.58**
 Qin Jian-Jun **34.МБ.66,**
34.МБ.88
 Qtaishat M. **34.МБ.30**
 Quintus Martin **34.МБ.210**
 Radisic Aleksandar
34.МБ.177
 Rager Timo **34.МБ.162**
 Raghavarao K. S. M. S.
34.МБ.91
 Raju Mohan Doraisamy
34.МБ.173
 Ralph Stephen F. **34.МБ.174**
 Ramakrishna S. **34.МБ.73**
 Ramaseshan Ramakrishnan
34.МБ.73
 Randey R. B. **34.МБ.14**
 Rangarajan Ramamoorthy
34.МБ.173
 Rastogi N. K. **34.МБ.91**
 Ray S. **34.МБ.47**
 Ray S. K. **34.МБ.47**
 Reiner Joseph E. **34.МБ.120**
 Reinhoudt David N.
34.МБ.55
 Rguiti M. **34.МБ.132**
 Richter Steffen **34.МБ.131**
 Rizzarelli Enrico **34.МБ.118**
 Rocha Joao **34.МБ.92**
 Rodriguez S. **34.МБ.18**
 Roizard D. **34.МБ.142**
 Rosa Andre Henrique
34.МБ.60
 Rosanne M. **34.МБ.23**
 Saidi Hamdani **34.МБ.57**
 Sakaki Keiji **34.МБ.135**
 Salem A. **34.МБ.157**
 Samp J. **34.МБ.36**
 Sanchez Jean-Yves
34.МБ.248
 Sanli Oya **34.МБ.100**
 Sanna Daniele **34.МБ.118**
 Santamaria Jesus **34.МБ.92**
 Savelli Gianfranco
34.МБ.158
 Schafer Jochen **34.МБ.250**
 Schafer Stefan **34.МБ.219**
 Schaffer Thomas **34.МБ.169**
 Schlegel Melanie **34.МБ.231**
 Schmuhl Riaan **34.МБ.178**
 Schneider Tanja **34.МБ.227**
 Schnetzler Sven **34.МБ.250**
 Seah Harry **34.МБ.66**
 Searson Peter C. **34.МБ.177**
 Sebastian Victor **34.МБ.92**
 Sengupta Bina **34.МБ.156**
 Sengupta Ranjan **34.МБ.156**
 Seo Yongsok **34.МБ.16**
 Shang Xueya **34.МБ.17**
 Shaviv Avi **34.МБ.114**
 Sheng Jing **34.МБ.74**
 Shi Mei-ren **34.МБ.124**
 Shikama T. **34.МБ.163**
 Shima Kentaro **34.МБ.72**
 Shon H. K. **34.МБ.6**
 Shqu Krenar **34.МБ.68**
 Singh R. R. **34.МБ.61**
 Sivade A. **34.МБ.49**
 Sivakumar M. **34.МБ.90**
 Sivakumar Muthusamy
34.МБ.173
 Sodaye Suparna **34.МБ.93**
 Song Lianfa **34.МБ.35**
 Sovago Imre **34.МБ.118**
 Spadaro C. **34.МБ.39**
 Spreti Nicoletta **34.МБ.158**
 Sridhar Sundergopal
34.МБ.216
 Staudt-Bickel C. **34.МБ.104**
 Stefanelli Maria Letizia
34.МБ.244
 Stevens Geoff W. **34.МБ.165**
 Su Y. F. **34.МБ.80**
 Subrahmanyam N.
34.МБ.156
 Suda H. **34.МБ.8**
 Sun Darren Delai **34.МБ.63**
 Sundarrajan Subramanian
34.МБ.73
 Sunseri C. **34.МБ.39**
 Suresh G. **34.МБ.93**
 Suty Herve **34.МБ.82**
 Suzuki Shinsuke **34.МБ.40**
 Suzuki Shintaro **34.МБ.72**
 Sysoev V. M. **34.МБ.83**
 Taherkhani M. **34.МБ.166**
 Tan Juina **34.МБ.175**
 Tan Shujuan **34.МБ.19**
 Tan Xiaoyao **34.МБ.121,**
34.МБ.70
 Tanaka Kazuhiro **34.МБ.15**
 Tang Ding-guo **34.МБ.108**
 Tao Guihe **34.МБ.66**
 Tellez Carlos **34.МБ.92**
 Ten Elshof Johan E.
34.МБ.178
 Teo W. K. **34.МБ.101**
 Teramae Norio **34.МБ.72**
 Theilen Ulf **34.МБ.130**
 Thomas C. L. Paul
34.МБ.116
 Toh K. **34.МБ.163**
 Tsampas M. N. **34.МБ.87**
 Tschinder Thomas
34.МБ.169
 Tseng Shiojenn **34.МБ.24**
 Tsuchiya B. **34.МБ.163**
 Tsujita Y. **34.МБ.90**
 Uchida Hiroyuki **34.МБ.40**
 Uchimaruy Y. **34.МБ.8**
 Uensal Oemer **34.МБ.231**
 Van den Berg Albert
34.МБ.178
 Van Herle Jan **34.МБ.133**
 Vanlaer Stephane **34.МБ.96**
 Vasiliu Cristina **34.МБ.27**
 Vayenas C. G. **34.МБ.87**
 Vazquez M. I. **34.МБ.21**
 Verboom Willem **34.МБ.55**
 Verweij Henk **34.МБ.68**
 Veyret D. **34.МБ.2**
 Vidali Maurizio **34.МБ.111**
 Vigneswaran S. **34.МБ.6**
 Viitikko Katja **34.МБ.65**
 Vikbjerg Anders F.
34.МБ.159
 Viswanath Bala **34.МБ.66**
 Viton Christophe **34.МБ.237**
 Vittadello Michele
34.МБ.111
 Vocks Martin **34.МБ.190**
 Volpe M. **34.МБ.39**
 VoSSenkaul Klaus
34.МБ.219
 Wagner Barbara **34.МБ.147**
 Wai Maung Nyunt
34.МБ.66
 Walker Harold W. **34.МБ.62**
 Wallace Gordon G.
34.МБ.174
 Wan Chunrong **34.МБ.172**
 Wan Ling-Shu **34.МБ.161**
 Wan Tao **34.МБ.13**
 Wandrey Christian **34.МБ.3**

- Wang Anjie 34.МБ.98
Wang Bing 34.МБ.79
Wang Ding 34.МБ.77
Wang Erkang 34.МБ.85
Wang Kai Yu 34.МБ.175
Wang Lan-zhi 34.МБ.137
Wang Tonghua 34.МБ.98
Wang Yuechuan 34.МБ.13
Wang Zhi-xiang 34.МБ.124
Watanabe Masahiro 34.МБ.40
Way Douglas J. 34.МБ.46
Weavers Linda K. 34.МБ.62
Weger Wolfgang 34.МБ.250
Weis L. 34.МБ.229
Wells Jeffrey M. 34.МБ.120
Werkl D. 34.МБ.229
White Henry S. 34.МБ.146
Widmaier Ralf 34.МБ.227
Wiesheu Norbert 34.МБ.250
Wiley Dianne E. 34.МБ.7
- Wojciechowski Marcin 34.МБ.147
Wolf Eduardo E. 34.МБ.9
Wu Chunhui 34.МБ.84
Wu Fawen 34.МБ.19
Wu Jian 34.МБ.161
Wu Lili 34.МБ.74
Xiang Chai Bao 34.МБ.64
Xiao Min 34.МБ.17
Xiao Youchang 34.МБ.175
Xie Huiling 34.МБ.33
Xu Tong-wen 34.МБ.34
Xu Xuebing 34.МБ.159
Xu You-Yi 34.МБ.42
Xu Zhen-Liang 34.МБ.140
Xu Zhihong 34.МБ.19
Xu Zhi-Kang 34.МБ.161
Yamaguchi Akira 34.МБ.72
Yamamoto Y. 34.МБ.90
Yamashita Tomohisa 34.МБ.72
- Yamauchi H. 34.МБ.8
Yamazaki Masahito 34.МБ.181
Yan Lu 34.МБ.64
Yanagishita Hiroshi 34.МБ.135
Yang Wei-hua 34.МБ.34
Yang Wenbo 34.МБ.67
Yang Xiao-tian 34.МБ.140
Yang Xiurong 34.МБ.85
Yang Yun-feng 34.МБ.161
Yatsuya Yosuke 34.МБ.113
Ye Hongqi 34.МБ.33
Yeung King Lun 34.МБ.98
Yi Feng 34.МБ.138
Yoshimizu H. 34.МБ.90
Yu Di 34.МБ.68
Yu Jian 34.МБ.138
Yuan Xiaoyan 34.МБ.74
Yusa V. 34.МБ.115
Zago Vanni 34.МБ.111
- Zeng Chuyi 34.МБ.77
Zeng Jianxian 34.МБ.33
Zhai Guangqun 34.МБ.43
Zhang Chunxue 34.МБ.74
Zhang Lu 34.МБ.122
Zhang Xhibing 34.МБ.19
Zhang Xiongfu 34.МБ.98
Zhang Zhong-lin 34.МБ.1
Zhao Jian-qing 34.МБ.164
Zhao Sui 34.МБ.122
Zhen Hanfei 34.МБ.101
Zhi-Xue Weng 34.МБ.45
Zhou Fangbin 34.МБ.44
Zhou Jie 34.МБ.84
Zhou Wenwen 34.МБ.35
Zhu Bao-Ku 34.МБ.42
Zun Zhiguo 34.МБ.172
Zu-Ren Pan 34.МБ.45
- Алексеева П.Ю. 34.МБ.206
Андрианов А.П. 34.МБ.5
Апель П.Ю. 34.МБ.103
Артюхин О.И. 34.МБ.207
Арчелла Винченцо 34.МБ.239
Баженов Б.Н. 34.МБ.224
Белогорский А.А. 34.МБ.127
Беляков В.Н. 34.МБ.51
Березина Н.П. 34.МБ.139
Березкин В.В. 34.МБ.103, 34.МБ.186, 34.МБ.4
Боброва Н.В. 34.МБ.99
Бобыль А.В. 34.МБ.236
Богушевич М.С. 34.МБ.206
Борбелли Ш. 34.МБ.52
Булатов А.В. 34.МБ.29
Бухтенко О.В. 34.МБ.20
Буянов А.Л. 34.МБ.99
Васильев А.Б. 34.МБ.103, 34.МБ.186, 34.МБ.4
Васильюк С.Л. 34.МБ.51
Вержбицкий Я.В. 34.МБ.184
Виленский А.И. 34.МБ.4
Волков А.В. 34.МБ.206
Воронков Д.А. 34.МБ.53
Вульф Кристиан 34.МБ.225
Гаврилов Г.Б. 34.МБ.200
Гавронская К.А. 34.МБ.141
Гарнье Ж.-П. 34.МБ.86
Гигашвили З.Т. 34.МБ.25
Гончаревич А.В. 34.МБ.188
Гончарова Д.В. 34.МБ.29
Горбач В.А. 34.МБ.192, 34.МБ.195, 34.МБ.198
Гьельми Алессандро 34.МБ.239
Денисов А.М. 34.МБ.212
- Денисов Е.А. 34.МБ.50
Денисова Г.П. 34.МБ.187, 34.МБ.246
Джалагония Д.Н. 34.МБ.25
Джужа О.В. 34.МБ.37
Дзязько Ю.С. 34.МБ.51
Димовасили Е. 34.МБ.50
Докутович В.Н. 34.МБ.188
Дорошенко Л.М. 34.МБ.212, 34.МБ.246
Ельяшевич Г.К. 34.МБ.99
Ермилова М.М. 34.МБ.236
Жданов Г.С. 34.МБ.103, 34.МБ.186
Жданова Т.Н. 34.МБ.20
Загорский Д.Л. 34.МБ.4
Иоанну П. 34.МБ.50
Истратова Е.Е. 34.МБ.251
Кадье Ж.-Ж.А. 34.МБ.86
Калинина Ф.Э. 34.МБ.228
Касперович Е.В. 34.МБ.192
Кашпура В.Н. 34.МБ.192, 34.МБ.195
Квициани Л.А. 34.МБ.25
Ким Ен Хва 34.МБ.224
Кириллова А.Г. 34.МБ.183
Киселев А.М. 34.МБ.52
Киселев М.А. 34.МБ.52
Китаева М.В. 34.МБ.199
Ковалев С.В. 34.МБ.106
Козлова Е.К. 34.МБ.206
Козлова Ю.В. 34.МБ.5
Колотыгин В.А. 34.МБ.189
Компаниец Т.Н. 34.МБ.50
Конников С.Г. 34.МБ.236
Коннова Л.В. 34.МБ.212
Коновенко Н.А. 34.МБ.139
Коржов Е.Н. 34.МБ.53
Кормильцин Г.С. 34.МБ.106
Котляров Р.В. 34.МБ.251
Кукушкина Ю.А. 34.МБ.207
- Курдюмов А.А. 34.МБ.50
Лазарев С.И. 34.МБ.106
Лапшин В.К. 34.МБ.127
Лези П. 34.МБ.52
Лифанов Е.В. 34.МБ.224
Лобасенко Б.А. 34.МБ.251
Лоза Н.В. 34.МБ.139, 34.МБ.202
Магсумов М.И. 34.МБ.20
Майе Ж.-П. 34.МБ.86
Майков В.М. 34.МБ.151
Мамонтов В.В. 34.МБ.106
Мано Хироси 34.МБ.136
Марин В.П. 34.МБ.20
Маркова М.В. 34.МБ.228
Мартемьянов С. 34.МБ.86
Мин Г.М. 34.МБ.192, 34.МБ.195
Митерев А.М. 34.МБ.4
Михайлова И.Ю. 34.МБ.193
Михалева А.И. 34.МБ.228
Могнонов Д.М. 34.МБ.228
Морозов В.В. 34.МБ.206
Морозова Л.В. 34.МБ.228
Москвин Л.Н. 34.МБ.29
Мотовилова Н.Б. 34.МБ.5
Мчедлишвили Б.В. 34.МБ.103, 34.МБ.186, 34.МБ.4
Новикова С.А. 34.МБ.54
Окишева Н.А. 34.МБ.187
Окунев А.Ю. 34.МБ.142
Олейников В.А. 34.МБ.4
Орехова Н.В. 34.МБ.236
Орстен Штефан 34.МБ.225
Пак В.Н. 34.МБ.141
Паренаго О.П. 34.МБ.110, 34.МБ.26
Пачина О.В. 34.МБ.196, 34.МБ.212
Первов А.Г. 34.МБ.94,
- 34.МБ.5
Петушков А.А. 34.МБ.141
Печенкина Е.С. 34.МБ.194
Подкорытов А.Л. 34.МБ.188, 34.МБ.189
Поздеева М.Г. 34.МБ.187, 34.МБ.212, 34.МБ.246
Попова О.Н. 34.МБ.193
Потапов В.В. 34.МБ.192, 34.МБ.195
Потапов И.И. 34.МБ.184
Прокунин С.В. 34.МБ.182
Рамзаева Л.Ф. 34.МБ.187, 34.МБ.196, 34.МБ.212, 34.МБ.246
Растунова И.Л. 34.МБ.182
Ревельская Л.Г. 34.МБ.99
Рело Ф. 34.МБ.86
Родионова И.А. 34.МБ.110
Розенкевич М.Б. 34.МБ.182
Руденко Л.И. 34.МБ.37
Рябухова Т.О. 34.МБ.187
Сабохоева Т.С. 34.МБ.224
Саксеев Д.А. 34.МБ.236
Седелкин В.М. 34.МБ.187, 34.МБ.196, 34.МБ.212
Седелкин В.М. 34.МБ.246
Силков Д.М. 34.МБ.203
Соколов В.В. 34.МБ.207
Соколова Е.В. 34.МБ.188, 34.МБ.189
Солдатов А.П. 34.МБ.110, 34.МБ.26
Соселия Г.А. 34.МБ.25
Стенина И.А. 34.МБ.54
Стефаняк Н.В. 34.МБ.51
Суркова А.Н. 34.МБ.196, 34.МБ.212
Суркова А.Н. 34.МБ.246
Тарасов А.В. 34.МБ.247
Тепляков В.В. 34.МБ.142,

- 34.МБ.20**
Терещенко Г.Ф. **34.МБ.236**
Толпегин П.В. **34.МБ.184**
Торопова А.В. **34.МБ.224**
Трофимов Б.А. **34.МБ.228**
Улин В.П. **34.МБ.236**
Усачов В.В. **34.МБ.201**
Устюгова И.С. **34.МБ.189**
- Фанденмерш Хугуес **34.МБ.225**
Федотов А.С. **34.МБ.20**
Федотов Ю.А. **34.МБ.247**
Фосс Хартвих **34.МБ.225**
Фукудзи Кэндзи **34.МБ.171**
Хан В.Е. **34.МБ.37**
Харитонов С.В. **34.МБ.148**
- Хохлова Т.Д. **34.МБ.103, 34.МБ.186**
Цодиков М.В. **34.МБ.20**
Черныш А.М. **34.МБ.206**
Чхеидзе Н.В. **34.МБ.25**
Шалимов А.С. **34.МБ.54**
Шалыгин М.Г. **34.МБ.142**
Шилов С.М. **34.МБ.141**
- Шишкина С.В. **34.МБ.193, 34.МБ.194**
Шкирская С.А. **34.МБ.139**
Шмидт Ф.К. **34.МБ.224**
Ян Юн Бин **34.МБ.224**
Яньцин Лю **34.МБ.154**
Ярославцев А.Б. **34.МБ.54**

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 **34.МБ.185, 34.МБ.190, 34.МБ.197**
Anal. and Bioanal. Chem.. 2006. 385, №5 **34.МБ.113**
Anal. Chem.. 2006. 78, №9 **34.МБ.145**
Anal. Chem.. 2006. 78, №18 **34.МБ.146**
Anal. Chem.. 2006. 78, №15 **34.МБ.147**
Anal. chim. acta. 2006. 560, №1–2 **34.МБ.149**
Anal. chim. acta. 2006. 565, №1 **34.МБ.115**
Anal. chim. acta. 2006. 567, №2 **34.МБ.60**
Anal. chim. acta. 2006. 569, №1–2 **34.МБ.84**
Anal. chim. acta. 2006. 573-574 **34.МБ.28, 34.МБ.117**
Analyst. 2006. 131, №9 **34.МБ.116**
Angew. Chem. Int. Ed.. 2006. 45, №7 **34.МБ.109**
Angew. Chem. Int. Ed.. 2006. 45, №20 **34.МБ.178**
Anhui gongye daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. Anhui Univ. Technol. Natur. Sci.. 2004. 21, №4 **34.МБ.58**
Appl. Clay Sci.. 2006. 32, №1–2 **34.МБ.132**
Appl. Spectrosc.. 2006. 60, №9 **34.МБ.114**
Appl. Surface Sci.. 2006. 252, №8 **34.МБ.57**
Aufbereit. Techn.. 2006. 47, №4 **34.МБ.125**
Bitamin=Vitamins. 2006. 80, №4 **34.МБ.171**
C. r. Chim.. Acad. sci.. Paris. 2006. 9, №9 **34.МБ.82**
Carbon. 2006. 44, №3 **34.МБ.98**
Chem. Commun.. 2006, №5 **34.МБ.38**
Chem. Eng. and Process.. 2006. 45, №6 **34.МБ.2**
Chem. Eng. J.. 2006. 124, №1–3 **34.МБ.150**
Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, №6 **34.МБ.77**
Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, №16 **34.МБ.95**
Chem. Eng. Sci.. 2006. 61, №18 **34.МБ.175**
Chem. Eur. J.. 2006. 12, №6 **34.МБ.3**
Chem. Eur. J.. 2006. 12, №2 **34.МБ.118**
Chem. Mater.. 2006. 18, №10 **34.МБ.92**
Chem. Res. Chin. Univ.. 2006. 22, №3 **34.МБ.161**
Chem. Rev.. 2006. 106, №5 **34.МБ.71**
Chin. J. Polym. Sci.. 2006. 24, №2 **34.МБ.42, 34.МБ.108**
Daqing shiyou xueyuan xuebao=J. Daqing Petrol. Inst.. 2006. 30, №2 **34.МБ.137**
Denki hyoron=Elec. Rev.. 2006. 91, №4 **34.МБ.136**
Desalination. 2005. 184, №1–3 **34.МБ.134, 34.МБ.166**
Desalination. 2006. 189, №1–3 **34.МБ.104**
Desalination. 2006. 193, №1–3 **34.МБ.8, 34.МБ.12, 34.МБ.102, 34.МБ.157**
Desalination. 2006. 195, №1–3 **34.МБ.30, 34.МБ.31, 34.МБ.32, 34.МБ.33, 34.МБ.63**
Desalination. 2006. 196, №1–3 **34.МБ.34, 34.МБ.64**
Dianyuan jishu=Chin. J. Power Sources. 2006. 30, №2 **34.МБ.1**
Eau, ind., nuisances. 2006, №289 **34.МБ.96**
Electrochim. acta. 2006. 51, №11 **34.МБ.11**
Electrochim. acta. 2006. 51, №12 **34.МБ.85**
Electrochim. acta. 2006. 51, №13 **34.МБ.87**
Electrochim. acta. 2006. 51, №8–9 **34.МБ.111, 34.МБ.123**
Electrochim. acta. 2006. 51, №16 **34.МБ.170**
Environ. Sci. and Technol.. 2005. 39, №10 **34.МБ.6**
Eur. J. Org. Chem.. 2006, №12 **34.МБ.55**
Eur. J. Org. Chem.. 2006, №19 **34.МБ.158**
Eur. Polym. J.. 2006. 42, №2 **34.МБ.89**
Gaodeng xuexiao huaxun xuebao=Chem. J. Chin. Univ.. 2005. 26, №1 **34.МБ.45**
Gaofenzi xuebao=Acta polym. sin.. 2006, №2 **34.МБ.74**
GEN: Georg. Eng. News. 2006, №1 **34.МБ.25**
Huagong xuebao=J. Chem. Ind. and Eng. (China). 2006. 57, №1 **34.МБ.19**
Huagong xuebao=J. Chem. Ind. and Eng. (China). 2006. 57, №3 **34.МБ.41**
Hydrometallurgy. 2006. 84, №1–2 **34.МБ.156**
Ind. and Eng. Chem. Res.. 2005. 44, №1 **34.МБ.121**
Ind. and Eng. Chem. Res.. 2006. 45, №8 **34.МБ.7, 34.МБ.9**
Ind. and Eng. Chem. Res.. 2006. 45, №5 **34.МБ.44**
Int. J. Hydrogen Energy. 2006. 31, №2 **34.МБ.119**
J. Amer. Ceram. Soc.. 2006. 89, №6 **34.МБ.68**
J. Amer. Ceram. Soc.. 2006. 89, №5 **34.МБ.40, 34.МБ.69**
J. Amer. Chem. Soc.. 2006. 128, №15 **34.МБ.143**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, №1 **34.МБ.79, 34.МБ.162**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, №3 **34.МБ.76, 34.МБ.100**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 100, №5 **34.МБ.18, 34.МБ.43**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №6 **34.МБ.75**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №4 **34.МБ.78, 34.МБ.138**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №1 **34.МБ.88**
J. Appl. Polym. Sci.. 2006. 99, №5 **34.МБ.101**
J. Colloid and Interface Sci.. 2006. 297, №1 **34.МБ.21, 34.МБ.22, 34.МБ.23**
J. Electroanal. Chem.. 2005. 576, №2 **34.МБ.107**
J. Eur. Ceram. Soc.. 2004. 24, №6 **34.МБ.133**
J. Food Eng.. 2005. 69, №4 **34.МБ.167**
J. Hydrodyn. B. 2006. 18, №2 **34.МБ.164**
J. Mater. Sci.: Mater. Electron.. 2006. 17, №5 **34.МБ.10**
J. Membr. Sci.. 2006. №1–2 **34.МБ.35, 34.МБ.36, 34.МБ.46, 34.МБ.47, 34.МБ.48, 34.МБ.49, 34.МБ.65, 34.МБ.66, 34.МБ.67, 34.МБ.70, 34.МБ.81, 34.МБ.91, 34.МБ.112, 34.МБ.173, 34.МБ.176**
J. Mol. Liq. 2006. 127, №1–3 **34.МБ.83**
J. Phys. Chem. A. 2006. 110, №29 **34.МБ.179**
J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №20 **34.МБ.24**
J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №9 **34.МБ.72**

J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №16 **34.МБ.80**
 J. Phys. Chem. B. 2006. 110, №27 **34.МБ.180, 34.МБ.181**
 J. Polym. Sci. B. 2004. 42, №18 **34.МБ.90**
 J. Polym. Sci. B. 2005. 43, №23 **34.МБ.14**
 J. Power Sources. 2006. 153, №2 **34.МБ.169**
 J. Shanghai Univ.. 2006. 10, №2 **34.МБ.140**
 J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, №6 **34.МБ.39**
 J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, №9 **34.МБ.105**
 JAAS: J. Anal. Atom. Spectrom.. 2006. 21, №6 **34.МБ.59**
 Jap. J. Appl. Phys. Pt 1. 2006. 45, №8A **34.МБ.163**
 Langmuir. 2006. 22, №17 **34.МБ.177**
 Macromolecules. 2005. 38, №24 **34.МБ.160**
 Milchwissenschaft. 2006. 61, №2 **34.МБ.144**
 Nanotechnology. 2006. 17, №12 **34.МБ.73**
 Nippon seramikku kyokai gakujutsu ronbunshi=J. Ceram. Soc. Jap.. 2006. 114, №1325 **34.МБ.135**
 Polymer. 2006. 47, №12 **34.МБ.15**
 Polymer. 2006. 47, №13 **34.МБ.16, 34.МБ.174**

Polymer. 2006. 47, №11 **34.МБ.17**
 Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2006. 103, №5 **34.МБ.120**
 Radiat. Meas.. 2006. 41, №1 **34.МБ.172**
 Radiochim. acta. 2006. 94, №6–7 **34.МБ.61, 34.МБ.93**
 Schiff und Hafen. 2006. 58, №10 **34.МБ.155**
 Separ. and Purif. Technol.. 2006. 48, №1 **34.МБ.56**
 Separ. and Purif. Technol.. 2006. 48, №2 **34.МБ.126, 34.МБ.165**
 Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, №2 **34.МБ.159**
 Shihua jishu yu yingyong=Petrochem. Technol. and Appl.. 2006. 24, №4 **34.МБ.152**
 Shiyou huagong=Petrochem. Technol.. 2005. 34, №7 **34.МБ.13**
 Shiyou xuebao. Shiyou jiagong=Acta petrol. sin. Petrol. Process. Sec.. 2005. 21, №4 **34.МБ.122**
 Surface and Coat. Technol.. 2005. 194, №1 **34.МБ.97**
 Ultrason. Sonochem.. 2006. 13, №5 **34.МБ.62**
 WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2006, №7–8 **34.МБ.128, 34.МБ.129, 34.МБ.130, 34.МБ.131, 34.МБ.153**
 Zhongguo youzhi=China Oils and Fats. 2006. 31, №1 **34.МБ.124**

10 Международная конференция “Теоретические проблемы химии поверхности, адсорбции и хроматографии”, Москва-Клязьма, 24-28 апр., 2006: Тезисы. 2006 **34.МБ.186, 34.МБ.187, 34.МБ.191**
 Водоочистка. 2005, №11 **34.МБ.94**
 Всероссийская научно-техническая конференция “Наука - производство - технологии - экология”, Киров, 2006: Сборник материалов. 2006. Т. 2 **34.МБ.193, 34.МБ.194**
 Высокомолекул. соед.. 2006. 48, №7 **34.МБ.99**
 Доп. Нац. АН Украины. 2006, №6 **34.МБ.37**
 Естеств. и техн. науки. 2006, №3 **34.МБ.154**
 Ж. анал. химии. 2006. 61, №8 **34.МБ.29**
 Ж. анал. химии. 2006. 61, №9 **34.МБ.148**
 Ж. неорган. химии. 2006. 51, №5 **34.МБ.54**
 Ж. прикл. химии. 2006. 79, №7 **34.МБ.141**
 Ж. физ. химии. 2006. 80, №3 **34.МБ.110**
 Ж. физ. химии. 2006. 80, №8 **34.МБ.182**
 Зап. горн. ин-та. 2006. 167, ч. 2 **34.МБ.27**
 Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. н. Прил.. 2006, №2 **34.МБ.139**
 Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2006. 49, №8 **34.МБ.106**
 Коллоид. ж.. 2006. 68, №4 **34.МБ.142**
 Конденсир. среды и межфаз. границы. 2006. 8, №1 **34.МБ.53**
 Кристаллография. 2006. 51, №5 **34.МБ.4**
 Крит. технол. Мембраны. 2006, №1 **34.МБ.5**

Крит. технол. Мембраны. 2006, №2 **34.МБ.103**
 Материаловедение. 2006, №5 **34.МБ.50**
 Молоч. пром-сть. 2005, №5 **34.МБ.183**
 Наукоем. технол.. 2006. 7, №4–5 **34.МБ.20**
 Оборудование. 2006, №2 **34.МБ.168**
 Оборудование. Регион. 2006, №2 **34.МБ.151**
 Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием “Пищевые технологии”, Казань, 30 мая, 2006: Сборник тезисов докладов. 2006 **34.МБ.196**
 Пиво и напитки. 2006, №2 **34.МБ.127**
 Поверхность. Рентген., синхротрон. и нейтрон. исслед.. 2006, №6 **34.МБ.52**
 Проблемы ресурсов и геоэкология: Материалы Международного научно-практического симпозиума “Проблемы водных и других ресурсов и геоэкология”, Пенза, 17-19 мая, 2006. 2006 **34.МБ.192, 34.МБ.195**
 Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докладов 16 Российской молодежной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения профессора В. П. Кочергина, Екатеринбург, 15-28 апр., 2006. 2006 **34.МБ.188, 34.МБ.189**
 Рос. хим. ж.. 2006. 50, №1 **34.МБ.26**
 Укр. хим. ж.. 2006. 72, №5–6 **34.МБ.51**
 Экол. системы и приборы. 2006, №7 **34.МБ.184**
 Электрохимия. 2006. 42, №5 **34.МБ.86**

Патентный указатель

Великобритания	1591778 – 34.МБ.230	6837996 – 34.МБ.218	6998053 – 34.МБ.220
2421199 – 34.МБ.235	Россия	6855450 – 34.МБ.209	7001518 – 34.МБ.242
Германия	2004111246/15 – 34.МБ.224	6893562 – 34.МБ.213	7011694 – 34.МБ.221
10343900 – 34.МБ.227	2004101770/04 – 34.МБ.225	6908552 – 34.МБ.238	7037426 – 34.МБ.234
10345261 – 34.МБ.210	2279306 – 34.МБ.239	6911411 – 34.МБ.208	7037949 – 34.МБ.241
10361833 – 34.МБ.231	2280498 – 34.МБ.207	6916567 – 34.МБ.204	Франция
102004022310 – 34.МБ.250	2283096 – 34.МБ.206	6921482 – 34.МБ.217	2879476 – 34.МБ.233
102004029141 34.МБ.219	2283583 – 34.МБ.212	6923944 – 34.МБ.223	2882665 – 34.МБ.237
ЕПВ	2283691 – 34.МБ.236	6924318 – 34.МБ.205	2882759 – 34.МБ.240
1520874 – 34.МБ.243	2285557 – 34.МБ.228	6933003 – 34.МБ.215	2882758 – 34.МБ.249
1548014 – 34.МБ.226	2286842 – 34.МБ.247	6933068 – 34.МБ.211	2883292 – 34.МБ.248
1555064 – 34.МБ.244	2287929 – 34.МБ.246	6949230 – 34.МБ.214	
1586562 – 34.МБ.216	США	6977009 – 34.МБ.232	
1591779 – 34.МБ.229	6720105 – 34.МБ.245	6977122 – 34.МБ.222	

Список сокращений

ААС – атомно-адсорбционная спектроскопия	ПЛ – пленка
АД – адсорбция	ПММА – полиметилметакрилат
АРУ – ароматические углеводороды	ПП – полипропилен
БПК – биологическое потребление кислорода	ПР – проводимость
ВА – вольтамперометрия	ПРО – предел обнаружения
ВЧ – высокая частота	ПС – полистирол
ГГ – градуировочный график	ПТ – потенциал
ГК – гексан	ПТФЭ – политетрафторэтилен
ГХ – газовая хроматография	ПУ – полиуретан
ДДС – додецилсульфат	ПФ – подвижная фаза
ДИП – детектор с ионизацией в пламени	ПФО – полифениленоксид
ДМФА – диметилформамид	ПЭ – полиэтилен
ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота	ПЭГ – полиэтиленгликоль
ДС – десорбция	ПЭО – полиэтиленоксид
ДСК – дифференциальная сканирующая калориметрия	ПЭТФ – полиэтилентерефталат
ДТА – дифференциальный термический анализ	ПЭФ – полиэфиры
ЖК – жидкий кристалл	ПЭФС – полиэфиры сложные
ЖХ – жидкостная хроматография	РЗЭ – редкоземельный элемент
ИК – инфракрасный	РК – реактор
ИКС – инфракрасная спектроскопия	РНК – рибонуклеиновая кислота
ИО – ионный обмен	РСТА – рентгеноструктурный анализ
ИОХ – ионообменная хроматография	РФЛА – рентгеновский флуоресцентный анализ
ИСЭ – ионоселективный электрод	РЭС – рентгеновская электронная спектроскопия
ИХ – ионная хроматография	СВ – сточные воды
ККМ – критическая концентрация мицеллообразования	СГ – силикагель
КЛ – колонка	СК – синтетический каучук
КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза	СП – степень полимеризации
КТ – катализатор	СПЛ – сополимер
ЛМ – люминесценция	СТ – сталь
ЛОС – летучее органическое соединение	СФМ – спектрофотометрия
МБ – мембрана	СЭ – селективный электрод
МДФ – мелко-дисперсные фракции	СЭМ – сканирующая электронная микроскопия
МКП – молярный коэффициент погашения	ТБФ – трибутилфосфат
ММ – молекулярная масса	ТГА – термогравиметрический анализ
ММА – метилметакрилат	ТГФ – тетрагидрофуран
МНК – метод наименьших квадратов	ТСХ – тонкослойная хроматография
МС – масс-спектрометрия	ТТ – титрование
МСВИ – масс-спектрометрия вторичных ионов	ТЭ – топливный элемент
НПАВ – неионогенное поверхностно-активное вещество	ТЭС – теплоэлектростанция
НФ – неподвижная фаза	УВ – углеводород
НЧ – низкая частота	УЗ – ультразвук
ОП – оптическая плотность	УФ – ультрафиолетовый
ПА – полиамиды	ФЛ – флуоресценция
ПАВ – поверхностно-активное вещество	ФЭС – фотоэлектронная спектроскопия
ПАК – полиакриловая кислота	ХГ – хроматография
ПАН – полиакрилонитрил	ХМС – хроматомасс-спектрометрия
ПВ – поверхность	ХПК – химическое потребление кислорода
ПВДФ – поливинилиденфторид	Ц – целлюлоза
ПВС – поливиниловый спирт	ЦВА – циклическая вольтамперометрия
ПВХ – поливинилхлорид	ЦТ – цеолит
ПДК – предельно допустимая концентрация	Э – электрод
ПДМС – полидиметилсилоксан	Вз – бензоил
ПИ – полиимиды	Et – этил
ПИА – проточно-инжекционный анализ	
ПК – покрытие	

Journal of Membrane Science, Volume 291, Issues 1-2, Pp. 1-220 (15 March 2007)

Analyzing adsorption and diffusion behaviors of ethanol/water through silicalite membranes by molecular simulation

Pp. 1-9

Jin Zhi Yang, Qing Lin Liu and Hai Tao Wang

Modification of poly(ether imide) membranes with brominated polyvinylpyrrolidone

Pp. 10-18

W. Albrecht, J. Schauer, Th. Weigel, K. Richau, Th. Groth and A. Lendlein

Feasibility study of a novel membrane reactor for syngas production: Part 1: Experimental study of O₂ permeation through perovskite membranes under-reducing and non-reducing atmospheres

Pp. 19-32

Wenxing Zhang, J. Smit, M. van Sint Annaland and J. A.M. Kuipers

Feasibility study of a novel membrane reactor for syngas production: Part 2: Adiabatic reactor simulations

Pp. 33-45

J. Smit, Wenxing Zhang, M. van Sint Annaland and J. A.M. Kuipers

Dehydration of TFEA/water mixture through hydrophilic zeolite membrane by pervaporation

Pp. 46-52

Hyoseong Ahn, Hyeryeon Lee, Soo-Bok Lee and Yongtaek Lee

Direct numerical simulation of flow in spacer-filled channels: Effect of spacer geometrical characteristics

Pp. 53-69

C.P. Koutsou, S.G. Yiantsios and A.J. Karabelas

Preparation and characterization of hydrophobic ceramic hollow fibre membrane

Pp. 70-76

Sirichai Koonaphapdeelert and K. Li

Physico-chemical integrity of nanofiltration/reverse osmosis membranes during characterization by Rutherford backscattering spectrometry

Pp. 77-85

Baoxia Mi, David G. Cahill and Benito J. Mari- as

A novel RO ex situ scale observation detector (EXSOD) for mineral scale characterization and early detection

Pp. 86-95

Michal Uchymiak, Anditya Rahardianto, Eric Lyster, Julius Glater and Yoram Cohen

Xylooligosaccharide recovery from agricultural biomass waste treatment with enzymatic polymeric membranes and characterization of products with MALDI-TOF-MS

Pp. 96-105

Angels Cano and Cristina Palet

Evaluation of the membrane properties with changing iodine molar ratio in HI_x (HI_xAYI₂AYH₂O mixture) solution to concentrate HI by electro-electrodialysis

Pp. 106-110

Seong-Dae Hong, Jeong-Keun Kim, Ki-Kwang Bae, Sang-Ho Lee, Ho-Sang Choi and Gab-Jin Hwang

Diffusion of mobile products in reactive barrier membranes

Pp. 111-119

Tsutomu Shimotori, Edward L. Cussler and William A. Arnold

In search of a standard method for the characterisation of organic solvent nanofiltration membranes

Pp. 120-125

Y.H. See Toh, X.X. Loh, K. Li, A. Bismarck and A.G. Livingston

Hydrogen permeation of the Zr₆₅Al_{7.5}Ni₁₀Cu_{12.5}Pd₅ alloy in three different microstructures

Pp. 126-130

Shin-Ichi Yamaura, Shuhei Nakata, Hisamichi Kimura and Akihisa Inoue

Effect of copolymer composition, temperature, and carbon dioxide fugacity on pure- and mixed-gas permeability in poly(ethylene glycol)-based materials: Free volume interpretation

Pp. 131-139

Haiqing Lin, Benny D. Freeman, Sumod Kalakkunnath and Douglass S. Kalika

Fluorene-containing sulfonated poly(arylene ether 1,3,4-oxadiazole) as proton-exchange membrane for PEM fuel cell application

Pp. 140-147

X.Y. Shang, D. Shu, S.J. Wang, M. Xiao and Y.Z. Meng

Re-evaluation of Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O₃IT= perovskite as oxygen semi-permeable membrane

Pp. 148-156

Pingying Zeng, Zhihao Chen, Wei Zhou, Hongxia Gu, Zongping Shao and Shaomin Liu

Selective separation of CO₂ by using novel facilitated transport membrane at elevated temperatures and pressures

Pp. 157-164

R. Yegani, H. Hirozawa, M. Teramoto, H. Himei, O. Okada, T. Takigawa, N. Ohmura, N. Matsumiya and H. Matsuyama

Effect of current density on ionic transport and water dissociation phenomena in a continuous electrodeionization (CEDI)

Pp. 165-171

Jung-Hoon Song, Kyeong-Ho Yeon and Seung-Hyeon Moon

A dense oxygen separation membrane deriving from nanosized mixed conducting oxide

Pp. 172-179

Zhentaо Wu, Xueliang Dong, Wanqin Jin, Yiqun Fan and Nanping Xu

Improving dextran tests for ultrafiltration membranes: Effect of device format

Pp. 180-190

Andrew L. Zydney and Alex Xenopoulos

Preparation of poly(vinylidene fluoride) hollow fiber membranes for microfiltration using modified TIPS process

Pp. 191-198

Bong Jun Cha and Jung Mok Yang

Reversible diamine cross-linking of polyimide membranes

Pp. 199-209

Clem E. Powell, Xavier J. Duthie, Sandra E. Kentish, Greg G. Qiao and Geoff W. Stevens

Preparation of proton-conducting composite membranes from sulfonated poly(ether ether ketone) and polyacrylonitrile

Pp. 210-219

Jinwen Wang, Zhongren Yue and James Economy

Volume 292, Issues 1-2, Pp. 1-158 (5 April 2007)

Self-assembly of polyelectrolyte multilayer pervaporation membranes by a dynamic layer-by-layer technique on a hydrolyzed polyacrylonitrile ultrafiltration membrane

Pp. 1-8

Guojun Zhang, Haihong Yan, Shulan Ji and Zhongzhou Liu

Vacuum assisted removal of volatile to semi-volatile organic contaminants from water using hollow fiber membrane contactors: I:

Experimental results

Pp. 9-16

Shamsul Abedin Tarafder, Christopher McDermott and Christoph Schüth

Vacuum assisted removal of volatile to semi volatile organic contaminants from water using hollow fiber membrane contactors: II:

A hybrid numerical-analytical modeling approach

Pp. 17-28

Christopher Ian McDermott, Shamsul Abedin Tarafder, Olaf Kolditz and Christoph Schüh

Nafion based organic/inorganic composite membrane for air-breathing direct methanol fuel cells

Pp. 29-34

Wonmok Lee, Haekyoung Kim, Tae Kyung Kim and Hyuk Chang

Chemical transport in silicone rubber membranes from pure powders and saturated aqueous solutions

Pp. 35-44

Eugene E. Ley and Annette L. Bunge

Pure and mixed gas CH₄ and n-C₄H₁₀ sorption and dilation in poly(dimethylsiloxane)

Pp. 45-61

Roy D. Raharjo, Benny D. Freeman and Edgar S. Sanders

Analysis of microporous membranes obtained from polypropylene films by stretching

Pp. 62-71

Farhad Sadeghi, Abdellah Ajji and Pierre J. Carreau

Polysiloxanes with pendent bulky groups having amino-hydroxy functionality: Structure–permeability correlation

Pp. 72-79

U. Senthilkumar and B.S.R. Reddy

A lattice–fluid model for the determination of the water/polymer interaction parameter from water uptake measurements

Pp. 80-91

M. Karimi, M. Heuchel, W. Albrecht and D. Hofmann

Zeolite membrane for CO₂ removal: Operating at high pressure

Pp. 92-97

Victor Sebastián, Izumi Kumakiri, Rune Bredesen and Miguel Menéndez

Synthesis and characterization of composite membranes based on a-zirconium phosphate and silicotungstic acid

Pp. 98-105

M. Helen, B. Viswanathan and S. Srinivasa Murthy

Separation of xylose from glucose by nanofiltration from concentrated monosaccharide solutions

Pp. 106-115

Elina Sjöman, Mika Mänttari, Marianne Nyström, Hannu Koivikko and Heikki Heikkilä

Preparation of protein-adsorption-resistant polyethersulfone ultrafiltration membranes through surface segregation of amphiphilic comb copolymer

Pp. 116-124

Xiaole Ma, Yanlei Su, Qiang Sun, Yanqiang Wang and Zhongyi Jiang

Pervaporation and characterization of chitosan membranes cross-linked by 3-aminopropyltriethoxysilane

Pp. 125-132

Jian Hua Chen, Qing Lin Liu, Xiu Hua Zhang and Qiu Gen Zhang

Barrier properties of nylon 6-montmorillonite nanocomposite membranes prepared by melt blending: Influence of the clay content and dispersion state: Consequences on modelling

Pp. 133-144

E. Picard, A. Vermogen, J.-F. Gérard and E. Espuche

Preparation of aminated microfiltration membranes by degradable functionalization using plain PEI membranes with various morphologies

Pp. 145-157

W. Albrecht, F. Santoso, K. Lützow, Th. Weigel, R. Schomäcker and A. Lendlein

Volume 293, Issues 1-2, Pp. 1-182 (20 April 2007)

A generalized integral method for solving the design equations of dissolution/diffusion-controlled drug release from planar, cylindrical and spherical matrix devices

Pp. 1-14

María I. Cabrera and Ricardo J.A. Grau

Transport of butane in a porous Vycor glass membrane in the region of condensation pressure

Pp. 15-21

P. Uchytíl, R. Petrickovic and A. Seidel-Morgenstern

Gas separation of 6FDA–6FpDA membranes: Effect of the solvent on polymer surfaces and permselectivity

Pp. 22-28

Roberto Recio, Laura Palacio, Pedro Prádanos, Antonio Hernández, Ángel E. Lozano, Ángel Marcos, José G. de la Campa and Javier de Abajo

Hydrogenation of acetophenone in a pervaporative catalytic membrane reactor with online mass spectrometric monitoring

Pp. 29-35

Gisela Bengtson, Dorota Panek and Detlev Fritsch

FCC gasoline desulfurization by pervaporation: Effects of gasoline components

Pp. 36-43

Ying Kong, Ligang Lin, Jinrong Yang, Deqing Shi, Huimin Qu, Kekun Xie and Linying Li

Influence of CO₂ on the oxygen permeation performance and the microstructure of perovskite-type (Ba_{0.5}Sr_{0.5})(Co_{0.8}Fe_{0.2})O_{3-d} membranes

Pp. 44-52

Mirko Arnold, Haihui Wang and Armin Feldhoff

On the limits of gas separation in CO₂/CH₄, N₂/CH₄ and CO₂/N₂ binary mixtures using polyimide membranes

Pp. 53-65

Martha L. Cecopieri-Gómez, Joaquín Palacios-Alquisira and J.M. Domínguez

Determination of cake porosity using image analysis in a coagulation–microfiltration system

Pp. 66-72

Pyung-Kyu Park, Chung-Hak Lee and Sangho Lee

A novel application of supported liquid membranes based on ionic liquids to the selective simultaneous separation of the substrates and products of a transesterification reaction

Pp. 73-80

Francisco J. Hernández-Fernández, Antonia P. de los Ríos, Manuel Rubio, Francisca Tomás-Alonso, Demetrio Gómez and Gloria Vílora

A molecular dynamics simulation of pressure-driven gas permeation in a micropore potential field on silica membranes

Pp. 81-93

Tomohisa Yoshioka, Masashi Asaeda and Toshinori Tsuru

Low methanol permeable sulfonated poly(phthalazinone ether sulfone) membranes for DMFCs

Pp. 94-99

Jun Fang, Pei Kang Shen and Qing Lin Liu

Preparation of microporous poly(vinylidene fluoride) membranes via phase inversion in supercritical CO₂

Pp. 100-110

Shirong Huang, Guozhong Wu and Shimou Chen

Coupled effects of colloidal deposition and salt concentration polarization on reverse osmosis membrane performance

Pp. 111-123

Fulin Wang and Volodymyr V. Tarabara

Surface modification of polyurethane membranes using acrylic acid vapour plasma and its effects on the pervaporation processes

Pp. 124-132

D.E. Weibel, C. Vilani, A.C. Habert and C.A. Achete

Immobilization of lipase with a special microstructure in composite hydrophilic CA/hydrophobic PTFE membrane for the chiral separation of racemic ibuprofen

Pp. 133-141

Yujun Wang, Yu Hu, Jian Xu, Guangsheng Luo and Youyuan Dai

Development of novel mordenite-filled chitosan–poly(acrylic acid) polyelectrolyte complex membranes for pervaporation dehydration of ethylene glycol aqueous solution

Pp. 142-150

Changlai Hu, Ruili Guo, Ben Li, Xiacong Ma, Hong Wu and Zhongyi Jiang

Extraction of copper from ammoniacal medium by emulsion liquid membranes using LIX 54

Pp. 151-160

M. Lurdes F. Gameiro, Pedro Bento, M. Rosinda C. Ismael, M. Teresa A. Reis and Jorge M.R. Carvalho

Feasibility study on petrochemical wastewater treatment and reuse using submerged MBR

Pp. 161-166

Jian-Jun Qin, Maung Htun Oo, Guihe Tao and Kiran A. Kekre

Modeling transient permeation of polar organic mixtures through a MFI zeolite membrane using the Maxwell–Stefan equations

Pp. 167-173

Miao Yu, John L. Falconer, Richard D. Noble and R. Krishna

Using the method of homogenization to calculate the effective diffusivity of the stratum corneum

Pp. 174-182

Jee E. Rim, Peter M. Pinsky and William W. van Osdol

Volume 294, Issues 1-2, Pp. 1-218 (15 May 2007)

Rapid communication

Interfacial polymerization of thin film nanocomposites: A new concept for reverse osmosis membranes

Pp. 1-7

Byeong-Heon Jeong, Eric M.V. Hoek, Yushan Yan, Arun Subramani, Xiaofei Huang, Gil Hurwitz, Asim K. Ghosh and Anna Jawor

Original research papers

Preparation of a novel composite micro-porous polymer electrolyte membrane for high performance Li-ion battery

Pp. 8-15

A. Subramania, N.T. Kalyana Sundaram, A.R. Sathiya Priya and G. Vijaya Kumar

Lithium silicate based membranes for high temperature CO₂ separation

Pp. 16-21

Takeo Yamaguchi, Takuya Niitsuma, Balagopal N. Nair and Kazuaki Nakagawa

Directly copolymerized partially fluorinated disulfonated poly(arylene ether sulfone) random copolymers for PEM fuel cell systems: Synthesis, fabrication and characterization of membranes and membrane-electrode assemblies for fuel cell applications

Pp. 22-29

K.B. Wiles, C.M. de Diego, J. de Abajo and J.E. McGrath

Influence of membrane material and corrugation and process conditions on emulsion microfiltration

Pp. 30-39

B. Hu and K. Scott

Operating temperature effects on the plasticization of polyimide gas separation membranes

Pp. 40-49

Xavier Duthie, Sandra Kentish, Clem Powell, Kazukiyo Nagai, Greg Qiao and Geoff Stevens

Carbon dioxide recovery from post-combustion processes: Can gas permeation membranes compete with absorption?

Pp. 50-59

Eric Favre

Studies on the air membrane separation in the presence of a magnetic field

Pp. 60-67

Anna Strzelewicz and Zbigniew J. Grzywna

Enhanced permeation performance of cellulose acetate ultrafiltration membrane by incorporation of Pluronic F127

Pp. 68-74

Cailing Lv, Yanlei Su, Yanqiang Wang, Xiaole Ma, Qiang Sun and Zhongyi Jiang

Synthesis and characterization of sulfonated poly(arylene thioether)s and their blends with polybenzimidazole for proton exchange membranes

Pp. 75-83

J.K. Lee and J. Kerres

The use of membrane-assisted precipitation for the concentration of xanthan gum

Pp. 84-92

Beatriz Torrestiana-Sanchez, Laura Balderas-Luna, Edmundo Brito-De la Fuente and Robert W. Lencki

Comparison of the performance of two different regenerated cellulose ultrafiltration membranes at high filtration pressure

Pp. 93-102

M. Kallioinen, M. Pekkarinen, M. Mänttari, J. Nuortila-Jokinen and M. Nyström

Dual-layer P84/polyethersulfone hollow fibers for pervaporation dehydration of isopropanol

Pp. 103-114

Rui Xue Liu, Xiang Yi Qiao and Tai-Shung Chung

A serial filtration investigation of membrane fouling by natural organic matter

Pp. 115-126

Jaeshin Kim, Wei Shi, Yeping Yuan and Mark M. Benjamin

Modification of the commercial carrier in supported liquid membrane system to enhance lactic acid flux and to separate l,d-lactic acid enantiomers

Pp. 127-131

Qian Yang and Tai-Shung Chung

A morphological and structural study of Ultem/P84 copolyimide dual-layer hollow fiber membranes with delamination-free morphology

Pp. 132-146

Natalia Widjojo, Tai Shung Chung and William B. Krantz

Polysulfone and functionalized carbon nanotube mixed matrix membranes for gas separation: Theory and experiment

Pp. 147-158

Sangil Kim, Liang Chen, J. Karl Johnson and Eva Marand

Hybridization of Nafion membranes by the infusion of functionalized siloxane precursors

Pp. 159-168

Marino Lavorgna, Leno Mascia, Giuseppe Mensitieri, Marianne Gilbert, Giuseppe Scherillo and Biagio Palomba

Flux-dependent transmission of supercoiled plasmid DNA through ultrafiltration membranes

Pp. 169-177

David R. Latulippe, Kimberly Ager and Andrew L. Zydney

Carbon nanotube composite membranes of brominated poly(2,6-diphenyl-1,4-phenylene oxide) for gas separation

Pp. 178-185

Hailin Cong, Jianmin Zhang, Maciej Radosz and Youqing Shen

Evaluation of effective routes and sizes for permeation through polycrystalline MFI-type zeolite membranes prepared by secondary growth

Pp. 186-195

Y. Hasegawa, T. Nagase, Y. Kiyozumi and F. Mizukami

Preparation and characterization of improved fouling-resistant PPESK ultrafiltration membranes with amphiphilic PPESK-graft-PEG copolymers as additives

Pp. 196-206

Li-Ping Zhu, Li Xu, Bao-Ku Zhu, Yong-Xiang Feng and You-Yi Xu

Effect of electrolyte strength on acid separation with NF membranes

Pp. 207-212

J. Tanninen, M. Mänttari and M. Nyström

Letters to the Editor

On the profile of gas pressure drops in the bore of hollow fiber membranes: A reply to the comment by T.S.Y. Choong in J. Membr. Sci. 280 (2006) 990

Pp. 213-215

P. Shao and R.Y.M. Huang

Letter to the Editor

Page 216

T.S.Y. Choong

A further reply to Mr. Choong's comments

Page 217

Pinghai Shao and Robert Y. Huang

Volume 295, Issues 1-2, Pp. 1-158 (31 May 2007)

Original research papers

Cellulose nitrate membrane formation via phase separation induced by penetration of nonsolvent from vapor phase

Pp. 2-10

Haixiang Sun, Shengnan Liu, Baosheng Ge, Li Xing and Huanlin Chen

Biofouling of reverse osmosis membranes: Role of biofilm-enhanced osmotic pressure

Pp. 11-20

Moshe Herzberg and Menachem Elimelech

Permeability of water in poly(perfluorosulfonic) acid membrane with different counterions

Pp. 21-27

G. Suresh, A.K. Pandey and A. Goswami

On transport resistances in direct contact membrane distillation

Pp. 28-39

L. Martínez and J.M. Rodríguez-Maroto

Development and characterization of nanoporous carbon membranes for protein ultrafiltration

Pp. 40-49

Tapan N. Shah, Henry C. Foley and Andrew L. Zydney

A model for the performance of microporous mixed matrix membranes with oriented selective flakes

Pp. 50-70

Joshua A. Sheffel and Michael Tsapatsis

Sericin/poly(vinyl alcohol) blend membranes for pervaporation separation of ethanol/water mixtures

Pp. 71-79

Marcelino L. Gimenes, Li Liu and Xianshe Feng

Novel interpenetrating polymer network sulfonated poly (phthalazinone ether sulfone ketone)/polyacrylic acid proton exchange membranes for fuel cell

Pp. 80-87

Xuemei Wu, Gaohong He, Shuang Gu, Zhengwen Hu and Pingjing Yao

Surface modification of cardo polyetherketone ultrafiltration membrane by photo-grafted copolymers to obtain nanofiltration membranes

Pp. 88-94

Changquan Qiu, Quang Trong Nguyen and Zhenghua Ping

An innovative approach to improve the performance of a two separate phase enzyme membrane reactor by immobilizing lipase in presence of emulsion

Pp. 95-101

L. Giorno, E. D'Amore, R. Mazzei, E. Piacentini, J. Zhang, E. Drioli, R. Cassano and N. Picci

The effect of de-gassing on the efficiency of reverse osmosis filtration

Pp. 102-107

M. Rzechowicz and R.M. Pashley

Determination and theoretical evaluation of selectivity coefficients of monovalent anions in anion-exchange polymer inclusion membrane

Pp. 108-113

Suparna Sodaye, G. Suresh, A.K. Pandey and A. Goswami

Removing thiophenes from n-octane using PDMS–AgY zeolite mixed matrix membranes

Pp. 114-120

Rongbin Qi, Yujun Wang, Jian Chen, Jiding Li and Shenlin Zhu

Characterization of partially sulfonated polyoxadiazoles and oxadiazole–triazole copolymers

Pp. 121-129

Dominique Gomes, Jerusa Roeder, Mariela L. Ponce and Suzana P. Nunes

Maleic anhydride surface-modification of crosslinked chitosan membrane and its pervaporation performance

Pp. 130-138

Wei Zhang, Gewei Li, Yajin Fang and Xinping Wang

Chemical and operational aspects in running the polymer assisted ultrafiltration for separation of copper(II)–citrate complexes from aqueous media

Pp. 139-147

Raffaele Molinari, Teresa Poerio and Pietro Argurio

Synthesis and characterization of rigid-rod sulfonated polyimides bearing sulfobenzoyl side groups as proton exchange membranes

Pp. 148-158

Nanwen Li, Zhiming Cui, Suobo Zhang and Wei Xing

Volume 296, Issues 1-2, Pp. 1-196 (15 June 2007)

Review article

Nanofibrous filtering media: Filtration problems and solutions from tiny materials

Pp. 1-8

R.S. Barhate and Seeram Ramakrishna

Original research papers

Investigation of the Ag-SiO₂/sulfonated poly(biphenyl ether sulfone) composite membranes for fuel cell

Pp. 9-14

Danmin Xing, Huamin Zhang, Liang Wang, Yunfeng Zhai and Baolian Yi

Oxygen-enriching properties of silicone rubber crosslinked membrane containing cobalt

Pp. 15-20

Hua-Xin Rao, Fan-Na Liu and Zi-Yong Zhang

Proton exchange membranes modified with sulfonated silica nanoparticles for direct methanol fuel cells

Pp. 21-28

Yu-Huei Su, Ying-Ling Liu, Yi-Ming Sun, Juin-Yih Lai, Da-Ming Wang, Yan Gao, Baijun Liu and Michael D. Guiver

Fluid dynamic gauging: A new tool to study deposition on porous surfaces

Pp. 29-41

Y.M.J. Chew, W.R. Paterson and D.I. Wilson

Protein antifouling mechanisms of PAN UF membranes incorporating PAN-g-PEO additive

Pp. 42-50

Seoktae Kang, Ayse Asatekin, Anne M. Mayes and Menachem Elimelech

Recovery and purification of surfactin from fermentation broth by a two-step ultrafiltration process

Pp. 51-57

Mohd Hafez Mohd Isa, Diego Esteban Coraglia, Richard A. Frazier and Paula Jauregi

Ultrafiltration of micellar solutions of nonionic surfactants with or without alachlor pesticide

Pp. 58-64

Danae Doulia and Ioannis Xiarchos

Structure-gas transport property relationships of hexafluoroisopropylidene based poly(imide-siloxane)s

Pp. 65-76

M. Srividhya and B.S.R. Reddy

Polymer electrolyte hybrid membranes prepared by radiation grafting of p-styryltrimethoxysilane into poly(ethylene-co-tetrafluoroethylene) films

Pp. 77-82

Jinhua Chen, Masaharu Asano, Yasunari Maekawa and Masaru Yoshida

Protein (BSA) fouling of reverse osmosis membranes: Implications for wastewater reclamation

Pp. 83-92

Wui Seng Ang and Menachem Elimelech

Membrane fouling mechanisms of a membrane enhanced biological phosphorus removal process

Pp. 93-101

Z. Geng, E.R. Hall and P.R. Bérubé

Synthesis and properties of novel sulfonated polyimide membranes for direct methanol fuel cell application

Pp. 102-109

Fengxia Zhai, Xiaoxia Guo, Jianhua Fang and Hongjie Xu

The effect of anionic, non-ionic and cationic surfactants on morphology and performance of polyethersulfone ultrafiltration membranes for milk concentration

Pp. 110-121

A. Rahimpour, S.S. Madaeni and Y. Mansourpanah

Preparation of silicalite-1 membrane by solution-filling method and its alcohol extraction properties

Pp. 122-130

Hongliang Chen, Yanshuo Li and Weishen Yang

Swelling of polymeric membranes in room temperature ionic liquids

Pp. 131-138

P. Izák, S. Hovorka, T. Bartovský, L. Bartovská and J.G. Crespo

Gas permeation properties of carbon molecular sieving membranes derived from the polymer blend of polyphenylene oxide (PPO)/polyvinylpyrrolidone (PVP)

Pp. 139-146

Hong-Joo Lee, Hiroyuki Suda, Kenji Haraya and Seung-Hyeon Moon

Dextran fouling of polyethersulfone ultrafiltration membranes—Causes, extent and consequences

Pp. 147-155

Heru Susanto, Steffen Franzka and Mathias Ulbricht

SPEEK-TiO₂ nanocomposite hybrid proton conductive membranes via in situ mixed sol-gel process

Pp. 156-161

M. Luisa Di Vona, Zakarya Ahmed, Serafina Bellitto, Alessandro Lenci, Enrico Traversa and Silvia Licoccia

Characterization of tubular zeolite NaA membranes prepared from clear solutions by FTIR-ATR, GIXRD and FIB-TEM-SEM

Pp. 162-170

Tomohiro Kyotani, Takehito Mizuno, Yumiko Katakura, Sonoko Kakui, Naoto Shimotsuna, Junji Saito and Takashi Nakane

A study of CaCO₃ scale formation and inhibition in RO and NF membrane processes

Pp. 171-184

Ch. Tzotzi, T. Pahiadaki, S.G. Yiantsios, A.J. Karabelas and N. Andritsos

Flat sheet membrane with controlled variation of pore density and pore size in a direction parallel to the surface

Pp. 185-194

Suksawat Sirijarukul, Emmanuel Balanzat, Elena N. Vasina and Philippe Déjardin

Corrigendum to “Transport mechanism of chromium(III) through the unmixed bulk liquid membrane containing dinonylnaphthalenesulfonic acid as a carrier” [J. Membr. Sci. 289 (2007) 187–190]

Page 195

R. Gawronski and P. Religa

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. Базиле, Ф. Галлуччи, А. Юллианелли</i>	
Исследования Института мембранных технологий (Национальный научный центр Италии ITM-CNR) по получению водорода в мембранных реакторах	3
<i>В.В. Скудин, С.Г. Стрельцов</i>	
Получение мембран методом химического осаждения из газовой фазы в реакторе с “холодными” стенками	22
<i>Е.С. Яворская</i>	
Современные направления в мембранной нанофильтрации биофармпрепаратов. Часть 2. Удаление бактериальных эндотоксинов. Мембранная ионообменная и афинная хроматография. Мембраны для контроля вирусов в воде	34
Памяти Николая Альфредовича Плате	42
Реферативный раздел	
Статьи	44
Патенты	74
Указатели	
Предметный указатель	81
Авторский указатель	102
Указатель источников	106
Патентный указатель	107
Список сокращений	108
Journal of Membrane Science, 2007, VV. 291-296	109

CONTENTS

<i>A. Basile, F. Gallucci, A. Iulianelli</i>	
Research activities on hydrogen production using membrane reactors at the ITM-CNR	3
<i>V.V. Skudin, S.G. Streltsov</i>	
The preparation of membranes by chemical vapor deposition in “cold” walls reactor	22
<i>E.S. Yavorskaya</i>	
Modern directions of membrane nanofiltration of bio-medical products. Part 2. Endotoxin removal. Membrane chromatography. Membrane for viral control	34
In memory Nikolay Plate	42
References	
Articles	44
Patents	74
Indexes	
Subject Index	81
Author Index	102
Bibliographical Index	106
Patent Index	107
Abbreviations	108
Journal of Membrane Science, 2007, VV. 291-296	109



ВИНИТИ РАН
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
продолжает подписку на
Информационно-аналитический журнал
«Мембраны»
Серия Критические технологии

В информационно-аналитическом журнале «Мембраны» Серия Критические технологии представлены оригинальные статьи, рефераты публикаций ведущих российских и зарубежных периодических изданий, патентные документы, аннотации на книги по основным направлениям современного состояния и развития мембранных технологий.

Журнал «Мембраны» выпускается в полиграфической и электронной формах с программным сопровождением. Объем ~15 усл. печ. л. Периодичность – 4 номера в год.

Индекс «Роспечати» 55813

Стоимость подписки на 2007 г. в печатной или электронной (CD) форме	
Организации РАН и государственные ВУЗы России	Другие организации России и стран СНГ
700 руб.	1400 руб.

Подписка на 1999–2006 годы: 700 руб. за год

Подписка проводится:

- в агентствах и отделениях службы почтовой связи по каталогам: Агентства «Роспечать», «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 2 на квартал и полугодие;
- в ВИНИТИ:

Все расчеты проводятся через ООО «НТИ-КОМПАКТ». Заказчики могут оформить подписку с любого номера, а также на издания журналов предыдущих лет, начиная с 1999 г.

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, ООО «НТИ-КОМПАКТ».

Телефоны: (495)152-5492, 152-6441

Факс: (495)152-5492

<http://www.viniti.ru>

E-mail: market@viniti.ru

Подписано в печать 30.05.2007

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).

