
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

Серия. КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕМБРАНЫ



информационно - аналитический журнал

№2 (38)

Москва 2008

РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
(ВИНИТИ)

Серия. Критические технологии

МЕМБРАНЫ

информационно-аналитический журнал

Издается с 1998 г.

№ 2 (38)

Выходит 4 раза в год



Москва 2008

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

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

Программно-технологическое обеспечение

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

Справочные данные:

125190, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ,
ОНИ по проблемам химии и наук о материалах
Тел.: (8 495) 155-42-42, 152-57-01
Факс: (8 495) 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.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ДИОКСИДА ЦЕРИЯ В ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОМ ПРОЦЕССЕ

Т.А. Седнева, Э.П. Локиин

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

Исследован процесс электрогидролиза нитрата церия (III) в катодном пространстве двухкамерного электролизера с анионообменной мембраной МА-41. В процессе гидролиза, сопровождаемого окислением трехвалентного церия активными катионами водорода, на катоде наряду с газообразным водородом выделяется осадок диоксида церия. Нитрат-ионы, мигрирующие в анодное пространство образуют азотную кислоту с катионами водорода от процесса анодного окисления воды, который сопровождается также выделением газообразного кислорода. Определена свободная удельная поверхность и рассчитаны размеры кристаллитов получаемых продуктов, указывающие на их наноразмерный характер (5–10 нм). Показана фотокаталитическая активность полученных порошков диоксида церия.

Ключевые слова: нитрат церия, электромембранный процесс, анионообменная мембрана, электрогидролиз, окисление, наноразмерный порошок диоксида церия, фотокаталитическая активность

Process of an electrohydrolysis of nitrate of cerium (III) in a cathode compartment of a two-chambered electrolytic bath with anion-exchange a membrane is investigated. It is shown, that during a hydrolysis accompanied with an oxidizing of trivalent cerium by the active cations of hydrogen, on the cathode alongside with gasiform hydrogen the precipitate of dioxide of cerium is oozed. The nitrates-ions migrating in an anode compartment form hydrogen nitrate with cations of hydrogen from process of an anodic oxidizing of water which is accompanied also by eduction of aeriform oxygen. The free specific surface area is spotted and the sizes of crystal grains of the gained yields are given, indicating on their highly disperse character (5–10 nm). Photocatalytic activity of the obtained powders of dioxide of cerium is shown.

Key words: nitrate of cerium, electromembrane process, an anion-exchange membrane, an electrohydrolysis, an oxidizing, a nano-size powder of dioxide of cerium, photocatalytic activity

Для получения наноразмерных порошков диоксида церия, используемых в производстве катализаторов, люминофоров, оптического стекловарения, антикоррозийных и магнитных материалов и т.д., в настоящее время используют методы гидролиза из растворов сложного состава с привлечением комплекса органических и неорганических реагентов для повышения дисперсности осадков при сохранении их фильтрующих свойств [1, 2]. Используемые химические методы многостадийны, реагентоемки, продолжительны и характеризуются значительным объемом сбросных растворов сложного состава, что ограничивает их широкое применение.

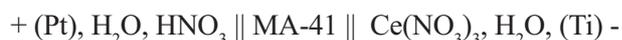
Известный [3] электрохимический метод получения диоксида церия из растворов $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ и нитрата аммония в катодной камере диафрагмен-

ного электролизера привлекателен возможностью сокращения реагентов и стадий процесса. Вместе с тем он характеризуется недостаточной эффективностью, поскольку не обеспечивает высокого извлечения церия в конечный продукт. Непрерывное повышение концентрации азотной кислоты по мере электрогидролиза нитрата церия в катодной камере диафрагменного электролизера приводит к снижению рН католита, в результате чего прекращается наращивание катодного осадка, и начинается его растворение с переводом церия (IV) в раствор, из которого, будучи сильным окислителем, он снова восстанавливается на катоде до церия (III). В результате снижается извлечение церия в осадок. Применяемая диффузионная мембрана не обеспечивает должного отвода нитрат-ионов, вследствие чего

они распределяются между анолитом и католи- том. Более целесообразным для эффективного извлечения в осадок диоксида церия было бы использование для разделения анодной и катодной зон селективной анионообменной мембраны.

Работа посвящена исследованию закономерностей электрогидролиза нитрата церия в катодном пространстве электролизера с анионообменной мембраной, а также изучению состава, дисперсности и морфологии получаемого продукта.

В указанных целях растворы, приготовленные из реактива $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ квалификации «хч», подвергали гидролизу в катодной камере мембранного электролизера (рис. 1), отделенной от анода анионообменной мембраной МА-41 при непрерывной циркуляции анолита и католита в замкнутых циклах по схеме:



В катодную камеру электролизера вводили 120 мл раствора, содержащего $50 \div 200$ г/л $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ в пересчете на CeO_2 , а в анодную, отделенную анионообменной мембраной, – 120 мл раствора азотной кислоты, содержащего ~5 г/л HNO_3 (для стартового повышения электропроводности анолита). Через католит и анолит пропускали электрический ток плотностью $2,5 \div 12,5$ А/дм². Катодом служила пластина из титана, а анодом – из платины. В процессе электролиза контролировали количество пропущенного электричества (Q, А·ч), напряжение

(U, В), концентрацию азотной кислоты (HNO_3 , г/л) в анолите и массу полученного в катодной камере осадка (M, г) по окончании процесса. Полученные данные использовали для расчета извлечения азотной кислоты из католита в анолит (С, %), выходов по току азотной кислоты (η , %) и церия (η_{Ce} , %), удельный расход электроэнергии на перенос в анолит нитрат-ионов (W, кВт·ч/кг), скорость переноса нитрат-ионов через мембрану (V, кг/м²·ч) по известным методикам. В настоящей работе приведены данные (табл. 1), полученные при следующих режимах электролиза: 1 – 50 г/л CeO_2 , $i=2,5$ А/дм²; 2 – 50 г/л CeO_2 , $i=5$ А/дм²; 3 – 50 г/л CeO_2 , $i=10$ А/дм²; 4 – 50 г/л CeO_2 , $i=12,5$ А/дм²; 5 – 100 г/л CeO_2 , $i=2,5$ А/дм²; 6 – 100 г/л CeO_2 , $i=7,5$ А/дм²; 7 – 100 г/л CeO_2 , $i=12,5$ А/дм²; 8 – 200 г/л CeO_2 , $i=10$ А/дм²; 9 – 200 г/л CeO_2 , $i=2,5$ А/дм².

Образовавшийся в катодном пространстве осадок (рис. 2) отделяли от раствора фильтрованием, промывали дистиллированной водой и высушивали на воздухе при температуре 60 °С в течение 1 ч. Фазовый состав полученных образцов исследовали на дифрактометре ДРОН-3 (излучение CuK_α). Удельную поверхность (S, м²/г) измеряли методом ВЕТ по низкотемпературной адсорбции азота (FlowSorb II 2300), на основании которой рассчитывали средний размер (R, нм) частиц осадка. Состав полученных порошков определяли методами элементного анализа. Морфологию осадков изучали с помощью цифрового сканирующего электронного микроскопа SEM LEO-420.

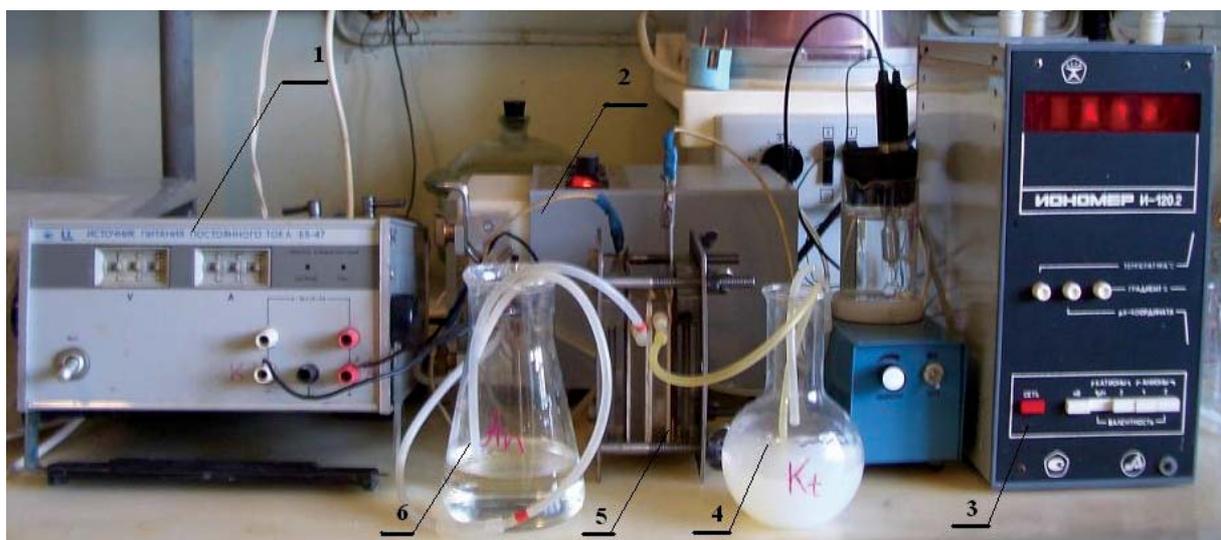
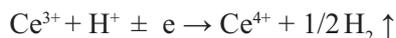
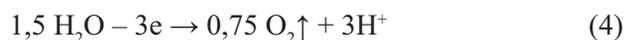


Рис. 1. Электромембранная установка: 1 – источник питания; 2 – перистальтический насос; 3 – рН-метр; 4, 6 – буферные колбы католита и анолита; 5 – 2-х камерный мембранный электролизер

выступать в качестве окислителя:



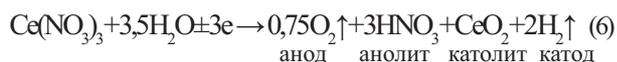
В анодном пространстве разложение воды на аноде сопровождается выделением кислорода и катионов водорода:



Освобождающиеся катионы водорода, объединяясь с нитрат-ионами, мигрирующими из катодного пространства через анионообменную мембрану, образуют в анолите азотную кислоту:



Электрохимический процесс, протекающий в катодной и анодной камерах электролизера, описывается итоговым уравнением реакций:



Таким образом, продуктами электрогидролиза нитрата церия (III) в электромембранном процессе являются: газообразные кислород и водород, раствор азотной кислоты и осадок диоксида церия. Электролиз сопровождается вспениванием катодита, чему способствует интенсивное выделение газообразного водорода и эмульгирующие свойства мелкодисперсных осадков церия(IV). Локализация гидроксил-ионов мембраной призвана способствовать достижению и стабилизации pH катодита на уровне 4–7 на протяжении всего процесса для стабильного извлечения церия в осадок.

Кроме того, анионообменная мембрана должна обеспечивать непрерывное удаление из катодной камеры свободных в результате реакции (2) нитрат-ионов в анолит, где они с катионами водорода образуют азотную кислоту по реакции (5). Это значительно понижает возможность растворения осадка CeO_2 с образованием в катодите катионов церия (IV), способных к обратному восстановлению до церия (III) на катоде, что приводило бы в итоге к снижению выхода по току.

Результаты исследований, представленные в табл. 1, показывают, что эффективность использования анионообменной мембраны для разделения камер электролизера зависит от условий

электролиза, в т.ч. от плотности тока и концентрации нитрата церия в катодите. Выход по току азотной кислоты ниже 100% указывает, возможно, на конкурирующий перенос гидроксид-ионов, особенно при низких значениях плотности тока. Так из данных табл. 1 и рис. 4 следует, что с повышением плотности тока от 2,5 до 10 и 12,5 А/дм² pH катодита при пропускании равного количества электричества все более стабилизируется на уровне значений 6,8–7,0. Это наблюдается как при электрогидролизе растворов с содержанием 50, так и 100 г/л CeO_2 . Наиболее высокие технические показатели процесса соответствуют более высокой исходной концентрации катодита. Так, при пропускании $Q=2,5 \text{ А}\cdot\text{ч}$ ($i=12,5 \text{ А/дм}^2$) через раствор, содержащий 50 г/л CeO_2 , $\eta=64,2\%$, а для раствора со 100 г/л CeO_2 – 91,4%, что сопровождается понижением W от 8,9 до 6,2 кВт·ч/кг.

Периодический процесс сопровождается снижением в электролите концентрации церия, осаждающегося в виде CeO_2 с низкой электропроводностью на поверхности катода. Поэтому напряжение на электролизере и удельный расход электроэнергии в конце процесса резко повышаются, что можно избежать при непрерывном режиме и удалении осадка с поверхности катода, либо при использовании платинового катода.

Поскольку одним из продуктов мембранного электрогидролиза является чистый раствор азот-

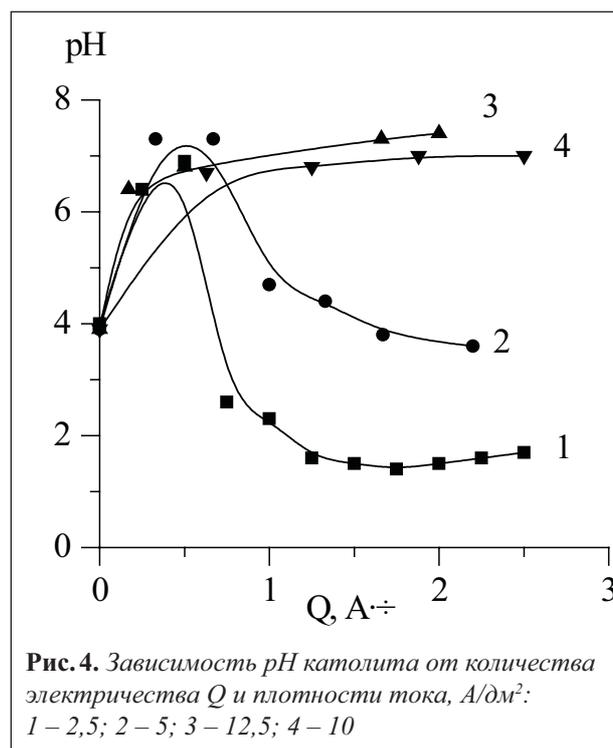


Рис. 4. Зависимость pH катодита от количества электричества Q и плотности тока, А/дм^2 : 1 – 2,5; 2 – 5; 3 – 12,5; 4 – 10

№ режима	Время, ч	Q, А·ч	U, В	рН католита	Анолит		η, %	W, кВт·ч/кг	V, кг/м ² ·ч
					HNO ₃ , г/л	C, %			
1	0	0	10,0	4,0	0	0	-	-	-
	0,50	0,25	5,8	6,4	3,8	7,1	77,6	3,18	0,46
	1,00	0,50	6,8	6,9	10,2	19,0	104,2	2,78	0,61
	3,00	1,50	8,1	1,5	20,2	37,6	68,8	5,01	0,40
	5,00	2,50	19,1	1,7	29,1	54,2	59,4	13,67	0,35
	5,33	2,67	29,9	1,5	30,9	57,6	59,2	21,49	0,35
2	0,00	-	10,0	3,9	0	0	-	-	-
	0,33	0,33	8,0	7,3	6,5	12,1	102,3	3,4	1,18
	1,00	1,00	7,3	4,7	15,2	28,3	79,0	4,0	0,91
	1,67	1,67	7,9	3,8	22,2	41,3	69,1	5,0	0,80
	2,20	2,20	29,9	3,6	25,4	47,3	60,0	21,6	0,69
3	0	0	10,0	3,9	0	0	-	-	-
	0,08	0,17	10,0	-	2,6	4,9	81,4	5,32	1,88
	0,25	0,50	9,3	6,8	8,8	16,4	91,4	4,40	2,11
	0,83	1,66	11,9	7,3	23,9	44,6	74,8	6,89	1,73
	1,00	2,00	29,9	7,4	27,8	51,8	72,2	17,93	1,67
4	0	0	12,6	3,9	0	0	-	-	-
	0,25	0,63	10,9	6,7	8,9	16,6	74,0	6,38	2,14
	0,5	1,25	10,5	6,8	15,8	29,4	65,7	6,92	1,90
	1,00	2,50	13,2	7,1	30,9	57,5	64,2	8,90	1,85
	1,50	3,75	29,9	6,8	46,0	85,7	63,7	20,31	1,84
5	0	0	10,0	4,8	0	0	-	-	-
	0,33	0,17	5,8	7,0	3,9	3,0	100,1	2,04	0,71
	1,00	0,50	5,9	6,9	8,9	8,3	92,5	2,76	0,53
	2,17	1,09	8,2	1,6	17,1	15,9	81,9	4,34	0,47
	4,00	2,00	14,5	1,3	28,4	26,4	73,8	8,51	0,43
6	0	0	10,0	4,0	0	0	-	-	-
	0,33	0,50	8,4	1,95	8,9	8,3	93,4	3,89	1,62
	1,00	1,50	19,2	1,1	24,6	22,9	85,2	9,76	1,48
	1,17	1,76	29,9	1,2	27,1	25,2	80,2	16,14	1,39
7	0	0	12,0	4,0	0	0	-	-	-
	0,67	1,01	11,1	6,9	19,6	18,2	101,3	4,74	1,76
	1,00	1,50	13,1	7,1	26,4	29,0	91,4	6,20	1,58
8	0	0	10,6	3,9	0	0	-	-	-
	0,33	0,66	10,1	5,1	12,2	5,68	96,0	4,55	2,22
	1,00	2,00	10,5	2,4	35,3	16,4	91,7	4,96	2,12
	1,50	3,00	29,9	1,3	51,0	23,7	88,3	14,66	2,04
9	0	0	10,0	4,4	0	0	-	-	-
	0,33	0,165	5,5	1,6	3,2	1,5	99,0	2,4	0,58
	1,00	0,50	5,8	1,4	9,2	4,3	94,0	2,6	0,55
	2,00	1,00	6,4	0,9	17,7	7,9	86,8	3,1	0,51
	4,00	2,00	8,1	0,7	30,2	14,2	77,4	4,5	0,45
	7,00	3,50	7,5	0,7	47,4	22,1	69,2	4,6	0,41

Табл. 1. Кинетика изменения параметров электролиза нитрата церия в зависимости от концентрации раствора и плотности тока при отношении $V_a : V_k = 1 : 1$

ной кислоты, то с целью ее более эффективного концентрирования были осуществлены процессы с сокращенным объемом анолита относительно катодного при соотношении $V_a:V_k=1:2$ (табл.2). Результаты показали возможность концентрирования азотной кислоты до 263 г/л HNO_3 (~ 4 моль/л) с достаточно высокими техническими показателями: извлечение нитрат-ионов в анолит – 97,6%, выход по току церия – 90,0%.

Определенная методом БЭТ свободная удельная поверхность сухих образцов диоксида церия

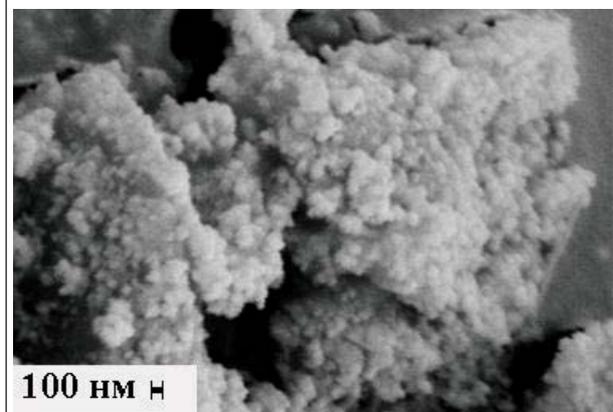
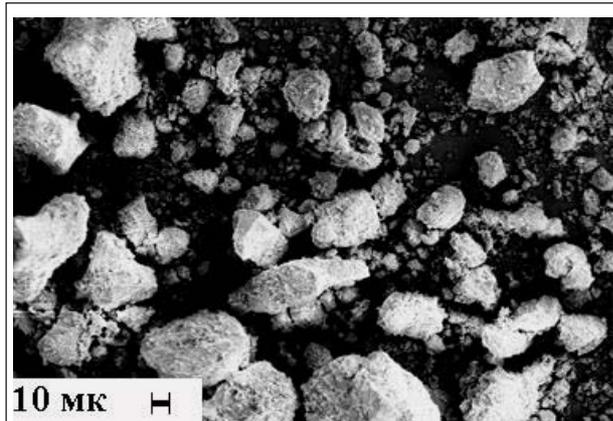


Рис.5. SEM-микротографии различного разрешения диоксида церия, полученного в катодной камере мембранного электролизера

i , $A/дм^2$	$[CeO_2]$ в католи- те, $г/л$	C , %	η_{Ce} , %	$[HNO_3]$ в анолите, $г/л$	Размер кристал- литов CeO_2 , $нм$
10,0	50	84,0	74,0	99,6	5,7
10,0	220	97,6	90,0	263,0	6,6
10,0	80	86,9	75,0	161,7	5,9
12,5	200	89,0	81,0	198,1	8,3
12,5	120	86,9	70,0	160,0	7,7
12,5	220	90,8	83,0	247,5	9,4

Табл.2. Зависимость технических характеристик электромембранного получения диоксида церия от плотности тока и концентрации исходного раствора при отношении $V_a:V_k = 1:2$ и пропускании $Q = 1 A \cdot ч$

указывает на то, что получаемые в процессе электрогидролиза продукты имеют развитую поверхность от 89 до ~146 м²/г (табл. 2, 3), чему соответствуют порошки в наноразмерном диапазоне 5,7 ÷ 9,4 нм. Их термообработка при температуре 400 и 600 °С приводит к укрупнению кристаллитов (табл. 3) в результате неизбежных при высоких температурах агрегации и агломерации.

SEM-графический облик (рис. 5) частиц диоксида церия, сформированных в процессе электроосаждения, указывает на полиморфный характер порошков и значительную агрегацию кристаллитов в пластинчатые образования.

При этом, несмотря на SEM-размеры агрегатов в 5 ÷ 100 мк, их поверхность обнаруживает топологически развитую наноструктуру, что подтверждается рассчитанными по БЭТ размерами кристаллитов в 5 ÷ 10 нм.

Порошки диоксида церия обладают фотохимической активностью (табл. 3), относительные значения которой были установлены в реакциях фотохимической деградации ферроина по методике [6].

Фотохимическая активность порошков диоксида церия находится в сложной зависимости, как от размеров кристаллитов, так и от состояния поверхности, вероятно меняющейся при термообработке. Очевидно, что максимальной активностью обладают осадки, прошедшие термообработку при минимальной температуре. С повышением температуры их активность значительно снижается, в то время как их размеры повышаются незначительно. Полученные результаты носят предварительный характер и требуют дальнейших исследований.

Образец	i, A	$t, ^\circ C$	$S, m^2/z$	R, nm	$E, \%$
1-20	12,5	60	109,2	7,65	96,7
1-400		400	79,5	21,6	92,9
1-600		600	57,2	29,9	36,7
2-20	10,0	60	100,6	8,30	87,5
2-400		400	52,5	32,6	40,0
2-600		600	47,6	36,0	19,9
3-20	5,0	60	89,0	9,38	96,4
3-400		400	66,8	35,6	67,0
3-600		600	41,2	41,6	19,0

Табл. 3. Зависимость удельной свободной поверхности S , размера R кристаллитов диоксида церия и фотокаталитической активности E полученных порошков от плотности тока электрогидролиза и температуры термообработки осадка

Заключение

1. Исследован процесс электрогидролиза раствора нитрата церия в катодном пространстве мембранного электролизера с одновременным получением церий-содержащего осадка и электроэкстракции нитрат-ионов через анионообменную мембрану в анодное пространство.
2. Показано, что в процессе гидролиза, сопровождаемого окислением трехвалентного церия в прикатодном пространстве активными катионами водорода, на катоде наряду с газообразным водородом выделяется осадок диоксида церия. Нитрат-ионы, мигрирующие в анодное пространство, образуют азотную кислоту с катионами водорода от процесса анодного окисления воды, который сопровождается выделением газообразного кислорода. Предложен механизм электрогидролиза церия(III) в катодном пространстве, и установлены зависимости технических показателей процесса от параметров электролиза.
3. Определена свободная удельная поверхность и рассчитаны размеры кристаллитов получаемых продуктов, указывающие на их наноразмерный характер (20–40 нм).
4. Показана фотокаталитическая активность полученных в процессе электрогидролиза порошков диоксида церия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 06-08-00223-а).

Литература

1. Izu Noriya, Itoh Toshio, Shin Woosuck, Matsubara Ichiro, Murayama Norimitsu // Nippon seramikusu

- kuokai gakujiutsu ronbunshi = J.Ceram. Soc. Jap. – 2006. –114. № 1329. – С. 418–420
2. А.с. SU 1288159, МПК4 C01F17/00, 1987.
3. Yanchun Zhou, Richard J. Phillips, and Jay Switzer // Electrochemical Synthesis and Sintering of Nanocrystalline Cerium (IV) Oxide Powders. J. Am. Ceram. Soc., v.78 №4, p. 981–85, 1995.
4. Большаков К.А. Химия редких и рассеянных элементов. М.: Высшая школа, 1965. Т.1. С.139.
5. Рэмсен Э.Н. Начала современной химии. Л.: Химия, 1989. С. 305.
6. Локшин Э.П., Седнева Т.А., Беляевский А.Т., Калинин В.Т. Фотокаталитическая активность легированного фтором диоксида титана. Химическая технология, 2007. № 8. С. 352–356

МЕМБРАННОЕ ЭМУЛЬГИРОВАНИЕ

А.А. Свитцов, В.В. Баранов, С.А. Бредихина, Г.Г. Каграманов

РХТУ им. Д.И.Менделеева, kadri@muctr.edu.ru

В работе приводятся результаты изучения процесса мембранного эмульгирования с использованием трубчатой керамической мембраны на примере системы «вода-воздух». Показано, что коэффициент газопроницаемости не зависит от режима движения жидкости и является лишь характеристикой мембраны для выбранной системы «газ-жидкость», размеры пузырей обратно пропорциональны уровню турбулентности потока и величине напряжения сдвига.

Ключевые слова: мембранное эмульгирование, коэффициент газопроницаемости, напряжение сдвига

The study of “air-in-water” emulsification process using ceramic membranes is presented and analyzed. It was shown that the gas permeability through the membrane pores in water is not influenced by the liquid flow rate, depending only on membrane pores’ dimensions. The size of bubbles is inversely proportional to the flow turbulence level and to the value of cutting tension.

Key words: membrane emulsification, gas permeability coefficient, cutting tension

Применение пористых мембран для получения эмульсий «газ-жидкость» и «жидкость-жидкость» широко обсуждается в научно-технической литературе [1–5], и причины этого интереса понятны: создание очень тонких эмульсий необходимо для получения сатурированных напитков, флотации, приготовления СОЖ, процессов абсорбции и т. д. Получить малые размеры капель и пузырей «сверху вниз», т.е. диспергируя большие частицы, энергетически затратно и часто сопряжено с деструкцией диспергируемой фазы. Размер же пор в мембране может быть любым и надо только научиться снимать с нее соответствующего размера частицы.

Формирование пузырей на любом барботере происходит одинаково (рис. 1).

Сразу после появления над поверхностью мембраны в пузырьке возникает отрывающая сила – сила Архимеда:

$$F_{отр} = \frac{4}{3} \pi R^3 (\rho_{жс} - \rho_г) g \quad (1)$$

где R – радиус пузырька, $\rho_{жс}$ и $\rho_г$ – плотности жидкой и газовой фаз.

Сила, удерживающая пузырек на поверхности мембраны, зависит от величины межфазного поверхностного натяжения:

$$F_{уд} = 2\pi r\sigma \quad (2)$$

где r – радиус поры, σ – величина межфазного поверхностного натяжения.

Пренебрегая плотностью газа, свяжем между собой два радиуса в момент отрыва пузырька:

$$R^3 = \frac{3}{2} r \frac{\sigma}{\rho_{жс} g} \quad (3)$$

Для воды и воздуха на мембране с диаметром пор 0,3 мкм пузырьки должны иметь размер 0,14 мм. Из этого следует, что уже на стадии формирования они будут сливаться в крупные пузыри из-за поверхностной плотности пор на мембране. Это и наблюдается в эксперименте, где размер пузырей составляет 3–5 мм.

Решить эту проблему можно в проточном мембранном аппарате, обычным образом создавая в нем тангенциальный поток жидкости. Этот поток, обладая кинетической энергией, создает срезающее действие, отрывающее пузырек от мембраны задолго до наступления равновесия по уравнению (3). Такой процесс и называется мембранным эмульгированием (МЭ) [6].

Схема экспериментальной установки для установления закономерностей мембранного эмульгирования представлена на рис. 2. Работа проводилась при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям по гранту №6042 за 2007 год и представляла собой исследование первой стадии комплексного процесса обогащения биогаза, т.е. мембранного эмульгирования газовой смеси CO_2 – CH_4 в жидком носителе, который в дальнейшем подвергается дегазации и десорбции для получения очищенного от CO_2 метана.

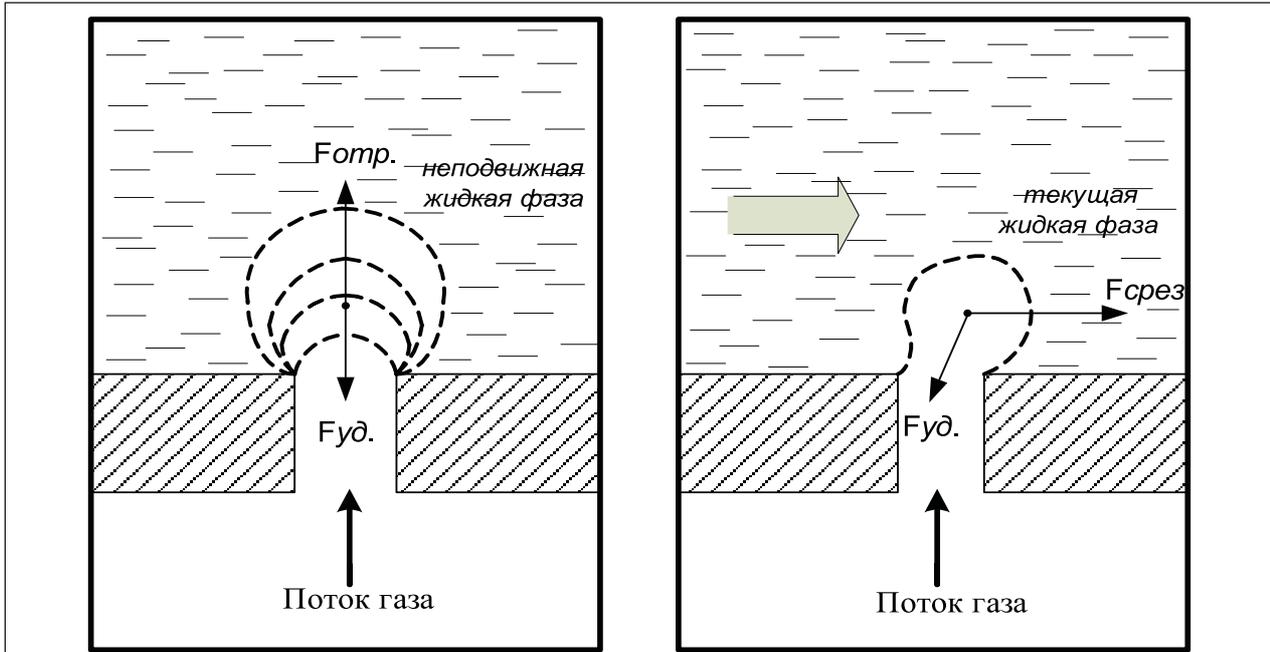


Рис. 1. Схема процесса формирования пузырей в неподвижной и движущейся жидкостях

Основным элементом установки является мембранный аппарат с трубчатой мембраной из керамики, изготовленной НПО «Керамикфильтр». Мембрана имеет длину 150 мм, внутренний диаметр канала 2,5 мм, средний диаметр пор 0,3 мкм и пористость активного слоя на внутренней поверхности трубки 42%.

Эксперименты проводились на системе «вода-воздух». Переменными задаваемыми параметрами были расход воды и давление газа на входе в аппарат. Определяемыми параметрами являлись давление водного потока на входе в аппарат, расход воздуха, размер газовых пузырей, газосодержание. Размер пузырей определялся статистической обработкой микрофотографии газо-жидкостной эмульсии сразу после мембранного аппарата с использованием программы «Microsoft Office Visio 2003».

Движущей силой процесса МЭ является разность между давлением газовой фазы в меж-

трубном пространстве мембранного аппарата и давлением жидкости в мембранном канале. Если первая величина по длине трубки постоянна и легко контролируется, то вторая линейно изменяется от максимального значения на входе в мембрану до нулевого избыточного давления на выходе. Причиной является гидравлическое сопротивление мембранного канала, пропорциональное линейной скорости жидкости и коэффициенту трения жидкости о стенки канала:

$$\Delta P_{тр} = \lambda \frac{l \rho_{ж} \omega^2}{d} \quad (4)$$

где λ – коэффициент трения, l – длина канала, d – диаметр канала, $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, ω – линейная скорость жидкого потока, равная W/S , где W – объемный расход жидкости, S – площадь сечения канала.

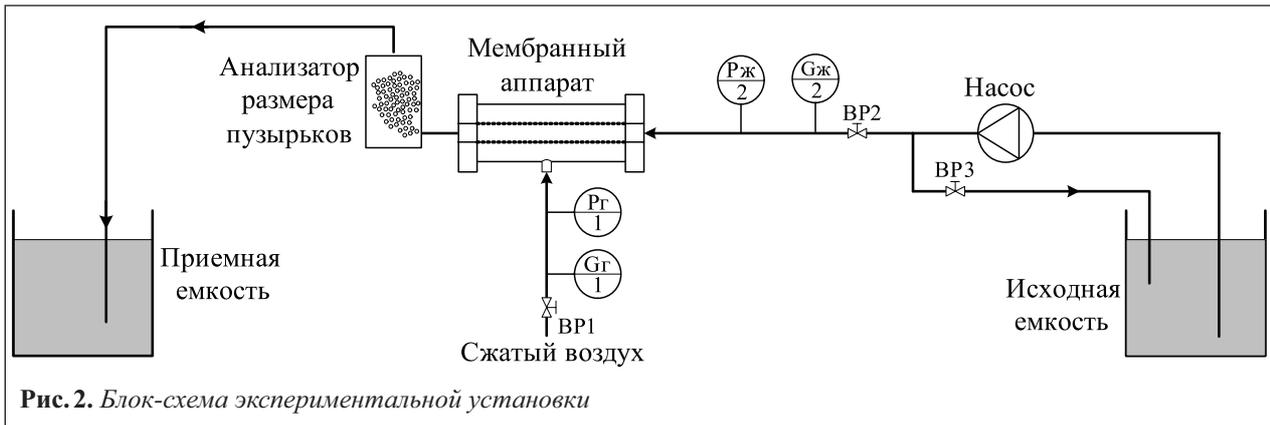
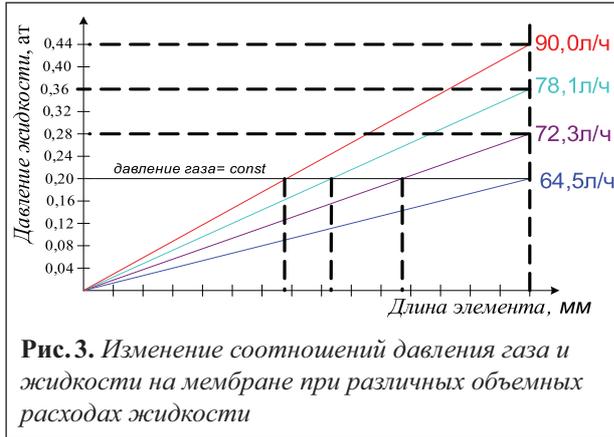


Рис. 2. Блок-схема экспериментальной установки



В наших экспериментах эти обстоятельства проявлялись следующим образом (рис. 3). Давление газа во всех случаях поддерживалось одинаковым – 0,2 ат, а давление жидкости на входе в мембрану росло с увеличением объемного расхода жидкости.

Если при минимальном расходе жидкости рабочей для газопроницаемости была мембранная поверхность по всей длине трубки, то с ростом расхода и, соответственно, гидравлического сопротивления канала, рабочая поверхность уменьшалась, что отмечено вертикальными пунктирными отрезками от точек пересечения линий давления.

Во всех этих случаях движущая сила процесса газопроницаемости была одинаковой и равной $1/2 P_2$, что позволило рассчитать коэффициент газопроницаемости выбранной мембраны по уравнению (5):

$$K_G = \frac{G_2}{F \Delta P} \left(\frac{нм^3}{м^2 \times час \times ат} \right) \quad (5)$$

где G_2 – объемный расход газа, F – рабочая площадь мембраны, ΔP – движущая сила газопроницаемости.

Коэффициент газопроницаемости является характеристической величиной и достаточен для расчета мембранного аппарата на заданную производительность.

Главным параметром процесса мембранного эмульгирования является размер газовых пузырей. Из общих представлений о процессе (рис. 1) очевидно, что с ростом скорости протекания жидкости над мембраной увеличивается «срезающая» сила $F_{срез.}$ и соответствующее этой силе напряжение сдвига $N_{срез.}$ – размер газовых пузырей уменьшается. Вместе с тем, с ростом скорости усиливается и турбулентность потока,

которую объективно характеризует величина критерия Рейнольдса. Не обсуждая механизма возникновения срезающего действия, рассмотрим получившиеся зависимости размера пузырей и их распределения по размерам от гидродинамических параметров жидкой фазы.

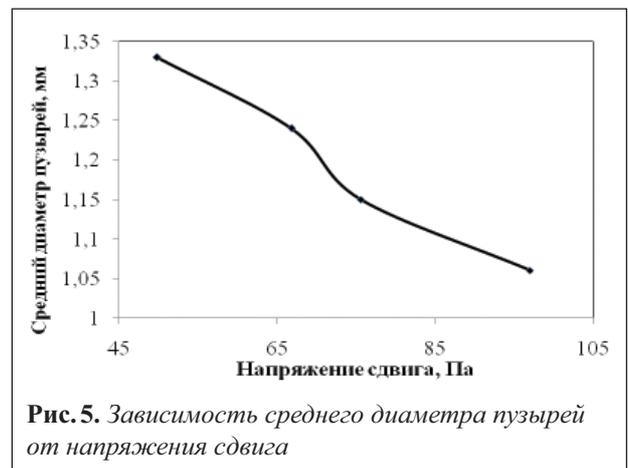
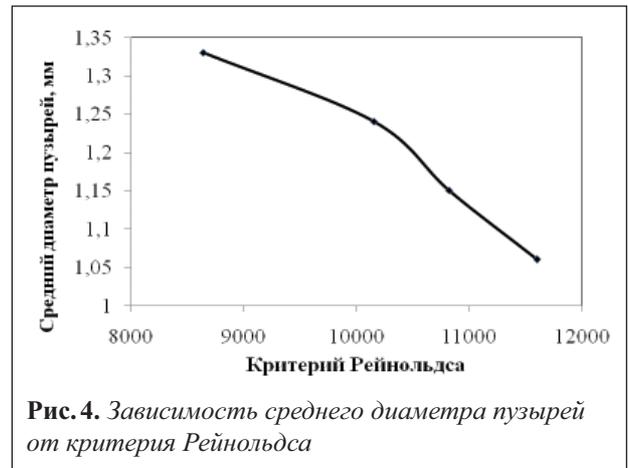
Предварительно надо заметить, что напряжение сдвига может быть количественно оценено по уравнению (6), справедливому для потоков, где число $Re > 2500$ [5]:

$$N_{срез} = \frac{\lambda_{тр} \rho_{жс} \omega^2}{8} \quad (6)$$

где $N_{срез.}$ – напряжение сдвига (Па), $\rho_{жс}$ – плотность жидкости, ω – линейная скорость жидкости над мембранной поверхностью, $\lambda_{тр}$ – коэффициент гидравлического трения, определяемый в первом приближении по уравнению Блазиуса: $\lambda_{тр} = 0,3164 \times Re^{-0,25}$.

Полученные результаты представлены в табл. 1 и на рис. 4, 5.

Комментируя эти результаты, отметим следующее:



№ п/п	Расход воды через мембранный элемент, W, л/час	Линейная скорость жидкости ω , м/с	Re	Коэффициент газопроницаемости мембраны, K_G , $\text{м}^3/\text{м}^2\text{ч}\cdot\text{ат}$	Напряжение сдвига, $N_{\text{срез}}$, Па	Средний диаметр пузырей, мм
1	61,5	3,48	8640	420	49,8	1,33
2	72,3	4,09	10150	484	66,8	1,24
3	78,1	4,42	10820	454	75,6	1,15
4	90,0	5,09	11600	378	97,0	1,06

Табл. 1. Экспериментальные и расчетные параметры процесса мембранного эмульгирования в системе вода-воздух на керамической мембране со средним диаметром пор 0,3 мкм

1. Коэффициент газопроницаемости не зависит от режима движения жидкости и является лишь характеристикой мембраны для выбранной системы «газ-жидкость». Он будет изменяться вслед за изменением размера пор мембраны, поверхностного натяжения и вязкости жидкости, химического сродства газа и жидкости.

2. На величину напряжения сдвига резко влияет уровень турбулентности потока жидкости, который можно поднять простым увеличением диаметра канала мембранного элемента. Однако при этом надо сопоставлять достигаемый эффект с неизбежным понижением газосодержания выходящей эмульсии.

3. Как и предполагалось, размер пузырей обратно пропорционален уровню турбулентности потока и величине напряжения сдвига. Эти зависимости носят практически линейный характер (см. рис. 4 и 5), что говорит о потенциальной возможности метода генерировать и более мелкие пузыри.

Достаточно интересные результаты были получены и при анализе диаграмм распределения по размерам пузырей, генерированных при изменении гидродинамических условий. На рис. 6 представлена совмещенная диаграмма такого распределения, где номер кривой соответствует номеру эксперимента из табл. 1.

Во всех случаях распределение достаточно узкое, очевиден сдвиг кривой в область меньших значений диаметра при увеличении турбулентности жидкости, и одновременно некоторое расширение диапазона размеров пузырей. Последнее обстоятельство, по всей вероятности, объясняется дополнительным диспергирующим действием турбулентных фихрей в жидкостной струе.

Дальнейшие исследования планируется проводить на системах «жидкость-жидкость».

Литература

1. К. Kandori, К. Kishi, Т. Ishikawa. Preparation of

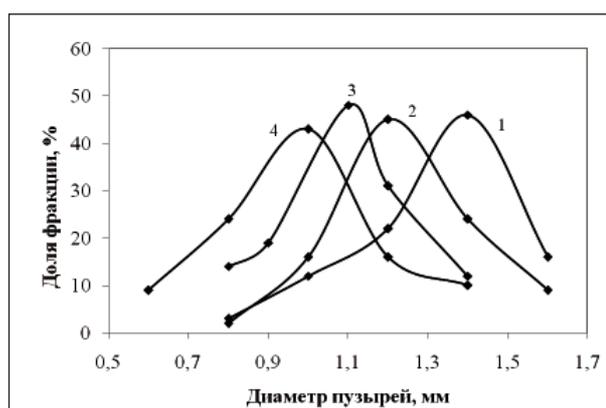


Рис. 6. Изменение положения кривой распределения пузырей по размеру при различных гидродинамических условиях течения жидкости в мембранном канале

monodispersed W/O emulsions by Shirasu-porous-glass filter emulsification technique. // Colloids Surf., 55 (1991), p.73

- А.М. Трушин, Г.Г. Каграманов, П.С. Судиловский. Исследование флотационной очистки при мембранном диспергировании воздуха. // Химическая технология. - №2, 2005, с.39–43
- P.S. Sudilovskiy, G.G. Kagramanov, V.A. Kolesnikov. Use of membranes for heavy metal cationic wastewater treatment: flotation and membrane filtration. // Clean Technologies and Environmental Policy. 2007, V.9, №3, p.17–29
- T. Nakashimi, M. Shimizu, M. Kukizaki. Membrane emulsification by microporous glass. // Key Eng. Mater., 61/62 (1991), p.513
- R.A. Williams, S.J. Peng, D.A. Wheller, N.C. Morley, D. Taylor, M. Whalley, D.W. Houldsworth. Controlled production of emulsions using a crossflow membrane, part II. // Trans IChemE, Vol 76, Part A, November 1998
- I. Scherze, K. Marzilger, G. Muschiolik. Emulsification using micro porous membrane. // J. of Membrane Science, 281 (2006), p.386
- M. Kukizaki, M. Goto. Size control of nanobubbles generated from Shirasu-porous-glass (SPG) membranes. // J. of Membrane science 281 (2006), 386–396

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В МЕМБРАННОЙ НАНОФИЛЬТРАЦИИ БИОФАРМПРЕПАРАТОВ.

ЧАСТЬ 3. СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ

*Н.П. Неугодова¹, Г.В. Долгова², Г.А. Сапожникова¹, О.В. Шаповалова¹,
А.В. Тарасов³, Ю.А. Федотов³, Е.С. Яворская⁴*

¹ФГУ «Научный центр экспертизы средств медицинского применения» Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития, г. Москва

²ФГУП «Государственный научный центр по антибиотикам», г. Москва

³ООО НПП «Технофильтр», г. Владимир, www.technofilter.ru

⁴ОАО Научно-исследовательский институт медицинских полимеров,
г. Москва, medis-filtr@mail.ru

Фильтроэлементы на основе полимерных мембран, используемые в фармации, как и другие полимерные медицинские изделия, подлежат комплексным гигиеническим и токсикологическим испытаниям, включающим санитарно-химические исследования, оценку цитотоксического, сенсибилизирующего, раздражающего, общетоксического действия, гемосовместимости. В работе на примере фильтроэлементов, используемых для стерилизации лекарств, представлены данные о таких испытаниях по показателям «Бактериальный эндотоксин» и «Пирогенность». Показано, что серийные образцы фильтроэлементов марки ЭПМ.К-045/020-Д-250М производства НПП «Технофильтр», отобранные методом случайной выборки, апиrogenны.

Ключевые слова: мембранный фильтроэлемент, медицинское изделие, токсикологические испытания, бактериальный эндотоксин, пирогенность

Polymer membrane cartridges for pharmaceutical purpose must be subject to complex hygienic and toxicological investigations. In the article the results of membrane cartridges research of «endotoxin» and «pyrogen»-index are presented.

Key words: membrane cartridges, endotoxin, pyrogen

Мембраны используются в медицине для обеспечения биологической безопасности – они удаляют из растворов и газов бактерии, вирусы, пирогены, прионы, наконец [1]. Однако, есть вероятность загрязнения фильтруемых продуктов (лекарственных средств или полупродуктов) веществами с поверхности или из материала мембраны, что в дальнейшем может являться серьезным фактором угрозы для здоровья людей и животных.

Для обеспечения безопасности самих медицинских изделий (МИ) Минздравсоцразвития России ГОСТом Р 51609-2000 [2] обязывает разработчика МИ определиться, к какому классу потенциального риска относится изделие и сослаться на него в ТУ. В зависимости от степени потенциального риска их применения в медицинских целях все МИ подразделяют на 4 класса: 1, 2а, 2б, 3. Степень потенциального риска применения МИ возрастает в указанном порядке перечисления классов.

При регистрации или сертификации изделия Впоследствии контролирующие органы МЗ и соцразвития РФ уточняют правомерность отнесения разработчиком МИ к тому или иному классу степени риска.

В соответствии с алгоритмом проведения классификации, предписываемым ГОСТР 51609-2000, фильтроэлементы на основе полимерных мембран для фильтрования растворов медикаментов могут быть отнесены к классу степени риска 2а, как «неинвазивное МИ, предназначенное для введения в организм пациента жидкостей, физиологических растворов, действие которого заключается только в фильтрации. Влияние на организм опосредованное, через лекарства». Классификация степени риска проведена сотрудником ОАО «НИИмедполимер» Ивановой В.А., за что авторы приносят ей глубокую благодарность.

Принимая во внимание тот факт, что фильтроэлементы имеют контакт с системой кровообращения, хотя и опосредованное, они должны быть подвергнуты следующим видам испытаний в соответствии с ГОСТ Р 10993.1-99 [3]:

- цитотоксическое действие. Методы испытаний в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10993.5
- сенсибилизирующее действие, ГОСТ Р ИСО 10993.10
- раздражающее действие, ГОСТ Р ИСО 10993.10
- общетоксическое действие, ГОСТ Р ИСО 10993.11
- гемосовместимость, ГОСТ Р ИСО 10993.4

Будучи изготовленными из полимерных материалов, фильтроэлементы должны быть подвергнуты также токсиколого-гигиеническим исследованиям в соответствии с требованиями, изложенными в документе [4].

В работе представлены результаты по определению одного из показателей общей токсичности изделия – пирогенности. Контроль по указанному показателю исключительно важен в связи с тем, что были зарегистрированы случаи, когда фильтроэлементы выделяли в фильтрат бактериальные эндотоксины (БЭ) или пирогены небактериального происхождения.

Испытание фильтроэлементов по показателю «Бактериальные эндотоксины»

Как известно, основной причиной пирогенной реакции являются бактериальные эндотоксины (БЭ), наличие которых в настоящее время определяют, в основном, с помощью ЛАЛ-теста *in vitro* по ОФС 42-0002-00 [5].

В работе в качестве примера таких испытаний приводятся данные по определению содержания БЭ в серийных образцах фильтроэлементов в

виде патронов производства ООО НПП «Техно-фильтр» (г. Владимир), марки ЭПМ.К-045/020-Д-250М на основе полиамида, отобранных методом случайной выборки.

В соответствии с техническим регламентом [6] с 1 января 2007 года валидация каждого технологического процесса на фармпроизводстве является обязательной. С помощью ЛАЛ-теста можно валидировать процесс фильтрации, что и продемонстрировано в данной работе.

В работе использовали диагностический многокомпонентный набор фирмы «Associates of CAPE COD, Inc.»: ЛАЛ-реактив PYROTELL® с чувствительностью $\lambda = 0,03$ ЕЭ/мл, контрольный стандарт эндотоксина (КСЭ, 0,5 мкг во флаконе), воду для ЛАЛ-теста.

Валидация процедуры определения бактериальных эндотоксинов

Для валидации качества используемых реактивов и процедуры ЛАЛ-теста в модификации гель-тромб был проведен эксперимент «Подтверждение заявленной чувствительности ЛАЛ-реактива» в соответствии с требованиями раздела ОФС 42-0002-00. Результаты контрольного эксперимента показали, что чувствительность используемого ЛАЛ-реактива в условиях эксперимента соответствует величине, заявленной фирмой-производителем (табл. 1).

Обозначение конечного результата гель-тромб теста: + наличие геля, – отсутствие геля.

Таким образом, процедуру проведения ЛАЛ-теста с помощью указанных реактивов в условиях лаборатории фармакологии ИСКЛС ФГУ «НЦЭСМП» можно считать валидированной, а данные реактивы, пригодными к использованию для анализа представленных образцов воды и фильтратов.

Разведения КСЭ (lot # 106) на воде для ЛАЛ-теста					Концентрация эндотоксина в конечной точке реакции	Геометрическое среднее значений концентрации эндотоксина	Контроль отрицательный (Вода для ЛАЛ-теста)
№ ряда	2λ	λ	0,5λ	0,25 λ			
1	+	+	–	–	0,03 ЕЭ/мл	0,03 ЕЭ/мл	–
2	+	+	–	–	0,03 ЕЭ/мл		–
3	+	+	–	–	0,03 ЕЭ/мл		
4	+	+	–	–	0,03 ЕЭ/мл		

Табл. 1. Подтверждение заявленной чувствительности ЛАЛ-реактива PYROTELL® (lot # 505-12-379) $\lambda = 0,03$ ЕЭ/мл (фирма «Associates of CAPE COD, Inc.»)

Наименование фильтрующего элемента	Проба №	Содержание БЭ в дистиллированной воде перед подачей на фильтр, ЕЭ/мл	Количество отфильтрованной через фильтр воды, л	Содержание БЭ в воде после фильтрования, ЕЭ/мл
ЭПМ.К- 045/020-Д-250 партия 3776 элемент №128181	1	0,25	4	0,25
	2	0,25	8	0,25
	3	0,25	12	0,25
	4	0,25	16	0,25
ЭПМ.К –045/020-Д-250 партия 3776 элемент №128091	1	0,25	10	0,25
ЭПМ.К-045/020-Д-250 партия 3771 элемент №128160	1	0,25	10	0,25

Табл. 2. Определение содержания бактериальных эндотоксинов в образцах апиrogenной дистиллированной воды и фильтратах, полученных с помощью фильтрующих элементов

Результаты и их обсуждение

Результаты определения содержания БЭ в образцах апиrogenной дистиллированной воды до подачи на фильтроэлемент и в полученных фильтратах, представлены в табл. 2.

Испытание фильтрующих элементов марки ЭПМ-К-45/20-Д-250, отобранных методом случайной выборки, на содержание бактериальных эндотоксинов показало, что с их поверхности не смывается значимое количество БЭ, которое может быть обнаружено с помощью ЛАЛ-теста в модификации гель-тромб.

Испытание фильтроэлементов по показателю «Пирогенность»

На этапе разработки и внедрения в производство нового изделия (в данном случае фильтрующего элемента) необходимо также установить, что в его состав не входят вещества, не являющиеся БЭ, но способные вызывать пирогенную реакцию. Задача экспериментов

состояла в испытании фильтратов на пирогенность, которое проводили *in vivo* на кроликах в соответствии с методикой, изложенной в общей фармакопейной статье «Испытание на пирогенность» в Государственной фармакопее XI издания [7].

Кролики были получены из питомника ГУ НЦБМТ РАМН филиал «Белый Мох». Животных содержали в виварии согласно санитарным правилам, на стандартном рационе вивария с использованием сухого гранулированного корма.

В эксперименте испытывали фильтраты, полученные после пропускания апиrogenной дистиллированной воды через фильтроэлементы.

Непосредственно перед введением в стерильных условиях на основе каждого из испытуемых фильтратов и апиrogenной субстанции натрия хлорида готовили 0,9% раствор. Приготовленные растворы в дозе 10 мл/кг вводили животным внутривенно. После введения температуру тела у кроликов измеряли каждый час

Кролик		Температура тела животного при измерении					Максимальные изменения температуры	Сумма максимальных повышений температуры
№ п/п	Масса, кг	До введения раствора		После введения раствора через:				
		За 30 мин	0 мин (исходная)	1 час	2 часа	3 часа		
1	3,05	39,2	39,1	39,0	39,0	39,1	- 0,1	+ 0,2
2	2,95	39,1	39,1	39,1	39,1	39,2	+ 0,1	
3	2,85	39,2	39,2	39,1	39,1	39,3	+ 0,1	

Табл. 3. Испытание на пирогенность образца апиrogenной дистиллированной воды, пропущенного через фильтроэлемент на основе полиамида марки ЭПМ.К-045/020-Д-250М (партия 3771)

на протяжении 3 часов. Результаты испытания представлены в *табл. 3*.

Как следует из результатов, приведенных в таблице, сумма максимальных повышений у трех подопытных животных была значительно ниже критического значения – 1,4°C. Это позволило сделать заключение, что испытуемый образец воды, пропущенный через фильтроэлемент, апиrogenен.

Таким образом, было показано, что с поверхности серийного образца фильтроэлемента марки ЭПМ.К-045/020-Д-250М, отобранного методом случайной выборки, не смывается значимое количество пирогенных примесей, которое может быть обнаружено с помощью испытания в опытах *in vivo*.

Заключение

В настоящем исследовании была проведена оценка качества серийно выпускаемых фильтрующих элементов (патронов) марки ЭПМ.К-045/020-Д-250М, изготовленных ООО НПП «Техно-фильтр».

Через образцы фильтроэлементов пропускали апиrogenную дистиллированную воду. Полученные фильтраты анализировали по показателям «Бактериальные эндотоксины» и «Пирогенность» с помощью фармакопейных методов. Показано, что серийные образцы фильтроэлементов не выделяют бактериальные эндотоксины и апиrogenны.

Таким образом, можно считать проведенной валидацию процедуры фильтрования с использованием указанных фильтроэлементов.

Литература.

1. Е.С. Яворская. Современные направления в мембранной нанофильтрации биофармпреператов. Часть 1. Пути обеспечения биологической безопасности. //Мембраны 2006, №4 с. 40–47
2. ГОСТ Р 51609-2000. Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования
3. ГОСТ Р ИСО 10993.1–99. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 1. Оценка и исследования
4. Сборник руководящих методических материалов по токсиколого-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий на их основе медицинского назначения Минздрава России, М.1987
5. «Бактериальные эндотоксины» ОФС 42-0002-00
6. Технический регламент «О требованиях к безопасности лекарственных средств, процессов их разработки, изготовления, производства, испытания, хранения, перевозки, реализации, применения и утилизации»
7. ОФС «Испытание на пирогенность». Государственная фармакопея XI, вып. 2, стр. 183

МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ АСИММЕТРИЧНЫХ ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ МЕМБРАН

Г.И. Писарев^{1,2}, О.Г. Талакин¹, Н.Л. Докучаев¹, Л.Н. Чекалов¹

¹ОАО «Криогенмаш», г. Балашиха

²Московский инженерно-физический институт (Государственный университет)

Работа посвящена модификации асимметричной поливинилтриметилсилановой (ПВТМС) газоразделительной мембраны. Для модификации выбран один из более «мягких» методов, практически не влияющий на мембрану, заключающийся в нанесении тончайшего слоя высокопроницаемого полимера на основе полидиметилсилоксана и его модификаций на диффузный слой ПВТМС мембраны. В результате, за счет высокой адгезии выбранного покрывного материала к поверхности модифицируемой мембраны, закрываются микротрещины и микродефекты диффузного слоя, и достигается почти теоретическая величина фактора разделения мембраны.

Проведено электронно-микроскопическое исследование слоев мембраны, оценены виды потоков компонентов разделяемой смеси и их влияние на снижение селективности мембраны. Анализ течения газов через дефекты, указывает на бесспорное существование значительной доли вязкостного потока, при котором разделения газов не происходит, и, следовательно, снижается селективность мембраны. Проведенные экспериментально-теоретические исследования обеспечили выбор материала и способ нанесения покрывного слоя.

Испытания модифицированной мембраны показали существенное возрастание величины фактора разделения, остающейся неизменной в течение длительного времени и при повышенных давлениях до 2,5 МПа в процессе разделения.

Ключевые слова: мембраны, газоразделение, селективность, модификация

The work is devoted to modification of asymmetric polyvinyltrimethylsilane (PVTMS) gas separation membranes. One of “softer” methods, practically not influencing on a membrane, consisting in drawing the thinnest layer of high-permeability polymer, based on polydimethylsiloxane, on the surface of diffusion layer of PVTMS membrane has been chosen. In result, due to high adhesion chosen coating material to a surface of a modified membrane, microcracks and microdefects of diffusion layer are closed, and almost theoretical value of the diffusion factor of the membrane is reached.

For define the defectiveness of diffusion layer electro-microscopic research of membrane layers has been carried out, the kinds of components streams of a separating gas mixture and their influence on decrease of membrane selectivity are appreciated. The analysis gas flow through defects, specifies indisputable existence of a significant part the viscosity stream, at which separation of gases do not occur, and selectivity of a membrane, hence, is reduced. The carried out experimental - theoretical researches have provided a choice of a material and a way of drawing a coating layer.

Tests of the modified membrane have shown essential increase the value of the separation factor, remaining constant for a long time and at the increased pressure up to 2,5 МПа during separation.

Key words: membranes, gas separation, selectivity, modification

1. Введение

Эффективность газоразделения существенным образом зависит от селективности применяемых мембран [1]. Параметром, характеризующим селективность мембраны, является фактор разделения F , представляющий собой отношение проницаемостей компонентов разделяемой смеси при одинаковых условиях. В

процессе получения азота из воздуха от фактора разделения кислорода и азота $F(O_2/N_2)$ зависит степень извлечения целевого компонента и удельные энергозатраты на получение продукта. В приведённой ниже *табл. 1* содержатся сопоставительные данные по получению 95% азота в зависимости от $F(O_2/N_2)$ при перепаде давления 1,0 МПа и температуре 40°C. Настоящая работа

$F(O_2/N_2)$	Коэффициент извлечения	Удельные энергозатраты, $кВт*ч/м^3$
3,5	0,36	0,26
3,2	0,32	0,29
2,9	0,28	0,33

Табл. 1. Сопоставительные данные по получению 95%-го азота в зависимости от $F(O_2/N_2)$ при перепаде давления 1,0 МПа и температуре 40°C

посвящена модификации асимметричной газоразделительной мембраны ПВТМС.

2. Методы модификации

Существует несколько способов модификации мембраны. В литературе опубликовано большое количество работ [2–8] по плазмохимической обработке поверхности мембраны, в частности, более 50% работ выполнено японскими исследователями. Плазмохимическая обработка выполняется в вакуумной камере, снабженной устройством для перемотки мембраны, плазмотроном и дозатором мономеров. В процессе плазмохимической реакции на поверхности мембраны формируется тончайший слой (менее 0,1 мкм.) нового полимера, обладающего более высокими селективными свойствами, чем основа. Благодаря малой толщине покровного слоя обеспечивается достаточно высокая проницаемость многослойной мембраны. Рассматриваемый способ при всех положительных показателях (гибкость, повышение селективности по различным компонентам, универсальность, малый расход мономера и т.д.) имеет недостаток, заключающийся в сильном воздействии плазмы на мембрану-основу, приводящем к ухудшению механических свойств мембраны в целом.

В институте нефтехимического синтеза им. Топчиева А.В. проводилось исследование плазмохимической модификации поливинилтриметилсилановой (ПВТМС) асимметричной мембраны марки С-3,1. В результате проведенных исследований фактор разделения гелий-азот был увеличен с 10 до 50. Однако не была обеспечена стабильность диффузионных характеристик во времени. Наблюдалось постепенное ухудшение селективности в процессе эксплуатации мембранных элементов, что связано с растрескиванием диффузионного слоя, ставшего более хрупким из-за плазмохимического воздействия.

Вторым способом модификации мембраны может быть термообработка мембраны. Ранее отмечалось [9], что нагрев, как мембранных элементов, так и аппаратов приводил к возрастанию их фактора разделения. Более детальное изучение этого явления, показало, что существенного улучшения фактора разделения этот метод модификации не дает. Экспериментальные данные по влиянию термообработки на производительность мембранных элементов из ПВТМС мембраны по воздуху, обогащенному кислородом и на селективность, представленные в табл. 2, доказывают этот факт. Более того, через 10 и 30 суток отмечено снижение фактора разделения и возрастание газопроницаемости. Возможно, что положительные результаты воздействия температуры на разделительные характеристики элементов, обнаруженные ранее, имели место при использовании свежеприготовленных мембран. Под воздействием температуры из мембран удалялись остатки растворителей, применяемых при её изготовлении. Это, как известно, может несколько изменять газоразделительные характеристики мембран. Следовательно, метод термообработки нельзя рассматривать как перспективный для модификации поливинилтриметилсилановой мембраны.

№ п/п	До термообработки			Время нагрева час.	После термообработки	
	Фактор разд. $F(O_2/N_2)$	Производительность, л/ч	t нагрева °C		Фактор разд. $F(O_2/N_2)$	Производительность, л/ч
1	2,9	15,7	40	1	3,0	15,3
2	2,9	17,0	40	1	3,0	16,5
3	3,2	16,0	50	1	3,3	15,2
4	3,3	15,9	50	1	3,4	15,5
5	3,3	15,7	60	1	3,2	14,2
6	3,3	16,5	60	1	3,2	14,8
7	3,2	16,4	40	3	3,2	16,0
8	2,9	18,8	40	3	2,9	17,0
9	2,9	18,5	40	6	2,9	17,1
10	3,3	16,7	40	6	3,4	16,0
11	3,0	19,0	50	3	3,1	18,4
12	2,6	24,0	50	3	2,7	23,3
13	3,4	14,0	50	6	3,6	13,8
14	2,5	19,5	50	6	2,6	19,0

Табл. 2. Влияние термообработки на свойства ПВТМС мембраны

Более «мягким» способом, практически не влияющим на мембрану-основу, является способ, основанный на нанесении тончайшего слоя высокопроницаемого полимера на диффузный слой асимметричной мембраны, в результате чего закрываются микродефекты и микротрещины диффузионного слоя, и достигается почти теоретическая величина фактора разделения полимерной мембраны.

В настоящей работе выбран именно этот метод, как наиболее приемлемый для модификации асимметричной ПВТМС мембраны.

3. Электронно-микроскопические исследования структуры мембраны

Для определения характера дефективности диффузионного слоя было проведено электронно-микроскопическое исследование слоев мембраны и на основе полученных снимков оценены виды потоков компонентов воздуха и их влияние на снижение селективности, выполнены исследования по выбору покрывного материала.

Электронно-микроскопические снимки модифицированной мембраны дали возможность оценить качество покрывного слоя и его влияние на диффузионные характеристики мембраны.

Основной целью исследований было выявление причин снижения фактора разделения, определение воздействия давления на структуру мембраны и оценка надежности покрывного слоя.

Одним из сложных этапов работы является получение ультратонких срезов без искажения структуры. В исследованиях была применена методика, которая используется для электронно-микроскопических исследований биологических объектов, таких как красные кровяные тельца, клетки организма человека и т.д. Данная методика позволяет избежать артефактов (усадка, деформация). Для исследования структуры мембраны в нагруженном состоянии (под давлением) была разработана специальная методика.

Образцы мембраны, предназначенной для исследований, помещались в дегазированный 100% спирт (абсолютный спирт) и выдерживались там в течение 10 минут. Далее проводилась их заливка смесью эпоксидных смол эпона и аралдита (фирма «Fluka», Швейцария). Процедура заливки была следующей:

Сначала приготавливалась смесь состава: эпон 812 – 25 мл, ДД8А – 55 мл, аралдит М – 15 мл, ди-

бутилфтолат – 4 мл, катализатор ДМР-30 – 1,5%. В вышеперечисленную смесь добавлялись две части абсолютного спирта. Образцы мембраны после экспонирования в абсолютном спирте помещались в этот состав на 1 час.

Далее образцы помещались в состав, включающий в себя смесь смол и абсолютный спирт в соотношении 2:1 на 1 час. После этого их размещали в смеси смол без спирта на 2 часа. Все эти процедуры производились при температуре 20 °С. На последнем этапе образцы в капсулах заливались смесью смол и полимеризовались в термостате при температуре 60 °С в течение 24 часов.

Данная смесь смол не дает усадки в процессе полимеризации. Эпоксидные смолы (эпон, аралдит, дуркупан, вестонал), используемые в биологических исследованиях, не дают артефактов при полимеризации. Кроме того, они химически инертны к заливаемым объектам.

Для понимания процесса переноса газов через мембрану при повышенном давлении необходимо было изучить структуру мембраны в нагруженном состоянии, соответствующем исследуемому перепаду давления. Большие трудности возникают с фиксацией структуры, так как после снятия нагрузки структура мембраны меняется, возвращаясь к исходному состоянию. Была разработана специальная методика подготовки образцов мембраны с фиксированной структурой. Образцы предварительно пропитывались смесью эпоксидных смол, после чего размещались между полированными стальными плитками и подвергались механическому сжатию, соответствующему давлению 3,0 МПа.

Между металлическими плитками и поверхностью мембраны размещали антиадгезионные жесткие полимерные, с зеркальной поверхностью, пленки. Образцы выдерживались в нагруженном состоянии до полного отверждения эпоксидной смолы при температуре 60 °С.

Далее проводилась подготовка ультратонких срезов (толщиной 800–900 Е) для исследований на электронном микроскопе, с помощью ультратома КВ тип III (Швеция).

Залитый блок с образцом закреплялся в специальном держателе, и производилось затачивание блока под микроскопом с помощью специального наждака и лезвия таким образом, чтобы верхняя торцевая грань имела вид трапеции или прямоугольника с размером сторон 0,4–0,8 мм.

Это необходимо для удобства сборки срезов в дальнейшем и четкой систематизации полученных данных. Далее изготавливались специальные стеклянные ножи с углом 45° на специальном приспособлении к ультратому. Угол ножей можно делать любым, но из опытов установлено, что наиболее оптимален угол в 45° .

Затем на ноже формировалась специальная ванночка, которая заливалась дистиллированной водой.

После этого нож и держатель, с заточенным блоком, устанавливались на ультратоме. Под микроскопом производились срезы определенной толщины в зависимости от термоподачи, так как блок подавался по направлению к режущему краю ножа за счет теплового расширения нагреваемого металлического стержня, а опускание блока ниже края ножа и его возвращение в исходное положение контролировалось электронной схемой.

Далее срезы с помощью ресничного приспособления и пинцета монтировались на медной сетке, покрытой слоем формвара.

Срезы, без дополнительного прокрашивания, просматривали в электронном микроскопе JEM-100S (Япония).

В результате исследований определены многослойная структура мембраны, характер микродефектов, изменение структуры под давлением и оценена величина и надежность порывного слоя.

Рис. 1 представляет фрагмент диффузионного слоя и примыкающего к нему микропористого слоя. Как следует из снимка, толщина диффузионного слоя составляет не более $0,03\text{--}0,06\ \mu\text{м}$. Отметим, что ранее полагалось, что толщина диффузионного слоя составляет $0,1\text{--}0,15\ \mu\text{м}$. Эта величина определялась теоретически, исходя из потока проникающего газа через асимметричную мембрану и величины константы газопроницаемости. Этот метод дает ошибку, так как фактическая величина рабочей поверхности мембраны, через которую происходит газоперенос меньше теоретической, так как частицы полимера микропористого слоя, примыкающие к диффузионному слою изнутри фактически уменьшают реальную поверхность, что еще раз доказывает объективность проведенных микроскопических исследований. Далее мелкопористый слой постепенно переходит в крупнопористый.

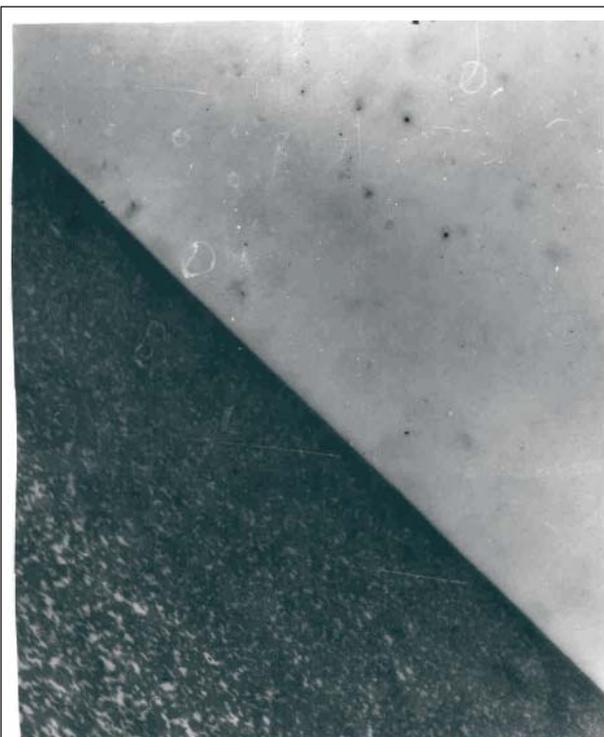


Рис. 1. Фрагмент диффузионного слоя с микропористым слоем

На рис. 2 представлен фрагмент крупнопористого слоя. Поры на снимке окрашены в белый цвет и имеют неправильную форму. Размер пор от $0,5$ до $4\ \mu\text{м}$, причем имеются области, где поры замкнуты. Наличие замкнутых пор увеличивает сопротивление переносу газа, так как в

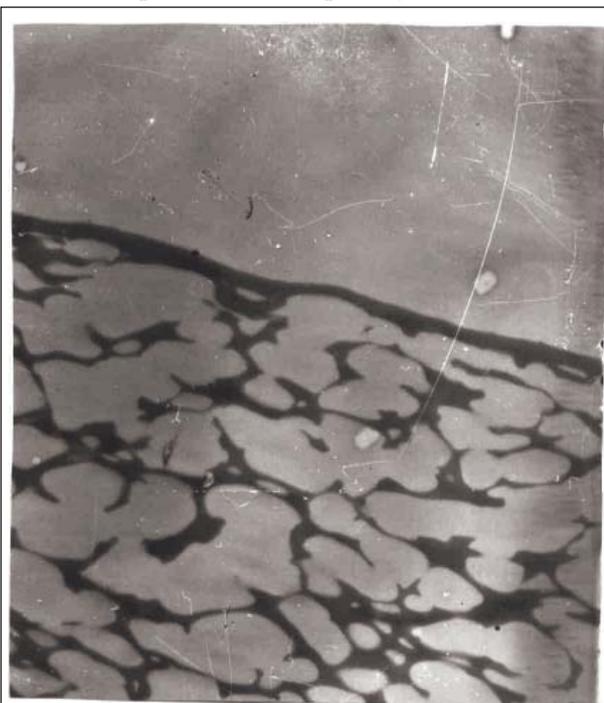


Рис. 2. Фрагмент крупнопористого слоя

этом случае многократно повторяется цикл сорбция – диффузия – десорбция, что аналогично наличию областей с повышенной толщиной диффузионного слоя. Имеются также области, где крупные поры не имеют выхода на поверхность со стороны пористого слоя.

Как указывалось выше, для выявления изменения структуры мембраны под воздействием давления были изготовлены образцы мембраны путем имитации давления 3,0 МПа с дальнейшей фиксацией изменения структуры мембраны в нагруженном состоянии.

Исследования показали, что происходит сжатие пористой структуры по сравнению с ненагруженной мембраной, возрастает число замкнутых пор. Поэтому с возрастанием давления происходит некоторое снижение удельной газопроницаемости. Чем выше величина давления, тем сильнее сжатие пористых слоев мембраны, тем больше за счет этого снижение газопроницаемости.

В результате наложения двух факторов: – (1) наличие дефектов (рис. 3) и микротрещин (рис. 4 и рис. 5) в диффузионном слое, что с ростом давления увеличивает удельную газопроницаемость и (2) сжатие пористой структуры, что несколько снижает проницаемость с ростом давления, – кривая газопроницаемости имеет характер, представленный на рис. 6. Увеличение удельной газопроницаемости сопровождается резким уменьшением значения фактора разделения $F(O_2/N_2)$.

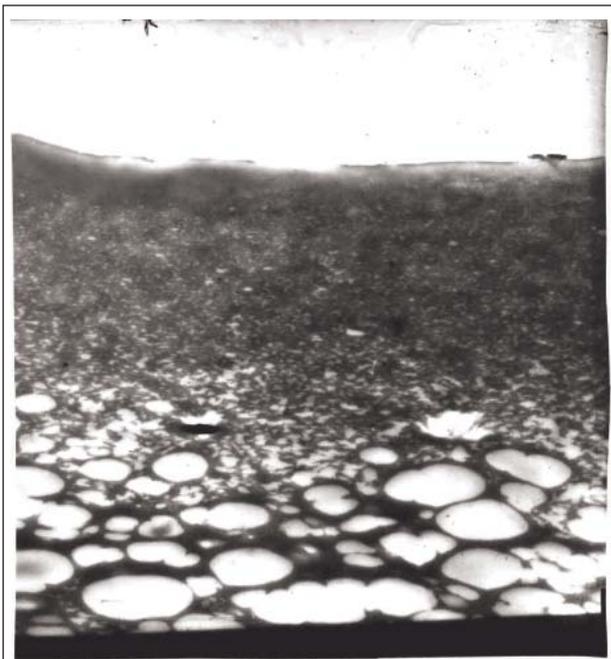


Рис. 3. Диффузионный слой с микродефектами

4. Перенос газа через ассиметричную мембрану с дефектами

Для выбора способа модификации мембраны необходимо представлять, какой вид потоков через мембрану имеет место, и каковы причины снижения селективности.

В первом приближении поток газа через мембрану можно разделить на две составляющие [1]: газоперенос через сплошной диффузионный слой, где реализуется поток:

$$J = \frac{SD}{l}(p_2 - p_1) \quad (1)$$

где D – коэффициент диффузии, S – коэффициент растворимости, l – толщина мембраны, и перенос газа через дефекты и поры, где преобладают потоки Пуазейля и Кнудсена.

Что касается потока (1), то в этом случае реализуется максимальная селективность мембраны, и удельная проницаемость практически не зависит от давления.

Перенос компонентов газовой смеси через дефекты и поры приводит к снижению селективности и с ростом давления удельная газопроницаемость возрастает. Здесь анализ указывает на бесспорное существование двух основных типов потоков - вязкостного и молекулярного. Условия существования того или иного потока определяются размером пор мембраны и свойствами газов.

Молекулярный или кнудсеновский поток имеет место в случае, если размер пор гораздо меньше, чем длина свободного пробега молекул диффундирующих компонентов. Уравнение для свободномолекулярного потока через длинный цилиндрический капилляр имеет вид:

$$J_{Kn} = \frac{8\pi r^3}{3\sqrt{2\pi RTM}} \cdot \frac{P_2 - P_1}{l} \quad (2)$$

В свободной молекулярной диффузии компоненты газовой смеси проходят через поры мембраны с различными скоростями, что приводит к соответствующему изменению в составе. В соответствии с кинетической теорией, компонент с меньшей молекулярной массой будет обладать большей скоростью и его содержание в смеси возрастет. Но, учитывая, что молекулярные массы азота и кислорода близки, разделение азота и кислорода практически не осуществляется.

В случае если размер пор гораздо больше длины свободного пробега диффундирующих

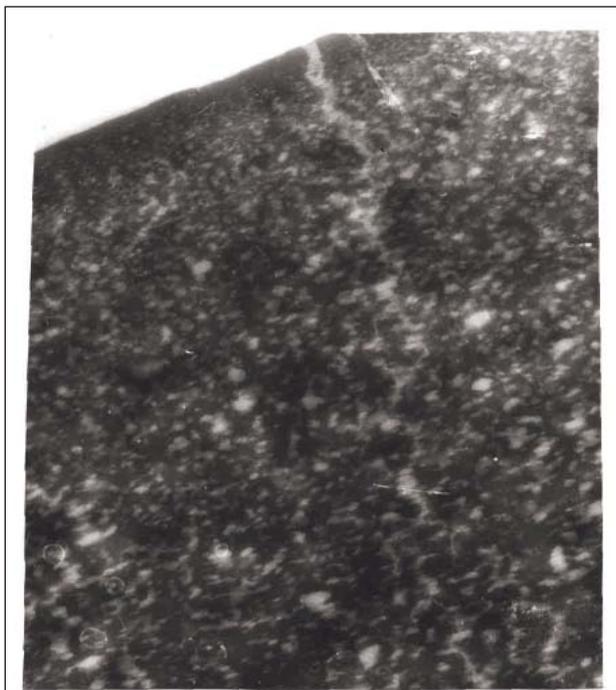


Рис. 4. Диффузионный слой с микротрещинами



Рис. 5. Диффузионный слой с микротрещинами

молекул, поток будет вязкостным и может быть описан уравнением Пуазейля, которое для цилиндрического капилляра имеет вид:

$$J_v = \frac{d^2 (P_2^2 - P_1^2)}{64lRT\mu} \quad (3)$$

Как видно из уравнений (2) и (3), существуют качественные различия между потоками Пуазейля и Кнудсена. Величина потока Пуазейля пропорциональна вязкости движущейся среды; уравнение Кнудсена не включает вязкость. Вязкостный поток линейно увеличивается с ростом перепада давления, что характерно и для Кнудсеновского потока, однако поток Пуазейля также зависит и от среднего давления. При вязкостном течении разделение смеси газов не происходит, т.е. смесь можно рассматривать как однотипный газ с усредненной вязкостью. В режиме Кнудсена газовые компоненты могут проходить через капилляр независимо друг от друга, но разделения опять же не происходит благодаря близкому значению их молекулярных масс.

Таким образом, от надежности закрытия дефектов мембраны существенным образом зависит ее разделяющая способность.

Таким образом, от надежности закрытия дефектов мембраны существенным образом зависит ее разделяющая способность.

5. Выбор полимерного материала для модификации мембраны и технология нанесения покрывного слоя

Проведенные экспериментально-теоретические исследования обеспечили выбор материала и способ нанесения покрывного слоя. К покрывному слою предъявляются следующие требования:

- высокая адгезия к диффузионному слою;
- высокая газопроницаемость покрывного полимера (проницаемость должна превысить, по крайней мере, в 10 раз, проницаемость полимера-основы);
- эластичность;
- устойчивость к повышенному давлению;
- устойчивость к компонентам атмосферного воздуха и, прежде всего, к кислороду и водяным парам;

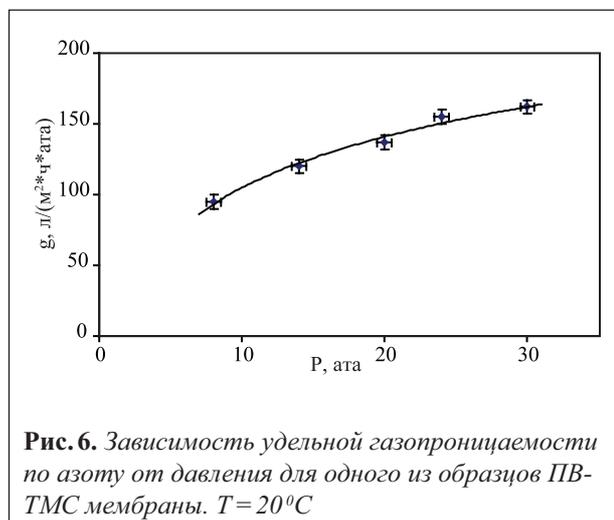


Рис. 6. Зависимость удельной газопроницаемости по азоту от давления для одного из образцов ПВ-ТМС мембраны. T=20°C

– низкая вязкость, позволяющая наносить полимер методом полива.

Стоимость покрывного полимера не имеет решающего значения, так как по данной технологии расход полимера мал за счет тонкого покрывного слоя (толщина менее 1 мкм).

Первое требование имеет одно из определяющих значений. При хорошей адгезии происходит затекание полимера в поры и хорошее сцепление с диффузионным слоем мембраны. Разрыв покрывного слоя в этом случае маловероятен в зоне дефекта.

Второе требование обеспечивает незначительное снижение проницаемости мембраны, но увеличивает существенно фактор разделения. Газопроницаемость модифицированной мембраны определяется по формуле:

$$\frac{1}{g_1} = \frac{1}{g_2} + \frac{1}{g_3}$$

где g_1 – проницаемость модифицированной мембраны; g_2 – проницаемость мембраны-основы; g_3 – проницаемость покрывного слоя.

Проницаемость покрывного слоя вычисляется по формуле:

$$g_3 = k \frac{S \Delta p t}{\delta}$$

где k – константа газопроницаемости полимера; S – площадь мембраны; Δp – перепад давления на мембране; δ – толщина покрывного слоя; t – время.

Третье и четвертое требования взаимосвязаны между собой. Эластичность покрывного слоя предотвращает его растрескивание при воздействии давления, что повышает надежность работоспособности мембраны.

Пятое требование определяет долговечность покрывного слоя, что влияет прямым образом на технико-экономические показатели. Частая смена мембраны делает нерентабельным мембранную технологию. Срок службы мембраны должен быть не менее 5 лет.

При выборе полимеров, удовлетворяющих всем перечисленным требованиям, возник ряд технологических трудностей. Если применять раствор полимера, то практически все растворители воздействуют на поливинилтриметилсилан, растворяя его, или вызывая набухание, и, наоборот, растворители, инертные к полимеру-основе, не растворяют покрывной полимер.

Наиболее оптимальным полимером можно считать силиконовый каучук с пониженным молекулярным весом марки СКТН и модификации на его основе.

Невысокая вязкость позволяет наносить его в жидком виде тончайшим слоем. Отверждение происходит под действием катализатора-отвердителя марки К-1. Изменяя концентрацию отвердителя, можно регулировать время жизни покрывного полимера, т.е. время, когда он еще не густеет.

Всем остальным требованиям каучуки СКТН удовлетворяют. Проницаемость его в 15 раз выше, чем у поливинилтриметилсилана; он достаточно эластичен и обладает необходимой адгезией к полимеру-основе. Более того, следует отметить экологическую чистоту СКТН, что позволяет применять его в медицине.

Предлагается два вида технологии нанесения полимера. Они очень просты и характеризуются минимальными материальными затратами.

Первый способ модификации мембраны может быть легко осуществлен в промышленных условиях. Для этого мажущая фильера заполняется СКТН в смеси с отвердителем К-1 в соотношении 33:1. Фильера регулируется таким образом, чтобы обеспечить нанесение слоя толщиной порядка 0,5–1 мкм (т.е. практически мембрана протирается жидким полимером). После нанесения полимера фильера промывается бензином и сушится.

Имеются определенные преимущества и недостатки данной технологии. Преимущество в том, что в итоге получается готовая модифицированная мембрана, а недостаток заключается в том, что в процессе изготовления мембранных элементов не исключается возможность дефектирования покрывного слоя за счет механических воздействий на поверхность мембраны (сжатие элементов под прессом, обдирание слоя и т.п.).

Надежна технология второго вида, основанная на обработке уже готовых мембранных элементов путем протирания поверхности элементов полимером СКТН с отвердителем К-1 в соотношении 40:1. Протирка может быть осуществлена вручную мягкой материей. Данная операция не занимает много времени и при производстве десятков тысяч элементов в год легко осуществима. При увеличении объема производства технология может быть механизирована.

В данной работе был использован химически модифицированный силиконовый каучук, который дает более долговечное и надежное закрытие дефектов мембраны.

6. Исследование газопроницаемости модифицированной мембраны и мембранного аппарата на ее основе

В табл. 3 представлены результаты исследования газопроницаемости мембранных элементов из модифицированной ПВТМС мембраны по воздуху, обогащенному кислородом. В табл. 4 даны результаты испытаний по разделению воздуха на аппарате из модифицированной мембраны после периодической работы в течение месяца. Температура, при которой проводились эксперименты, поддерживалась на уровне 40°C.

Как следует из представленных данных, после модификации происходит существенное возрастание фактора разделения, тем более, если учесть, что теоретическая величина фактора разделения мембраны составляет 4,1.

Из табл. 4 видно, что с ростом давления селективность мембраны не уменьшается, что свидетельствует об отсутствии потоков через дефекты мембраны.

Применение модифицированной мембраны даст возможность увеличить коэффициент извлечения азота и снизить удельные энергозатраты (табл. 1).

В заключение отметим, что данный метод с успехом может быть использован для модификации не только плоских асимметричных мембран, но и полых волокон.

Литература

1. Хванг С.-Т., Каммермейер., Мембранные процессы разделения, пер. с. Англ., М: Химия, 1981, 464
2. Х. Ясуда. Полимеризация в плазме. М: Мир. 1988. 374 с.
3. P.W. Kramer, Y.-S. Yeh, H. Yasuda // J. of Membrane Sci. 1989. V.46, N1. P.1–28
4. Kita H., Yoshino M., Tanaka K., Okamoto. Gas permselectivity of carbonized polyurethane membrane // Chem. Com.–Chem. Soc.–1997. – №11. – P.1051–1052
5. Рябинкин Н.В., Семёнова С.И., Смирнов С.И., Тарасов А.В. Плазмохимическое модифицирование газоразделительной мембраны “Лестосил” // Тез. докл. Всероссийской научной конференции “Мембраны-98”, 1998. С.82.

№	До модификации		После модификации	
	Фактор разделения, F(O ₂ /N ₂)	Производительность, л/ч	Фактор разделения, F(O ₂ /N ₂)	Производительность, л/ч
1	3,20	16,2	3,65	12,8
2	3,27	17,4	3,75	13,2
3	3,27	16,4	4,00	12,2
4	3,36	16,8	3,70	12,9
5	3,20	16,6	3,80	12,3
6	3,19	17,2	4,00	12,1
7	3,20	15,4	3,75	11,9
8	3,26	16,1	4,10	12,2
9	3,30	14,8	3,90	11,1
10	3,36	16,4	3,97	12,4

Табл. 3. Влияние модификации на свойства ПВТМС мембраны

Давление над мембраной, МПа (изб.)	Производительность по продукту, м ³ /ч	Концентрация азота в продукте, % N ₂	Фактор разделения, F(O ₂ /N ₂)
0,5	0,72	94,5	3,77
0,5	0,95	92,8	3,84
0,5	1,10	91,6	3,79
1,6	3,00	94,6	3,82
1,6	4,20	92,1	3,74
3,0	5,30	95,1	3,79

Табл. 4. Свойства модифицированной ПВТМС мембраны при различных перепадах давления

6. Ruaan R.-C., Wu T.-H., Chen S.-H., Lai J.-Y. Oxygen/nitrogen separation by polybutadiene/polycarbonate composite membranes modified by ethylenediamine plasma // J. Membr. Sci.–1998.–V.138, №2. P.213–220
7. Surface and Coatings Technology // Containing Papers Presented at V Intern. Conf. Plasma Surface Engineering, Garmisch-Partenkirchen, Germany, September 9-13, 1996. 1998. Vol.98
8. Гильман А.Б., Драчев А.И., Елкина И.Б., Шибряева Л.С., Волков В.В. // Химия высоких энергий. 1999. Т.33. №2. С.165
9. Л.Н. Чекалов, О.Г. Талакин, Н.Л. Докучаев, Отчет НПО Криогенмаш №3032: Исследование газопроницаемости асимметричной поливинилтриметилсилоновой мембраны, 49с.

МЕМБРАННО-АДСОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ БИОТЕХНОЛОГИИ И НЕФТЕХИМИИ

О.Л. Амосова^{1,2}, О.В. Малых², В.В. Тепляков^{1,2}

¹Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, химический факультет, г. Москва, o.amosova@gmail.com

Проблемы извлечения водорода из водородсодержащих газовых смесей (биосингаз, сбросные газы нефтехимии и др.) предполагают разработку безопасных (безреагентных) технологий с низким энергопотреблением. В работе представлен обзор литературы и дана оценка возможности применения гибридных мембранно-адсорбционных процессов, сочетающих мембранные модули на основе коммерчески доступных мембран и известные короткоцикловые адсорбционные процессы для эффективного выделения водорода на примере биосингаза и сбросных газов производства ацетилена. Приведено сравнение газопроницаемости мембран GENERON в виде полых волокон и плоских мембран из поливинилтриметилсилана (ПВТМС). Проведен сравнительный анализ показателей мембранных модулей половолоконного и дискового типа для предконцентрирования водорода из многокомпонентных газовых смесей включающих кислые и инертные газы (CO, CO₂, N₂, H₂S и др.). Показано, что мембранное предконцентрирование водорода до 70% обеспечивает на стадии КЦА получение водорода с чистотой 99,9% (степень извлечения ~90%) при уменьшении сорбционной нагрузки на адсорбент. Полученные показатели достигаются с использованием известных мембран и сорбентов и могут быть значительно улучшены с использованием новых эффективных мембранных материалов и сорбентов нового поколения.

Ключевые слова: мембранное газоразделение, КЦА, водород, CO₂, CO, H₂S

The paper presents a review of publications concerned with hydrogen recovery from the gas mixtures. Also the motivations for developing of integrated membrane/PSA method are discussed. This method combines membrane separation processes with well known pressure swing adsorption (PSA) processes. We also present the results of comparison of modules based on commercially available membranes (GENERON hollow fibers membranes and flat sheet membranes based on PVTMS) for hydrogen recovery from multicomponent gas mixtures containing CO, CO₂, N₂, H₂S. It is shown that membrane purification of hydrogen on the first stage up to 70% provide good results: it is possible to obtain clean hydrogen steams (> 99,9%) with extraction degree ~ 90% on the second stage (PSA). The data received can be considerably improved by usage of new effective membrane materials and adsorbents.

Key words: membrane, PSA, hydrogen purification, CO, CO₂, H₂S

1. Постановка и особенности проблемы

Быстрое развитие промышленности и транспортного сектора привело к интенсивному возрастанию энергопотребления. Сегодня большинство энергетических систем основано на потреблении нефти, природного газа и угля, которые не являются возобновляемыми источниками энергии, к тому же их использование ведет к большому выбросу CO₂ в атмосферу [1]. Экологически чистым и эффективным энергоносителем является водород, который

производится в больших количествах (45 млн. тонн в год [2]) в процессах нефтехимии, нефтепереработки и др. [3,4,5], одновременно с этим многие нефтеперерабатывающие и химические заводы столкнулись с проблемой недостатка водорода. В качестве промышленных источников водорода следует указать сбросные газы термического и каталитического риформинга метана, газовые смеси производства ацетилена, продувочные газы синтеза аммиака и метанола, а также любые другие газовые смеси с достаточ-

но высоким содержанием H_2 . К сожалению, на практике мы имеем водородсодержащие газовые смеси (см., например, сбросные газовые смеси производства ацетилена [6], табл. 1), которые требуют выделения водорода из смесей для его рационального использования. Водород относят к возобновляемым энергоносителям [3], поэтому в последнее время ведется много работ, направленных на получение био-водорода с использованием бактерий-продуцентов водорода [7, 8, 9], и так называемого биосингаза [10], получаемого пиролизом твердых бытовых отходов и древесины. Однако получаемые при этом газовые смеси также содержат значительное количество кислых газов (примесей), примерный состав которых представлен в табл. 1.

Как видно из табл. 1, главным недостатком биосингаза и биоводорода является низкая теплотворная способность из-за большого содержания балластного CO_2 , и эти газы рассматриваются как низкокалорийное топливо. Выделение и очистка водорода из многокомпонентных смесей может быть осуществлена стандартными технологиями, применяемыми в промышленности [2, 4, 7, 11]. К ним можно отнести криогенную, абсорбционную, адсорбционную и мембранную технологии. При выборе технологии очистки водорода следует учитывать ряд факторов:

- производительность установки и капитальные затраты на ее производство и поддержание бесперебойной работы,
- требуемая степень очистки,
- необходимая степень извлечения, которая тем ниже, чем выше требования, предъявляемые к чистоте получаемого водорода,
- состав исходной газовой смеси,
- компактность, возможность модульного масштабирования.

Отметим, что процессы КЦА требуют минимального содержания водорода в смеси выше 50%, тогда как мембранные процессы только выше 15% [11, 12].

Отметим, что существующие способы очистки газов делают данное топливо экономически невыгодным даже при наличии дешевого сырья. Полагают, что для эффективного выделения водорода из низкокалорийных газовых смесей будет перспективным сочетание мембранных и адсорбционных способов разделения [13–17]. Одновременно с этим рассматривается возможность объединения данных способов очистки с установками для получения водорода в процессе паровой конверсии метана, выделения водорода из продувочных газов синтеза аммиака и других водородсодержащих газовых смесей [2, 15]. Объединение этих способов позволит скомпенсировать недостатки каждого из них в отдельности и создать более эффективную систему очистки (табл. 2).

Отметим, что и мембранные и адсорбционные методы (в условиях коротко циклового разделения) относятся к молекулярно-селективным процессам и не содержат в себе энергозатрат на фазовые переходы.

2. Особенности мембранного разделения газовых смесей

Известно, что разделение газов мембранами происходит по механизму диффузионной растворимости, когда коэффициент проницаемости $P = D \times S$ определяется растворимостью газов в полимерной матрице (S) и скоростью диффузионной миграции в мембранной среде (D) [18, 19]. При этом селективность разделения будет определяться отношением величин, например, для бинарных смесей $P_i/P_j = D_i/D_j \times S_i/S_j$, то есть селективности диффузии и растворимости молекул

Газ	Состав газа, % (об.)							
	H_2	CH_4	CO	CO_2	N_2	H_2S	Ar	NH_3
Биосингаз	25–42	1	25–42	10–35	2–5	1	-	-
Биоводород	80	-	-	20	-	-	-	-
Синтез-газ производства ацетилена	50–63	5–8	27–30	3–10	1,5–2,0	-	-	-
Продувочные газы производства аммиака	60,5	13	-	-	20	-	4,5	2

Табл. 1. Состав некоторых водородсодержащих газовых смесей [2, 4–9]

Способ	Преимущества	Недостатки
1. Короткоцикловая безнагревная адсорбция (КЦА)	<ul style="list-style-type: none"> • Дешевые углеродные материалы, цеолиты, силикагели • Эффективные простые технологии • Высокая чистота для легкого компонента • Давление продуктового газа, не значительно ниже исходного 	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимы: регенерация, реактивация адсорбента, энергозатраты на регенерацию (Т,Р) • Невысокая степень извлечения • Прерывные процессы • Работает при давлении 2–4 МПа
2. Диффузионное разделение (мембранная технология)	<ul style="list-style-type: none"> • Можно использовать как промежуточную стадию для удаления основного количества примесей • Непрерывный процесс • Простота, компактность оборудования • Быстрый выход на рабочий режим 	<ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная селективность (низкая чистота при высокой степени извлечения компонентов) • Низкая производительность • Потеря давления для проникающего компонента
3. Комбинированная мембранно-адсорбционная технология	<ul style="list-style-type: none"> • Сочетание достоинств комбинируемых технологий • Широкий диапазон давлений • Простота процесса • Высокая степень очистки • Низкие капитальные затраты • Широкие возможности применения 	<ul style="list-style-type: none"> • Невысокие производительности • Невысокие плотности упаковки • Усложнение конструкций аппаратов и снижение надежности системы в целом

Табл. 2. Основные преимущества и недостатки мембранной и адсорбционной технологий [12, 15, 18]

пенетранта. Основные параметры селективного газопереноса определяются как свойствами газов, так и характеристиками полимерной среды, что достаточно системно описано в литературе [18–22]. Например, растворимость газа возрастает с его температурой кипения (глубиной потенциала {6-12} для взаимодействия газ-газ или поляризуемостью); диффузия молекул газа в значительной степени определяется эффективным молекулярным сечением [23]. Наиболее проницаемые мембранные полимеры обладают высокой долей свободного объема, а наиболее селективные мембранные среды характеризуются высокой плотностью энергии когезии [24]. К мембранам, применяющимся для разделения газов, предъявляется ряд требований [18,19]: (1) высокая производительность мембраны (проницаемость), (2) высокая селективность, (3) доступность. Нами для исследования и расчета мембранных процессов были выбраны мембранные модули, удовлетворяющие этим требованиям: (1) дисковый модуль на основе мембран полученных из поливинилтриметилсилана (ПВТМС) и (2) полволоконный модуль

GENERON. В качестве примера приведено сравнение проницаемости по целому ряду газов для этих мембран. В *табл. 3* использованы как экспериментальные данные [22,24], так и корреляционные расчеты, предложенные в [23]. При расчетах полагали, что селективный слой мембраны GENERON состоит из тетрабромполикарбоната (ТБПК).

Отметим, что применительно к мембранному разделению водорода и углекислого газа мы имеем, с одной стороны, $D_{H_2} \gg D_{CO_2}$ и, с другой стороны, $S_{CO_2} \gg S_{H_2}$. Сочетание этих вкладов приводит к тому, что H_2 и CO_2 в полимерных мембранах имеют высокую газопроницаемость и низкую селективность (*табл. 3*). С другой стороны, такой же анализ показывает, что мембраны могут быть эффективны при разделении смесей H_2/CO в пользу водорода (*табл. 3*). Таким образом, не представляется возможным, использование полимерных мембран для одностадийного выделения H_2 из многокомпонентных смесей, включающих CO_2 , CO и другие газы.

Промышленное применение мембранных материалов обусловлено не только их селек-

л/м ² · час · атм	Газ										
	H ₂ O	H ₂	He	CO ₂	O ₂	SO ₂	H ₂ S	N ₂	CO	CH ₄	C ₃ H ₈
ТБПК	17000*	160	180	45	13,6	10,3*	4*	1,8	1,6*	1,3	0,1*
ПВТМС	20000	2000	1800	1600	450	1000*	350*	120	150*	220	40

* Расчет по методике [23]

Табл. 3. Газопроницаемость коммерчески доступных мембран [22–24]

тивностью и проницаемостью, но и другими важными параметрами, такими как способность быть организованными в тонкие и механически прочные пленки, в модули с высокой площадью и плотностью упаковки, а так же долговечность, химическая устойчивость, доступная цена полимера. Эффективная толщина мембран используемых в промышленности чаще всего лежит в пределах 0,5–0,1 мкм. Наиболее тонко нанесенные полимерные мембраны обладают распределением массы вещества селективного слоя по поверхности $\approx 1\text{г}/1\text{м}^2$ мембранной подложки. Преимущественно используемыми на данный момент являются полволоконные модули (около 75%), далее следуют рулонные модули (до 15%), и затем дисковые модули (до 10%), что обусловлено как технологическими, так и экономическими причинами. Основные разработчики мембран и мембранных систем представлены в табл. 4 (производство ПВТМС мембран Кусковским заводом (Москва) приостановлено в 2000 году).

Одним из наиболее интересных направлений является выделение водорода из газовых смесей, где его содержание находится в пределах 40–80% (например, биосингаз, биоводород, синтез-газ производства ацетилена, табл. 1). Практический интерес при этом представляет водород с чистотой не менее 98%, что в принципе достижимо с использованием мембранных технологий, но, к сожалению, при невысоких степенях его извлечения. С другой стороны, мембранные способы разделения газов вполне можно использовать для предконцентрирования водорода с высокими степенями его извлечения с дальнейшей его очисткой в процессах КЦА (для эффективной работы КЦА содержание водорода в исходной газовой смеси должно быть не менее 50% [11, 12, 15]).

Нами проведена расчетная оценка мембранного разделения многокомпонентной смеси синтез-газа производства ацетилена (газовая смесь 1: 50% H₂, 10% CO₂, 8% CH₄, 4% N₂, 28% CO) и биосингаза (газовая смесь 2: 40% H₂, 15%

Компания	Технологический процесс/оборот	Материал	Тип * модуля
Permea (Air Products)	Газоразделение	Полисульфон	1
Medal (Air Liquide)	Разделения воздуха	Полиимиды	1
IMS (Praxair)	Выделение H ₂ , разделение воздуха	Полиимиды	1
Generon (MG)	Разделение воздуха, выделение H ₂	Тетрабромполикарбонат	1
Separex (UOP)	CO ₂ /CH ₄	Ацетат целлюлозы	2
Synara (Natco)	CO ₂ /углеводороды	Ацетат целлюлозы	1
Aquilo	Разделение воздуха	Полифениленоксид	1
Parker-Hannifin	Разделение воздуха, выделение H ₂	Полиимиды	1
UBE	Пар/газ, разделение воздуха	Полиимиды	1
GKSS Licensees	Отделение углеводородов	Силаксансодержащие сополимеры	3
MTR	Разделение бутан/азот, отделение углеводородов	Полиалкилсилоксаны	2
Кусковский хим. завод, Москва	Разделение воздуха, выделение H ₂	Поливинилтриметилсилан	3

* 1 – полволоконный модуль, 2 – рулонный модуль, 3 – дисковый модуль

Табл. 4. Основные разработчики мембран и мембранных систем

CO₂, 1% CH₄, 5% N₂, 1% H₂S, 38% CO) при потоке питания 15 нм³/час и перепаде давления 10 атм с целью получения водорода требуемой концентрации для КЦА при высоких степенях его извлечения с использованием модели перекрестного тока. Отметим, что в литературе достаточно хорошо известны методы оптимизации и проектировочных расчетов мембранных модулей, использующих несколько моделей рабочих режимов мембранных аппаратов [20, 25–30], особенно для бинарных газовых смесей. Для расчета разделения многокомпонентных смесей нами была разработана компьютерная программа, с использованием известного алгоритма, основу которого составляет равновесие в точке, которое соотносит составы газовых смесей в точке X в потоке питания и в точке Y в потоке пермеата. Если эти значения построить на графике как функцию расстояния по длине мембраны, то можно получить два концентрационных профиля [20].

Если движущую силу выражать через активность a_i компонента I, то количество массы dq_i , прошедшей через элементарный участок мембраны dS , можно определить по уравнению массопереноса:

$$-dq_i = dSK_i(a_i^I - a_i^{II}) \quad (1)$$

где надстрочные индексы I и II относятся к разделяемому потоку и потоку пермеата. Взаимное влияние компонентов предполагается незначительным и поэтому для выражения потока через мембрану используется один коэффициент массопереноса K_i . Для случая многокомпонентной системы указанное уравнение (1) должно быть записано для каждого компонента, и, таким образом будет получена система дифференциальных уравнений, которую можно решить численными методами. Однако только одни уравнения проницаемости не в состоянии дать равновесные соотношения в точке во многих сложных мембранных процессах; существуют дополнительные явления, влияющие на массоперенос, — концентрационная поляризация, продольное перемешивание и перепад давления вдоль мембраны. При известных уравнениях, описывающих эти вторичные процессы, можно уравнение (1) проинтегрировать и таким образом отразить равновесие в точке. Такие расчеты были нами проведены и результаты представлены на рис. 1 и 2 и в табл. 5–7.

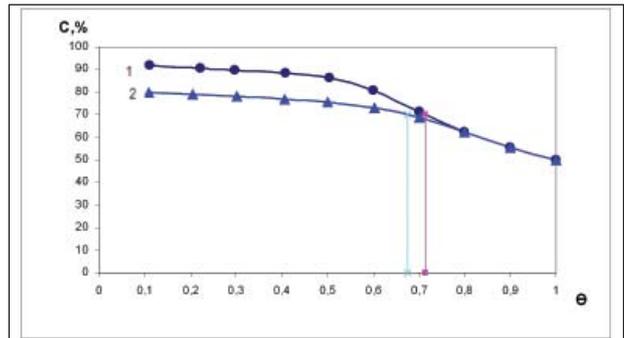


Рис. 1. Зависимости концентрации H₂ в пермеате при мембранном разделении газовой смеси 1 от степени отбора для мембран из ТБПК (1) и ПВТМС (2), при перепаде давления 10/1 атм. Выделены степени отбора, при которых в пермеате достигается концентрация H₂ в 70%

Таким образом, как видно из рис. 1 и 2 и табл. 5–7 известные полимерные мембраны и модули на их основе в ряде случаев могут рационально решить проблемы предконцентрирования H₂ из газовых смесей с его содержанием 40–50%. Однако в каждом конкретном случае требуется проведение целевых расчетов. Так, ТБПК мембраны могут быть использованы для обеих рассматриваемых газовых смесей с получением концентрата H₂ 70% при уровне его извлечения 90–97%. Мембраны ПВТМС не обеспечивают указанных параметров для решения рассматриваемых задач (концентрирования в 70% возможно лишь при уровнях извлечения водорода 10–20%). Тем не менее, применение мембран при низких степенях выделения возможно для получения достаточно высококон-

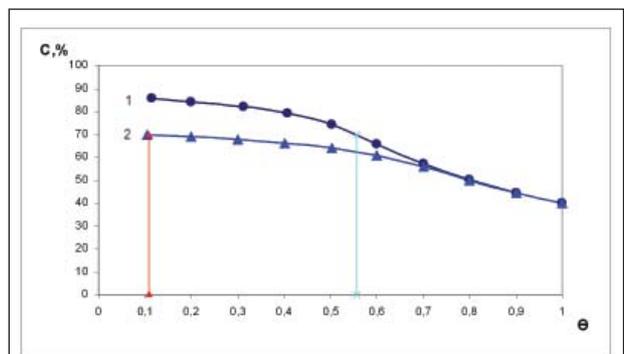


Рис. 2. Зависимости концентрации H₂ в пермеате при мембранном разделении газовой смеси 2 от степени отбора для мембран из ТБПК (1) и ПВТМС (2), при перепаде давления 10/1 атм. Выделены степени отбора, при которых в пермеате достигается концентрация H₂ в 70%

Газ	ТБПК, S поверхн. 133,28 м ²		ПВТМС, S поверхн. 1,65 м ²	
	Концентрация в		Концентрация в	
	пермеате, %	ретентате, %	пермеате, %	ретентате, %
H ₂	70	0,3	70	8,3
CO ₂	13,8	0,7	13,6	2,6
CH ₄	2,8	20,9	4,2	15,8
N ₂	1,8	9,4	1,3	9,6
CO	11,6	68,7	10,9	63,6

Табл. 5. Расчет состава газовой смеси 1 в пермеате и ретентате при общей степени отбора $\theta = 0,714$ (для ТБПК) и $\theta = 0,676$ (для ПВТМС), обеспечивающей предконцентрирование H₂ до 70%, при перепаде давлений 10/1 атм

Газ	ТБПК S поверхн. 51,931 м ²		ПВТМС S поверхн. 0,148 м ²	
	Концентрация в		Концентрация в	
	пермеате, %	ретентате, %	пермеате, %	ретентате, %
H ₂	70	2,4	70	37,0
CO ₂	22,3	5,9	22,1	14,3
CH ₄	0,1	2,1	0,2	1,1
N ₂	0,9	10,1	0,7	5,4
H ₂ S	0,4	1,8	0,4	1,1
CO	6,3	77,7	6,5	41,1

Табл. 6. Расчет состава газовой смеси 2 в пермеате и ретентате при общей степени отбора $\theta = 0,556$ (ТБПК) и $\theta = 0,087$ (ПВТМС), обеспечивающей предконцентрирование H₂ до 70%, при перепаде давления 10/1 атм

Газ	ТБПК, общая степень отбора $\theta = 0,078$		ПВТМС, общая степень отбора $\theta = 0,066$	
	Концентрация в		Концентрация в	
	пермеате, %	ретентате, %	пермеате, %	ретентате, %
H ₂	93,0	44,0	88,000	35,3
CO ₂	6,1	10,1	10,700	14,9
CH ₄	0,2	9,2	0,022	1,1
N ₂	0,1	4,6	0,200	5,5
H ₂ S	-	-	0,069	1,1
CO	0,7	32,2	1,100	42,1

Табл. 7. Расчет максимального концентрирования водорода из газовой смеси 1 (в пермеате) с помощью мембранных модулей (одна стадия) на основе ТБПК и ПВТМС, при перепаде давления 10/0,2 атм

центрированной по водороду смеси 88–93% (см. табл. 7).

Отметим, что количество фирм, производящих мембранные установки, использующих свои или покупные мембранные модули, достаточно велико. Лидирующие позиции занимают США: IGS GLOBAL, Air Products, NATCO, CMS, Newpoint Gas, Parker NNI, On Site Gas Systems Inc, Holtec Gas Systems, ProSep Technologies Inc, MTR, PRAXAIR. Крупными компаниями других стран являются UBE – Япония, Air Liquide – Франция, INMATEC, BORSIG Membrane technology – Германия, CAN Gas Systems Company Limited – Китай. Россия представлена, в основном, компаниями ГРАСИС, КЛИМБИ, КРИОГЕНМАШ и ВЛАДИПОР. Установки для получения технически чистого водорода производятся и поставляются компаниями ГРАСИС, Air Liquide, UBE, PRAXAIR и UOP.

3. Очистка водорода и разделение водородсодержащих газовых смесей с использованием адсорбционных технологий

Адсорбционные молекулярно-селективные процессы основаны на различии парциальных давлений разделяемых компонентов в газовой фазе для более сорбирующегося компонента (БСК) и менее сорбирующегося компонента (МСК). Несмотря на большое количество адсорбентов для разделения газов, весь массив коммерчески доступных адсорбентов можно разделить на три основных класса: (1) мезопористые и микропористые активные угли с нейтральным зарядом поверхности, (2) мезопористые и микропористые силикагели анионного типа (слабый заряд поверхности), (3) микропористые цеолиты с сильным зарядом поверхности (катионного типа). Адсорбция газовых компонентов смеси на таких адсорбентах, определяется несколькими факторами, наиболее важными из которых являются летучесть, полярность, молекулярная масса адсорбируемых молекул. Из газовой фазы преимущественно адсорбируются компоненты с температурой конденсации, близкой к температуре процесса, а также малолетучие компоненты. Адсорбция может усиливаться за счет электростатических сил, возникающих между адсорбентом и адсорбируемыми молекулами. При этом адсорбенты анионного или катионного типа преимущественно адсорбируют полярные

или легко поляризуемые молекулы. Эти молекулы притягиваются за счет адсорбционных сил положительно заряженных катионов или отрицательно заряженных анионов кристаллической решетки адсорбента. Высоколетучие компоненты с низкой полярируемостью, такие как водород и гелий, практически не адсорбируются по сравнению с другими молекулами.

Начиная с 1960 гг. в промышленности стали широко применяться циклические адсорбционные процессы (PSA от английского Pressure swing adsorption) разделения газовых смесей, регенерация сорбента в которых происходит за счет понижения общего давления смеси газов и парциального давления БСК, при помощи обратной продувки адсорбента частью продуктового газа (МСК), так как снижение парциального давления сопровождается уменьшением величины адсорбции. Заслуга в разработке этого простого, надежного и инженерно совершенного метода принадлежит Скарстрому [31]. Цикл КЦА Скарстрема, в отечественной литературе более известный под названием короткоциклового безнагревной адсорбции (КБА), включает два аппарата переменного работающих в режимах адсорбции и регенерации. На рис. 3 показана принципиальная схема установки с двумя адсорберами, выполненной в соответствии с идеей изобретения. Смесь газов из блока подготовки газов (БПГ) вводится в установку по трубопроводу (Т1), проходит электромагнитный или пневмоклапан и поступает в адсорбер (А1), заполненный подходящим типом сорбента. Продуктовый газ через обратный клапан (ОК1) выводится из адсорбера (А1) и с помощью вентиля (ШК1) и редуцирующего вентиля (РВ) разделяется на два потока, один из которых через трубопровод (Т2) поступает в ресивер (Р) для стабилизации давления выходящего потока, и затем выводится для внешнего использования, а другой поток через (РВ) и обратный клапан (ОК4) поступает в адсорбер (А2) для регенерации адсорбента. Через клапан (ЭК2) и трубопровод (Т3) десорбированный газ с продувочным газом выводится из установки. Спустя определенный промежуток времени электро- или пневмоуправляемые клапаны (ЭК1, ЭК2, ЭК3, ЭК4) переключаются таким образом, чтобы очистка газовой смеси происходила на адсорбере (А2), а адсорбер (А1) регенерировался [11, 32, 33].

Одно из важнейших свойств короткоциклового безнагревного процесса разделения заключается в том, что короткое время цикла разделения позволяет “законсервировать” тепло адсорбции, и регенерация адсорбента идет в нагретом слое, что повышает ее эффективность. Стадия же адсорбции идет в охлажденном (за счет десорбции при регенерации) слое, что повышает равновесную сорбционную емкость. Принципиальным вопросом для цикла Скарстрема является определение количества отбираемого продуктового газа, необходимого для продувки. Увеличение расхода газа на продувку приводит к уменьшению количества получаемого продуктового газа. С другой стороны, чрезмерное уменьшение продуктового газа для продувки не позволит полностью регенерировать слой адсорбента, что, как следствие, приведет к понижению чистоты продуктового газа. Для достаточной регенерации объемы продувочного и исходного газов при соответствующих давлениях должны быть, по крайней мере, равны, то есть отношение

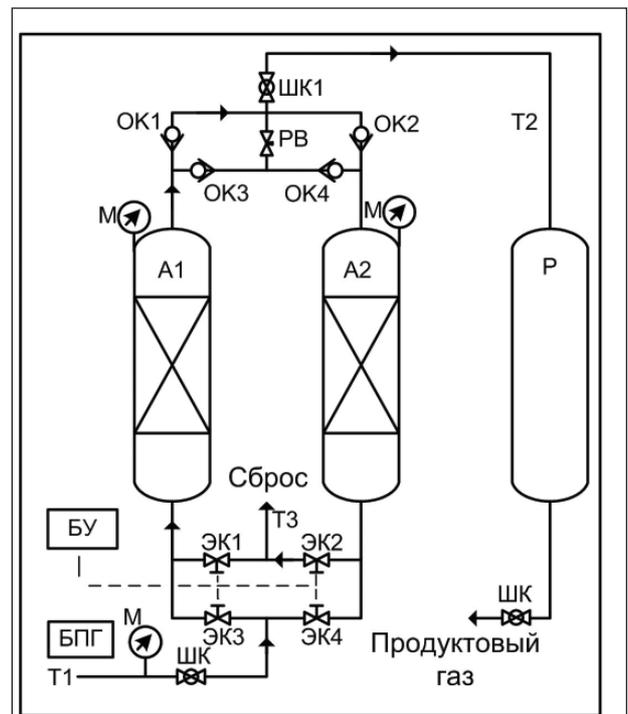


Рис. 3. Технологическая схема установки КЦА: А1, А2 – адсорберы; Р – ресивер; БУ – блок управления; БПГ – блок подготовки газов; РВ – редуцирующий вентиль; ШК, ШК1 – шаровые краны; ОК1–ОК4 – обратные клапаны; ЭК1–ЭК4 – электромагнитные клапаны; Т1–Т3 – трубопроводы; М – манометр

количества продувочного газа к исходному должно быть приблизительно равно отношению давления регенерации к давлению адсорбции. Это условие означает, что линейные скорости газовой смеси в слое на стадиях адсорбции и регенерации уравниваются, что обеспечивает возврат фронта БСК на стадии регенерации на расстояние, приблизительно равное перемещению фронта во время адсорбции. Точный выбор оптимального количества продувочного газа может быть сделан только на основе полного расчета цикла КЦА [11, 33–36] и экспериментальной верификации.

В начале 1960 гг. Скарстром с сотрудниками [37, 38] показал возможность использования КЦА для очистки циркулирующего водорода риформинга от углеводородных газов и кислород содержащих компонентов (при этом 60–80% подвергаемого очистке водорода можно было получить с концентрацией 99,9%). Основной прорыв в технологии КЦА для крупномасштабной очистки водорода в 1970-х гг. связан с развитием четырехадсорберных систем, предложенных американцем Батта [39] для выделения высокочистого водорода из потоков, в которых исходная концентрация водорода составляла 50–70%. Остальными компонентами этого потока являлись метан и его гомологи, моно и диоксид углерода, азот, вода. В 1976 году в

промышленности появились многокорпусные установки “Polybed” КЦА [40,41] и, начиная с этого времени, были построены сотни заводов по производству водорода, где основным способом очистки водорода является КЦА. Способы организации очистки методом КЦА многократно видоизменялись, увеличивалось количество адсорберов (7–10) [40], 14–16[41], были добавлены ресиверы для снижения колебаний давления получаемого газа, были предложены адсорбционные колонны, содержащие несколько слоев различных адсорбентов. При этом одновременно с увеличением количества адсорбционных колонн увеличивается степень извлечения водорода, но и возрастают время цикла и количество адсорбента, необходимое для заполнения адсорбционных колонн. Современные КЦА-установки обычно включают адсорбционные колонны, содержащие 3–4 слоя различных адсорбентов (силикагель/активный оксид алюминия для извлечения воды, активный уголь для извлечения CO_2 , и цеолит СаА для извлечения CH_4 , CO , N_2). В зависимости от необходимой производительности и технологических условий и требований, современные КЦА содержат от 4 до 16 адсорбционных колонн, работающих при обычных температурах и давлении 20–60 атм. Степень извлечения водорода определяется необходимой

Процесс получения H_2	Компания, владеющая патентом	Система	Производительность, $\text{м}^3/\text{день}$	Количество заводов
Паровая конверсии метана	Linde AG	КЦА	10^4 - 10^6	250
	Technip	КЦА	10^4 - 10^6	240
	Uhde	КЦА	10^6	60
Отходящий газ каталитического риформинга	Haldor Topshe	КЦА	10^4 - 10^6	21
	CB& Howe-Baker Engineers	КЦА	10^4 - 10^6	170
	Foster Wheeler	КЦА	10^4 - 10^6	100
Сбросные газы нефтехимии	Lurgi Oel-Gas-Chemie GmbH	КЦА	10^4 - 10^6	105
	UOP LLC	КЦА	10^6	700
Очистка водорода	Air Products	КЦА + мембрана (PRISM)	10^5 - 10^6	270
	Очистка водорода в процессе синтеза аммиака	Linder AG	КЦА	230-1350 т/д.
Uhde GmbH		КЦА	500-1800 т/д.	14
Haldor Topshe		КЦА	650-2050 т/д.	60
Kellogg Brown & Root, Inc		КЦА	до 1850 т/д.	200

Табл. 8. Компании, занимающиеся производством и очисткой водорода из водородсодержащих газов (с концентрацией CO_2 от 30 до 60%) [1, 2]

чистотой, но находится в области 60–90%. Отходящие газы (десорбционные) содержат H_2O , N_2 , CO_2 , CH_4 , CO и H_2 , но этого обычно достаточно, чтобы использовать их в качестве исходного газа для риформинг-установок. Более подробно эти процессы рассмотрены в работах [2, 11, 39–43]. С использованием процесса КЦА возможно получение очень чистого водорода из газовых смесей (с чистотой, в некоторых случаях превышающих 99,9999% (об.)), содержащих относительно высокие концентрации CO , CO_2 [41, 42], при этом обычно методом КЦА получают чистый водород из газов, где его содержание находится в пределах 65–90%.

Ниже приведен список компаний, использующих КЦА, их производительность и число заводов в мире (табл. 8).

Выбор оптимального сорбента для разделения какой-либо газовой смеси достаточно сложная задача, целиком определяемая физико-химическими свойствами и адсорбционной способностью разделяемых газов [44, 45]. Наибольшее внимание обращается на следующие свойства адсорбента: (1) большая адсорбционная способность – поглощение большого количества адсорбтива при малой его концентрации в газовой фазе, (2) высокая селективность по отношению к целевому компоненту, (3) химическая инертность по отношению к компонентам разделяемой смеси, (4) способность к регенерации (восстановлению), (5) высокая механическая прочность, (6) низкая стоимость, (7) доступность.

Существует достаточно много селективных сорбентов, которые можно использовать для очистки водорода. В настоящее время наиболее активно разрабатываются два направления [2]:

1) CO_2 -селективные сорбенты для использования при обычных или повышенных температурах для извлечения CO_2 из продуктов реакции.

2) CO -селективные сорбенты для извлечения CO из потоков, содержащих CO_2 .

Для повышения чистоты получаемого H_2 предлагается использовать и другие сорбенты: 1) коммерчески доступные H_2O -селективные адсорбенты, такие как цеолиты типа А, X, Y, морденит, активированный оксид алюминия, силикагель [43, 45–47], и 2) H_2 -селективные адсорбенты, такие как металлы и их сплавы, образующие гидриды, например Pd, PdAg, MgNi, FeTi, LaNi [4, 48, 49]. Это направление заслуживает

Тип сорбента	Адсорбция, ммоль/г			
	H_2	CH_4	CO	CO_2
CaA, при 1 атм	0,05	0,65	1,15	4,0
CaA, при 4 атм	0,15	1,60	1,90	4,4
AУ Calgon BPL, 1 атм	0,01	1,40	0,30	2,5
AУ Calgon BPL, 4 атм	0,20	2,50	1,38	4,8

Табл. 9. Адсорбция газов при 25°C и давлении 1 и 4 атм [45]

внимания, так как сорбционная емкость по H_2 этих материалов достаточно высокая. За многие годы опубликованы тысячи работ, посвященные взаимодействию водорода с этими металлами и их сплавами. Характерные емкости по водороду данных материалов можно посмотреть в обзорах [48, 49].

В [1, 45, 46, 50–58] рассмотрены активные угли, цеолиты, металл оксиды, соединения на основе гидроталькита ($Mg_6Al_2CO_3OH_{16.4}H_2O$) в качестве адсорбентов для обратимой адсорбции CO_2 , CO . Общий вывод, который можно сделать на основании этих работ, таков: активные угли и цеолиты показывают лучшие сорбционные свойства, чем оксиды металлов и соединения на основе гидроталькита для применения при обычной температуре. Однако для высокотемпературных применений (процессов) оксиды металлов и соединения на основе гидроталькита предпочтительнее, чем активные угли и цеолиты.

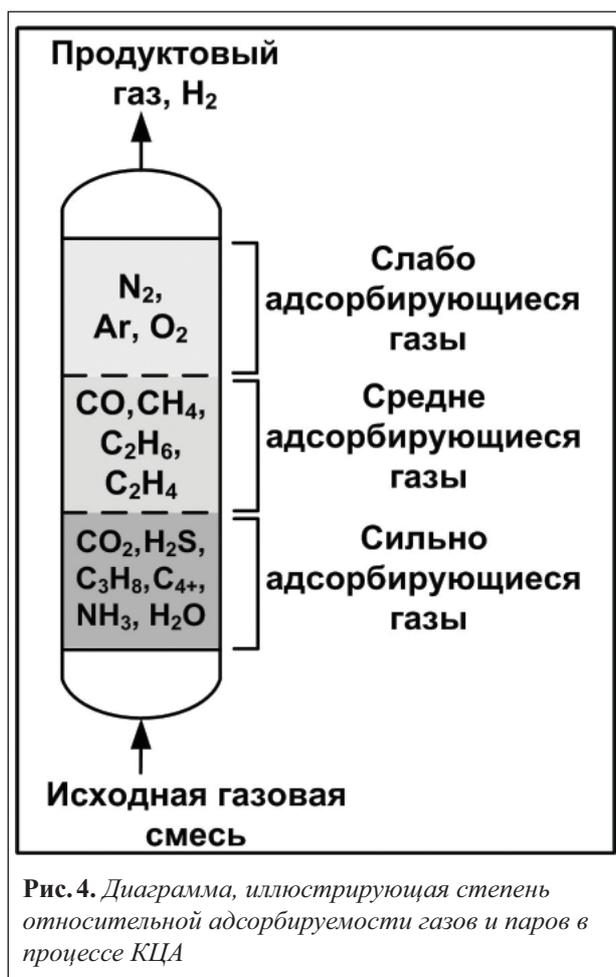
В качестве примера в табл. 9 приведены типичные сорбционные емкости коммерчески доступных адсорбентов [45] для использования в КЦА.

Кроме того, в процессе КЦА разделение может осуществляться в хроматографическом режиме, как показано на рис. 4 [41]. Видно, что в общем случае, плохо адсорбирующиеся примеси в первую очередь загрязняют получаемый водород.

В целом, для оптимального проектирования установок КЦА необходимы как правильный выбор адсорбента, так и оптимизация режима работы и величин конструктивных и технологических параметров.

4. Сочетание мембранных способов разделения газовых смесей с адсорбционными

Исследования по разработке и созданию гибридных систем, объединяющих мембранные и адсорбционные методы очистки и разделения



смесей газов и паров, ведутся с 80 гг. 20-го столетия. В последнее время все больше работ посвящено сочетанию мембранного способа разделения с криогенной, адсорбционной, абсорбционной или каталитической очисткой.

В настоящее время существует ряд экспериментальных производств, на которых используются промышленные установки для извлечения органических паров, сочетающие мембранные модули на основе полимерных мембран и КЦА [59]. Однако, аналогичные системы, сочетающие газоразделительные свойства полимерных мембран и углеродных адсорбентов для выделения водорода из водородсодержащих газовых смесей пока не достаточно разработаны [13, 16, 60–70]. Несмотря на то, что в литературе представлены данные об успешных попытках объединения мембранного модуля на основе неорганических и металлических мембран с КЦА, распространения в промышленности данные технологии не получили, так как мембраны разработаны только на уровне прототипов [13, 14]. Так, в работе [13] рассматривается возможность производства водорода с использованием гибридной технологии,

состоящей из 3-х структурных элементов: реактора для паровой конверсии метана, КЦА, модуля на основе нанопористых углеродных селективных мембран, работающих по механизму поверхностных потоков. По мнению авторов, результатом такой интеграции между КЦА и указанной мембранной технологией является повышение степени извлечения водорода до 84–85% из газов паровой конверсии метана. В работах [2, 14, 15] представлен краткий обзор гибридных систем для разделения целевых компонентов газовых смесей, с рекомендациями по улучшению качества сбросных газов и повышению степени извлечения целевых продуктов.

Активное патентование гибридных технологий очистки газовых смесей объединяющих мембранные и адсорбционные процессы, ведется, в основном, следующими компаниями: Union Carbide Corporation, UOP, Monsanto Company, The Boc Group Inc, Air Products and Chemicals, Texaco Inc.

В большинстве патентов и работ рассматриваются различные комбинации организации процесса разделения при помощи системы, сочетающей газоразделительные свойства полимерных мембран и КЦА. Можно выделить два основных способа организации процесса выделения водорода – (1) мембранно-адсорбционный [60, 61, 63, 65, 67], в котором мембранный модуль используется для предконцентрирования, а окончательная очистка производится с использованием блока КЦА, либо (2) адсорбционно-мембранный [13, 66], в котором основная очистка производится на блоке КЦА, а сбросные газы высокого и низкого давления от КЦА очищаются в мембранном блоке, и затем пермеат отправляется на доочистку методом КЦА, тем самым повышается степень извлечения целевого компонента, при этом в некоторых случаях возможно одновременное получение нескольких целевых компонентов с высокой степенью чистоты [16].

В некоторых случаях для повышения эффективности очистки мембранную и адсорбционную стадии объединяют с криогенным разделением [67], а также объединяют многоступенчатую мембранную очистку с КЦА [17, 62].

Для изготовления мембранных модулей преимущественно используются полые волокна на основе полисульфона [60, 61, 63–65], полисилоксана [65, 69], а также полистирола, полиакрилонитрила, ацетата целлюлозы и некоторых

полимеров, нанесенных на графитовую подложку [61, 62, 70].

В большинстве случаев подобные гибридные системы предполагается использовать для отделения и очистки водорода из его смесей с CO [60, 61, 63–65], метаном [62, 68], углеводородами [66, 69, 70].

Для процессов КЦА характерно значительное снижение степени извлечения водорода при уменьшении его содержания в перерабатываемом газе. Введение стадии мембранной очистки позволяет поднять степень извлечения целевого продукта от 50–80 до 90% и более. В случае использования обеих полученных после разделения газовых фракций, например, при разделении смеси углеводородов с водородом, повышается степень извлечения также и углеводородов [66]. Гибридные адсорбционно-мембранные установки используются не только для извлечения водорода, но также для выделения Ar из водородсодержащих продувочных газов производства аммиака [67].

Работу рассматриваемой нами гибридной мембранно-адсорбционной системы, сочетающей газоразделительные свойства полимерных мембран и КЦА, можно схематично представить следующим образом (рис. 5).

Смесь газов подается на мембранный модуль, мембраны в котором подбираются таким образом, чтобы задерживались газы, создающие нагрузку на адсорбент (например, с усиленной сорбцией, способные необратимо сорбироваться и т.д.). Предполагается, что такое сочетание позволит снизить адсорбционную нагрузку, расходы на регенерацию адсорбента, увеличить безостановочный пробег адсорбента, и, таким образом, продлить срок службы блока КЦА. Так, в рассматриваемой нами схеме организации

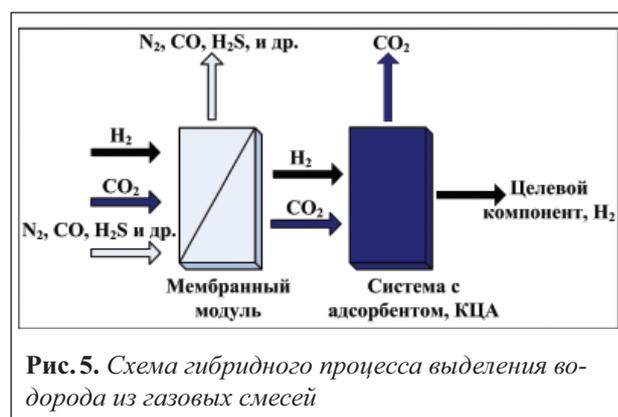


Рис. 5. Схема гибридного процесса выделения водорода из газовых смесей

процесса очистки и разделения, на установке КЦА будет разделяться смесь преимущественно содержащая CO₂ и H₂. Проведенная расчетная оценка показала, что мембранное предконцентрирование водорода из биосингаза и сбросных газов производства ацетилена до концентрации водорода в 70%, позволяет достичь степени извлечения водорода на этом этапе до 90–97% (исключением является применение ПВТМС мембранного модуля для газовых смесей производства ацетилена). На стадии КЦА при этом обеспечивается получение водорода с чистотой 99,9% (степень извлечения ~90%) при уменьшении сорбционной нагрузки на адсорбент. Полученные показатели достигаются с использованием известных мембран и сорбентов и могут быть значительно улучшены с использованием новых эффективных мембранных материалов и сорбентов нового поколения. Вместе с тем, обилие газовых смесей с различными характеристиками и требованиями к конечному продукту или продуктам не позволяет пока разработать жесткие общие правила для создания мембранно-адсорбционных систем, и в каждом конкретном случае требуется своя расчетно-экспериментальная исследовательская стадия.

Работа выполнена при частичной поддержке Госконтракта 02.516.11.6043, грантов РФФИ 07030752, РФФИ-НЦНИ 050322000, шестой рамочной программе “Hyvolution” SES-6 №019825. Авторы выражают благодарность Р.В. Гринбергу за помощь в подготовке материала публикации.

Литература

1. Carbon Dioxide Separation Technology: R&D Needs for the Chemical and Petrochemical Industries. A Chemical industry Vision 2020 Initiative to Identity R&D Needs, http://www.chemicalvision2020.org/pdfs/CO2_Separation_Report_V2020_final.pdf, 2007
2. Separation Technology R&D Needs for Hydrogen Production in the Chemical and Petrochemical Industries A Chemical industry Vision 2020 Initiative to help identity future R&D needs, http://www.chemicalvision2020.org/pdfs/h2_report.pdf, 2005
3. Тарасов Б.П., Лотоцкий М.В., Водородная энергетика; прошлое. Настоящее, виды на будущее. // Рос. Хим. Ж. (Ж. Рос. Хим. Об-ва им. Д.И. Менделеева), 2006, т.1, №6
4. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: Справ. изд./ Д.Ю.Гамбург,

- В.П. Семенов, Н.Ф. Дубровкин, Л.Н. Смирнова; Под ред. Д.Ю.Гамбурга, Л.Н.Смирнова, М.: Химия, 1989, 672с.
5. Атомно-водородная энергетика и технология: Сб. статей. Вып.8. М.:Энергоатомиздат, 1988, 272с.
 6. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. — Т. 2: Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов, 448 с.
 7. Гасанова Л. Г. “Интегрированные мембранные биореакторные системы для получения горючих газов”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, Москва, 2007, 24 с.
 8. Гасанова Л.Г., Садррадинова Э.Р., Нетрусов А.И., Тепляков В.В., Зенькевич В.Б., Модигелль М. Мембранные биореакторы для получения горючих газов. // Мембраны, 2007 №1(33), с. 32–42
 9. Цыганков А.А., Получение водорода биологическим путем. // Рос. Хим. Ж. (Ж. Рос. Хим. Об-ва им. Д.И. Менделеева), т.1, №6, 2006
 10. Панцхава Е.С., Пожарнов В.А. В перспективе Россия – крупнейший поставщик биотоплива на мировой рынок. // “Энергия: экономика, техника, экология”, т.6, (2005), стр. 10-19
 11. Кандыбин А.И. “Моделирование циклических адсорбционных процессов разделения водородсодержащих газовых смесей”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Москва, 1989, 22с.
 12. Whysall M., Picioccio K.W., Paper No. 37e, Selection and Revamp of Hydrogen Purification Processes, <http://uop.com/objects/SelRevampHydroPurif.pdf>
 13. S. Sircar, W. E. Waldron, M. B. Rao, M. Anand. Hydrogen production by hybrid SMR–PSA–SSF membrane system.// Separation and Purification Technology 17 (1999), 11–20
 14. Richard W. Baker. Future direction of membrane gas separation technology. // Ind. Eng. Chem. Res. 41 (2002), 1393–1411
 15. Сапрыкин В. Л. Мембранное газоразделение. Комбинирование мембранных и немембранных способов разделения (обзор). // Хим. Технология, №3, 1992, стр. 20–31
 16. Doshi Kishore J. Integrated pressure swing adsorption/membrane separation process. US Pat. 4,783,203 (1988)
 17. Kenefake Dean A., Wheat W. Spencer, Sun Hongqiao, Balasubramanian Bhaskar, Mirkovic Vesna R., Casey Daniel G. Apparatus and method for producing hydrogen. US Pat. 7,354,464 (2008)
 18. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 513с.
 19. Membrane technology and application/ Richard W. Baker.-2nd ed., 538, p.cm., John Wiley & Sons, Ltd, California, USA, 2004
 20. Хванг С.Т., Каммермейер К., Мембранные процессы разделения. Пер. с англ.– М.: Химия, 1981, с. 464
 21. Дыднерский Ю.И., Брыков В.П., Каграманов Г.Г., Мембранное разделение газов, – М.: Химия, 1991, с. 344
 22. Алентьев А. Ю. “Прогнозирование транспортных свойств стеклообразных полимеров: роль химической структуры и свободного объема”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук, Москва, 2003, 22 с.
 23. Teplyakov V.V., Meares P. Correlation aspects of the selective gas permeabilities of polymeric materials and membranes. // Gas Separation & Purification, 4(2), (1990), 68–72
 24. Тепляков В.В. “Молекулярная и фазовая структура полимеров и их газоразделительные свойства”. Автореферат диссертации на соискание степени доктора химических наук, Москва, 1991
 25. Князев И.С., Лагунцов Н.И., Сулаберидзе Г.А., “К расчету мембранных разделительных каскадов без смешения”. Теоретические основы химической технологии, Том XV, 1981, № 1, стр. 36–40
 26. Груздев Е.Б., “Численное исследование процессов мембранного разделения двух- и многокомпонентных газовых смесей”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Москва, 1988, 22с.
 27. Паровичников А.И., “Мембранное газоразделение в плазмохимической технологии переработки сероводородсодержащего природного газа”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1996, 22с.
 28. Лагунцов Н.И., Таланцева Е.В., Тепляков В.В. “Оптимизация газоразделительных рециркуляционных мембранных установок”. Теоретические основы химической технологии, 2002 г., том 36, №2, с. 170-175
 29. Anthony B. Hinchliffe and Kenneth E. Porter. Gas Separation Using Membranes. 1. Optimization of the Separation Process Using New Cost Parameters. // Ind. Eng. Chem. Res. 36 (1997), 821–829
 30. James Marriott, Eva Sorensen. A general approach to modeling membrane modules. // Chemical Engineering Science, 58 (2003), 4975–4990

31. Skarstrom C. W. Method and apparatus for fractionating gaseous mixtures by adsorption. US Pat. 2,944,627 (1960).
32. Акулов А.К. Особенности процессов в установках адсорбционного разделения воздуха. // Технические газы, № 6, 2007, стр. 39–42.
33. Бочавер К.З. “Динамика короткоциклового безнагревной адсорбции”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва, 1972, 22с.
34. Акулов А.К. “Моделирование разделения бинарных газовых смесей методом адсорбции с колеблющимся давлением”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Санкт – Петербург, 1996
35. M. Chlendi, D. Tondeur, F. Rolland. A method to obtain a compact representation of process performances from a numerical simulator: example of pressure swing adsorption for pure hydrogen production. // Gas. Sep. Purif. Vol.9, №2, (1995) pp.125–135
36. M. Chlendi, D. Tondeur. Dynamic behavior of layered columns in pressure wing adsorption. // Gas. Sep. Purif. Vol.9, №4, (1995) pp.231–242
37. Skarstrom C. W. Cyclic adsorption process. US Pat. 3,149,934 (1964)
38. Skarstrom C. W. Process for the recovery of hydrogen from a methane-hydrogen gas stream. US Pat. 3,212,236 (1965)
39. Batta L.B. U.S. Pat.3,564,816 (1971)
40. Federer A., Rudelstofer E. Selective adsorption process. US Pat 3,986,849 (1976)
41. Stocker J., Whysall M., Miller GQ., “30 years of PSA technology for hydrogen purification”, <http://uop.com/objects/30YrsPSATechHydPurif.pdf>, 1998
42. Graham D.R., Occhialini J.M., Puri. P.S. Pressure swing adsorption system for gas separation. US Pat. 20040107831, (2004)
43. Larson, J, Michel, M, Zschommler, J, Whysall, M, Vanheertum, S, “Large scale hydrogen production plants”. Uhde and UOP’s experience, presented at the AIChE 2003 spring meeting”, UOP website (2003)
44. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. 2 изд., – М.: Химия, 1984.–592 с.
45. Yang R. T. Adsorbents, Fundamentals and Applications, Wiley - Interscience, Hoboken, New Jersey, 2003
46. Zou Yang, Vera Mata, Alirio E. Rodrigues. Adsorption of carbon dioxide at high temperature - review. // Separation and purification Technology, 26 (2002), 195–205
47. Alizadeh-Khiavi, Soheil Roy, Surajit Sawada, James A. Adsorptive separation of gas streams. US Pat. 7,189,280 (2007)
48. Wojciech Grochala, Peter P. Edwards. Thermal Decomposition of the Non-Interstitial Hydrides for the Storage and Production of Hydrogen. // Chem. Rev. 104 (2004), 1283–1315
49. Тарасов Б.П., Бурнашева В.В., Лотоцкий М.В., Яртысь В.А. Методы хранения водорода и возможности использования металлогидридов. // Международный журнал “Альтернативная энергетика и экология” АЭЭ № 12(32), (2005), стр. 14–37
50. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч.1. С.-Пб.: АНО НПО “Мир и Семья”, АНО НПО “Профессионал”, 2002.–988с.
51. S. E. Iyuke, W.R.W. Daud, A.B. Mohamad, A.A.H. Kadhum, Z.Fisal, A.M.Shariff. Application of Sn-activated carbon in pressure swing adsorption for purification of H₂. // Chemical Engineering Science 55 (2000), 4745–4755
52. Харьковская Е.Н. “Тонкая очистка газов от двуокиси углерода методом адсорбции при низкой температуре”. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, Москва, 1962, с.20
53. Ding Y., Aplay E. Adsorption-enhanced steam-methane reforming. // Chemical Engineering Science 55 (2000), 3929-3940
54. K.B. Lee, M.G. Beaver, H.S. Caram, S. Sircar. Reversible chemisorptions of carbon dioxide: simultaneous production of fuel-cell grade H₂ and compressed CO₂ from syntheses gas. // Adsorption 13 (2007), 385–307
55. Shuji Himeno, Toshiya Komatsu, Shoichi Fujita. High-Pressure adsorption equilibria of methane and carbon dioxide on several activated carbons. // J. Chem. Eng. Data 50 (2005), 369–376
56. Yong Z. Mata, Rodrigues A. E, “Adsorption of Carbon Dioxide on Basic Alumina at High Temperatures”. // Journal of Chemical and Engineering Data, 45 (2000), 1093–1095
57. Ida J.-I., Xiong R., Lin Y.S. Synthesis and CO₂ sorption properties of pure and modified lithium zirconate.// Sep. Purification Tech. 36 (2004), 41–51
58. Wang Y., Lin Y.S., Sol-gel synthesis and gas adsorption properties of CuCl modified mesoporous alumina. // Journal of Sol-Gel Science and Technology, 11 (1998), 185–195
59. Klaus Ohlrogge, Jan Wind, Edgard Kyburz, “Gasoline vapor recovery in the chain of gasoline distribution” Symposium on “Membrane Technology in Petroleum,

- Petrochemical and Gas Processing” ACS Petroleum Chemistry Division Symposium, California, USA, 2001
60. Doshi Kishore J. Enhanced hydrogen recovery from low purity gas streams. US Pat. 4,398,926 (1983)
61. Doshi Kishore J. Enhanced gas separation process. US Pat. 4,645,516 (1987)
62. Doshi Kishore J. Enhanced gas separation process US Pat. 4,690,695 (1987)
63. Doshi Kishore J., Werner Robert G., Mitariten Michael J. Integrated membrane/PSA process and system. US Pat. 4,863,492
64. Choe Jung S., Auvil Steven R., Agrawal Rakesh. Process for separating components of a gas stream. US Pat. 4,701,187 (1987)
65. Perry Eli. Selective adsorption process. US Pat. 4,238,204 (1980)
66. Intille George M. Selective adsorption process. US Pat. 4,229,188 (1980)
67. Maclean Donald L., Krishnamurthy Ramachandran, Lerner Steven L. Argon recovery from hydrogen depleted ammonia plant purge gas utilizing a combination of cryogenic and non-cryogenic separating means. US Pat. 4,687,498 (1987)
68. Sircar Shivaji, Waldron William Emil, Anand Madhu, Rao Madhukar Bhaskara. Hydrogen recovery by pressure swing adsorption integrated with adsorbent membranes. US Pat. 5,753,020 (1998)
69. Baker Richard W., Lokhandwala Kaafid A. Process, including PSA and membrane separation, for separating hydrogen from hydrocarbons. US Pat. 6,183,628 (2002)
70. Rao Madhukar B., Sircar Shivaji, Abrardo Joseph M., Baade William F. Hydrogen recovery by adsorbent membranes. US Pat. 5,447,559 (1994)

ИСПЫТАНИЯ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ МЕМБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА КЛИМАТИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ

И.Б. Дорофеева¹, С.П. Дорофеев²

¹Владимирский государственный университет, ²ООО «НПФ ИДЕЯ», г. Владимир

Проведены продолжительные испытания обратноосмотических элементов на климатическое старение в неотапливаемом и отапливаемом помещении, а также ускоренное тепловое старение. Определен уровень изменения производительности и селективности элементов при продолжительном хранении и воздействии повышенных температур.

Ключевые слова: обратный осмос, мембранный элемент, старение, селективность, производительность

Long tests of reverse osmosis elements on climatic ageing in not heated and heated premise, and also the accelerated thermal ageing are lead. The level of change of productivity and selectivity of elements is determined at long storage and influence of the raised temperatures.

Key words: reverse osmosis, a membranous element, ageing, rejection coefficient, productivity

Проведены работы по определению гарантированного срока хранения обратноосмотических мембранных элементов на основе ацетатов целлюлозы в заводской упаковке.

Сущность метода заключается в установлении характера кинетической зависимости изменения показателей мембранных элементов – производительности, селективности (коэффициента задержания) при старении. Ускорение испытаний достигается воздействием на элементы повышенной температуры в воздушной среде с различной влажностью до достижения критического (порогового) значения контролируемой характеристики. Пороговое значение показателя определяется минимальным значением свойства, определяющего пригодность мембранных элементов для эксплуатации, и указывается в нормативно-технической документации на мембранные элементы.

Максимальную температуру испытаний выбирали из условия, чтобы пороговое значение контролируемого показателя достигалось менее, чем через 100 часов экспонирования. Минимальную температуру выбирали из условия, чтобы пороговое значение контролируемого параметра достигалось не ранее, чем через 5000 часов экспонирования.

Результаты испытаний рулонных элементов на климатическое старение, обработанные согласно ГОСТ 14359-69, представлены в табл. 1.

В таблице $\bar{\sigma}$ – величина стандартного отклонения среднего значения (средняя квадратичная ошибка результатов испытаний), вычисляется по формуле:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

где x_i – отдельное значение определяемого показателя $x(Q, S)$; \bar{x} – среднее значение определяемого показателя $x(\bar{Q}, \bar{S})$; n – количество отдельных значений, входящих в расчет (для каждой точки $n=3$).

Обработка кинетических кривых модельных функций старения на достигнутой стадии испытаний затруднительна. В связи с изложенным для дальнейших расчётов ориентировочного срока хранения элементов использовано допущение о наличии лимитирующей стадии процесса старения и минимально возможной величине эффективной энергии активации такого процесса старения, равной 10 ккал/моль [1]. Тогда расчётный срок хранения составит:

$$\tau_{\text{расч}} = \tau_{\text{уск}} \cdot \exp \left[\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_{\text{уск}}} \right) \right]$$

где: $E=10$ ккал/моль – эффективная энергия активации; R – универсальная газовая постоянная; $\tau_{\text{уск}}$ – длительность ускоренных испытаний при температуре $T_{\text{уск}}$ для одинакового уровня измене-

Режим испытания	Длительность старения	Производительность, л/час		Селективность, %	
		\bar{Q}	$\bar{\sigma}$	\bar{S}	$\bar{\sigma}$
Неотапливаемое помещение (консервант – формалин в глицерине)	Исходн.	55,0	0,6	94,9	0,2
	6 мес.	63,0	2,5	92,6	1,4
	12 мес.	60,0	0,0	96,0	0,0
Отапливаемое помещение	Исходн.	49,2	1,8	94,1	0,4
	6 мес.	56,0	10,6	94,2	0,3
	12 мес.	54,8	9,9	95,2	0,4
Тепловое, 30 °С	Исходн.	45,9	4,4	92,0	0,4
	6 мес.	43,6	3,6	90,6	1,3
	12 мес.	38,0	3,3	91,3	3,0
Тепловое, 40 °С	Исходн.	31,9	3,1	94,0	0,4
	6 мес.	41,2	9,5	93,6	1,3
	12 мес.	24,0	1,9	93,4	1,7
Тепловое, 50 °С	Исходн.	58,7	1,3	94,3	0,1
	6 мес.	57,6	2,4	94,5	0,6
	12 мес.	44,4	3,7	94,3	0,9
Тепловое, 60 °С	Исходн.	43,5	1,9	93,8	0,5
	6 мес.	67,3	3,8	90,0	1,5
	12 мес.	39,6	5,7	87,6	3,8
Тепловое, 70 °С	Исходн.	36,5	1,5	92,9	0,1
	6 мес.	74,5	10,5	91,2	0,5
	12 мес.	52,0	2,0	85,2	1,2

Табл. 1. Результаты испытаний на климатическое старение

ния свойств, что и при хранении; $T_3 = 281 \text{ K}$ – эквивалентная температура хранения для неотапливаемого помещения в умеренно-холодном климате, определяемая из номограммы [1].

Принимаем $\tau_{\text{уск}} = 6 \text{ мес.}$ при $T_{\text{уск}} = 313 \text{ K}$, поскольку в случае более длительного теплового старения снижение селективности превышает 1%, (снижается с 94,6 в исходном состоянии до 92,3 после 9 месяцев старения).

Тогда:

$$\lg \frac{\tau_{\text{расч}}}{\tau_{\text{уск}}} = \frac{E(1/T_3 - 1/T_{\text{уск}})}{2,3 R} = \frac{10000(1/281 - 1/313)}{2,3 \cdot 1,9} = 0,8$$

Отсюда:

$$\tau_{\text{расч}} = \tau_{\text{уск}} \cdot 6,3 = 6 \text{ мес.} \cdot 6,3 = 38 \text{ мес.} \approx 3 \text{ года}$$

Таким образом, расчетный срок хранения мембранных элементов составляет 3 года.

Результаты 12-месячных натуральных испытаний при старении в помещении удовлетворительно

согласуются с полученными выводами. Результаты испытаний подтвердили высокий уровень сохранения свойств элементов на достигнутой стадии испытаний.

Выводы

Проведены ускоренные испытания обратно-осмотических рулонных элементов на тепловое старение. Показано, что расчетный срок хранения на достигнутой стадии испытаний составляет 3 года. Проведены 12-месячные натурные испытания рулонных элементов на старение в отапливаемом и не отапливаемом помещениях. Результаты испытаний подтвердили высокий уровень сохранения свойств элементов на достигнутой стадии испытаний.

Литература

- ГОСТ 9.707.81. «Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение»

РЕФЕРАТИВНЫЙ РАЗДЕЛ¹

Статьи

38.МБ.1. Исследования Института мембранных технологий (Национальный научный центр Италии ITM-CNR) по получению водорода в мембранных реакторах. *Базиле А., Галлуччи Ф., Юллианелли А.* Крит. технол. Мембраны. 2007, № 2, с. 3–21. Библ. 93. Рус.; рез. англ.

Обзор. Представлен экспериментальный и теоретич. обзор различных типов химич. реакций получения водорода в мембранных реакторах (МР) в ITM-CNR. Обсуждены МР с разными типами сплошных и композитных мембран на основе палладия и его сплавов. В последнее время внимание сосредоточено на применении мембран, избирательный проницаемых для водорода. Рассмотрены процессы получения водорода, которые проводятся в МР и традиционных реакторах (ТР): конверсия водяного газа, сухой реформинг метана, сухой реформинг метана, парциальное окисление при реакции метана, паровой реформинг метанола, окислительный паровой реформинг метанола, паровой реформинг этанола. В качестве одного из применений водорода сверхвысокой чистоты как топлива в топливных элементах на полимерных электролитах рассмотрены сульфонированные полимеры на основе полиэфирэфиркетонов, потенциально альтернативные Нафиону, используемому в топливных с полимерной электролитной мембраной.

38.МБ.2. Полимерные мембраны для диффузионного испарения. *Polymeric membrane pervaporation. Shao P., Huang R. Y. M.* J. Membr. Sci.. 2007. 287, № 2, с. 162–179. Англ.

Обзорно рассмотрены существующие способы проведения диффузионного испарения (ДИ) через полимерные мембраны (ПМБ) для разделения жидких смесей в зависимости от их параметров растворимости и кинетич. параметров растворителей. Цель обзора - дать фундаментальное понимание ДИ через ПМБ. Обсуждены достижения и противоречия, получаемые при исследованиях и показана перспективность процессов ДИ через полимерные мембраны.

38.МБ.3. Новые направления в технологии изготовления полимерных мембран для фильтрации жидкостей. *New trends in the preparation of polymeric membranes for liquid filtration. Deratani Andre, Li Chia-Ling, Wang Da-Ming, Lai Juin-Yih.* Ann. chim. Sci. mater.. 2007. 32, № 2, с. 107–118, 3 ил.. Библ. 59. Англ.; рез. фр.

Обзор. Рассмотрены последние достижения в технологии изготовления и модификации полимерных мембран (ПМ), включая способы изготовления ПМ с помощью иницируемого паром фазового разделения, литографную технологию изготовления, поверхн. модификацию ПМ с применение межфазной поликонденсации, фотополимеризации и полимерных ПК, модификацию ПМ с помощью блоксополимеров и путем формирования смешанных матриц.

38.МБ.4. Иерархическое наноизготовление: от сформированных цеолитных наночастиц к высокоэффективным разделительным мембранам. *Hierarchical nanomanufacturing: from shaped zeolite nanoparticles to high-performance separation membranes. Snyder Mark A., Tsapatsis Michael.* Angew. Chem. Int. Ed.. 2007. 46, № 40, с. 7560–7573. Англ.

Представлен обзор достижений, гл. обр. за последнее десятилетие, в области получения и применений мембран на основе цеолитных материалов. Библ. 234.

38.МБ.5. Электрофизические свойства титанатов щелочноземельных элементов. *Дунюшкина Л. А.* Электрохимия. 2007. 43, № 8, с. 942–948. Библ. 31. Рус.

Обзор результатов по кислородноионной, электронной и протонной проводимости, а также по кислородопроницаемости титанатов ЩЗЭ, допированных акцепторными примесями. Рассмотрены вопросы применимости этих материалов в электрохимических устройствах, в частности в качестве кислородопроницаемых мембран.

38.МБ.6. Современные и традиционные технологии водоподготовки. *Парилова О. Ф., Устимова И. Г.* Энергосбережение в Саратов. обл.. 2007, № 2, с. 18–21. Библ. 18. Рус.

Отмечается, что в области водоподготовки наметилась тенденция перехода на более экономичные, экологичные и современные мембранные технологии очистки - ультрафильтрацию и обратный осмос. Обратноосмотич. установки эффективны на первой ступени обессоливания. Они требуют значительно меньше реагентов и проще в эксплуатации. Доочистка пермеата наиболее целесообразна на ионообменных фильтрах.

38.МБ.7. Влияние коагуляционной предочистки воды на процесс мембранной фильтрации. *Howe Kerry J., Clark Mark M.* Вода и экол.: пробл. и решения. 2007, № 2, с. 18–44, 83. Библ. 32. Рус.

В данном исследовании оценивалось влияние коагуляции на процессы ультра-микрофильтрации. Изменяющимися факторами, влияющими на процесс фильтрования, были различные источники водоснабжения, тип коагулянта, доза коагулянта, условия протекания процесса коагуляции и материал мембран. Кольматация оценивалась с использованием плоских мембран. Рассматривалась линейная зависимость между удалением растворенного органич. углерода, оцениваемым величиной поглощения ультрафиолета при длине волны 254 нм и уменьшением степени загрязнения мембран. Кроме того, оказалось, что условия протекания процесса коагуляции влияют на продолжительность фильтроцикла микрофильтрационных мембран, но не оказывают влияния на ультрафильтрацию. Предварительное фильтрование использовалось для отдельной оценки влияния процесса коагуляции на удаление взвешенных веществ и растворенного органич. углерода. Исходя из полученных результатов можно предположить,

¹Рефераты взяты из реферативной БД ВИНТИ

что более чем на 80% за коагуляцию мембран отвечали растворенные вещества.

38.МБ.8. Питьевая вода нового качества. Поршнев В. Н. (Россия, МГУП «Мосводоканал»). Экол. и пром-сть России. 2007, ~Янв., с. 7–9, 56. Рус.; рез. англ.

В 2002 г. на Рублевской водопроводной станции был введен в эксплуатацию озонсорбционный блок, позволивший получать питьевую воду принципиально лучшего качества по показателям органич. загрязнения, содержания продуктов хлорирования и обеспечения надежной дезодорации воды. Следующим шагом стало строительство Юго-Западной водопроводной станции (ЮЗВС) производительностью 250 тыс. м³ в сутки, отличительной особенностью которой является комплексное использование классич. технологии осветления, озонирования, применения специального порошкообразного угля и мембранного фильтрования. Степень мембранного фильтрования включается в работу избирательно, при существенном ухудшении качества воды водоисточника, в частности, при залповом поступлении загрязнений. Питьевая вода ЮЗВС будет соответствовать требованиям Европейских нормативов независимо от состояния поверхностных источников.

38.МБ.9. Удаление из городских сточных вод фармацевтических препаратов с применением мембранных биореакторов. Elimination of selected acidic pharmaceuticals from municipal wastewater by an activated sludge system and membrane bioreactors. Kimura Katsuki, Hara Hiroe, Watanabe Yoshimasa. Environ. Sci. and Technol.. 2007. 41, № 10, с. 3708–3714. Англ.

Указывается, что в настоящее время на городские очистные сооружения поступает большое количество видов различных фармпрепаратов (ФП), в частности это клофибриновая кислота, диклофенак, ибупрофен, кетопрофен и напроксен. В экспериментах параллельно эксплуатировались 3 модели, М1, М2 и М3, в М1 воспроизводился процесс с акт. илом в аэротенке, М2 это мембранный биореактор с возрастом акт. ила 15 сут, М3-М2 с возрастом ила 65 сут, возраст акт. ила в М1 7 сут. Индикаторными ФП являлись кетопрофен и диклофенак, установлено, что эффективность деструкции ФП максимальна для М3, далее следовали М2 и М1, при этом диклофенак более устойчив к биоразложению, чем кетопрофен.

38.МБ.10. Исследование влияния добавки аэрогеля AlOON на свойства керамических изделий ZrO₂-Y₂O₃. Воскресенская В. И., Юдинцев П. А. (Россия, ГНЦ РФ-физико-энергетич. институт им. А. И. Лейпунского, г. Обнинск). Изв. вузов. Ядер. энерг.. 2006, № 4, с. 105–111, 124. Библ. 5. Рус.; рез. англ.

Изучена возможность изготовления усовершенствованной керамики на основе порошков ZrO₂-Y₂O₃ с добавкой наноструктурного аэрогеля AlOON в количестве 4,4 мас.% для применения в качестве твердого электролита сенсоров кислорода, кислородных мембран и топливных элементов.

Добавка 4,4 мас.% аэрогеля AlOON в 1,5 раза увеличивает механическую прочность керамических изделий ZrO₂-Y₂O₃.

38.МБ.11. Оценка ex situ оксида W как носителя катализатора для топливного элемента с протонообменной мембраной. Ex situ evaluation of tungsten oxide as a catalyst support for PEM. Chhina H., Campbell S., Kesler O. (Ballard Power Systems, Burnaby, British Columbia, Canada V5J 5J8). J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 6, с. B533–B539. Англ.

Окисление углеродного носителя катализатора является причиной резкого ухудшения характеристик ТЭ с протонообменной мембраной. Исследовали возможность использования оксида вольфрама (ОВ) как носителя для Pt катализатора. Изучали электрохимич. стабильность ОВ в катализаторе Pt/ОВ, используя вращающийся дисковый электрод. Ускоренное окисление проводили в обезкислороженной 0,5 М H₂SO₄ при 30 и 80°C. Устойчивость к окислению измеряли при 80°C для Pt/ОВ и коммерч. катализатора Hispec 4000. Активность Pt/ОВ в реакции восстановления кислорода оставалась высокой даже после ускоренного окисления катализатора, активность Hispec 4000 в этих условиях была невысокой.

38.МБ.12. Использование различных оксидов как барьеров диффузии в композитных проницаемых для H₂ мембранах. Different oxides used as diffusion barriers in composite hydrogen permeable membranes. Yepes D., Cornaglia L. M., Irusta S., Lombardo E. A. J. Membr. Sci.. 2006. 274, № 1–2, с. 92–101. Англ.

Композитную Ag мембрану (МБ) получили химич. осаждением на модифицир. пористый субстрат из нерж. стали (СНС). Для повышения стабильности Ag сплава использовали как диффузионные барьеры промежуточные слои из α-Fe₂O₃ и γ-Al₂O₃. Исследовали новый метод активирования, состоящий в пропитке слоя нанесенного γ-Al₂O₃, чтобы генерировать загрузку Pd. МБ Ag/СНС обладали хорошей термич. стабильностью. МБ с барьерным слоем из γ-Al₂O₃ показали меньшую селективность, чем МБ с барьерным слоем из α-Fe₂O₃. Однако, последние имели в 2 раза большую проницаемость по H₂. Установлено, что слой γ-Al₂O₃ эффективно блокирует интерметаллич. диффузию. На это указывает отсутствие Fe в Ag пленке.

38.МБ.13. Структурные и транспортные характеристики смешанных мембран фосфовольфрамовая кислота/фосфомолибденовая кислота/SiO₂ стекло для топливных элементов, работающих на H₂/O₂. Structural and transport properties of mixed phosphotungstic acid/phosphomolybdic acid/SiO₂ glass membranes for H₂/O₂ fuel cells. Uma Thanganaathan, Nogami Masayuki (Nagoya Institute of Technology, Showa, Nagoya 466-8555, Japan). Chem. Mater.. 2007. 19, № 15, с. 3604–3610. Англ.

Сообщают о получении и характеристиках новых неорганич. стеклянных мембран (МБ), содержащих смесь фосфоволь-

фрамовой и фосфомолибденовой кислот. Фосфосиликатные гели, допированные этими 2 протонпроводящими донорными компонентами, синтезировали золь-гель методом. Все МБ имели поры размером <6 нм и были стабильны при 400°C. По данным ИК-спектроскопии с Фурье преобразованием, в МБ присутствуют анионы $PW_{12}O_{40}^{3-}$ и $PMo_{12}O_{40}^{3-}$. Макс. протонная проводимость МБ при 85°C и влажность 85% была $1,01 \times 10^{-1}$ См/см. Электродная сборка из данных МБ имела макс. удельную мощность 35 мВт/см² при плотности тока 93 мА/см², а также плотность тока 137 мА/см² в ТЭ, работающем на H_2/O_2 при 28°C и относит. влажности 30%.

38.МБ.14. Предназначенный для работающих на H_2 топливных элементов реактор для превращения воды в газ с селективной по CO_2 мембраной. CO_2 -selective water gas shift membrane reactor for fuel cell hydrogen processing. *Zou Jian, Huang Jin, Winston Ho W. S.* (The Ohio State University, 140 West 19th Avenue, Columbus, Ohio 43210-1180). *Ind. and Eng. Chem. Res.*. 2007. 46, № 8, с. 2272–2279. Англ.

Разработали предназначенный для работающих на H_2 ТЭ, особенно с протонпроводящей мембраной (МБ), реактор, содержащий селективную по CO_2 полимерную МБ и коммерч. катализатор $Cu/ZnO/Al_2O_3$. Полимерную МБ изготовили введением фиксированного и подвижного носителей в поперечносвязанный поливиниловый спирт. Эта МБ показала хорошую селективность по CO_2/H_2 и CO_2/CO и большую проницаемость для CO_2 при 110–170°C. В мембранном реакторе, превращающем воду в газ, МБ удаляла CO_2 и один из продуктов реакции превращения воды в газ, в то время как коммерч. катализатор $Cu/ZnO/Al_2O_3$ использовали для превращения воды в газ. Благодаря удалению CO_2 обратимая реакция превращения воды в газ в реакторе смешалась, т. ч. концентрация CO снижалась до <10 ppm и получали H_2 по чистоте пригодный для использования в ТЭ с протонпроводящей МБ. Концентрации CO <10 ppm и H_2 >50% получили при различных скоростях потока газа автотермич. реформинга в мембранном реакторе.

38.МБ.15. Структурные характеристики термообработанных анодных мембран из оксида алюминия, приготовленных с использованием упрощенного способа. Structural characterisation of heat-treated anodic alumina membranes prepared using a simplified fabrication process. *Kirchner A., MacKenzie K. J. D., Brown I. W. M., Kemmitt T., Bowden J. E.* *J. Membr. Sci.*. 2007. 287, № 2, с. 264–270. Англ.

Простой способ получения пористых анодных мембран из оксида алюминия (ОА) основан на одноступенчатом анодировании. Лежащая в основе плоская и хорошо упорядоченная поверхность, включающая поры одинаковых размеров, была получена без электролитич. полирования. Избыток металлич. Al удаляли из пленки, используя насыщ. раствор иода в метаноле. Высокотемпературные свойства мембран из

оксидной керамики исследовали, используя термич. анализ, масс-спектрометрию, рентгенографию и ядерный магнитный резонанс. При 970°C аморф. ОА кристаллизуется до $\gamma-Al_2O_3$, освобождаясь от SO_2 и O_2 . Окончательно при 1228°C ОА превращается в термодинамически совершенную фазу, корунд. Найдено, что пористая структура оксидной мембраны очень устойчива при повышенных температурах и подходит для синтеза материалов, катализаторов и сепарации газов.

38.МБ.16. Ассиметричная биполярная мембрана: инструмент для улучшения чистоты продукта. Asymmetric bipolar membrane: a tool to improve product purity. *Balster J., Sumbharaju R., Srikantharajah S., Punt I., Stamatialis D. F., Jordan V., Wessling M.* *J. Membr. Sci.*. 2007. 287, № 2, с. 246–256. Англ.

Биполярная мембрана (БПМ) это каталитич. мембрана для электро-мембранного процесса разложения воды. Для улучшения селективности и выхода по току БПМ была приготовлена новая ассиметричная, БПМ с уменьшенной утечкой соли. Поток ионов соли через БПМ определяли по совместному переносу ионов через отдельный слой мембраны. Ассиметричная БПМ м. б. использована для уменьшения потока др. ионов через мембрану и показано, что изменение толщины слоя и плотности заряда соответствующего ионообменного слоя определяется потоком попутных ионов. Модифицирование обычной ВР-1 добавлением тонкого катионообменного слоя на катионной стороне приводит к уменьшению просачивания соли на 47%. Утолщение слоев приводит к ограничению диффузии воды. Для того, чтобы избежать ограничения диффузии воды использовано изготовление по размеру БПМ тонких анионообменных слоев, чтобы увеличить поток воды в мембрану. Поэтому БПМ, изготовленная с толстым катионообменным слоем показала уменьшение просачивания соли на 62% через катионную сторону.

38.МБ.17. Свободно стоящая мембрана из оксида алюминия, полученная путем двухслойного анодирования. Free-standing alumina membrane by double-layer anodization. *Jiang Xingqun, Mishra Nirankar, Turner James N., Spencer Michael G.* *IEEE Trans. Nanotechnol.*. 2007. 6, № 3, с. 328–333. Англ.

Разработан новый метод получения полностью или частично свободно стоящего Al_2O_3 . В этом простом и гибком методе вводится протекторный металлич. слой между Al пленкой (ПЛ) и подложкой Si_3N_4 . Свободно стоящая ПЛ Al_2O_3 на плате успешно создается анодированием двойного металлич. слоя, при этом Al_2O_3 самопроизвольно удаляется с подложки Si_3N_4 вследствие анодного оксидирования защитного слоя. Барьерная ПЛ Al_2O_3 эффективно удаляется растворением в H_3PO_4 или ионным травлением в CF_4 . Свободно стоящая ПЛ Al_2O_3 используется в качестве контактной маски для переноса нанопористой формы ПЛ Al_2O_3 на Si подложку. Использование шаблона защитного металлич. слоя, нанесенного методом

контактной литографии на Si чип, позволяет получить ПЛ частично свободно стоящего Al_2O_3 и создать уникальный микро/наноканал.

38.МБ.18. Композитная мембрана из ПАМAM-дендримера для отделения CO_2 : образование хитозанового слоя для сточных канавок. PAMAM dendrimer composite membrane for CO_2 separation: formation of a chitosan gutter layer. *Kouketsu Takayuki, Duan Shuhong, Kai Teruhiko, Kazama Shingo, Yamada Koichi*. J. Membr. Sci.. 2007. 287, № 1, с. 51–59. Англ.

В варианте in-situ использовалась композитная мембрана из поли(амидоаминового) дендримера для разделения CO_2/N_2 . Метод модификации in-situ (IM-метод) использовался для изменения поверхности торговых пористых мембран, таких как мембраны для ультрафильтрации, с получением газоселективного слоя посредством контролирования осаждения на границе мембраны материалов в состоянии работающей мембраны в обычном режиме. С использованием IM-метода получен внутренний слой хитозана на поверхности торговых мембран для ультрафильтрации.

38.МБ.19. Полимерные мембраны в медицине и фармакологии. Полімерні мембрани в медицині та фармакології. *Кочкодан В. М.*. Фармац. ж.. 2007, № 3, с. 70–77. Укр.; рез. рус., англ.

Проанализировано современное состояние применения полимерных мембран в медицине и фармакологии, в частности для выделения, очистки, концентрирования растворов белков, синтетических полимеров и низкомолекулярных биологически активных веществ, для фильтрующей стерилизации, при создании искусственных органов, а также и в мембранных системах контролируемого выделения и пролонгирующего действия.

38.МБ.20. Модификация поверхности полисульфоновых мембран N-винил-2-пирролидоном привитой полимеризацией, иницированной УФ-излучением. Поверхнева модифікація полісульфонових мембран шляхом УФ-ініційованої прищепленої полімеризації N-вініл-2-піролідону. *Босак В. З., Вакулук П. В., Бурбан А. Ф.*. Укр. хим. ж.. 2007. 73, № 7–8, с. 116–120. Укр.; рез. рус., англ.

Фотоиницированная полимеризация гидрофильного N-винил-2-пирролидона на поверхности полисульфоновых ультрафильтрационных мембран (МБ) предопределяет образование на ней привитого поливинил-2-пирролидона (ПВП), количество которого зависит как от длительности предыдущего облучения МБ, так и привитой полимеризации. Наличие привитого ПВП к поверхности МБ подтверждено ИК-спектроскопич. исследованиями. Измерение краевых углов смачивания МБ водой свидетельствует о существенной гидрофиллизации их поверхности. Исследование селективности МБ с привитым ПВП до отношению к растворам белка свидетельствует, что с увеличением количества привитого

ПВП на поверхности полисульфоновых МБ заметно растет коэф. его задержания.

38.МБ.21. Получение полиэлектролитных покрытий со ступенчатой структурой на никелевых нанопроволочках. Step-edge like template fabrication of polyelectrolyte supported nickel nanowires. *Srivastava Devesh, Hendricks Troy R., Lee Ilsoon*. Nanotechnology. 2007. 18, № 24, с. 24505/1–24505/6. Англ.

Рассмотрено нанесение на нановолокно из Ni покрытий из полиэлектролитов со ступенчатой структурой с использованием мембран из Al_2O_3 , обработанных фторсиланами, для придания гидрофобности.

38.МБ.22. Углеродные мембраны из целлюлозы: синтез, свойства и регенерация. Carbon membranes from cellulose: synthesis, performance and regeneration. *Lie Jon Arvid, Hagg May-Britt*. J. Membr. Sci.. 2006. 284, № 1–2, с. 79–86. Англ.

Гидролиз целлюлозы с использованием трифторуксусной кислоты предст. собой удобный способ для получения углеродных мембран (МБ). При повышении времени гидролиза снижается потеря веса при карбонизации и улучшаются разделит. св-ва для выбранной пары газов. Приводится проницаемость по отношению к N_2 , H_2 , CH_4 , O_2 и CO_2 для углеродных МБ, полученных из древесной пульпы, гидролизованной до различной степени, а также для углеродных МБ, полученных при различных протоколах нагревания (тесты одиночного газа при 30°C и 2 бар). Разработан простой, энергетически эффективный и быстрый метод регенерации МБ, которые являются проводниковыми или полупроводниковыми системами: когда применяется низкое напряжение, прямой ток на легированном железом углероде, немедленно наблюдается повышение скорости проникновения газов. Повышение проницаемости зависит от нескольких факторов, включая критич. т-ру газов и силу тока. Также м. б. использован электрохимич. метод регенерации.

38.МБ.23. Сверхтонкая мембрана на полуволонном $\alpha-Al_2O_3$, полученная путем нанесения покрытия химическим способом: высокие проницаемость и селективность. Ultra thin membrane on $\alpha-Al_2O_3$ hollow fiber by electroless plating: high permeance and selectivity. *Sun G. B., Hidajat K., Kawi S.* J. Membr. Sci.. 2006. 284, № 1–2, с. 110–119. Англ.

Полюе волокна из $\alpha-Al_2O_3$ м. б. успешно использованы в кач-ве тв. носителя для формирования сверхтонкой мембраны (МБ) путем нанесения покрытия химич. способом без использования каких-либо модификационных процессов. Тесты на проницаемость показали, что эта сверхтонкая МБ, закрепленная на тв. носителе из полуволонного $\alpha-Al_2O_3$, обладает высокими проницаемостью и селективностью для выделения водорода из смеси водород/азот.

38.МБ.24. Гидролиз пальмового и оливкового масел с помощью иммобилизованной липазы в реакторе мембранного типа с полыми волокнами. Hydrolysis of palm and olive

oils by immobilised lipase using hollow fibre reactor. *Shamel M., Ramachandran K. B., Hasan M., Al-Zuhair S.* Biochem. Eng. J.. 2007. 34, № 3, с. 228–235. Англ.

Реакция гидролиза масел осуществлялась при 40°C при среднем давлении на мембрану 115 мм рт. ст. и скоростью потока 2,5 и 3,0 мл/мин. Липаза из *Mucor miehei* была иммобилизована путем адсорбции на мембранах с полыми волокнами, причем экспериментально установлено, что адсорбция липазы возрастает с температурой и адсорбция > на гидрофобных мембранах по сравнению с гидрофильными. Разработана математическая модель на базе экспериментальных результатов, позволяющая прогнозировать жирнокислотный профиль конечных продуктов при различных скоростях подачи субстрата и количествах иммобилизованного фермента.

38.МБ.25. Экспериментальное исследование двухкамерного насоса с пьезоэлектрической мембраной. *Zhang Dejun, Cheng Guangming, Yang Zhigang, Zeng Ping* (Jilin University, Changchun, China). Xi'an jiaotong daxue xuebao=J. Xi'an Jiaotong Univ.. 2007. 41, № 3, с. 380–382, 4 ил. Библ. 3. Кит.

Приведены особенности, конструктивная схема и принцип работы двухкамерного мембранного насоса. Приведены результаты экспериментов по определению Q-f и Q-V зависимостей (Q - подача, f - частота колебаний мембраны, V - эл. напряжение) этого насоса. Насос представляет собой две сомкнутые чаши, между которыми зажата мембрана с пьезоэлектрическими возбудителями колебаний.

38.МБ.26. Обоснование перспективных технических решений по очистке воды Теченского каскада водоемов. *Слюнчев О. М., Козлов П. В., Ровный С. И., Солдатов Б. В., Кичик В. А., Манакова А. В., Парилова О. Ф.* Вопр. радиац. безопас.. 2007, № 2, с. 14–26. Библ. 8. Рус.

Рассмотрены 4 варианта схем очистки воды Теченского каскада водоемов (ТКВ) мембранными и сорбционными методами. Проведены их опытные испытания, в результате которых переработано 330 м³ жидких радиоактивных ТКВ. Все схемы обеспечивают требуемое качество очистки, при котором объемная активность воды не превышает 1 уровня вмешательства (менее 5 Бк/л по ⁹⁰Sr). Согласно результатам испытаний и предварительной технико-экономич. оценки оптимальной является схема ультрафильтрации-обратный осмос-сорбция. Проведены исследования по локализации вторичных отходов сорбционной стадии очистки в цементные матрицы.

38.МБ.27. Комплексный подход к проблеме обрастания ультрафильтрационных мембран и контролю качества воды. *Бреан А., Глюсина К., Геген Ф., Лангле К.* ВСТ: Водоснабж. и сан. техн.. 2007, № 4, с. 17–21, 48. Рус.; рез. англ. Результаты, полученные на пилотных установках, показали улучшение качества подготовки питьевой воды и гидравлич. свойств ультрафильтрационных мембран (УФМ). Предвари-

тельная обработка воды с использованием коагуляции и отстаивание снижает повышенную мутность воды, но ускоряет засорение и старение УФМ. Организация обратной промывки ограничивает риск обрастания УФМ соединениями алюминия и кремния. Коагуляция малыми дозами предотвращает обрастание УФМ.

38.МБ.28. Обработка сточных вод на круизных судах. *Abwasserbehandlung an Bord von Kreuzfahrtschiffen. Wedemeyer Conrad V.* Schiff und Hafen. 2007. 59, № 9, с. 34–37. Нем.

Сообщается, что 92% от объемов загрязнителей, сбрасываемых судами различных видов в морские/океанские акватории, приходится на СВ от круизных судов. Представлена схема очистки СВ на круизном судне, оно рассчитано на 4375 пассажиров при численности команды 1365 чел. На входе схемы установлен смеситель для СВ различных видов (от туалетов, душевых, кухонь и др.), после прохождения через фильтр-пресс твердая фаза сжигается, а жидкая передается в двухступенчатый мембранный биореактор. 4 модуля ультрафильтрации находятся за пределами реактора, режим перекрестноточный, обеззараживание фильтрата производится хлорированием.

38.МБ.29. Удаление из водных растворов ионов цинка в мицеллярно-усиленном процессе ультрафильтрации. *Removal of zinc ions from aqueous solution using micellar-enhanced ultrafiltration at low surfactant concentrations. Zhang Zhen, Zeng Guang-Ming, Huang Jin-Hui, Fang Yao-Yao, Xu Ke, Qu Yun-Huan, Yang Chun-Ping, Li Jian-Bing.* Water SA. 2007. 33, № 1, с. 129–136. Библ. 16. Англ.

В лабораторных экспериментах разрабатывался метод очистки промышленных СВ, содержащих тяжелые металлы, в данном случае модельным загрязнителем являлись ионы цинка. Очистка СВ производилась методом мицеллярно-усиленной ультрафильтрации, для образования мицелл, включающих катионы цинка, использовался анионный ПАВ додецилсульфат натрия (ДСН). Модуль ультрафильтрации выполнен на базе полуволоконных мембран, поверхность 1,5 м², трансмембранное давление 0,15 МПа. Концентрация цинка постоянная 50 мг/л, содержание ДСН от 1,56 до 23,4 ммоль/л, критическое значение 7,8 ммоль/л, при этом цинк удаляется с эффективностью до 97,5%.

38.МБ.30. Использование плотных керамических мембран для разделения воздуха и в процессах конверсии природного газа. *Mixed-conducting dense ceramic membranes for air separation and natural gas conversion. Balachandran U. (Balu), Ma Beihai.* J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8, с. 617–624. Англ.

Исследованы физико-химич. свойства и структура керамич. мембран состава SrFeCo_{0,5}O_x. Эксперименты по проницаемости O₂ проводили при T 900°C с дисковыми мембранами толщиной 2,9 мм в электрохимич. ячейке. Проницаемость O₂

определена на уровне $2,5 \text{ см}^3 \times \text{см}^2 \times \text{мин}^{-1}$. Тонкостенные трубчатые мембраны толщиной 0,75 мм испытаны в процессах конверсии CH_4 при $T 960^\circ\text{C}$ в течение 1000 ч при скорости потока проникающего O_2 $10 \text{ см}^3 \times \text{см}^2 \times \text{мин}^{-1}$. Показано, что керамич. мембраны этого типа могут быть применены в процессах выделения O_2 из воздуха и в реакторах конверсии CH_4 .

38.МБ.31. Получение мембранных подложек из макропористого $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ методом нанесения золя. Sol-coated preparation and characterization of macroporous $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ membrane support. Wang Yong Hong, Zhang Yang, Liu Xing Qin, Meng Guang Yao (Китай, Hefei University of Technology). J. Sol-Gel Sci. and Technol.. 2007. 41, № 3, с. 267–275. Англ.

Простым и недорогим методом нанесения золя получили макропористую керамику при температуре спекания значительно более низкой, чем температура спекания Al_2O_3 с большими размерами зерен. Полученные сырые подложки обладали повышенной активностью при спекании, чем подложки, полученные методом импрегнирования, при тех же условиях спекания. У подложек, полученных спеканием при $1350\text{-}1500^\circ\text{C}$, размер пор составил 6,63-7,71 мкм, величина открытой пористости 39% при прочности >45 МПа, что открывает большие перспективы для ее использования. Установлено, что проницаемость потока азота и чистой воды составили $51252,35 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}^{-1} \text{ бар}^{-1}$ и $98,43 \text{ м}^3 \text{ м}^2 \text{ ч}^{-1} \text{ бар}^{-1}$ соответственно, которые больше зависели от пористой структуры и распределения пор по размерам, чем от открытой пористости.

38.МБ.32. Кремний-титановые оксикарбидные стекла как бимодальные пористые неорганические мембраны. Silicon-titanium oxycarbide glasses as bimodal porous inorganic membranes. Pena-Alonso R., Tellez L., Tamayo A., Rubio F., Rubio J., Oteo J. L.. J. Eur. Ceram. Soc.. 2007. 27, № 2–3, с. 969–973. Англ.

Пористые оксикарбидные стекла Si-Ti-O-C получали золь-гель способом из тетраэтоксисилана (ТЭОС), полидиметилсилоксана и тетрабутилортотитаната (ТБОТ) в качестве исходных материалов. Исследовали влияние молярного соотношения ТЭОС/ТБОТ на распределение пор по размеру при температурах пиролиза $400\text{-}1100^\circ\text{C}$. Бимодальное распределение пор включает один тип, близкий к 0,02 мкм, и другой тип в интервале 1-100 мкм. Размер таких пор увеличивается с повышением концентрации ТБОТ. Пониженные эффективные коэф. диффузии были рассчитаны на основании теоретич. модели с учетом указанного распределения пор по размерам. Коэф. диффузии составили 0,46-0,77, их значения возрастали с повышением концентрации Ti в оксикарбиде.

38.МБ.33. Мембраны из углеродного молекулярного материала для разделения газов, изготовленные из триметилсилил замещенного оксида полифенилена. Carbon molecular sieve membranes derived from trimethylsilyl substituted poly(phenylene oxide) for gas separation. Yoshimune

Miki, Fujiwara Ichiro, Haraya Kenji. Carbon. 2007. 45, № 3, с. 553–560. Англ.

Продемонстрирована возможность достижения высокого выхода оксида с заместителем посредством простой одностадийной реакции. Определено, что углеродная мембрана с ним обладает превосходными характеристиками разделения O_2/N_2 и CO_2/CH_4 смесей по сравнению с таковыми, в составе которых присутствует полиимид. Сделано предположение, что повышение коэффициентов диффузии газов обусловлено увеличением объема микропор при введении триметилсила.

38.МБ.34. Влияние сжатия мембраны на водообеспечение топливного элемента с твердым полимерным электролитом. The impact of membrane constraint on PEM fuel cell water management. Nazarov Igor, Promislow Keith. J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 7, с. B623–B630. Англ.

Разработана модель баланса неравновесных сил, влияющих на транспорт воды внутри мембраны (МБ) из тв. полимерного электролита, используемой в топливном элементе. На базе этой модели исследовано влияние сжатия МБ на распределение воды в ней. Показано, что механ. сжатие МБ приводит к более равномерному распределению воды в ней, снижает влагосодержание МБ на 5-30% и уменьшает обратную диффузию воды через МБ на 20%.

38.МБ.35. Каскад мембран нанофильтрации для непрерывного обмена растворителя. Nanofiltration membrane cascade for continuous solvent exchange. Lin Justin Chun-Te, Livingston Andrew G.. Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 10, с. 2728–2736. Англ.

Показано в опытах, что использование каскада мембран нанофильтрации изменяет растворитель на 47,8, 59,2 и 75,3% в одно-, двух- и трехстадийных каскадах, при предсказании этих величин в модельных имитирующих условиях в размере 50,0, 66,6, 75,0%, соответственно.

38.МБ.36. Влияние фрактальности структуры полимерных мембран на диффузию газов. Козлов Г. В., Нафадзокова Л. Х., Заиков Г. Е.. Инж. физ.. 2007, № 1, с. 50–52, 4 ил.. Библ. 13. Рус.

Исследованы два механизма газопереноса в полимерах: структурный и молекулярный. Аналитич. описание этих механизмов дано в рамках фрактальной модели процессов газопереноса. Показано, что переход от одного механизма к другому может резко (на несколько порядков) изменить величину коэф. диффузии.

38.МБ.37. Глубокое опреснение воды испарением через полимерные мембраны. Кузнецов Ю. П., Кручинина Е. В., Баклагина Ю. Г., Хрипунов А. К., Тулупова О. А.. Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 5, с. 812–820. Библ. 15. Рус.

Изучены транспортные свойства и структурные особенности ряда известных и новых типов полимерных МБ при опреснении водно-солевых растворов методами мембранной

дистилляции и первапорации. На примере МБ из целлюлозы различного происхождения (древесная, хлопковая, бактериальная) исследована возможность одностадийного получения дистиллированной воды первапорацией и разбавленных или концентрированных водно-солевых растворов.

38.МБ.38. Сравнительный анализ транспортно-структурных характеристик перфторированных мембран отечественного и зарубежного производства. Демина О. А., Березина Н. П., Анникова Л. А., Демин А. В., Тимофеев С. В.. Наука Кубани. 2007, № 2, с. 14–18. Библ. 7. Рус.; рез. англ. Исследованы концентрационные зависимости электропроводности и диффузионной проницаемости сульфокатионитовых перфторированных МБ с армирующей тканью и без нее. С помощью модельного подхода к МБ как структурно-неоднородной среде рассчитаны транспортно-структурные параметры исследованных МБ и выявлено влияние армирующей ткани.

38.МБ.39. Приготовление и исследование алюмосиликатных носителей с синтезированным слоем каталитического волокнистого углерода. Коваленко Г. А., Комова О. В., Чуенко Т. В., Рудина Н. А., Перминова Л. В.. Кинет. и катал. 2007. 48, № 5, с. 800–807. Библ. 28. Рус.

Изучены процессы синтеза каталитического волокнистого углерода (КВУ) на Ni-катализаторе, нанесенном методом гомогенного осаждения на поверхность керамических носителей алюмосиликатной природы (сотовые монолиты, пенокерамика, стеклопена, керамзит). Исследовано влияние условий синтеза КВУ (содержание катализатора на носителе, температура пиролиза пропан-бутановой смеси, состав газовой смеси) на удельную поверхность носителей, выход по углероду и морфологию поверхностного слоя КВУ. Методом сканирующей электронной микроскопии показано, что равномерность распределения и размер синтезируемых углеродных нановолокон зависят от условий их синтеза. Полученные КВУ-содержащие носители изучены в качестве адсорбентов для иммобилизации ферментативно-активных субстанций (индивидуальных ферментов, клеточных мембран, микроорганизмов) с целью приготовления высокостабильных гетерогенных катализаторов для биотехнологии и биокатализа.

38.МБ.40. Толстые, со сквозным травлением макропористые мембраны на основе Si, полученные из p- и n-Si и из n-Si при быстром травлении пор и регулировании размера пор. Thick etch-through macroporous Si membrane from p- and n-Si, and fast pore etching and tuning the pore size from n-Si. Kan P. Y. Y., Foss S. E., Finstad T. G.. Mater. Sci. and Eng. B. 2007. 137, № 1–3, с. 63–68. Англ.

Изготовлены толстые макропористые кремниевые мембраны (МБ) путем электролитического травления пластин из кремния n- или p-типа. Микроскопическая структура МБ была исследована с помощью сканирующей электронной

микроскопии. Исследовали три различных электролита при травлении кремниевых пластинок: водный p-p HF с этанолом; органический p-p HF с диметилсульфоксидом; органический p-p HF с диметилформамидом. С целью оптимизации условий травления вариировали конц-ию электролита и приложенный электрич. ток в электролитич. ячейке, которые обеспечивают соотв. скорость травления и необходимую структуру МБ для различных применений.

38.МБ.41. Электрофоретический метод гидротермального синтеза мембран на основе цеолита типа NaA на пористых твердых носителях из α -Al₂O₃. Electrophoretic technique for hydrothermal synthesis of NaA zeolite membranes on porous α -Al₂O₃ supports. Huang Aisheng, Yang Weishen. Mater. Res. Bull.. 2007. 42, № 4, с. 657–665. Англ.

Электрофоретич. методом на тв. носителе из α -Al₂O₃ получены однородные и плотные мембраны (МБ) на основе цеолита типа NaA. Морфология и толщина МБ исследованы с помощью рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии, а перфузионные св-ва оценены по дегидратации 95 вес.% смеси изопропанол/вода при 343 К. Под действием приложенного электрич. поля отрицательно заряженные частицы цеолита могут быстро и гомогенно мигрировать к поверхности тв. носителя, образуя за короткое время однородные и плотные МБ. Электрофоретическим методом при электрическом потенциале 1 В м. б. получены МБ на основе цеолита NaA высокого качества, обладающие степенью разделения (вода/изопропанол) 3281 и потоком 1.24 кг/м²×ч. Обсуждается механизм образования цеолитных МБ в электрич. поле.

38.МБ.42. Прочные неорганические мембраны из съёмных сверхтонких пленок из оксида тантала. Robust inorganic membranes from detachable ultrathin tantalum oxide films. Singh Sherdeep, Greiner Mark T., Kruse Peter. Nano Lett.. 2007. 7, № 9, с. 2676–2683. Англ.

Сообщается простой электрохимич. метод изготовления отдельных свободных и одинаковых мембран из оксида тантала толщиной между 35 и 100 нм. Эти пленки были выделены, промыты водой и перенесены на различные тв. носители, такие как кремниевые пластинки, стеклянные предметные стекла и решетки просвечивающего электронного микроскопа. Полученные мембраны были механически, химически и термически устойчивыми, обладали высокой диэлектрич. константой и высоким показателем преломления, что делает их перспективными для использования в кач-ве сенсоров, катализаторов, в оптич. и фильтрационных процессах.

38.МБ.43. Синтез и перфузионные свойства мембран на основе цеолита NaA, полученных опосредованным вакуумом методом. Synthesis and pervaporation properties of NaA zeolite membranes prepared with vacuum-assisted method. Huang Aisheng, Yang Weishen, Liu Jie. Separ. and Purif. Technol.. 2007. 56, № 2, с. 158–167. Англ.

На трубчатом тв. носителе из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ получены однородные и плотные мембраны (МБ) на основе цеолита NaA опосредованными вакуумом методом с использованием низкого вакуума. Исследовано влияние глубины вакуума на формирование МБ из цеолита NaA. С помощью вакуума м. б. существенно снижено отрицат. влияние гравитационной силы: частицы цеолита могут переноситься и гомогенно покрывать всю поверхность тв. носителя, что облегчает формирование однородных и плотных МБ; при этом существенно снижается количество кристаллов, образующихся в жидкой фазе, а цеолитные частицы переносятся к поверхности тв. носителя быстро, увеличивая тем самым скорость формирования МБ. Оценены перфузионные св-ва свежеприготовленных цеолитных МБ при дегидратировании 95 вес.% смеси изопропанол/вода при 343 К. Свежеприготовленные МБ на основе цеолита NaA, полученные с использованием вакуума 10 мм рт. ст., показали хорошие перфузионные св-ва. Степень разделения вода/изопропанол составила 3781, а поток составил 1.49 кг/м²×ч. Обсуждается механизм формирования цеолитных мембран опосредованным вакуумом методом.

38.МБ.44. Засорение наночистотных мембран поверхностно-активными веществами: измерения и механизмы. Surfactant fouling of nanofiltration membranes: measurements and mechanisms. *Boussu Katleen, Kindts Celine, Vandecasteele Carlo, Van der Bruggen Bart.* ChemPhysChem. 2007. 8, № 12, с. 1836–1845. Англ.

Изучено засорение наночистотных мембран (МБ) в процессе фильтрации водных р-ров ПАВ в различных условиях. Были выбраны 4 типичных наночистотных МБ (Desal51HL, NF270, NTR7450 и NFPE10) и 3 типичных ПАВ (неионное неолон, анионное SDBC и катионное цетримид). Засорение изучали как функцию от конц-ии ПАВ, с добавлением и без добавления электролита (NaCl), при различных pH и с последующим фильтрованием смеси ПАВ. Проводили эксперименты по адсорбции и измерения гидрофобности (для изучения ориентации ПАВ на поверхности МБ) также в различных условиях. Проведенные исследования позволили выбрать оптимальную наночистотную МБ для рециклизации сточных вод, содержащих ПАВ.

38.МБ.45. Плазменная модификация полиакрилонитрильной ультрафильтрационной мембраны. Plasma modification of polyacrylonitrile ultrafiltration membrane. *Tran Thi Dung, Mori Shinsuke, Suzuki Masaaki.* Thin Solid Films. 2007. 515, № 9, с. 4148–4152. Англ.

Осуществлена модификация полиакрилонитрильных (ПАН) ультрафильтрационных (УФ) мембран (МБ) путем обработки плазмой и плазменной полимеризации. Исследовано влияние плазменных модификаций на характеристики МБ. Показано, что обработка плазмой с использованием газов, не образующих полимер, таких как Ar, He и O₂, повышает

гидрофильность поверхности МБ и проницаемость МБ. При использовании O₂ в плазменной обработке м. б. улучшены УФ-свойства МБ из ПАН. Плазменная полимеризация с использованием паров акриловой кислоты в кач-ве мономера и УФ-МБ из ПАН в кач-ве тв. носителя приводит к формированию обратноосмотической МБ. Методы модификации с использованием плазмы могут регулировать размер пор МБ и улучшать характеристики МБ.

38.МБ.46. Разработка [способа] изготовления гигантских наномембран. Development of fabrication of giant nanomembranes. *Watanabe Hirohmi, Vendamme Richard, Kunitake Toyoki.* Bull. Chem. Soc. Jap.. 2007. 80, № 3, с. 433–440. Англ.

Описаны первые примеры общей процедуры изготовления гигантских наномембран (НМБ). Нанесение покрытия центрифугированием из р-ров прекурсоров на соотв. нижний слой оказалось эффективным для получения НМБ толщиной 10-30 нм из оксидов металлов, взаимопроницающей с оксидом металла сетки сшитого акрилата и высокосшитых органических полимеров (эпоксидной смолы и др.). Нижний слой составлен из аффинного (напр., из поливинилового спирта) слоя и/или «жертвенного» слоя; обсуждается роль этих слоев. Измерены некоторые механич. св-ва НМБ с использованием приливного теста и метода сжатия. НМБ из гибридных органических и неорганических систем и из чисто органических смол оказались неожиданно прочными и бездефектными.

38.МБ.47. Цилиндрические наноканалы в поликарбонатных мембранах с ионными треками, изученные с помощью малоуглового рентгеновского рассеяния. Cylindrical nanochannels in ion-track polycarbonate membranes studied by small-angle X-ray scattering. *Pepy Gerard, Boesescke Peter, Kuklin Alexandr, Manceau Emmanuel, Schiedt Birgitta, Siwy Zuzanna, Toulemonde Marcel, Trautmann Christina.* J. Appl. Crystallogr.. 2007. 40, с. 388–392. Англ.

Различные типы поликарбонатных тонких пленок были подвергнуты облучению 1.4 ГэВ ионами Хе, далее обработаны УФ-светом и затем протравлены; в результате этого были созданы цилиндрические поры с высоким аксиальным отношением. Поры были выстроены в совершенном упорядочении и предст. собой прекрасные объекты для малоуглового рентгеновского рассеяния. Моделирование пор в виде параллельных цилиндров позволило вывести величину радиуса пор и дисперсность радиусов как функции от УФ-обработки, времени травления и его протекания. Показано, что УФ-обработка оказывает главенствующее влияние на распределение пор по размерам, особенно для маленьких пор.

38.МБ.48. Химически модифицированные твердотельные нанопоры. Chemically modified solid-state nanopores. *Wanunu Meni, Meller Amit.* Nano Lett.. 2007. 7, № 6, с. 1580–1585. Англ. Нанопоры (НП) являются чрезвычайно чувствительными сенсорами единичных молекул. Ранее с помощью электронных

пучков были получены синтетические НП в твердотельных мембранах с субнанометровым разрешением. В данной работе сообщается о новом классе химически модифицированных нанопористых сенсорах. Описано два подхода для монослойного покрытия НП: самосборка из р-ра, при которой м. б. с большим выходом покрыты НП с диам. ~10 нм, и самосборка под действием движимого напряжением потока электролитов, при которой м. б. покрыты НП с диам. 5 нм. Приводится детальная характеристика покрытых НП, их устойчивость, реакционная способность и чувствительность по отношению к рН.

38.МБ.49. Изучение поверхностной структуры полимерных мембран - биосенсорных носителей с помощью динамической силовой микроскопии. Studies on surface structure of polymer membranes - biosensor carriers with dynamic force microscopy. *Valiev H. H., Zhogin V. A., Karnet Yu. N., Kovalev G. N., Pogorelova L. V., Popov V. V., Snegireva N. S., Shumikhin T. A., Timashev R. R., Yanovsky Yu. G., Yarovitsyn A. V.* J. Phys. Conf. Ser.. 2007. 61, с. 384–388. Англ.

Полезная информация о поверхностной пористой структуре полимерных трековых мембран (МБ) и МБ Millipore, выбранных в кач-ве биосенсорных носителей, была получена при использовании динамического силового микроскопа easyScan.

38.МБ.50. Адсорбция белка на мембранах из вторичного диацетата целлюлозы, наполненных древесным углем. *Седелкин В. М., Рябухова Т. О., Окишева Н. А., Поздеева М. Г.* Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 1, с. 59–62. Рус.

Получены ультрафильтрационные мембраны из диацетата целлюлозы для разделения белково-углеводного сырья и изучены их адсорбционные и эксплуатационные (пористость, проницаемость и селективность) свойства.

38.МБ.51. Исследование влияния температуры и концентраций водного раствора сульфата железа на сорбционные характеристики обратноосмотических мембран. *Лазарев С. И., Ковалев С. В., Абоносимов О. А.* Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 8, с. 35–37, 127. Рус.; рез. англ.

Приведены экспериментальные данные влияния концентрации водного раствора сульфата железа и температуры на концентрацию растворенного вещества в обратноосмотических мембранах ESPA, ОПМ-К и МГА-95. Исследования проведены при изменении концентраций сульфата железа в исходном растворе от 0,25 кг/м³ до 10 кг/м³ при температурах 27, 32, 38, 45°C.

38.МБ.52. Способ формирования единичной металлической нанопроволочки с использованием шаблонов из трековых мембран. *Реутов В. Ф., Микляев М. Ф.* Приборы и техн. эксперим.. 2007, № 3, с. 140–143. Рус.

Описывается новый электрохимический способ формирования единичных металлических наноструктур (нанопроволочек) с использованием шаблона в виде стандартной трековой

мембраны со статистически распределенными травленными каналами высокой плотности. Трековые мембраны собирают в многослойные сэндвич, плотно прижимают друг к другу и к металлической подложке-катоде и производят электрохимическое осаждение металла в сквозные травленные каналы трековых мембран. Поскольку вероятность взаимной стыковки статистически распределенных сквозных травленных каналов в сэндвиче из трековых мембран достаточно низкая, то в каждой последующей трековой мембране, начиная от подложки-катода, число травленных каналов с электрохимически осажденным металлическим осадком уменьшается, вплоть до формирования одиночной наноструктуры на верхней трековой мембране.

38.МБ.53. Получение и характеристика композитных мембран из диоксида кремния-диоксида циркония. *Zhang Bao-quan, Zhang Bao-feng, Xu Li-ming, Liu Xiu-feng.* Gaoxiao huaxue gongcheng xuebao=J. Chem. Eng. Chin. Univ.. 2006. 20, № 3, с. 443–448. Кит.; рез. англ.

“Золь-гель”-методом получены бездефектные композитные мембраны (МБ) из диоксида кремния-диоксида циркония. Морфология поверхности, распределение пор по размерам и кристаллическая структура полученных МБ были исследованы с помощью термогравиметрического и дифференциального термического анализов, рентгеновской дифракции, газоадсорбционного анализа (метод БЭТ), сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии и др.

38.МБ.54. Численное моделирование процесса фотография мембран в УФ-свете. Numerical simulation of a UV photografting process for hollow-fiber membranes. *Goma-Bilongo T., Akbari A., Clifton M. J., Remigy J.-C.* J. Membr. Sci.. 2006. 278, № 1–2, с. 308–317. Англ.

Рассмотрен способ исследования полого волокна, позволяющий учитывать влияние облучения, массопереноса с учетом полимеризации и теплопереноса с учетом испарения и рассчитывать проницаемость мембран с учетом удерживания. Предложена мат. модель, позволяющая описывать фотография мембран, сделанные в УФ-свете.

38.МБ.55. Разработка эффективных мембран в форме полого волокна для разделения газов на основе новых полимеров. Efficient development of effective hollow fiber membranes for gas separations from novel polymers. *Wallace David W., Staudt-Bickel Claudia, Koros William J.* J. Membr. Sci.. 2006. 278, № 1–2, с. 92–104. Англ.

Рассмотрена возможность получения мембран в форме полого волокна из сшитых полиимидов. Оценено влияние формы и состава волокна на эффективность разделения газовых смесей такими мембранами.

38.МБ.56. Производство биодизельного топлива с применением мембранного реактора. Biodiesel production using a

membrane reactor. *Dube M. A., Tremblay A. Y., Liu J.* Bioresour. Technol.. 2007. 98, № 3, с. 639–647. Англ.

Каноловое масло не смешивается с метанолом и это создает трудности на ранних стадиях этерификации масла при производстве биодизельного топлива. Для преодоления этих трудностей был разработан двухфазный мембранный реактор, позволяющий удалять непрореагировавшее масло из полученного биотоплива высокой чистоты.

38.МБ.57. Очистка апельсинового сока ультрафильтрацией: анализы рабочих параметров, засорения мембраны и качества сока. Clarification of blood orange juice by ultrafiltration: analyses of operating parameters, membrane fouling and juice quality. *Cassano A., Marchio M., Drioli E.* Desalination. 2007. 212, № 1–3, с. 15–27. Англ.

Проведена очистка апельсинового сока ультрафильтрацией в поперечном потоке с использованием трубчатых поливинилиденфторидных Мб с исследованием влияний межмембранного давления, скорости аксиального потока и температуры на проникающие потоки. Очищенный сок получали при оптим. рабочих параметрах в условиях динамич. потока. Теор. оценка влияния загрязнения на эффективность потока произведена при использовании модифицированной формы дифференциального уравнения, используемого для описания классич. фильтрации. Установлен механизм загрязнения с применением процесса оптимизации путем нелинейной регрессии. Качество образцов оценивали по содержанию в них суммарных растворимых и суспендированных твердых веществ, суммарной антиокислительной активности, содержанию аскорбиновой кислоты, флавоноидов и антоцианинов.

38.МБ.58. Проблемы, перспективы и применение мембранных процессов в спиртовой промышленности. *Кудряшов В. Л.* Пр-во спирта и ликероводоч. изделий. 2007, № 2, с. 20–21, 46. Библ. 3. Рус.; рез. англ.

Приведены преимущества и перспективные области применения мембранных процессов, а также причины медленного их освоения в спиртовом производстве.

38.МБ.59. Математическое моделирование процесса обратного осмоса для многокомпонентного раствора, образующегося при обработке стоков производства пальмового масла. Mathematical modeling of multiple solutes system for reverse osmosis process in palm oil mill effluent (POME) treatment. *Ahmad A. L., Chong M. F., Bhatia S.* Chem. Eng. J.. 2007. 132, № 1–3, с. 183–193. Англ.

Разработана модель Мб переноса для неравновесного процесса обратного осмоса многокомпонентного раствора, пригодная для расчета динамики мембранной фильтрации. Модель основана на сочетании концентрац. поляризации, выражаемой неравновесным дифференц. пальным материальным балансом, и модели Spiegler-Kedem'a. Модель характеризуется величинами диффузии веществ в концентрац. поляризац. слой

D_{bi} , коэф. отражения σ_i , осмотической константой a_i , постоянной гидравлич. проницаемости L_p , коэф. массопереноса k_i и коэф. проницаемости твердого P_{ii} . Эти параметры оценены на основе метода Levenberg-Marquardt'a и алгоритма Гаусса-Ньютона с привлечением эксперим. данных. Предложенная модель пригодна для расчета характеристик многокомпонентного раствора в процессе обратного осмоса.

38.МБ.60. Оценка характеристик композитной нанофильтрационной мембраны на основе двухпараметрического усовершенствованного уравнения Нернста-Планка. Characterization of composite nanofiltration membrane using two-parameters model of Extended Nernst-Planck Equation. *Ahmad A. L., Ooi B. S.* Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 3, с. 300–309. Библ. 19. Англ.

Исследованы характеристики полиамидной Мб в процессе межфазной полимеризации смесей диамина с тримезоилхлоридом (ТМС) с использованием двухпараметрич. модели Нерста-Планка. Показано влияние содержания ТМС и времени реакции на диффузионный и конвективный потоки ионов через Мб, зависящие от эффективной толщины слоя, размера пор и структурной цельности Мб. Из эксперим. данных определены вклады диффуз. ($f_1 \Delta C$) и конвективного ($J_v C_{1,0}(1-R'_1)$ -)переносов. Найдено увеличение вклада конвективного переноса при высоком содержании ТМС благодаря увеличению эффективной толщины. Оптим. Мб с высокими протоком и задержкой иона Cu^{2+} м. б. получена введением 0,1% (w/v) ТМС в реакц. смесь в течение 5 с..

38.МБ.61. Станции обеззараживания воды на основе мембранных электролизных установок. *Кудряшов А. Г., Закхеев С. Б., Карпова С. А., Баранов С. В.* ВСТ: Водоснабж. и сан. техн.. 2007, № 3, с. 9–12, 48. Рус.; рез. англ.

Дан анализ одного из современных методов обеззараживания воды посредством мембранных электролизных установок. Рассмотрены основные принципы и элементы технологии. Приведены технико-экономич. показатели эффективности метода.

38.МБ.62. Удаление из сточных вод поверхностно-активных веществ в процессе с активным илом и в мембранном биореакторе. Removal of a broad range of surfactants from municipal wastewater-Comparison between membrane bioreactor and conventional activated sludge treatment. *Gonzalez Susana, Petrovic Mira, Barcelo Damia.* Chemosphere. 2007. 67, № 2, с. 335–343. Англ.

Исследовался процесс удаления из СВ алкилфенолэтоксилатов и продуктов их деструкции алкилфенолов и алкилфеноксикарбоксилатов, а также линейных алкилбензосульфонов (ЛАС), также применяемых в качестве ПАВ. В экспериментах использовались полномасштабные очистные сооружения с акт. илом, а также мембранный биореактор (МБР). Установлено, что ЛАС одинаково эффектив-

но разрушались в обеих схемах, степень разрушения остальных соединений определялась их структурой, во всех случаях МБР обладали существенно более высокой эффективностью.

38.МБ.63. Сравнение эффективности разложения метиленового голубого при использовании pristine и угля, покрытых TiO_2 в фотокаталитическом мембранном реакторе. Comparison of effectiveness of methylene blue decomposition using pristine and carbon-coated TiO_2 in a photocatalytic membrane reactor. *Mozią Sylwia, Toyoda Masahiro, Tsumura Tomoki, Inagaki Michio, Morawski Antoni W.* Desalination. 2007. 212, № 1–3, с. 141–151. Англ.

Сравнивали эффективность удаления метиленового голубого (МГ) при использовании pristine (ST-01) и угля покрытых TiO_2 (SP-70-900) в фотокаталитич. мембранном реакторе в процессе контактной мембранной дистилляции. Результаты исследования показали, что очищенная СВ методом дистилляции была более высокого качества, чем в мембранном реакторе.

38.МБ.64. Влияние возраста активного ила на обрастание мембран в биореакторе. Effects of sludge retention time on membrane fouling and microbial community structure in a membrane bioreactor. *Ahmed Zubair, Cho Jinwoo, Lim Byuhg-Ran, Song Kyung-Guen, Ahn Kyu-Hong.* J. Membr. Sci.. 2007. 287, № 2, с. 211–218. Англ.

Указывается, что при использовании для очистки СВ мембранных биореакторов основной проблемой является обрастание мембран. Сообщается об исследованиях, в которых возраст акт. ила (ВАИ) в реакторах изменялся в широких пределах, установлено, что при снижении ВАИ ниже 20 сут. увеличивается количество экстрацеллюлярных полимеров, связанных с поверхностью биомассы. В результате ее слой на поверхности клеток увеличивается, что приводит к увеличению сопротивления фильтрованию и росту соответственно трансмембранного давления. Установлено также, что при коагуляции мембран существенную роль играют коллоидные частицы и др.

38.МБ.65. Производство водорода при плазменной переработке твердых бытовых отходов. *Гнеденко В. Г., Горячев И. В.* (ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», Россия, Москва). Тяж. машиностр.. 2007, № 7, с. 16–19. Библ. 4. Рус.

Известна лишь одна американская компания, которая практически реализует задачу получения H_2 из синтез-газа, генерируемого в процессе плазменного пиролиза отходов различного происхождения. Возможно применение 2 различных методов на 1-ой степени процесса - прямой сепарации водорода из состава газовой смеси (пирогаза), а именно: «мембранного метода» и так называемого «метода коротко-циклового абсорбции». Исходя из возможных параметров сепарации водорода посредством мембранной технологии, можно заклю-

чить, что, применяя двух- или трехступенчатый мембранный сепаратор, из одной тонны ТБО, прошедшей переработку в плазмо-химич. реакторе, можно получить 50-60 кг водорода. С использованием второй фазы переработки - паровой конверсии - выработка водорода может составить уже 85-100 кг на тонну отходов. Используя другие возможности глубокой переработки пирогаза, выход водорода может быть доведен до 140-160 кг на тонну отходов. Т. обр., переработка на водород бытовых отходов, обеспечивает в значительной степени комплексные решения энерго-экологич. проблем современной цивилизации.

38.МБ.66. Высокие рабочие характеристики нанопористых углеродных мембран для разделения воздуха. High performance nanoporous carbon membranes for air separation. *Merritt Anna, Rajagopalan Ramakrishnan, Foley Henry C.* Carbon. 2007. 45, № 6, с. 1267–1278. Англ.

Продемонстрирована возможность достижения идеального соотношения селективностей ($S_{\text{O}_2/\text{N}_2} \sim 3-6$) посредством введения в поры основы из нержавеющей стали нанонаполнителей. Выявленный эффект обусловлен образованием в этом случае углеродных мембран, толщина которых на 2 порядка меньше, чем с основой без наполнителей. Предложена простая модель, основанная на геометрии расположения SiO_2 частиц в порах стали. Экспериментально определены условия получения потоков с ≥ 48 об.% и ~ 90 об.% содержанием O_2 и N_2 соответственно.

38.МБ.67. Гидрофильная модификация мембран ультрафильтрации и их применение для настоя Salvia Miltiorrhiza. Hydrophilic modification of ultrafiltration membranes and their application in Salvia Miltiorrhiza decoction. *Qiao Xiangli, Zhang Zhenjia, Ping Zhenghua* (Environmental Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China). Separ. and Purif. Technol.. 2007. 56, № 3, с. 265–269. Библ. 17. Англ.

Гидрофильные полиакрилонитрильные мембраны для ультрафильтрации получены посредством реакции гидролиза в 2М NaOH. Изучены свойства гидрофильной модификации мембран против обрастания при фильтровании настоев Salvia Miltiorrhiza. Показана их высокая производительность и короткое время работы.

38.МБ.68. Трековая мембрана с иммобилизованными коллоидными частицами серебра. *Соловьев А. Ю., Потехина Т. С., Чернова И. А., Басин Б. Я.* Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 3, с. 440–444. Библ. 11. Рус.

Разработан метод модификации трековых мембран путем иммобилизации полимерных комплексов наночастиц коллоидного серебра на поверхности микрофильтрац. мембран. Изучены антимикробные свойства трековых мембран, модифицированных наночастицами серебра, E. coli, Ps. aeruginosa, St. aureus, B. cereus.

38.МБ.69. Синтез, характеристики и свойства амфифильных мембран, высокопроницаемых для кислорода. Synthesis, characterization and properties of novel highly oxygen permeable amphiphilic membranes. *Karunakaran Radhakrishnan, Kennedy Joseph P.* J. Polym. Sci. A. 2007. 45, № 2, с. 308–316, 5. Табл. 1 ил.. Библ. 14. Англ.

Амфифильные мембраны с высокими проницаемостью по кислороду, мех. свойствами и поглощением воды в пределах, достаточных для изготовления контактных линз, получают проведением сшивки сетчатых мембран с сегментами полиэтиленгликоля и полидиметилсилоксана с использованием в качестве сшивающих и модифицирующих агентов производных пентаметилциклопентасилоксана, при взаимодействии с которыми улучшаются проницаемость по кислороду и совместимость несовместимых фаз полиэтиленгликоля и полидиметилсилоксана.

38.МБ.70. Разработка эластомерных мембранных материалов, работоспособных в агрессивных средах. *Артеменко А. В., Логинов В. И., Глаголев В. А., Люсова Л. Р., Наумова Ю. А.* Вестн. МИТХТ. 2007. 2, № 4, с. 26–31, 92, 4 ил., 4 табл.. Библ. 7. Рус.; рез. англ.

Рассмотрены основные аспекты создания резинотканевых материалов и формирования конструкции мембран на их основе, широко применяемых в различных областях техники в качестве чувствительных элементов приборов и силовых элементов регуляторов. В работе отражены вопросы, связанные с выбором полимерной основы, типа текстильного корда, проведено изучение свойств эластомерного мембранного материала и его поведения в рабочем интервале температур.

38.МБ.71. Получение и рабочие характеристики разделительных мембран на основе смеси натурального и бутадиестирольного каучуков. *Yang Shuting, Yang Jinxin, Yin Yanhong, Yue Hongyun, Yang Weiguang, Liu Yuxia.* Gaofenzi xuebao=Acta polym. sin.. 2007, № 2, с. 130–135, 7 ил.. Библ. 13. Кит.; рез. англ.

Получали пористые полимерные МБ на основе смеси НК/СКС фазовой инверсией. Изучали технол. параметры, механизм образования и микроструктуру МБ, используя сканирующую электронную микроскопию и атомно-силовую микроскопию. Установлено, что полученные МБ обладают высокой способностью подъема растворителя (320%), а потери массы составляют 31% после нагрева при 50° в течение 5 часов.

38.МБ.72. Гравиметрический метод для поиска внутренней поверхности мембран макропористого кремния. Gravimetric method to find internal surface of macroporous silicon membranes. *Nechitailov A. A., Astrova E. V., Kukushkina Yu. A.* Phys. status solidi. С. 2007. 4, № 6, с. 1923–1927. Англ.

Рассматривается простой метод оценки площади внутренней поверхности, пористости, диаметра и плотности пор мем-

бран из макропористого кремния. Пористость p определяется по потере массы при анодировании, а площадь поверхности на единицу объема S - исходя из массы SiO_2 , образованного на поверхности пор в результате термоокисления. Средний диаметр пор d и их плотность N определяются по значениям p и S . Проверка модели выполнена с помощью РЭМ и оптич. микроскопии. Изучены площадь поверхности и пористость пленок $n\text{-Si}$ с уд. сопротивлением 3–25 Ом \times см. Полученные значения лежат в пределах $p=27\text{--}50\%$, $S=2800\text{--}6000$ см²/В \times с, $d=1,9\text{--}6,5$ мкм, $N=1,4\text{--}10\times 10^6$ см.

38.МБ.73. Разделение минеральных солей из неэлектролитов (этиленгликоля) диализом через ионообменные мембраны. *Рожкова М. В., Рожкова А. Г., Бутырская Е. В.* Ж. анал. химии. 2007. 62, № 8, с. 790–796. Рус.; рез. англ.

Предложен метод разделения неэлектролитов (на примере этиленгликоля) и электролитов с помощью диализа через ионообменные мембраны. Наряду с прикладным метод может иметь аналитическое применение для выделения из маломинерализованных растворов чистого этиленгликоля и последующего определения его малых концентраций титриметрией. Метод компьютерного моделирования выполнен анализ структуры водно-гликолевого раствора в присутствии добавок минеральных примесей. Показано, что эти добавки изменяют структуру гидратной оболочки этиленгликоля, что увеличивает скорость его переноса.

38.МБ.74. Протонная проводимость мембран на основе сульфокатионитов MSC-H и Purolite CT-275. *Корж Р. В., Ткаченко Т. В., Евдокименко В. А.* Теор. и эксперим. химия. 2007. 43, № 1, с. 52–57. Рус.; рез. укр., англ.

Исследованы протонпроводящие свойства новых гетерогенных мембран на основе сульфокатионитов MSC-H и Purolite CT-275, стойких по отношению к действию полярных растворителей. При 75–95°С их удельная протонная проводимость достигает $(1\div 2,3)\times 10^{-4}$ См/см. Величина протонной проводимости определяется обменной емкостью мембран и структурой гидратной оболочки транспортируемого протона. Последняя зависит от температуры, относительной влажности мембраны и интенсивности тока через нее.

38.МБ.75. Факторы, определяющие коэффициент диффузии и селективность полимерных мембран: фрактальная модель. *Козлов Г. В., Нафадзокова Л. Х., Заиков Г. Е.* Хим. технол.. 2007, № 8, с. 372–375. Рус.

Предложена структурная модель диффузии и селективности газов в полимерных мембранах, основанная на представлении фрактального анализа. Рассмотрены структурные факторы, определяющие коэффициенты диффузии и распределения газов. Сравнение экспериментальных и рассчитанных в рамках предложенной модели коэффициентов разделения газов для двух полимеров и одиннадцати газов показало их хорошее соответствие.

38.МБ.76. Модификация проведением электропрядения нановолокнами ультратонких поли-ε-капролактонных мембран. Nanofibrous modification on ultra-thin poly(ε-caprolactone) membrane via electrospinning. *Chen F., Lee C. N., Teoh S. H.* Mater. Sci. and Eng. C. 2007. 27, № 2, с. 325–332. Англ.

Исследована проведением электропрядения модификация нановолокнами ПВ ультратонких поли-ε-капролактонных мембран. Цель работы - получение химич. строения ПВ микрочастиц матрицы и нанотопологии для улучшения поверхностного взаимодействия ячеек. Получаемые ПВ охарактеризованы методами сканирующей электронной и атомной силовой микроскопии и по величине контактного угла. Показано получение на ПВ мембран равномерной нановолокнистой топологии с увеличенными шероховатостью и площадью. После обработки гидроксидом натрия нановолокнистая топология инициирует капиллярный эффект, в результате чего угол смачивания водой ПВ уменьшается до 0°.

38.МБ.77. Получение водорода окислительным паровым риформингом метанола с применением Cu-Al₂O₃ катализаторов, промотируемых церием. Hydrogen production by oxidative steam reforming of methanol using ceria promoted copper-alumina catalysts. *Patel Sanjay, Pant K. K.* Fuel Process. Technol.. 2007. 88, № 8, с. 825–832. Англ.

Исследована характеристика различного состава катализаторов из Cu/CeO₂/Al₂O₃ в условиях парового окислительного пиролиза метанола при получении водорода для применения в топливных элементах с мембранами из полимерных электролитов.

38.МБ.78. Математическое моделирование нестабильного транспорта ионов металлов через жидкую мембрану. Mathematical modelling of unsteady-state transport of metal ions through supported liquid membrane. *Ata Osman Nuri* (Турция). Hydrometallurgy. 2007. 87, № 3–4, с. 148–156, 9 ил., 2 табл. Библ. 21. Англ.

Изучено извлечение ионов Cu(II) из сульфатных сред (pH=1-5) с помощью жидкой мембраны на основе LIX 984, растворитель - керосин. В качестве твердой матрицы использовали микропористую мембрану из тефлона (пористость ~87,5%). Исходя из имеющихся теоретических положений и с учетом полученных результатов представлена математическая модель исследуемого процесса, удовлетворительно описывающая экспериментальные данные.

38.МБ.79. Современные направления в мембранной нанофильтрации биофармпрепаратов. Ч 2. *Яворская Е. С.* Крит. технол. Мембраны. 2007, № 2, с. 34–41. Библ. 37. Рус.; рез. англ.

В настоящее время СанПин предусматривают контроль качества воды различных видов водопользования, в том числе и по показателям вирусного загрязнения. Важный этап вирусологического исследования - концентрирование вирусов

из большого количества (10-100 л) воды (в том числе речной и сточной) до 10-50 мл. Эта задача была решена с помощью мембранных сорбентов - положительно заряженных мембран ММК⁺ - 0,2 (ООО НПП Технофильтр, г. Владимир). Тем же производителем для обеспечения высоких скоростей фильтрации был разработан проточный мембранный фильтрующий модуль, обеспечивающий турбулизацию потока.

38.МБ.80. Процесс BiosS-Treat® для очистки воды от биологических загрязнений с помощью технологии обратного осмоса. Biofouling-Management mit dem BiosS-Treat®-Verfahren für die Aufbereitung von Oberflächenwassern mittels Umkehrosmose-Anlagen. VGB PowerTech. Int. Ed.. 2007. 87, № 1–2, с. 80–83, 9 ил. Нем.; рез. англ.

Изучены возможности использования мембранных технологий для очистки воды от биологич. загрязнений. Разработан процесс BiosS-Treat®, использующий технологию обратного осмоса RO. Проведена его пром. проверка. Выполнен анализ полученных результатов испытаний. Установлены значительные преимущества процесса по сравнению с другими технологиями.

38.МБ.81. Влияние фракций природных органических соединений на процессы обрастания мембран для ультрафильтрации. The effects of natural organic matter (NOM) fractions on fouling characteristics and flux recovery of ultrafiltration membranes. *Zularisam A. W., Ismail A. F., Salim M. R., Sakinah Mimi, Ozaki H.* Desalination. 2007. 212, № 1–3, с. 191–208. Англ.

Отмечается, что процессы ультрафильтрации (УФ) находят широкое применение при подготовке питьевой воды с использованием в качестве исходной воды из поверхностных источников. Проблемой является обрастание мембран природными органическими соединениями (ПОС), присутствующими в данной воде. Установлено, что ПОС представляют собой смесь различных фракций, при этом последние можно разделить на гидрофильные фракции (ГФЛФ), гидрофобные (ГФБФ) и трансфобные фракции (ТФФ, занимают промежуточное положение). Применялись УФ-мембраны полисульфоновые и из ацетат-целлюлозы и использовалась реальная речная вода. Установлено, что наибольшее влияние на обрастание погружных мембран оказывают ГФЛФ, далее ТФФ и ГФБФ, при этом интенсивность образования отложений возрастает с увеличением светопоглощения на волне 254 нм.

38.МБ.82. Метод ультрафильтрации при подготовке питьевой воды. Ultrafiltration zur Trinkwasseraufbereitung. *Brauner-Noack Monika.* WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2007, № 7–8, с. 35–40. Нем.

Рекламная публикация. Отмечается, что в сетях распределения питьевой воды температура как правило превышает 16°C, в неблагоприятных случаях она может достигать 55°C, в этих условиях происходит интенсивное развитие патогенной

микрофлоры, вирусов, паразитарных форм и др. Особенную опасность представляют виды Легионелла (ЛГ), в ФРГ количество инфицированных ЛГ составляет от 25 000 до 30 000 чел. Рекламируется мембранная техника для ультрафильтрации, с ее применением при подготовке питьевой воды обеспечивается практически полное удаление ЛГ, а также бактерий, вирусов и др. Производительность представленных моделей обеспечивает возможность их использования как в бытовых условиях, так и на мощных станциях водоподготовки.

38.МБ.83. Продолжительное использование установок для ультрафильтрации при подготовке питьевой воды.

Langzeiterfahrungen beim Betrieb der UF-Anlage zur Trinkwasseraufbereitung der Verbandsgemeindewerke Hermeskeil. DVGW Energ. Wasser-Prax.. 2007. 58, № 5, с. 40–41. Нем.

На станцию водоподготовки поступала смесь воды, которая включающая грунтовые воды и воду из искусственного водохранилища, которая перед смешением обрабатывалась коагулянтом в виде хлорида железа. В смесь дозировался CO_2 , после чего вода проходила через фильтры для удаления карбонатов. С 1999 по 2005 гг. дальнейшая обработка воды производилась на 4 включенных параллельно установках для ультрафильтрации, производительность $140 \text{ м}^3/\text{ч}$ достигалась при использовании 40 мембранных элементов с суммарной поверхностью 1400 м^2 . С начала эксплуатации фильтров и до 2002 г. удельный трансмембранный поток уменьшился с 700 до $300\text{--}350 \text{ л}/\text{м}^2 \cdot \text{бар}$, регенерация мембран производилась раствором гидроксида натрия.

38.МБ.84. Перспективы применения мембранных методов ультрафильтрации и нанофильтрации на крупных водопроводных станциях. Андрианов А. П., Первов А. Г.

Водоочистка. 2007, № 2, с. 10–15. Рус.

Предложенные технологии позволяют значительно улучшить качество воды, сократить потребление реагентов и повысить барьерную роль системы очистки воды. Представлены основные направления исследований: изучение работы ультрафильтрационных (УФ) мембран на поверхностных водах различного состава и генезиса; определение параметров проведения процесса предварительной коагуляции; анализ эффективности и экономической целесообразности интеграции УФ-установки в различные звенья существующей на водопроводных станциях технологической цепочки.

38.МБ.85. Очистка маслосодержащих сточных вод на керамических мембранах для микрофильтрации.

Performance study of ceramic microfiltration membrane for oily wastewater treatment. Hua F. L., Tsang Y. F., Wang Y. J., Chan S. Y., Chua H., Sin S. N. Chem. Eng. J.. 2007. 128, № 2–3, с. 169–175. Англ.

Указывается, что керамические мембраны могут применяться для эффективной очистки СВ, содержащих нефтепродукты в виде масел. В качестве материала при изготовлении мембран может применяться альфа- Al_2O_3 с порами размером в среднем

50 нм, в процессах фильтрования на поверхности мембран образуются отложения, с целью уменьшения интенсивности этого процесса фильтрование производится в перекрестно-точном режиме. Для регенерации мембран применяются щелочные и кислотные растворы, в приводимом примере общий органический углерод при очистке СВ удалялся на 92,4%.

38.МБ.86. Ультрафильтрация с поперечным течением и вводом газа в плоском мембранном модуле: влияние высоты канала и наклона мембраны.

Gas-sparging cross-flow ultrafiltration in flat-plate membrane module: effects of channel height and membrane inclination. Cheng Tung-Wen, Li Li-Nan (Department of Chemical and Materials Engineering, Tamkang University, Tamsui, Taipei 25137, Taiwan). Separ. and Purif. Technol.. 2007. 55, № 1, с. 50–55. Библ. 19. Англ.

В опытах использованы мембраны из эфира целлюлозы (10000 Da MWCO) и декстрана T500 при изменении угла наклона от 0° до 180° . Показано, что производительность по проницаемости мембран увеличивается при увеличении ввода газа в каналы (высота 2 мм) при наклоне мембраны. В более высоких каналах (10 мм) введение газа увеличивает проницаемость мембран при углах наклона от 90° до 180° .

38.МБ.87. Новые мембраны с гибридной матрицей на основе поливинилового спирта - тетраэтоксисилана в качестве барьеров для кислорода.

Novel poly(vinyl alcohol)-tetraethoxysilane hybrid matrix membranes as oxygen barriers. Patil Mallikarjunagouda B., Patil Sangamesh A., Veerapur Ravindra S., Aminabhavi Tejraj M. J. Appl. Polym. Sci.. 2007. 104, № 1, с. 273–278, 6 ил., табл. 1 ил. Библ. 20. Англ.

Мембраны на основе ПВС, сшитого тетраэтоксисиланом, получены отливкой из раствора и выпариванием растворителя. Полученные МБ характеризовали ИК-спектроскопией с фурье-преобразованием, рентгеновской дифракцией и ТГА. Исследованы морфологич. и термич. свойства. МБ получены с двумя различными толщинами (30 и 55 мкм) и использованы для измерения проницаемости кислорода под различным давл., поддерживая требуемый перепад давл. поперек МБ в интервале давл. $1\text{--}50 \text{ кГ}/\text{см}^2$. Проницаемость для кислорода МБ изменялась в интервале $0,0091\text{--}1,6165$ Баррер для МБ толщиной 30 мкм - $0,0305\text{--}0,1409$ Баррер для МБ толщиной 55 мкм при увеличении давл. потока фиды на фидовой стороне. Исключая случай давл. $50 \text{ кГ}/\text{см}^2$, наблюдаемые величины проницаемости для кислорода почти близки к общей проницаемости МБ. МБ могут использоваться в качестве кислородных барьеров в упаковке для пищевых продуктов.

38.МБ.88. Получение и свойства многослойных мембран из хитозана, содержащих тинидазол.

Fabrication and properties of multilayer chitosan membrane loaded with tinidazole. Hong Hua, Chi Ping, Liu Changsheng. J. Wuhan Univ. Technol. Mater. Sci. Ed.. 2007. 22, № 1, с. 102–107, 11 ил., 3 табл. Библ. 12. Англ.

Моно-, ди- и трехслойные МБ формовали из растворов хитозана в 1%-ной АсОН с добавлением тинидазола I 1-(2-этилсульфонилэтил)-2-метил-5-нитроимидазола в колич. 6,67-20 мг/г и исследовали мех. свойства МБ и скорость высвобождения препарата из МБ *in vitro* в воде. Установлено, что скорость и колич. высвобождения тинидазола из МБ зависит от структуры МБ и концентрации препарата. Из 2- и 3-слойных МБ скорость высвобождения существенно меньше, чем из монослойной МБ. Макс. прочность имеют монослойные МБ, а миним. 3-слойные МБ, но при этом последние удовлетворяют требованиям клинич. практики.

38.МБ.89. Частично пиролизованные полидиметилсилоксановые полимерные сетки взаимопроницающие: термические параметры и оценка газопроницаемости. Partially pyrolyzed poly(dimethylsiloxane)-based networks: thermal characterization and evaluation of the gas permeability. *Jose Nadia M., De Almeida Prado Luis A. S., Schiavon Marco A., Redondo Simone U. A., Yoshida Inez V. P. J. Polym. Sci. B. 2007. 45, № 3, с. 299–309, 8 ил., табл. 5 ил. Библ. 59. Англ.*

Получали МБ сшиванием ПДМС с концевыми силанольными группами с помощью многофункциональных нанокластеров, полученных реакцией пентаэритритолтриакрилата с 2-аминоэтил-3-аминопропилтриметоксисиланом и *in situ* поликонденсацией тетраэтилортосиликата, с последующей термич. обработкой полученных МБ при различных температурах. Частично пиролизованные МБ изучали ИК-спектроскопией, термогравиметрией, элементным анализом, малоугловым рентгеновским рассеянием и сканирующей электронной микроскопией. Частичный пиролиз МБ приводил к улучшению термич. стабильности и мех. свойств, эластичность материала сохранялась. Измеряли скорость потока через МБ при 25° для N₂, H₂, O₂, CH₄ и CO₂. Проницаемость МБ изменялась с увеличением температуры пиролиза и окисления. МБ рассматривают как полидиметилсилоксановые цепи, разделенные неорг. кластерами.

38.МБ.90. Получение и свойства ультрафильтрационных мембран на основе смеси полисульфон-сульфированный полиэфирэфиркетон. Ч. I. Preparation and performance of polysulfone-sulfonated poly(ether ether ketone) blend ultrafiltration membranes. Part I. *Arthanareeswaran G., Mohan D., Raajenthiren M. Appl. Surface Sci.. 2007. 253, № 21, с. 8705–8712. Англ.*

Получены ультрафильтрац. мембраны (МБ) из смеси полисульфона с сульфур. полиэфирэфиркетон (СПЭЭК) (от 0 до 15 вес.%) методом обращения фаз. Добавление СПЭЭК осуществляли с целью улучшения св-в и проницаемости смешанных МБ. Изучено влияние полимерной композиции на плотность, поток чистой воды, содержание воды и гидравлич. сопротивление МБ. Изучены пористость МБ и отсечение по молек. весу МWCO с использованием белков различного молек. веса. Пористость, размер пор для МБ по-

вышались с повышением конц-ии СПЭЭК в поливочном р-ре при изготовлении МБ. МWCO для смешанных МБ лежало в диапазоне от 20 до 45 кДа в зависимости от полимерного состава МБ. Поток чистой воды через смешанные МБ повышался от 16.7 до 61.5 л/м²×ч при повышении конц-ии СПЭЭК от 0 до 15 вес.%.

38.МБ.91. Цеолитная мембрана с регулируемыми по ориентации гексагональными кристаллами из мезоструктурированного геля, закрепленного на γ -Al₂O₃. Zeolite membrane with orientation-controlled hexagonal crystals from a mesostructured gel supported on γ -Al₂O₃. *Parvelescu Viorica, Tablet Cristina, Su Bao-Lian. Colloids and Surfaces. A. 2007. 300, № 1–2, с. 94–98. Англ.*

Синтезированы хорошо ориентированные кристаллич. цеолитные мембраны (МБ) путем парофазного превращения мезоструктурированного геля, нанесенного погружением или центрифугированием на подложку из γ -Al₂O₃; полученные МБ были охарактеризованы с помощью рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и элементного анализа. Установлено, что ориентацию кристаллов можно регулировать изменением атмосферы синтеза, а плотность и толщину МБ - изменением метода нанесения покрытия и числа покрывающих слоев. Оценены св-ва разделения газов синтезированными МБ. Селективность по отношению к C₃H₈/O₂ для МБ, полученных при нанесении покрытия погружением, намного выше, чем для МБ, полученных при нанесении покрытия центрифугированием, из-за различия в плотности этих МБ.

38.МБ.92. Получение и свойства тонких перовскитовых мембран La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Fe_yO_{3- δ} , закрепленных на подобранных керамических твердых носителях. Preparation and properties of thin La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Fe_yO_{3- δ} perovskitic membranes supported on tailored ceramic substrates. *Buchler O., Serra J. M., Meulenber W. A., Sebold D., Buchkremer H. P. Solid State Ionics. 2007. 178, № 1–2, с. 91–99. Англ.*

Перовскиты со смешанной проводимостью, La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Fe_yO_{3- δ} (LSFC), являются перспективными материалами для выделяющих кислород мембран (МБ) при высоких т-рах. Газонепроницаемые перовскитовые слои толщиной 10–20 мкм были получены на различных пористых тв. носителях, таких как Ce_{0.8}Gd_{0.2}O_{1.9}, LSFC и композиты обоих. Некоторые тв. носители были легированы кобальтом для усиления механич. прочности. Детально описано получение тв. носителей и различных перовскитовых асимметричных МБ. Различными физико-химич. методами исследованы микроструктура, химич. совместимость между тв. носителем и МБ, устойчивость прокаленных слоев. Охарактеризованы скорость усадки, гладкость поверхности, пористость и проницаемость по отношению к воздуху различных по составу

тв. носителей. Измерены коэффициент термич. расширения и электропроводность материалов МБ и тв. носителей между 30 и 800°C; проведены измерения потока кислорода в диапазоне 750-900°C.

38.МБ.93. Анализ микроструктуры тонкопленочных мембран на основе легированного церата стронция, изготовленных методом, использующим полимерный прекурсор. Microstructural analysis of doped-strontium cerate thin film membranes fabricated via polymer precursor technique. *Elbaccouch Mohamed M., Shukla Satyajit, Mohajeri Nahid, Seal Sudipta, T-Raissi Ali.* Solid State Ionics. 2007. 178, № 1–2, с. 19–28. Англ.

Методом, использующим полимерный прекурсор, синтезированы нанокристаллич. тонкопленочные мембраны (МБ) на основе церата легированного тербием стронция, $\text{SrCe}_{0.95}\text{Tb}_{0.05}\text{O}_{3-6}$, которые предст. интерес при выделении H_2 и в топливных элементах на основе тв. оксидов. Непрерывные и плотные тонкопленочные композитные МБ на основе этого оксида были получены методом нанесения покрытия при центрифугировании с использованием полимерного прекурсора на основе этиленгликоля. Полимерный прекурсор осаждали на кремнеземный тв. носитель и переводили в плотные поликристаллич. тонкопленочные керамические МБ при прокаливании при относительно низки- т-рах. Число циклов нанесения слоев центрифугированием и т-ру спекания систематически варьировали для изучения их влияния на морфологию и толщину пленки и размер кристаллитов в МБ.

38.МБ.94. Влияние температуры и времени спекания и давления при прессовании мембран перовскитового типа $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-6}$. Effect of sintering temperature and dwell time and pressing pressure on $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-6}$ perovskite-type membranes. *Mosadeghkhah Ali, Alaei Mohammad Ali, Mohammadi Toraj.* Mater. and Des.. 2007. 28, № 5, с. 1699–1706. Англ.

В различных условиях получены оксиды $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-6}$ и исследованы в отношении микроструктуры и плотности полученные на их основе диски. Порошки оксидов были синтезированы с использованием метода комплексообразования цитрат-этилендиаминтетрауксусная кислота. Полученные порошки были далее сформированы в мембраны (МБ) в форме дисков при прокаливании при т-ре 1000, 1050 и 1150°C, давлении прессования 1000, 2000 и 2500 бар и времени прокаливании 2, 6 и 10 часов. Данные рентгеновской дифракции показали, что для всех образцов основной является перовскитовая структура. Хотя образцы, полученные в разных условиях, имели почти одинаковую микроструктуру, они обладали различной относит. плотностью, пористостью и морфологией зернистости. МБ, синтезированные при самых высоких т-ре и давлении, показали наиболее высокую относит. плотность, интенсивный рост кристаллов, лучшую

перовскитовую структуру и меньшее число пористости. Лучшим временем спекания явилось 8-9 часов; после этого времени проведения процесса не наблюдалось изменения характеристик МБ.

38.МБ.95. Применение нового метода ртутной интрузии и относительной проницаемости для испытания тонкопленочных, пористых, полученных «золь-гель»-методом и методом химического осаждения из паровой фазы, подвергнутых последующей обработке мембран. Application of an innovative mercury intrusion technique and relative permeability to examine the thin layer pores of sol-gel and CVD post-treated membranes. *Lambropoulos A., Romanos G., Steriotis Th., Nolan J., Katsaros F., Kouvelos E., Charalambopoulou G., Kanellopoulos N.* Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 99, № 1–2, с. 206–215. Англ.

38.МБ.96. Анионные примеси в пористых мембранах из оксида алюминия: наличие и функциональность. Anion impurities in porous alumina membranes: existence and functionality. *Fan D. H., Ding G. Q., Shen W. Z., Zheng M. J.* Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 100, № 1–3, с. 154–159. Англ.

Проведено детальное исследование примесей анионов $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ в самоорганизованных пористых мембранах (МБ), полученных в процессе двухступенчатой электрохимич. анодизации. Методами энергодисперсионной спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения и ИК-абсорбционной спектроскопии установлено присутствие и неравномерное распределение анионов $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ в боковых стенках МБ. Показано, что прокаливании приводит к уменьшению конц-ии $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ в МБ вследствие разрушения групп примесей, связанных с $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. Установлено, что анионы $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ играют ключевую роль в показателе преломления и коэффициенте поглощения МБ, а также в морфологии поверхности и кристаллизации осажденных нанопористых рядов ZnO .

38.МБ.97. Получение темплатированных мезопористых кремнеземных мембран на твердых носителях из α -оксида алюминия путем прямого нанесения покрытия из тиксотропных полимерных зелей. Preparation of templated mesoporous silica membranes on macroporous α -alumina supports via direct coating of thixotropic polymeric sols. *Boffa V., Ten Elshof J. E., Blank D. H. A.* Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 100, № 1–3, с. 173–182. Англ.

Сообщается простой метод осаждения мезопористых кремнеземных пленок непосредственно на макропористые тв. носители из α -оксида алюминия. Были получены полимерные кремнеземные золи путем гидролиза тетраэтилортосиликата в среде кислого пропанола в присутствии бромид гексадецилтриметиламмония в кач-ве темплата. Реология зелей изменялась путем добавления модифицированного тиксотропного агента на основе мочевины, который использовали в концентрационном диапазоне между 2 и 10 об.%. Модифи-

цированные золи осаждали на диски из α -оксида алюминия центрифугированием. Морфологию верхних кремнеземных слоев охарактеризовали с помощью сканирующей электронной микроскопии. Распределение пор по размерам и проницаемость полученных мембран (МБ) оценивали с помощью пермпорометрии и измерений проницаемости единичных газов, соответственно. МБ имели узкое распределение пор по размерам; средн. диам. пор составлял около 2 нм. Проведено сравнение проницаемостей H_2 , He, CH_4 и O_2 . Проницаемость водорода составила 6×10^{-7} моль/с \times м 2 \times Па при 473 К. Поток газов через МБ следует механизму кнудсеновского типа.

38.МБ.98. Сверхбыстрое изготовление мембран MFI путем сочетания опосредованного микроволновым облучением синтеза с обработкой озоном или с прокаливанием. Ultra-rapid production of MFI membranes by coupling microwave-assisted synthesis with either ozone or calcination treatment. *Motuzas J., Heng S., Ze Lau P. P. S., Yeung K. L., Beresnevicius Z. J., Julbe A.* Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 99, № 1–2, с. 197–205. Англ.

Целью работы явилась разработка сверхбыстрого и воспроизводимого метода синтеза тонких и хорошего качества мембран (МБ) на основе цеолита MFI путем сочетания опосредованного микроволновым облучением синтеза с методом быстрого удаления темплата. Получены серии одинаковых МБ MFI путем опосредованного микроволновым облучением вторичного роста и были сравнены три метода удаления органического темплата: обработка озоном, прокаливание при небольшой скорости нагревания (0.2°C/мин) и прокаливание при высокой скорости нагревания (5°C/мин). Закрепленные МБ были охарактеризованы с помощью сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции, термogrавиметрии и измерений проникновения газов. Установлено, что тонкие МБ MFI м. б. получены менее чем за два дня путем сочетания опосредованного микроволновым облучением синтеза с быстрым удалением темплата обработкой озоном или термич. обработкой при высокой скорости повышения т-ры (5°C/мин).

38.МБ.99. Новая система $Al_{100}P_{60}O_z$ микропористой керамической мембраны для выделения водорода из смесей водород/пропан. A novel system of $Al_{100}P_{60}O_z$ microporous ceramic membrane for hydrogen separation from hydrogen/propane mixtures. *Sklari S. D., Zaspalis V. T.* Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 99, № 1–2, с. 176–180. Англ.

Целью работы явилась разработка новых микропористых алюмофосфатных мембран (МБ) на тв. носителях в форме дисков идентичного состава путем in situ роста из р-ров нитрата алюминия и ортофосфорной к-ты с использованием бромида гексадецилтриметиламмония в кач-ве темплата. Эксперименты по разделению газов эквимолярных смесей водород-пропан на микропористых МБ $Al_{100}P_{60}O_z$ показали

максимальные степени разделения 16 с преобладанием водорода при 50°C. Степень разделения зависит от т-ры, состава питающей среды и т-ры прокаливания подложки. Проникновение He имеет порядок 10^{-12} моль/м \times с \times Па.

38.МБ.100. Получение и характеристика газоселективных микропористых углеродных мембран. Preparation and characterization of gas selective microporous carbon membranes. *Katsaros F. K., Steriotis Th. A., Romanos G. E., Konstantakou M., Stubos A. K., Kanellopoulos N. K.* Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 99, № 1–2, с. 181–189. Англ.

Получены трубчатые композитные асимметричные углеродные мембраны (МБ), состоящие из макропористого тв. носителя и микропористого тонкого слоя, из прекурсоров на основе коммерческих фенольных смол; полученные МБ были изучены с использованием статического (адсорбционного) и динамического (проницаемость/селективность) методов. Установлено, что поток газов следует активир. диффузионному механизму; рассчитаны энергии активации. Полученные МБ проявляют высокую селективность по отношению к CO_2 (около 15) для эквивалентной смеси CO_2/N_2 .

38.МБ.101. Влияние температуры на перенос воды и нейтральных растворенных веществ через нанофильтрационные мембраны. Effect of temperature on the transport of water and neutral solutes across nanofiltration membranes. *Amar N. Ben, Saidani H., Deratani A., Plameri J.* Langmuir. 2007. 23, № 6, с. 2937–2952. Англ.

Проведено детальное эксперим. и теоретич. изучение влияния т-ры на нанофильтрационные св-ва с использованием мембраны (МБ) Desal5DK. В т-рном интервале между 22 и 50°C представлены эксперим. результаты для плотности объемного потока пермеата и задерживания четырех нейтральных р-ренных в-в (глицерина, арабинозы, глюкозы и сахарозы). Проведено моделирование задерживания р-ренных в-в с использованием теории затрудненного переноса, что позволило выявить решающую роль изменений в структурных параметрах МБ (эффективный радиус пор и толщина МБ) вследствие изменений в температуре.

38.МБ.102. Пористые мембраны на основе полимера с молекулярными отпечатками, полученные путем разделения фаз в сжатом жидком CO_2 . Porous imprinted polymer membranes prepared by phase separation in compressed liquid CO_2 . *Zhang Quanqiu, Kusunoki Takayuki, Xu Qun, Wang Hongying, Kobayashi Takaomi.* Anal. and Bioanal. Chem.. 2007. 388, № 3, с. 665–673. Англ.

Фазовое разделение сополимера акрилонитрила с метакриловой кислотой в сжатом жидком CO_2 приводит к формированию пористых мембран (МБ) с молекулярными отпечатками, которые преимущественно адсорбируют урацил (URA). Наблюдение поперечного сечения МБ с помощью сканирующей электронной микроскопии установило его пористую структу-

ру, при этом формирующиеся матрицы имели высокую прочность на разрыв (4.4 Н/мм²). МБ с молек. отпечатками проявляют высокую селективность по отношению к URA (12.8 мкмоль/г), однако, связывание с диметилаурацилом (DMURA), тиминном и цитозином этих МБ более слабые (0.7, 0.8 и 0.9 мкмоль/г, соответственно). Когда DMURA используют при получении МБ с молек. отпечатками в жидком CO₂, наблюдается меньшее связывание DMURA с полученной МБ. МБ с молек. отпечатками URA способны хорошо отделять URA от DMURA, цитозина и тимина при степенях разделения 3.8, 3.0 и 2,5, соответственно.

38.МБ.103. Электропроводящие мембраны на основе полученного электропрядением шелка, изготовленные путем адсорбции углеродных нанотрубок. Electrically conducting electrospun silk membranes fabricated by adsorption of carbon nanotubes. *Kang Minsung, Jin Hyoung-Joon.* Colloid and Polym. Sci.. 2007. 285, № 10, с. 1163–1167. Англ.

Представлен простой метод получения электропроводящих нетканых мембран (МБ) на основе полученного электропрядением шелка, состоящих из нановолокон с многостеночными углеродными нанотрубками (МС-УНТ), адсорбированными на их поверхности. МС-УНТ хорошо прикрепляются к поверхности высокопористых МБ из шелковых нановолокон (сформированных из водного р-ра фиброина *Bombyx mori*) с использованием поверхностно-активного в-ва Triton X-100 для диспергирования МС-УНТ в воде. Электропроводность МБ составила 2.4×10^{-4} С/см благодаря присутствию МС-УНТ на их поверхности.

38.МБ.104. Электротранспортные характеристики ультра- и нанопористых стекол в растворах электролитов. *Ермакова Л. Э., Сидорова М. П., Жура Н. А..* Коллоид. ж.. 2007. 69, № 5, с. 612–619. Рус.

Исследованы и сопоставлены электротранспортные характеристики - электропроводность, удельная поверхностная проводимость, числа переноса противоионов - для нано- и ультрапористых стеклянных мембран с радиусами пор 1.3-160 нм в растворах хлоридов, содержащих одно-, двух- и трехзарядные катионы.

38.МБ.105. Получение ультра- и нанопористых стекол и исследование их структурны и электрокинетических характеристик в растворах 1:1-зарядных электролитов.

Ермакова Л. Э., Волкова А. В., Антропова Т. В., Сидорова М. П.. Коллоид. ж.. 2007. 69, № 5, с. 603–611. Рус.

Из натриевоборосиликатных стекол различного состава получены нано- и ультрапористые стеклянные мембраны (ПС) с радиусами пор 4.5-150 нм. Определены структурные параметры (коэффициент структурного сопротивления, объемная пористость, коэффициент фильтрации) и электрокинетические характеристики (электропроводность, числа переноса противоионов, электрокинетический потенциал ζ_a^*) мембран при

различных концентрациях растворов KCl и NaCl (10^{-4} - 10^{-1} М) в нейтральной области pH. Переход от нанопористых стекол к ультрапористым сопровождается ростом значений $|\zeta_a^*|$, что связано, вероятно, с уменьшением толщины гель-слоя вследствие удаления ионпроницаемого вторичного кремнезема из поровых каналов. Сопоставление электрокинетических характеристик ПС (чисел переноса ионов, коэффициентов эффективности и электрокинетических потенциалов), измеренных в растворах NaCl и KCl, указывает на большую специфичность противоионов K⁺ по сравнению с ионами Na⁺.

38.МБ.106. Исследование зависимости размеров частиц водных дисперсий сульфатного лигнина от pH методом фильтрации на трековых мембранах. *Рудакова И. С., Молодкина Л. М., Чернобережский Ю. М., Дягилева А. Б..* Коллоид. ж.. 2007. 69, № 5, с. 718–720. Рус.

Методом фильтрации на трековых мембранах с размером пор 30-200 нм исследована агрегативная устойчивость низкоконцентрированных (10 мг/л) водных дисперсий сульфатного лигнина в широком диапазоне pH (9.40-2.15). Показано, что при всех исследованных значениях pH раствор сульфатного лигнина является полидисперсной системой. С понижением pH размер частиц сульфатного лигнина возрастает, тогда как степень полидисперсности системы в исследуемой области размеров частиц (30-200 нм) уменьшается.

38.МБ.107. Влияние катодной поляризации стальной мембраны и кислотности спиртовых растворов HCl на соотношение скоростей реакции выделения водорода и его твердофазной диффузии. *Вигдорович В. И., Цыганкова Л. Е., Шель Н. В., Зарапина И. В., Матвеева М. В..* Электрохимия. 2007. 43, № 7, с. 843–850. Библ. 28. Рус.

Исследовано влияние катодной поляризации входной стороны стальной мембраны и концентрации HCl ($0,99 \cdot 10^{-2}$ М) на соотношение скоростей реакции выделения водорода и его диффузии через сталь (р) в солянокислых этанольных и этиленгликолевых растворах с постоянной ионной силой, равной 1. Показано, что р снижается со сдвигом потенциала поляризационной стороны мембраны в отрицательную сторону и увеличивается с уменьшением c_{HCl} . Результаты интерпретированы с учетом степени заполнения поверхности двумя формами адсорбированного водорода: надповерхностной H_{ads}^r и подповерхностной H_{ads}^s .

38.МБ.108. Мембранное разделение водных смесей этанола и пропанола. *Бурлинов А. Н., Тимонин А. С., Трифионов С. А., Быков И. Р..* Хим. и нефтегаз. машиностр.. 2007, № 4, с. 28–30, 4 ил., 2 табл.. Библ. 6. Рус.

Полученные результаты подтвердили целесообразность использования процесса первапорации, являющегося одним из наиболее простых и эффективных методов производства концентрированных веществ, в пищевой и спиртовой промышленности.

38.МБ.109. Баромембранное разделение отработавшего моторного масла на аппарате трубчатого типа. *Бабеншиев С. П., Витанов Г. А., Скороходов А. Г.* Механиз. и электриф. с. х.. 2007, № 7, с. 6, 1 ил., 1 табл.. Рус.

Появление нового поколения металлокерамических мембран позволяет не только организовать скоростной поток в канале баромембранного аппарата, но и проводить процесс при высокой температуре. Предварительные экспериментальные исследования дали весьма обнадеживающие результаты как по проницаемости, так и по качественным характеристикам получаемого фильтрата. Наличие незначительного количества микропримесей вероятнее всего связано с их наличием в магистральной линии фильтрата самого аппарата.

38.МБ.110. Возможности влияния на качество фильтрации [пива]. *Prozesse beherrschen. Waiblinger Ralf.* Brauindustrie. 2007. 92, № 4, с. 36–39. Библ. 3. Нем.

Поставлены задачи фильтрации и существующие различия между различными фильтрующими системами. В производстве пива фильтрацию проводят для удавления мути и взвешенных частиц для получения прозрачного фильтрата и удаления или уменьшения количества микроорганизмов. Для этих целей используют фильтрацию с кизельгуртом, глубокое фильтрование с фильтровальной свечой из полипропилена, мембранную фильтрацию. Рассмотрены механизмы, действующие при этих способах фильтрации, а также проведено сравнение различных способов фильтрации в отношении эффективности и достижения результатов.

38.МБ.111. Нанофильтрация: влияние типа электролита и величины pH на характеристики Desal DK. *Nanofiltration: Role of the electrolyte and pH on desal DK performances. Mazzoni Carolina, Bruni Luigi, Bandini Serena.* Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 8, с. 2254–2262. Англ.

Изучена нанофильтрация (NF) на полиамидной МБ Desal DK. Эффективность мембранного разделения определена в экспериментах по пермеации водн. растворов NaCl и CaCl₂. Характеристики МБ получены на основе изучения задержки протонов. Задержка соли и протонов измерены в широком диапазоне концентраций соли и величин pH в исходных растворах и давл. от 3 до 30 бар при комнатной температуре. Показано уменьшение задержки NaCl с увеличением концентрации NaCl, в отличие от задержки CaCl₂, проходящей через max. Для обоих растворов задержка соли сильно зависит от исходного pH, а задержка протона - от величин pH и давления. В случае водн. растворов CaCl₂ концентрация электролита является ключевым параметром в оценке амфотерного поведения МБ.

38.МБ.112. Мембрана прямого контакта для дистилляции-обессоливания: новые мембраны, устройство, изучение масштабирования и модель. *Direct contact membrane distillation-based desalination: Novel membranes, devices, larger-scale studies, and a model. Song Liming, Li Baoan, Sirkar Kamallesh*

K., Gilron Jack L. Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 8, с. 2307–2323. Англ.

Сообщаются результаты дистилляции на МБ прямого контакта, полученные на модулях с поверхностью МБ 0,28 м² и гидрофобными полипропиленовыми полыми волокнами внутр. диам. 330 мкм и толщиной 150 мкм с покрытием из фторсиликона на наружной поверхности. Варьировали концентрацию и температуру рассола и температуру и скорость дистиллята. По мере увеличения температуры рассола от 4 до 90°C проток вод. паров увеличивался экспоненциально. Протоки дистиллята также возрастали с подъемом температуры дистиллята от 32 до 60°C. Увеличение концентрации соли до 10% ведет к небольшому снижению протока. Предложенная модель, использующая в качестве приемлемого параметра коэф. массопереноса k_m , позволяет рассчитать падение температуры рассола, рост температуры дистиллята и проток вод. паров в большом модуле и в малом модуле поверхностью 119 см².

38.МБ.113. Импеданс системы водородный электрод - твердополимерный электролит. *Kooshel N. D., Smirnova E. V.* Вопр. химии и хим. технол.. 2007, № 1, с. 137–140, 211, 216. Библ. 7. Рус.; рез. укр., англ.

Измерены спектры импеданса процесса ионизации водорода на углеродном электроде, нанесенном на ионообменную мембрану МФ-4СК-101 и активированном платиновым КТ. Полученные данные об основных кинетич. параметрах процесса согласуются с результатами исследований в гальваностатич. и потенциостатич. режимах.

38.МБ.114. Перфузионные характеристики водно-органических растворов с микропористыми мембранами на основе SiO₂-ZrO₂: экспериментальное изучение механизма разделения. *Pervaporation characteristics of aqueous - organic solutions with microporous SiO₂-ZrO₂ membranes: experimental study on separation mechanism. Yang Jianhua, Yoshioka Tomohisa, Tsuru Toshinori, Asaeda Masashi.* J. Membr. Sci.. 2006. 284, № 1–2, с. 205–213. Англ.

“Золь-гель”-методом получено пять типов микропористых мембран (МБ) на основе SiO₂ - (50 мол.%) ZrO₂ с несколько различным размером пор (менее 1 нм) для изучения перфузионных характеристик некоторых водных р-ров органич. соединений. Размер пор МБ устанавливали на основании наблюдений проникновения различных газов с отличающимися молек. диаметрами при 200°C. Проведен ряд перфузионных измерений водных р-ров органических соединений, таких как изопропанол, этанол и ацетон, с полученными МБ для изучения влияния размера пор МБ и молек. взаимодействий со стенками пор на перфузионные свойства. Полученные результаты показали, что св-ва разделения сильно зависят от размера пор и от взаимодействий между молекулами органич. соединений и воды со стенками пор.

38.МБ.115. Применение проницаемой жидкостной мембраны и инверсионной хронопотенциометрии со сканированием для определения химической формы металлов в коллоидных комплексах. Application of permeation liquid membrane and scanned stripping chronopotentiometry to metal speciation analysis of colloidal complexes. *Domingos Rute F., Benedetti Marc F., Pinheiro J. P.* Anal. chim. acta. 2007. 589, № 2, с. 261–268. Англ.

Обсуждена эффективность применения проницаемой жидкостной Мб для определения хим. формы металла в коллоидных комплексах на основе данных измерений параметров комплексообразования Pb(2+) и Cu(2+) с помощью модифицированных карбоксилатом латексных наночастиц с разными радиусами (15,35,40 и 65 нм). Результаты определений хорошо согласуются с данными инверсионной хронопотенциометрии при сканированном ПТ. С применением проницаемой жидкостной Мб для крупных частиц или макромолекулярных лигандов диффузия в Мб является стадией, ограничивающей скорость. Поток пропорционален концентрации свободных ионов металла лишь с небольшим вкладом от подвижных комплексов. При отсутствии агрегации лигандов в каналах проницаемой жидкостной Мб достигнута хорошая согласованность значений констант устойчивости для обоих металлов с полученными инверсионной хронопотенциометрией.

38.МБ.116. Анализ следов растворителей содержащихся в мембранах из полимерных материалов, с применением инфракрасного излучения. The development of a novel smart mid-infrared sensing methodology for residual solvents. *Flavin Kevin, Hughes Helen, McLoughlin Peter.* Int. J. Environ. Anal. Chem.. 2007. 87, № 1, с. 29–42. Англ.

Проанализирована возможность определения остаточного количества растворителя, аккумулированного в полимерном материале. Исследованы различные виды растворителей (этилбензол, тетрагидрофуран и этанол), содержащиеся в мембранах, выполненных из Teflon® AF2400. Под воздействием ИК излучения наблюдалось интенсивное свечение образцов с материалом мембран. На хроматограммах присутствовали линии соответствующие определенному виду растворителя, аккумулированного в порах мембраны. Рассмотрена гипотеза, определяющая механизм этих процессов.

38.МБ.117. Получение тонкослойных полуволоконных полимерэлектrolитных композитных мембран для разделения пропилена и пропана. *Wang Hong-Lin, Yang Da-Ling, Zhang Shou-Hai, Wang Zhi-Peng, Wen Xue-Qiu, Jian Xi-gao.* Yingyong huaxue=Chin. J. Appl. Chem.. 2007. 24, № 3, с. 241–244. Кит.; рез. англ.

Композиционные мембраны получают нанесением поливинилпирролидона слоем толщиной ~1 мкм на асимметричные полуволоконные мембраны с

полифталазинонэфирсульфокетоном в качестве связующего с последующим проведением комплексообразования с ионами серебра. Исследовано влияние на способность разделения пропилена и пропана концентрации поливинилпирролидона, мольного соотношения групп C=O и ионов Ag⁺, давл. и температуры эксплуатации и типа переходного металла.

38.МБ.118. Проницаемость по кислороду мембран на основе перовскита типа Y_{1-x}M_xBa₂Cu₃O_{7-δ} (M=La, Cu). Oxygen permeability of perovskite-type Y_{1-x}M_xBa₂Cu₃O_{7-δ} (M=La, Ca) membranes. *Song Hongzhang, Huang Miaomiao, Yang Delin, Hu Xing, Li Yongxiang.* Mater. Sci. and Eng. B. 2007. 137, № 1–3, с. 284–288. Англ.

Исследована проницаемость по кислороду плотных мембран (МБ) на основе перовскита типов Y_{1-x}La_xBa₂Cu₃O_{7-δ} (x=0.1, 0.3, 0.5, 0.8 и 1.0) и Y_{1-y}Ca_yBa₂Cu₃O_{7-δ} (y=0.1, 0.2, 0.3 и 0.4) при градиенте воздух/He в т-рном диапазоне от 750 до 950°C. Результаты показали, что легирование элементами La или Ca оказывает большое влияние на проникновение кислорода, а именно, увеличивается поток проникающего кислорода, причем, он с очевидностью возрастает около 900°C. Максимальные потоки кислорода составили 0.92 и 0.77 мкмоль/с×см² для МБ на основе LaBa₂Cu₃O_{7-δ} (x=1.0) и Y_{0.8}Ca_{0.2}Ba₂Cu₃O_{7-δ} (y=0, 2) толщиной 1.0 мм при 950°C, соответственно.

38.МБ.119. Изучение наилучших условий получения мембраны из β-цеолита на пористом трубчатом твердом носителе из α-Al₂O₃. *Shao Guo-lin, Zhou Zhi-hui, Zhang Yan, Wang Ji-ping, Wang Jin-qu.* Shiyou xuebao. Shiyou jiaogong=Acta petrol. sin. Petrol. Process. Sec.. 2007. 23, № 3, с. 32–36. Кит.; рез. англ.

С использованием простого метода вторичного гидротермального роста получена мембрана (МБ) из β-цеолита на поверхности пористого трубчатого тв. носителя из α-Al₂O₃ со средним размером пор 3-5 мкм. Изучены факторы, влияющие на качество МБ из β-цеолита, такие как состав затравочного р-ра, молярное отношение Na⁺/SiO₂ и содержание H₂O в р-ре прекурсора. На основании полученных результатов были установлены наилучшие условия получения МБ. Полученная МБ была охарактеризована с помощью сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции и проникновения азота. Установлено, что полученная МБ является непрерывной, плотной и почти без дефектов.

38.МБ.120. Математическая модель разделения редкоземельных элементов термоколебательной экстракцией в неравновесных условиях. *Копырин А. А., Афонин М. А., Фомичев А. А., Будяк А. А.* Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 9, с. 49–51, 129–130. Рус.; рез. англ.

Разработана математическая модель нестационарной мембранной экстракции и дополнена блоком зависимости

констант скоростей экстракции от температуры. Вычислены значения энергий активации для прямых и обратных реакций экстракции и реэкстракции Pr и Nd. Проведена оптимизация экстракционного процесса разделения редкоземельных элементов жидкой мембраной под воздействием периодических колебаний температуры. Найдены оптимальные условия разделения жидкой мембраной: частота и амплитуда температурных колебаний, распределение общего объема органической фазы между экстракторами и скорость потока жидкой мембраны.

38.МБ.121. Станции обеззараживания воды на основе мембранных электролизных установок. Кудряшов А. Г., Захеев С. Б., Карпова С. А., Баранов С. В. ВСТ: Водоснабж. и сан. техн., 2007, № 3, с. 9–12, 48. Рус.; рез. англ.

Приведен анализ одного из современных методов обеззараживания воды посредством мембранных электролизных установок. Рассмотрены основные принципы и элементы технологии. Приведены технико-экономич. показатели эффективности метода.

38.МБ.122. Разработка микропористых керамических мембран на основе системы TiO_2/ZrO_2 . Development of microporous ceramic membranes in the system TiO_2/ZrO_2 . Aust U., Benfer S., Dietze M., Rost A., Tomandl G. J. Membr. Sci., 2006. 281, № 1–2, с. 463–471. Англ.

Цель работы - разработка новых нанопористых керамич. мембран (МБ) с размером пор <1 нм для разделения газов, обладающих более высокой химич. и гидротермальной устойчивостью, чем обычно применяемые МБ из SiO_2 . Для сохранения нанопористости при более высоких температурах необходимо повышение температуры кристаллизации. МБ из TiO_2-ZrO_2 были получены золь-гель способом. Сначала трубчатые подложки из $\alpha-Al_2O_3$ (размер пор 60 нм) покрывали золь-гель способом промежуточными слоями TiO_2-ZrO_2 . Полученные МБ использовали как подложки в экспериментах для последующего нанесения покрытий. Нанопористые МБ были получены полимерным золь-гель способом. Состав МБ был предопределен составом золя, содержащего соответствующие количества, исходных алкоксидов. Исследовано влияние химич. состава и условий спекания на кристаллич. фазы, размер пор и удельную поверхность систем. Проведены исследования методами сканирующей электронной микроскопии, фильтрации, коррозии и ЯМР ^{17}O спектроскопии.

38.МБ.123. Транспорт урана из раствора фосфорной кислоты через жидкую мембрану на основе ТОФО-додекан. Carrier-mediated transport of uranium from phosphoric acid medium across TOPO/n-dodecane-supported liquid membrane. Singh Suman Kumar, Misra S. K., Sudersanan M., Dakshinamoorthy A., Munshi S. K., Dey P. K. (Bhabha Atomic Research Centre, Trombay, Mumbai - 400085, India). Hydro-

metallurgy. 2007. 87, № 3–4, с. 190–196, 6 ил., табл. 3 ил.. Библ. 24. Англ.

Изучено извлечение ионов U^{6+} из растворов H_3PO_4 с помощью жидкой мембраны на основе триоктилфосфиноксида (ТОФО) в додекане. В качестве твердой матрицы использовали микропористую полимерную мембрану из политетрафторэтилена (пористость ~84%). Состав исходного раствора: 0,001 М H_3PO_4 +2 М HNO_3 ; органич. фазы: 0,5 М ТОФО в додекане; раствора реэкстракции: 1,89 М $(NH_4)_2CO_3$. В данных условиях извлечение U в реэкстракт составляет 90% за 360 мин. Проведенные исследования представляют интерес для переработки бедных U-руд.

38.МБ.124. Высококачественные композитные ультрафильтрационные мембраны на основе гидрогелей поливинилового спирта, нанесенных на поверхность сшитых нановолокнистых заготовок из поливинилового спирта. High performance ultrafiltration composite membranes based on poly(vinyl alcohol) hydrogel coating on crosslinked nanofibrous poly(vinyl alcohol) scaffold. Wang Xuefen, Fang Dufei, Yoon Kyunghwan, Hsiao Benjamin S., Chu Benjamin J. Membr. Sci., 2006. 278, № 1–2, с. 261–268. Англ.

Высокопроницаемые ультрафильтрац. мембраны (УМБ) формируют нанесением на сшитые нановолокнистые заготовки из ПВС со степенью гидролиза 88–99% и молекулярным весом $13-124 \times 10^3$ г/моль слоя гидрогелей химически сшитого ПВС, функции которого сводятся к защите от загрязнений. Гидрофильные нановолокнистые УМБ имеют проницаемость >130 л/м², что значительно выше, чем у традиц. УМБ. При этом селективность УМБ $>99,5\%$ и примерно одинакова для УМБ обоих типов.

38.МБ.125. Влияние субстрата на свойства мембран, отливаемых с проведением высаживания. The role of the nature of the casting substrate on the properties of membranes prepared via immersion precipitation. Aerts P., Genne I., Leysen R., Jacobs P. A., Vankelecom I. F. J. J. Membr. Sci., 2006. 283, № 1–2, с. 320–327. Англ.

Исследовано влияние природы 5 разных субстратов на свойства отливаемых на их ПВ полисульфоновых мембран. Проанализированы роли смачивания и гидрофобности субстрата на усадку и содержание пор в мембранах.

38.МБ.126. Хронопотенциометрия электромембранных систем с мембранами МА-100 и МА-41И в растворах солей глицина и глутаминовой кислоты. Zizevskikh O. B., Бобрешиова О. В., Новикова Л. А. Конденсир. среды и межфаз. границы. 2007. 9, № 1, с. 40–46, 84, 87. Рус.; рез. англ.

С помощью метода хронопотенциометрии исследован электроосмотический перенос растворителя в электромембранных системах с мембранами МА-41И и МА-100 и растворами глицината и глутамината натрия. Показано, что числа переноса воды коррелируют с

удельными влагоемкостями мембран. С ростом концентрации равновесного раствора электроосмотическая проницаемость мембран уменьшается.

38.МБ.127. Повышение экологической безопасности производства пищевой лимонной кислоты. Новинюк Л. В., Кулев Д. Х. Пищ. пром-сть. 2007, № 7, с. 46–47, 91. Библ. 5. Рус.; рез. англ.

С целью снижения объемов отходов производства, сточных вод и газовых выбросов, существенного улучшения экологического состояния разработана и предложена новая бесцитратная технология производства лимонной кислоты, основанная на использовании чистого сырья и мембранных методов очистки ферментированных растворов.

38.МБ.128. [Удаление жесткости воды]. Donnan dialysis for hardness removal from water before electro-dialytic desalination. Wisniewski Jacek, Rozanska Agnieszka. Desalination. 2007. 212, № 1–3, с. 251–260. Англ.

При удалении солей жесткости в процессах умягчения/обессоливания воды во многих случаях применяются методы электродиализа (ЭД). Поскольку их использование связано с высокими энергозатратами, предлагается предварительно применить ступень удаления катионов кальция и магния с использованием катионообменных мембран, в данном случае применялись мембраны двух типов. Определено, что при оптимальном выборе материала мембран и параметров процесса эффективность удаления Ca^{2+} и Mg^{2+} составляет от 80 до 88%, при этом общие затраты с использованием ступени ЭД существенно уменьшаются.

38.МБ.129. Получение и характеристика наполненных матричных мембран альгината натрия, введенных в содержащий алюминий мезопористый силикагель для предвыпаривающей дегидратации спиртов. Preparation and characterization of filled matrix membranes of sodium alginate incorporated with aluminum-containing mesoporous silica for pervaporation dehydration of alcohols. Patil M. B., Veerapur R. S., Patil S. A., Madhusoodana C. D., Aminabhavi T. M. (Membrane Separations Division, Center of Excellence in Polymer Science, Karnatak University, Dharwad 580 003, India). Separ. and Purif. Technol.. 2007. 54, № 1, с. 34–43. Библ. 39. Англ.

Альгинат Na (NaAlg) и содержащий 1, 5, 8, 20% Al мезопористый SiO_2 (Al-MCM-41), введенный в NaAlg получены отливом раствора с последующим выпариванием растворителя. Отформованные мембраны поперечно сшивались глутаральдегидом и тестировались PV-дегидратацией i-PrOH и EtOH из водных смесей при высокой концентрации спиртов (70, 80 и 90%) при 30°. Проверена способность полученных мембран отделять воду при эк концентрации ~10%.

38.МБ.130. Метод ультрафильтрации в современном водоснабжении. Андрианов А. П. Россия, Москва, ГУП “Институт МосводоканалНИИпроект” Строительство - формирование

среды жизнедеятельности: 10 Юбилейная международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов, Москва, 25-26 апр., 2007. М.:МГСУ. 2007, с. 174–175. Рус.

С помощью ультрафильтрации (УФ) можно осуществить эффективную доочистку питьевой воды, т. к. УФ мембраны имеют поры размером 0,01-0,1 мкм, которые позволяют задерживать фитопланктон, бактерии и вирусы, а также гидроокись алюминия и мельчайшие частички порошкообразного активного угля (ПАУ). Однако, технология УФ далеко не универсальна, существуют границы применения данного метода для разных случаев, определяемых составом исходной воды и поставленных задач. Эффективным представляется использование метода УФ для прямой очистки воды без отстойников и фильтров. Предварительная коагуляция/флокуляция повышает эффект очистки на широко распространенных УФ мембранах с размером пор порядка 0,05 мкм, однако для вод со средней и высокой цветностью, нормативные значения по цветности и окисляемости, как правило, не достигаются. Наиболее перспективным решением для крупных станций водоподготовки является схема с отстойниками/осветлителями и УФ установкой; уменьшение стоимости последней может достигаться использованием отечественных комплектующих.

38.МБ.131. Мембранные технологии для доочистки водопроводной воды в современных зданиях. Андрианов А. П., Первов А. Г. Строительство - формирование среды жизнедеятельности: 10 Юбилейная международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов, Москва, 25-26 апр., 2007. М.:МГСУ. 2007, с. 176–177. Рус.

В мировой практике широко используется доочистка воды, поступающей из городского водопровода. Имеется целый ряд технологий для улучшения качества воды в зданиях, и среди них мембранные методы. Исходя из требований к качеству очищенной воды, разработаны 2 технологич. схемы местных установок кондиционирования воды: 1) сетчатый фильтр - ультрафильтрационные мембраны с размером пор 0,05-0,1 мкм - сорбционный фильтр (при необходимости удаления запахов и органич. примесей); 2) сетчатый фильтр - дозирование ингибитора (при повышенной жесткости) - нанофильтрационные хлоростойкие мембраны - сорбционный фильтр (только при частом наличии запахов) - УФ лампы (как опция). Задача схемы по первому варианту - удаление всех видов взвешенных веществ, в т. ч. коллоидного железа, и микроорганизмов. Сорбционный фильтр является возможной, но не необходимой ступенью. Во втором варианте дополнительно достигается умягчение воды и доочистка от примесей антропогенного происхождения, в том числе тригалометанов.

38.МБ.132. Внедрение мембранных технологий на стадии предочистки. Воляков В. Н.. Филиал ОАО “Генерирующая

компания” Заинская ГРЭС Труды 6 Международного симпозиума “Ресурсоэффективность и энергосбережение”, Казань, 29 нояб.-2 дек., 2005. Казань:Казан. ун-т. 2006, с. 186–192, 9 ил.. Рус.

Для проведения тендера по выбору схемы подготовки обессоленной воды были выбраны два варианта реконструкции ВПУ Заинской ГРЭС с использованием в качестве исходной воды для ВПУ - воды водохранилища. 1 вариант: Исходная вода - Мех. сетчатые фильтры - Ультрафильтрация - Обратный осмос - Доочистка на Н - ОН фильтрах - на подпитку котлов. 2 вариант: Исходная вода - Осветлитель с известкованием - Мех. сетчатые фильтры - На-катионирование - ИМВ - Доочистка на Н-ОН фильтрах - на подпитку котлов. В результате сравнительного расчета предложенных вариантов, проведенного химслужбой ИЦ “Энергопрогресс”, было принято решение провести реконструкцию ВПУ по первому варианту. В расчет было принято то, что применение ИМВ оправдано там, где имеется источник низкопотенциального пара, то есть на ТЭЦ. А на конденсационной станции данный пар получается путем отбора из турбины через РОУ, что приводит к уменьшению выработки электроэнергии и ухудшению технико-экономич. показателей. Кроме того, для доведения качества дистиллята ИМВ до требований норм ПТЭ к питательной воде прямоточных котлов необходима финишная доочистка на ионообменных фильтрах, для чего дистиллят необходимо охладить до температуры 30-35 градусов. А это порождает проблему утилизации избыточного тепла. Также для реконструкции по второму варианту необходимо выполнить строительство известкового хозяйства и расширение солевого хозяйства ХВО, что влечет за собой увеличение капиталовложений.

38.МБ.133. Адсорбция определяющих потенциал ионов на термически модифицированных пористых стеклянных мембранах. Adsorption of potentialdetermining ions on the thermally modified porous glass membranes. *Volkova A. V., Ermakova L. E., Antropova T. V.* 16 International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia (RCCT 2007) and 10 International Conference on the Problems of Solvation and Complex Formation in Solutions, Suzdal, July 1-6, 2007: Abstracts. Vol. 2. Suzdal:RAS etc.. 2007, с. 512–513. Англ.

Получены пористые стекла из стекол 8 В на основе боросиликата натрия и из стекол на основе боросиликата натрия с добавкой фтора, NFF, с помощью кислотного выщелачивания (3 и 4 М растворы HCl) при 100°C. Полученные образцы пористых стекол были высушены при 120°C и некоторые из них подвергнуты специальной термич. обработке при т-ре 400, 600 и 750°C в течение 1 часа. Метод кислотно-основного титрования был использован для определения величин адсорбции определяющих потенциал ионов, H⁺ и OH⁻, в фоновых р-рах хлорида калия (10⁻³-1 М).

38.МБ.134. Термодинамика на наноуровне. Thermodynamics at nanoscale. *Anisimov M. A.* 16 International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia (RCCT 2007) and 10 International Conference on the Problems of Solvation and Complex Formation in Solutions, Suzdal, July 1-6, 2007: Abstracts. Vol. 1. Suzdal:RAS etc.. 2007, с. 1. Библ. 2. Англ.

Рассмотрены особенности термодинамики на наноуровне. Обсуждено влияние термических флуктуаций на устойчивость частиц и их распределение по размерам, механизм образования многослойных мембран и микрокапель.

38.МБ.135. Новые каталитические методы получения производных высших жирных кислот. *Чжан Вэйму, Докичев В. А., Томилев Ю. В.* 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 1. М.:Граница. 2007, с. 504. Рус.

Изучено каталитическое взаимодействие эфиров карбоновых кислот и глицеридов растительных масел (подсолнечного, соевого, рапсового и хлопкового) с метанолом, этанолом, триэтаноламином и этилацетатом. Найдены новые гетерогенные (алюмосиликатные) и мембранные катализаторы, позволяющие с высокой эффективностью осуществлять алкоголиз и переэтерификацию глицеридов с получением метиловых и триэтаноламиновых эфиров природных высших жирных кислот (C₁₆-C₂₂), глицерина и моно-, ди- и триглицеридов различного строения. Так, на основе метанолиза глицеридов соевого масла, содержащего в своем составе 12,5% насыщенных и 87,5% непредельных жирных кислот, при умеренных температурах (60-80°C) в присутствии щелочной окиси алюминия при атмосферном давлении с выходом 97% разработан способ получения смеси метиловых эфиров стеариновой и олеиновой кислот.

38.МБ.136. Проникновение водорода через мембрану со свойством неоднородности [по толщине]. Hydrogen permeation through the membrane with non-uniform properties. *Marenkov E. D., Pisarev A. A., Tsvetkov I. V.* Взаимодействие ионов с поверхностью (ВИП-2007): Труды 18 Международной конференции, Звенигород, 24-28 авг., 2007. Т. 1. М.:МАТИ. 2007, с. 303–305. Англ.

Рассмотрен новый подход к решению задачи установившегося проникновения для случая мембраны, обладающей свойством неоднородности по толщине. Показано, что проблема диффузии м. б. уменьшена при решении алгебраического уравнения.

38.МБ.137. Создание и применение ультратонких мембранных структур на основе новых типов амфифильных фотохромных лигандов. *Зайцев С. Ю., Царькова М. С., Громов С. П., Алфимов М. В.* 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 1. М.:Граница. 2007, с. 224. Рус.

Ультратонкие мембранные системы на основе различных мембрано-активных соединений широко изучаются в последнее время специалистами в различных областях химии, физики, биологии и экологии. В серии работ авторов предложен комплексный подход к созданию и структурно-функциональному исследованию, а также к оценке возможного применения ультратонких мембранных структур на основе новых типов амфифильных фотохромных лигандов.

38.МБ.138. Влияние температуры синтез-газа на производительность мембранного газоразделительного аппарата.

Примак Н. В. Проблемы газодинамики и тепломассообмена в энергетических установках: Труды 16 Школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А. И. Леонтьева, Санкт-Петербург, 21-25 мая, 2007. Т. 2. М.:МЭИ. 2007, с. 308–311, 3 ил.. Библ. 5. Рус.; рез. англ.

Рассмотрено влияние температуры на производительность мембранного аппарата при разделении синтез-газа в газоразделительном элементе с полимерными селективно-проницаемыми мембранами. Учтено внешне-диффузионное и внутримембранное сопротивление и оценены перспективы применения различных мембран для выделения водорода из синтез-газа.

38.МБ.139. Применение ультрафильтрации в молочной промышленности.

Романовская И. В., Силков Д. М. Техника и технология и пищевых производств: Сборник научных работ. Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. Кемерово:КемТИПП. 2006, с. 92–94. Рус.

Сообщение о применении ультрафильтрации в молочной промышленности, в частности для выделения белков из молочной сыворотки. Полученный после ультрафильтрации концентрат все сывороточные белки и ту часть воды, лактозы и минеральных солей, которая не прошла через мембраны. Рекомендована пастеризация жидкого белкового концентрата при $72\pm 2^\circ\text{C}$ с выдержкой 16-20 секунд, после его охлаждают до $8-10^\circ\text{C}$ и непосредственно перед распылительной сушкой подогревают до $50\pm 2^\circ\text{C}$. Для длительного хранения белок из молочной сыворотки высушивают с получением сывороточного белкового концентрата после ультрафильтрации.

38.МБ.140. Установка для исследования проницаемости мембран при облучении ионами водорода.

Голубева А. В., Гаспарян Ю. М., Маер М., Рот И. Россия, Московский инженерно-физический институт, 115561, г. Москва, Каширское шоссе Взаимодействие ионов с поверхностью (ВИП-2007): Труды 18 Международной конференции, Звенигород, 24-28 авг., 2007. Т. 3. М.:МАТИ. 2007, с. 188–190. Рус.; рез. англ.

Описана установка PERMEX, созданная в Институте физики плазмы общества Макса Планка для проведения исследований проницаемости материалов при облучении ионами до температур 1050 К с возможностью ионной очистки обратной поверхности мембраны (МБ). Плотность потока дейтронов

на мишень составляет $\sim 10^{18}$ D/m² с при облучении пучком без торможения и 10^{17} D/m² с при облучении с торможением. Обратная поверхность МБ может очищаться пучком ионов аргона энергии 1÷5 кэВ. Тестовые эксперименты с никелем показали характерные для никеля особенности проникновения дейтерия и подтвердили корректность проводимых на ней измерений. Впервые получены данные о потоках, проникающих через вольфрам при ионном облучении при температуре МБ > 830 К. В экспериментах с вольфрамовыми МБ исследовано также влияние чистки обратной поверхности МБ на проникающий поток и компонентный состав десорбирующегося с обратной поверхности газа.

38.МБ.141. Полиимидные мембранные материалы для газоразделения: изучение структуры и свойств.

Яблокова М. Ю., Костина Ю. В., Кузнецов А. А., Алентьев А. Ю. 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 2. М.:Граница. 2007, с. 633. Рус.

Проведен анализ зависимости свойств мембранного материала от способа синтеза полимера, метода приготовления мембраны и используемого растворителя. Изучены возможности варьирования хим. структуры диаминных и диангидридных фрагментов повторяющегося звена для направленного изменения жесткости цепи и энергии межцепных взаимодействий. Показано, что целевые свойства полиимидных материалов в значительной степени зависят от образования упорядоченных надмолекулярных структур, обусловленных различиями в способах синтеза ПИ и формирования мембран.

38.МБ.142. Получение и физико-химические характеристики нанокомпозитных мембран на основе фторполимерных матриц.

Березина Н. П., Тимофеев С. В., Кононенко Н. А., Сычева А. А.-Р., Лоза Н. В., Шкирская С. А. 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 2. М.:Граница. 2007, с. 126. Рус.

На основе перфторированных сульфокатионитовых пленок МФ-4СК и лаков синтезированы гибридные полимерные композиции с добавками дисперсий платины и золота, а также включений минерального ионообменников. Изучены их электротранспортные и структурные свойства.

38.МБ.143. Математическое моделирование постепенного закупоривания пор в полупроницаемых мембранах.

Поляков Ю. С. 20 Международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях” (ММТТ-20), Ярославль, 28-31 мая, 2007: Сборник трудов. Т. 3. Секц. 3, 4. Ярославль:ЯГТУ. 2007, с. 216–217. Библ. 3. Рус.

Предлагается модель пакета колец с ячейками осаждения, базисным допущением которой остается традиционное предположение о том, что количество (масса) частиц, осаждаемых на внутренней поверхности пор мембраны, прямо пропорционально объему полученного фильтрата и изме-

нение локальной концентрации захваченных частиц прямо пропорционально произведению скорости фильтрационного потока на локальную концентрацию.

38.МБ.144. Нанокompозиты на основе кремнийорганических мономеров и азотистых полиоснований. Синтез и свойства. Пожидаев Ю. Н., Шаглаева Н. С., Лебедева О. В., Бочкарева С. С., Воронков М. Г. От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологии к nanoиндустрии: Всероссийская конференция с международным интернет-участием, Ижевск, 27-29 июня, 2007: Тезисы докладов. Ижевск:ИПМ УрО РАН. 2007, с. 83. Рус.

На основе кремнийорганич. мономеров тетраэтоксисилана, хлорметилтриэтоксисилана, метилтрихлорсилана в присутствии азотистых полиоснований (напр. поли-4-винилпиридина) в нейтральной или кислой среде получены золь-гель процессом композиционные материалы, нерастворимые в воде и органич. растворителях, и показана возможность их применения для изготовления тонкослойных, напр., протонпроводящих мембран.

38.МБ.145. Интенсификация метода мембранного газоразделения при глубокой очистке газов. Воротынцева В. М., Дроздов П. Н., Воротынец И. В. 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 3. М.:Граница. 2007, с. 48. Рус. Разработаны и изучены новые типы мембранных аппаратов - многоступенчатых мембранных модулей и мембранных модулей с питающим резервуаром для интенсификации процесса глубокой очистки газов и методом мембранного газоразделения.

38.МБ.146. Синтез мезопористого кремнезема в порах кристаллической матрицы. Кузнецова Т. Ф., Ратько А. И., Еременко С. И., Иванец А. И. Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси ул. Сурганова 9, г. Минск, 220072, Республика Беларусь 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 2. М.:Граница. 2007, с. 349. Рус.

Использование кремнезема в качестве наполнителя в матричном синтезе мембранных материалов обусловлено прежде всего его механич. прочностью, а также возможностью варьирования, помимо текстуры и адсорбционных свойств материала, гидrolитич. и термич. устойчивости, а также каталитич. активности. Улучшения трех последних из перечисленных свойств достигали взаимодействием силиказоля с хлоридом Ge(IV). С целью установления различий в механизме формирования объемного силикагеля и гелевидного кремнезема изучали текстурные и адсорбционные свойства монолитных аналогов кремнезема и полученных функциональных сорбентов. Изотермы адсорбции-десорбции азота измеряли волюмометрич. методом при температуре 77 К. Найдены существенные

различия в адсорбционных и текстурных свойствах полученных нанокompозитов и объемных кремнеземных аналогов, обусловленные мезопористостью кремнеземного покрытия и микропористостью соответствующего геля SiO₂. Установлено формирование регулярной текстуры мезопор монолитного аналога кремнеземного наполнителя в матричном золь-гель синтезе мембран с преобладающим диаметром мезопор около 4 нм путем инкорпорирования оксида германия(IV) в кремнезем в количестве 0,006-0,151 моль/моль. Обнаружено, что процесс покрытия пористого кристаллич. субстрата мезопористым слоем оксида кремния(IV), включающий золь-гель переход SiO₂ в стабильном золе с увеличивающейся концентрацией SiO₂, регулируется его адсорбцией на поверхности матрицы в зависимости от величины pH раствора, массовой концентрации SiO₂ и темплата.

38.МБ.147. Дегидрирование пропана на молибден-керамическом мембранном катализаторе. Кинетика. Стрельцов С. Г., Скудин В. В. Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 125047, г. Москва, Миусская пл., дом 9, skudin@muctr.edu.ru Химическая технология: Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07, Москва, 17-23 июня, 2007 и Региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии, Ташкент, 6-8 июня, 2007 (посвящается 100-летию со дня рождения академика Николая Михайловича Жаворонкова). Т. 3. М.:ЛЕНАНД. 2007, с. 336-339. Рус.

Определены каталитические свойства молибден-керамических мембран. Получено кинетическое описание дегидрирования пропана на материале каталитически активной композиционной мембраны с селективным слоем из молибдена. Показано, что материал такой мембраны обладает каталитическими свойствами. Кинетическое описание этого процесса учитывает прямую реакцию (дегидрирование пропана), обратную (гидрирование пропилена) и крекинг пропана.

38.МБ.148. Модификация асимметричных газоразделительных полимерных мембран. Писарев Г. И., Талакин О. Г., Лакунцов Н. И., Докучаев Н. Л. 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 2. М.:Граница. 2007, с. 453. Рус.

Проведена модификация асимметричной поливинилтриметилсилановой (ПВТМС) газоразделительной мембраны. Существует несколько способов модификации, но был выбран один из более "мягких" методов, практически не влияющий на мембрану. Метод заключается в нанесении тончайшего слоя высокопроницаемого полимера на диффузный слой ПВТМС мембраны. В результате, за счет высокой адгезии покровного слоя к поверхности мембраны-основы, закрываются микро-трещины диффузного слоя, и достигается величина селективности мембраны близкая к идеальной.

38.МБ.149. Аппарат для мембранного концентрирования.

Пашкевич А. А., Котляров Р. В. Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сборник научных работ. Вып. 12. *Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти.* Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. 2007, с. 81. Рус.

Рассмотрена возможность повышения производительности и упрощение конструкций аппаратов с отводом диффузионного слоя. Предлагаемое устройство состоит из корпуса, на котором находится кожух со штуцером для отвода слоя с повышенным содержанием растворенных веществ. В корпусе имеются конические отверстия. Внутри корпуса находится коническая втулка с проточкой. Коническая форма отверстий предусматривает более интенсивный отвод через них диффузионного слоя. За счет изменяющейся геометрии конуса (уменьшения внешнего и внутреннего диаметров) происходит увеличение давления среды при движении вдоль его образующей, что дает возможность отвести большую часть слоя, находящегося в зазоре. При помощи резьбы втулка перемещается в осевом направлении в корпусе. Это позволяет найти оптимальный вариант проведения процесса. Основная часть потока (с меньшей концентрацией) направляется во внутреннюю полую область конической втулки, не создавая застойных зон. Этому способствует как проточка на входе в конус, так и изменяющийся внутренний диаметр. За счет выполненной формы конической втулки и отверстий в корпусе увеличивается концентрация и количество отводимого диффузионного слоя.

38.МБ.150. Модифицирование поверхности полимерных изделий прямым фторированием - от фундаментальных исследований к практическим приложениям.

Харитонов А. П., Бузник В. М., Курявый В. Г. Химическая технология: Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07, Москва, 17-23 июня, 2007 и Региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии, Ташкент, 6-8 июня, 2007 (посвящается 100-летию со дня рождения академика Николая Михайловича Жаворонкова). Т. 3. М.: ЛЕНАНД. 2007, с. 51–52. Рус.

Представлены результаты исследований как фундаментальных характеристик протекания процесса прямого фторирования полимеров и физ.-хим. свойств поверхностного модифицированного слоя, так и исследования возможностей улучшения газоразделительных свойств полимерных мембран и модулей и барьерных свойств полимерных емкостей на лаб. уровне.

38.МБ.151. Синтез, свойства и применение полиэфирсульфонов и полиэфиркетонов. *Хараева Р. А., Ашибокова О. Р., Шустов Г. Б., Хараев А. М., Чайка А. А.* Новые полимерные композиционные материалы: Материалы 3 Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 3-9 июня, 2007. Нальчик: КБГУ. 2007, с. 190–193. Библ. 20. Рус.

Синтезированные полиэфир- α -дикетоны аморфны, их температуры стеклования варьируются в пределах 162–235°C, а температуры 10%-ной потери массы в интервале 462–523°C. Значения диэлектрич. постоянной находятся в пределах 2,90–3,25 при относительной влажности 0%. Синтезированные полиэфирсульфоны, в том числе и сополиэфирсульфонкетоны используются в качестве конструкционных и электроизоляционных материалов в автомобильной, авиационно-космич. промышленности, в электротехнике, электронике, медицине, а также применяются в виде волокон, препрегов или при изготовлении мембран.

38.МБ.152. Исследование растворов фторопласта 42, содержащих смешанный осадитель. *Ермолинская Т. М., Фенько Л. А., Бильдюкевич А. В.* 18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сент., 2007: Тезисы докладов. Т. 2. М.: Граница. 2007, с. 239. Рус.

Рассмотрены вопросы получения микрофильтрац. мембран на основе статистич. СПЛ винилиденфторида и тетрафторэтилена (фторопласт-42 "В") из многокомпонентных систем "полимер-растворитель-смешанный осадитель". В качестве осадителя использовали смеси фосфорной (сильный осадитель) и уксусной (слабый осадитель) кислот. Методами вискозиметрии и светопропускания изучены свойства концентрированных растворов во всем интервале составов осадительной смеси. Введение в концентрированные растворы Ф-42 осадительной смеси с числом осаждения (ЧО) менее 26 инициирует жидкостное расслоение, а осадительной смеси с ЧО > 100 - кристаллич. В промежуточной области составов зафиксировано образование растворов со смешанным типом расслоения, характеризующихся малыми величинами светопропускания и высокой вязкостью. Приведены результаты электронно-микроскопич. изучения структуры мембран, полученных с использованием смесей осадителей с различными числами осаждения.

38.МБ.153. Технология очистки газов: Учебное пособие. *Мухутдинов А. А., Сольяшинова О. А.*

Обобщены и систематизированы основные результаты по изучению физико-хим. свойств, очистке и обезвреживанию вредных примесей, находящихся в газовых выбросах пром. предприятий и тепловых электростанций. Рассмотрены абсорбц., адсорбц., мембранные, термич. и термокаталитич. способы очистки и обезвреживания, применяемые в зависимости от природы и концентрации этих вредных примесей в газовых потоках и объемов газовых выбросов

38.МБ.154. Электрохимический анализатор кислорода в гетерогенной среде: Автореф. дис. на соиск. уч. степ.. *Сидоров С. А.* (Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60). Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 25 с., ил. Библ. 10. Рус.

Научная новизна работы: впервые обоснованы основные факторы, влияющие на определение растворенного кислорода в гетерогенной среде, и разработан на этом основании электрохимический анализатор кислорода с качественной статической и динамической характеристиками. Также впервые выполнен теоретический расчет проницаемости растворенного газа через полиэтиленовую мембрану и выведено уравнение адсорбции растворенного кислорода сульфидом.

38.МБ.155. Спектроскопическое изучение пористости полимеров: Автореф. дис. на соиск. уч. степ.. *Маланин М. Н.* Твер. гос. ун-т, Тверь, 2007, 22 с., ил.. Библ. 33. Рус.

Разработан неразрушающий спектральный экспресс-метод изучения структуры “мутных сред” (в частности, пористых структур). Предлагается способ определения общей пористости образца на основе корреляции между светопропусканием и долей свободного объема полимерного материала. Предлагается способ определения среднего диаметра пор в образце, их концентрации, геометрии и распределения по размерам на основе оптических спектров пропускания (поглощения). Новый метод апробирован при изучении пористых полимерных материалов: трековых мембран на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ), пористых пленок на основе поливинилового спирта (ПВС) и модифицированного полиакрилонитрила (ПАН), полученных методами мокрого и сухого формования, пористых пленок ксерогелей на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), перфорированных пленок полиэтилена. Установлено влияние внешних условий (термодинамического параметра растворения и pH осадительной ванны для пленок ПВС и модифицированного ПАН, полученных методом мокрого формования, концентрации и типа наполнителя для пористых пленок ксерогелей СВМПЭ) на формирование пористой структуры (общая пористость, средний диаметр пор, концентрация пор и их распределение по размерам).

38.МБ.156. Взаимодействие водорастворимых полимеров с липидными мембранами: Автореф. дис. на соиск. уч. степ.. *Мелик-Нубаров Н. С.* (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 119899, г. Москва, Воробьевы горы). МГУ, Москва, 2007, 46 с., ил.. Библ. 54. Рус.

Количественно охарактеризовано связывание амфифильных СПЛ этиленоксида и пропиленоксида (плюроники или проксанолов) с липидными мембранами и клетками. Их сродство к липидным мембранам значительно меньше, чем у ПАВ, содержащих углеводородные радикалы. Методом малоуглового нейтронного рассеяния изучено влияние плюроники на толщину липидных мембран и получены оценки размеров полимерного клубка, встроенного в липидный бислой. Обнаружена способность амфифильных СПЛ изменять микровязкость биологических мембран, ускорять трансбислойную миграцию липидов и мембранный транспорт

противоопухолевого антибиотика доксорубина. Установлено, что воздействие СПЛ на свойства мембран увеличивается с ростом их общей гидрофобности, а для СПЛ с близкой гидрофобностью - растет с объемом гидрофобного блока. Связывание амфифильных СПЛ с биологическими и липидными мембранами уменьшается с ростом микровязкости бислоя, которая определяется его липидным составом. Установлено, что взаимодействие поликатионов с противоположно заряженными липидными мембранами приводит к увеличению их проницаемости по отношению к противоопухолевому антибиотику доксорубину. Способность поликатионов ускорять транспорт лекарства через мембраны увеличивается с ростом его молекулярной массы и, в еще большей степени, с повышением плотности заряда на полимере. Полиэлектролитные комплексы, образованные доксорубином с полианионами, могут взаимодействовать с липидными мембранами, образуя тройные комплексы “полимер-лекарство-мембрана”. Дальнейшая эволюция структуры этого комплекса зависит от свойств конкретной системы и в некоторых случаях может приводить к частичной диссоциации комплекса и проникновению высвободившегося лекарства через мембрану.

38.МБ.157. Особенности электротранспортных и структурных свойств нанокompозитов на основе перфторированных мембран МФ-4СК и полианилина: Автореф. дис. на соиск. уч. степ.. *Кубайси А. А.-Р.* Кубан. гос. ун-т, Краснодар, 2006, 24 с., ил.. Библ. 20. Рус.

Разработан способ получения новых композитных материалов методом автокаталитического темплатного синтеза полианилина в матрице перфторированной сульфокатионитовой мембраны МФ-4СК. Исследована кинетика этого процесса и выявлена лимитирующая стадия - накопление мономерного анилина и его самоорганизация. Получен комплекс электротранспортных и структурных свойств композитов в зависимости от условий подготовки исходной мембраны и параметров синтеза. Проведена характеристика композитных мембран в стандартных растворах NaCl и в растворах H₂SO₄. На основе микрогетерогенной модели исходной ионообменной мембраны предложена модель строения композитных материалов ПАН/МФ-4СК, учитывающая фибриллярно-кластерную морфологию композитов и электронную проводимость полианилина.

38.МБ.158. Неравномерное осаждение частиц на внешней и внутренней поверхности полупроницаемых мембран: Автореф. дис. на соиск. уч. степ.. *Поляков Ю. С.* (Московский государственный университет инженерной экологии, 107884, г. Москва, ул. Старая Басманная, 21/4). НИИ физ.-хим. мед. МЗ РФ, Москва, 2007, 33 с., ил.. Библ. 21. Рус.

Разработаны нелинейные мат. модели, учитывающие неравномерное осаждение частиц на внутр. и внеш. поверхностях Мб и новые принципы проектирования ультра- и микрофилтра.

аппаратов, построенных на взаимовыгодном комбинировании мембранного разделения с объемной фильтрацией.

38.МБ.159П. Упрощенное фильтрующее устройство. Simplified filter device. Sudo Kazunori, Oka Eiko: Заявка 1669127 ЕПВ, МПК ⁷ В 01 D 63/08, В 01 D 61/50. Entegris, Inc., Sudo Kazunori, Oka Eiko. №04771371.4; Заявл. 06.08.2004; Оpubл. 14.06.2006; Приор. 08.08.2003, №2003289859(Япония). Англ. Предлагается фильтрующее устройство, которое может применяться для фильтрования загрязнений в воде, использоваться в сепараторах для отделения различных частиц и для других подобных операций. Такое устройство позволяет легко испытывать эффективность мембран, используемых для фильтрования, сепараторных мембран и других мембран подобного назначения. Предлагаемое фильтрующее устройство может быть эффективно применено для фильтрования малых количеств материалов при проведении исследований и при разработках. В частности фильтрующее устройство может быть применено в медицинской промышленности, в производстве пива, при операциях очистки растворов фоторезисторов в производстве полупроводников, а также во многих других областях техники. Возможны различные варианты исполнения. Ил. 23.

38.МБ.160П. Модифицированная пористая подложка и мембрана для поперечной фильтрации. Support a porosite modifiée et membrane pour la filtration tangentielle d'un fluide. Lescoche Philippe: Заявка 2869241 Франция, МПК ⁷ В 01 D 67/00, А 01 J 11/06. Technologies Avancees & membranes industrielles SA, Lescoche Philippe. №0404307; Заявл. 23.04.2004; Оpubл. 28.10.2005. Фр.

Настоящее изобретение относится к области мембранного разделения. Предложена пористая подложка переменной пористости, в которую жидкость подается тангенциально. В качестве материала пористой подложки используются оксиды металлов, углерод и металлы. Для формирования подложки с переменной плотностью по сечению, необходимо поддерживать соотношение диаметров пор в интервале $d_p/100 \div d_p/2$. Сечение пористой подложки представляет собой многоугольник или круг. Предмет изобретения находит применение в области нанофильтрации, ультрафильтрации, микрофильтрации, фильтрации или обратного осмоса.

38.МБ.161П. Объемный дозатор жидкости: Пат. 2290611 Россия, МПК ⁷ G 01 F 13/00. Ровинский Лев Абрамович, Шамшурко Сергей Михайлович. №2005105740/28; Заявл. 02.03.2005; Оpubл. 27.12.2006. Рус.

Изобретение относится к области объемного дозирования жидкости и может применяться в различных отраслях техники, в т. ч. при розливе пищевых продуктов, расфасовке жидких медикаментов, товаров бытовой химии, парфюмерии и пр. Изобретение направлено на повышение точности и надежности дозирования. Этот результат обеспечивается за

счет того, что объемный дозатор жидкости содержит мерную емкость, упор, воздушный колокол, мембрану, воздушную трубку, датчик взаимного перемещения колокола и воздушной трубки, датчик атмосферного давления, датчик давления жидкости на входе в дозатор, вычислительно-управляющее устройство и исполнительные механизмы на линиях подачи жидкости в дозатор и отбора дозы. Причем воздушный колокол расположен днищем вверх внутри мерной емкости и может перемещаться в ней от дна емкости до упора, упор расположен на внутренней поверхности емкости с возможностью его перемещения, мембрана расположена в днище воздушного колокола и жестко сообщена с воздушной трубкой, которая связана с датчиком взаимного перемещения, расположенным на внешней поверхности днища воздушного колокола, а датчик взаимного перемещения, датчик атмосферного давления, датчик давления жидкости на входе в дозатор связаны с вычислительно-управляющим устройством, а последнее - с исполнительными механизмами на линиях подачи жидкости в дозатор и отбора дозы. Ил. 1.

38.МБ.162П. [Способ и устройство для обессоливания воды]. Method and apparatus for purification of water containing dissolved matter. Stefanini Daniel: Заявка 2431154 Великобритания, МПК С 02 F 1/46 (2006.01), В 01 D 61/42 (2006.01). Hydropath Holdings Ltd, Stefanini Daniel. №0520977.0; Заявл. 15.10.2005; Оpubл. 18.04.2007; НПК С1С. Англ.

Способ предназначен для обессоливания морской воды в процессе обратного осмоса, он отличается тем, что с целью увеличения эффективности процесса и предотвращения образования на мембранах отложений поверхность мембран помещается в электрич. поле. В соответствии со способом мембраны обратного осмоса имеют вид трубчатых элементов, большое количество которых размещается параллельно в цилиндрич. проточном корпусе, морская вода подается во внутреннюю часть мембран, фильтрат отводится из объема корпуса. Внутри каждого мембранного элемента располагается у его стенки проволочная спираль, на которую приводится напряжение в виде прямоугольных импульсов, их длительность и скважность регулируются. Приводятся варианты.

38.МБ.163П. Способ и устройство для подготовки питьевой воды. Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von durch Gebrauch verunreinigtem Trink- oder Nutzwasser: Заявка 102004032446 Германия, МПК ⁸ С 02 F 3/12 (2006.01). Brabender Udo, Kohler Gert. №102004032446.8; Заявл. 05.07.2004; Оpubл. 26.01.2006. Нем.

Способ предназначен для подготовки питьевой воды с использованием исходной воды из различных источников. В соответствии со способом исходная вода из входной емкости насосом подается в реактор (РА), этот же насос обеспечивает в РА циркуляцию воды. В нижней части РА параллельно плоскости дна над аэратором установлен коллектор, в нем

вертикально зафиксировано большое количество трубчатых керамич. элементов с порами от 1 нм до 1 мкм, фильтрат отбирается насосом из коллектора и передается в накопитель для промывной воды, при регенерации мембран направление потока меняется. После заполнения накопителя фильтрат выводится из системы через реактор для обеззараживания, содержащий УФ-излучатель.

38.МБ.164П. Способ и устройство для очистки сточных вод в процессе с активным илом. Device for purifying waste water, according to the activated sludge process: Пат. 7172690 США, МПК С 02 F 3/00 (2006.01). Stahler Theo. №10/503404; Заявл. 24.01.2003; Оpubл. 06.02.2007; НПК 210/151. Англ.

Способ предназначен для очистки СВ с использованием комбинированной схемы, при этом установка представляет собой мембранный биореактор, в котором размещаются в приводимом примере установленные по ходу потока СВ друг за другом 2 биоротора (БР). БР представляет собой барабан с лопастями для аэрирования и перемешивания при вращении, большая часть поверхности БР затоплена, при этом поверхности БР обрастают биопленкой, участвующей в процессах очистки СВ. Затопленный мембранный модуль находится на входе в реакторную емкость, под ним установлен пневмоаэратор, при работе которого в объеме реактора создается циркуляционный поток иловой смеси.

38.МБ.165П. Способ и устройство для очистки сточных вод. Abwasserbehandlungsanlage. Uphoff Christian: Заявка 102006005585 Германия, МПК В 01 D 65/08 (2006.01), В 01 D 61/14 (2006.01). Georg Fritzmeier GmbH, Uphoff Christian. №102006005585.3; Заявл. 06.02.2006; Оpubл. 06.06.2007. Нем.

Способ предназначен для очистки СВ с разделением иловой смеси на мембранах, в соответствии со способом устройство представляет собой разновидность мембранного биореактора (МБР). Установка выполняется в емкости, перфорированной перегородкой разделенной на блоки механической и биоочистки и в части, в которой находится собственно МБР, аэрирование и перемешивание иловой смеси осуществляются посредством механической мешалки. Предусмотрена защита мембран от обрастания с использованием одного из видов ПАВ, которые в частности могут находиться в закапсулированном состоянии.

38.МБ.166П. Способ и устройство для очистки сточных вод, содержащих масла. Biologische Klaranlagen und Verfahren für die biologische Reinigung von ölbelastetem Abwasser: Заявка 102006001603 Германия, МПК В 01 D 61/14 (2006.01), В 01 D 61/14 (2006.01). aquadetox international GmbH. №102006001603.3; Заявл. 11.01.2006; Оpubл. 14.06.2007. Англ.

Способ предназначен для очистки промышленных СВ, содержащих растворенные органические соединения, а также масла. В соответствии со способом устройство представляет

собой емкость, в которой с противоположных сторон перфорированными перегородками выделены 2 зоны, в которых находится загрузка в виде пористых частиц, на них фиксируется биопленка. На дне емкости уложен пневмоаэратор, вследствие его работы загрузка находится во взвешенном состоянии. Выходящие СВ проходят через мембранный фильтр, который может быть установлен как в реакторе, так и за его пределами, масла из очищенных СВ задерживаются на этом фильтре.

38.МБ.167П. Композитный материал для мембран и способ его производства. Kompositmaterial, insbesondere Kompositmembran und Verfahren zur Herstellung desselben. Fritsch Detlev, Peinemann Klaus-Viktor, De Figueiredo Gomes: Заявка 102005017195 Германия, МПК В 01 D 69/12 (2006.01), В 01 D 61/14 (2006.01). GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Fritsch Detlev, Peinemann Klaus-Viktor, De Figueiredo Gomes. №102005017195.8; Заявл. 13.04.2005; Оpubл. 19.10.2006. Нем.

Согласно изобретению композитный материал для разделения мембраны н-бутана и метана с коэффициентом разделения 16, изготавливается из двух полимеров: матричного и координационного (металлоорганика на основе Zn). Причем объем координационного полимера составляет 20-50 вес.%. Приготовлены мембраны толщиной 0,5-1 мкм на пористой подложке.

38.МБ.168П. Способ обогащения кислородом газов, безопасные установки и их применение. Verfahren zur Sauerstoffanreicherung in Gasen, dafür geeignete Anlagen sowie deren Verwendung. Werth Steffen, Kolbe Barbel: Заявка 102005006571 Германия, МПК В 01 D 53/22 (2006.01), В 01 D 53/00 (2006.01). Uhde GmbH, Werth Steffen, Kolbe Barbel. №102005006571.6; Заявл. 11.02.2005; Оpubл. 17.08.2006. Нем.

Предложена безопасная конструкция установки, которая позволяет получать обогащенный кислородом газ, отделяя его от воздуха или другого O₂-содержащего газа с помощью специальных керамич. мембран. Отделение O₂, согласно изобретению, происходит по следующей схеме: нагрев исходного газа (обычно, воздух), введение его в рабочую камеру с разделительным устройством, создание необходимого давления для транспорта O₂ через мембрану в приемную камеру, отвод обедненного O₂ исходного газа из рабочей камеры, отвод O₂ из приемной камеры.

38.МБ.169П. Композитная кислородпроводящая мембрана. Мордкович В. З., Харитонов Д. Н., Аветисов А. К., Байцток Ю. К., Политова Е. Д., Дудакова Н. В., Суворкин С. В., Косарев Г. В.: Пат. 2305587 Россия, МПК В 01 D 71/02 (2006.01). ООО Объед. центр исслед. и разработок, Мордкович В. З., Харитонов Д. Н., Аветисов А. К., Байцток Ю. К., Политова Е. Д., Дудакова Н. В., Суворкин С. В., Косарев Г. В.. №2004130965/15; Заявл. 25.10.2004; Оpubл. 10.09.2007. Рус.

Патентуемая композитная кислородпроводящая мембрана содержит сплошной керамический слой с ионной и/или электронной проводимостью и, по крайней мере, один слой газопроницаемой структуры, выполненный из сплава, содержащего элементы VIII и VI группы Периодической таблицы Д. И. Менделеева и алюминий. Мембрана состоит из двух слоев газопроницаемой структуры и сплошного керамического слоя, расположенного между ними. Предложенное изобретение обеспечивает уменьшение разницы коэффициентов линейного расширения защитного газопроницаемого слоя и керамического слоя и предотвращение диффузии применяемого сплава в керамический слой.

38.МБ.170П. Мембрана из полибензимидазола с поперечными связями для разделения газов. Cross-linked polybenzimidazole membrane for gas separation: Пат. 6997971 США, МПК В 01 D 53/22 (2006.01), В 01 D 71/58 (2006.01). The Regents of the Univ. of California, Young Jennifer S., Long Gregory S., Espinoza Brent F. №10/901401; Заявл. 28.07.2004; Оpubл. 14.02.2006; НПК 95/45. Англ.

Патентуется способ обработки смеси, содержащей H_2 , SO_2 , сульфид карбонила, CO , CO_2 , N_2 , H_2 и/или CH_4 посредством мембраны, нагретой до 25-400°C. Последняя обладает повышенной проницаемостью по отношению к перечисленным газам и почти не изменяет селективность в интервале рабочих температур.

38.МБ.171П. Способ частичного окисления метана с использованием плотной, кислородоселективной и проницаемой керамической мембраны. Method for partial oxidation of methane using dense, oxygen selective permeation ceramic membrane: Пат. 7105147 США, МПК С 01 В 3/24 (2006.01), С 01 В 3/26 (2006.01). Teikokuoil Co., Ltd, Kurimura Hideki, Kaganoi Shoichi, Suzuki Yohei. №10/363699; Заявл. 07.09.2001; Оpubл. 12.09.2006; Приор. 20.09.2000, №2000-284657 (Япония); НПК 423/648.1. Англ.

Патентуется способ, позволяющий повысить выход синтез-газа, уменьшить потребление катализатора и обрабатывать газ под давлением от нормального до 20 атм. Цель достигается размещением на поверхности МБ со стороны подачи топлива двух- и трехмерного катализатора. Последний имеет состав $Ni_x/Ca_y/Sr_{1-y}TiO_3$ ($x=0,1-0,3$); ($y=0,8$ или $0,0$), $Ni_x/BaTiO_3$ ($x=0,1-0,3$) или то же с $0,1 \times 10^{-4}-0,1$ мас.% содержанием Ru, Pt или Rh на поверхности. Двухмерный катализатор представляет из себя суспензионное покрытие с органич. растворителем. Поток воздуха контактирует с противоположной от каталитич. стороной мембраны.

38.МБ.172П. Устройство для упаковки мембран на основе пиперазина. Package assembly for piperazine-based membranes: Пат. 7156997 США, МПК В 01 D 63/10 (2006.01), В 01 D 61/02 (2006.01). Dow Global Technologies Inc., Filmtec Corp., Marsh Allyn R., Schaffenberg Russ, Jons Steven D., Davis Roy

А.. №09/972650; Заявл. 05.10.2001; Оpubл. 02.01.2007; НПК 210/500.38. Англ.

Патентуется способ и технология изготовления упаковки для хранения мембран на основе пиперазина, обеспечивающих сохранение свойств этих изделий в течение длительного периода времени. Мембраны используются в процессах тонкой фильтрации, например, в молочной промышленности для концентрирования лактозы или сыворотки. С целью сохранения технических характеристик мембран предложена специальная упаковка, изготавливаемая из водонепроницаемого полимерного материала и заполненная водным раствором, содержащим ионы водорода. В состав этого раствора могут входить также антиокислительные соединения и др. присадки. Сообщены виды и состав материалов, используемых для изготовления патентуемой упаковки, и рассмотрена технология ее производства.

38.МБ.173П. Способ получения самоклеящейся мембранной пленки. Verfahren zur Herstellung selbstklebender Membranfolie und nach diesem Verfahren erhaltliche Membranfolie. Birk, Uwe: Заявка 102004046164 Германия, МПК⁸ С 09 J 7/02, С 08 J 5/12 (2006.01). Schreiner Group GmbH & Co. KG, Birk, Uwe. №102004046164.3; Заявл. 23.09.2004; Оpubл. 13.04.2006. Нем.

Для защиты электронного и прочего оборудования от пыли и выравнивания давления в автомобилестроении и т. п. предложена газопроницаемая мембрана с наклеенной с одной стороны двухсторонней липкой лентой, снабженной перфорацией диаметром 0,3-0,5 мм, получаемой обработкой лазером.

38.МБ.174П. Газопроницаемая мембрана. Gas-permeable membrane: Пат. 7169451 США, МПК В 32 В 1/08 (2006.01). Landec Corp., Clarke Raymond, Stewart Ray F., Yvon Valentine Y., Schultz Donald A., McClary Bradley. №09/976987; Заявл. 12.10.2001; Оpubл. 30.01.2007; НПК 428/35.2. Англ.

Патентуется газопроницаемая мембрана нового типа, предназначенная для использования в газонепроницаемых упаковках для свеженарезанной плодоовощной продукции и других дышащих биологических материалов. Мембрана изготовлена из микропористой полимерной пленки, имеющей сеть взаимосоединяющихся пор с размерами <0,24 мкм, и полимерного покрытия. Способ изготовления микропористой пленки предусматривает следующие этапы: приготовление однородной смеси, содержащей полимерный материал основы в виде порошка, тонкоизмельченный водонерастворимый кремнистый наполнитель и технологическое масло; экструдирование смеси с целью получения непрерывной ленты; подачу экструдированной ленты без ее вытягивания к паре нагретых валцов каландра; пропускание ленты между вальцами с целью получения ленты меньшей толщины; подачу ленты в первую зону экстракции, где осуществляется извлечение технологического масла при использовании орга-

нического экстрагента, являющегося плохим растворителем для полимерного материала основы и более летучим, чем технологическое масло; пропускание ленты через вторую зону экстракции, где органический экстрагент в значительной степени удаляется паром или водой или одновременно водой и паром; пропускание ленты пленки через сушилку с принудительным потоком воздуха с целью удаления остатков воды и органического экстрагента. Толщина полимерного покрытия такова, что кислородопроницаемость мембраны при 20-25°C составляет ≥ 775.000 мл/м²×атм×24 час и отношение проницаемости CO₂/O₂ равно или превышает 1,5. Полимерный материал основы выбирают из группы, включающей линейный полиэтилен со сверхвысокой молекулярной массой и характеристической вязкостью ≥ 18 дл/г и линейный полипропилен со сверхвысокой молекулярной массой и характеристической вязкостью ≥ 6 дл/г.

38.МБ.175П. Способ получения пектина и других продуктов из пектинсодержащего сырья. *Александян Игорь Юрьевич, Аристов Павел Михайлович, Максименко Юрий Александрович, Сияк Станислав Владимирович.* Пат. 2309607 Россия, МПК А 23 L 1/0524 (2006.01). Федерал. гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Астрахан. ГТУ, Александян Игорь Юрьевич, Аристов Павел Михайлович, Максименко Юрий Александрович, Сияк Станислав Владимирович. №2-6101955/13; Заявл. 24.01.2006; Опубл. 10.11.2007. Рус. Патентуется способ производства пектина, включающий подготовку исходного сырья с отделением жом, который смешивают с водой и направляют в гидромодуль для кавитационной обработки при pH 2,8-3,6, извлекают из гидромодуля полученную смесь, которую далее разделяют вакуум-фильтрованием и сепарированием на пектиновый экстракт и пектиносодержащие пищевые волокна, указанные пищевые волокна прессуют с отделением пульпы и обезвоживают конвективной сушкой при температуре сушильного агента 115-145°C, а продукта - 75-85°C, пульпу возвращают в гидромодуль, смешивают воду, жом и пульпу в соотношении по массе жом:(вода+пульпа) от 50:50 до 15:85 и вода:пульпа от 90:10 до 75:25, повторяют фильтрование и сепарирование пектинового экстракта, затем экстракт направляют на микрофильтрацию с размером пор мембран 0,6-1 мкм и ультрафильтрацию с размером пор мембран 0,01-0,1 мкм при скорости протока пектинового экстракта 0,1-2,5 м/с и давлении 0,1 МПа для отделения пектиносодержащего витаминизированного напитка, далее экстракт с содержанием сухих веществ 3% выпаривают и проводят вакуумную сушку во вспененном состоянии при инфракрасном энергоподводе, температуре продукта 40-50°C и остаточном давлении в сушильной камере 2,7-5,5 МПа.

38.МБ.176П. Патронный фильтр со спиралью навитой мембраной, имеющий шевронное уплотнение. *Spiral wound filtration membrane cartridge with chevron seal:* Пат. 7208088

США, МПК В 01 D 63/10 (2006.01), В 01 D 63/12 (2006.01). Millipore Corp., Almasian Joseph, Dzengeleski Stephen. №10/443589; Заявл. 22.05.2003; Опубл. 24.04.2007; НПК 210/321.76. Англ.

Описывается фильтр для разделения потока исходного вещества на растворенное и удержанное вещества. Включает внутреннюю трубу с отверстиями, на которую навиты чередующиеся Мб и пористые сетки для подаваемого потока сырья и удержанного вещества, которая вставлена в наружную трубу. Эта сборка, в свою очередь, вставляется с зазором в корпус фильтра. В зазоре, при помощи удерживающих колец, монтируется шевронное эластичное уплотнение с отверстиями, которое, при подаче жидкости под давлением, герметизирует внутреннюю стенку корпуса и направляет байпасную часть потока через отверстия в уплотнении. Размер и число отверстий обеспечивают возможность контроля байпасного расхода через зазор фильтра.

38.МБ.177П. Электродеионизатор и метод его использования. *Electrodeionization device and methods of use:* Пат. 7147785 США, МПК С 02 F 1/469 (2006.01). USFilter Corp., Arba John W., Liang Li-Shiang, Gifford Joseph D., Atnoor Devendra, Wood Jonathan H.. №10/845782; Заявл. 13.05.2004; Опубл. 12.12.2006; НПК 210/748. Англ.

Патентуется конструкция электродеионизатора (ЭД), предназначенного для получения воды высокого качества, которая м. б. использована в фармацевтич. производстве и др. Помимо ЭВ в состав системы входит устройство для инактивации микроорганизмов путем нагрева воды до температуры 65°C и выше. В соответствии со способом ЭД имеет катод и анод, объем между ними посредством ионообменных мембран делится на секции, все элементы конструкции стягиваются посредством шпилек. Для обеспечения необходимой степени деионизации процесс может проводиться в последовательности ряда циклов, в приводимом примере после 7 циклов вода имела сопротивление 13 МОм/см, с увеличением количества циклов это значение увеличивалось до 17 МОм/см. Приводятся данные об уменьшении содержания общего органич. углерода при использовании ЭД.

38.МБ.178П. Способ и устройство для подготовки воды с использованием мембран. *Membrane based fluid treatment systems:* Пат. 7186344 США, МПК В 01 D 61/00 (2006.01). Water Visions International, Inc., Hughes Kenneth D.. №10/125073; Заявл. 17.04.2002; Опубл. 06.03.2007; НПК 210/652. Англ.

Способ предназначен для приготовления особо чистой воды, воды питьевой и т. д. Схема подготовки многоступенчатая, на входе включается модуль предварительной очистки, который представляет собой фильтр, далее следуют модули мембранный (ММ) и окончательной доочистки (МОД) с акт. углем. Концентрат от ММ выводится из системы, вода с выхода МОД используется при обратной промывке ММ и входного

фильтра. Последний является сменным и посредством специального переходника включается в магистраль с исходной водой, при этом на выходе переходника в магистраль поступает профильтрованная вода для дальнейшей обработки.

38.МБ.179П. Способ и устройство для восстановления перхлората при подготовке воды. Perchlorate reduction and related water treatment methods: Пат. 7186340 США, МПК С 02 F 3/00 (2006.01). Northwestern Univ., Rittmann Bruce E., Nerenberg Robert. №10/930051; Заявл. 30.08.2004; Опубл. 06.03.2007; НПК 210/604. Англ.

Перхлорат (PX , ClO_4^-) может быть продуктом окисления различных солей, весьма токсичен, содержание в питьевой воде строго нормируется. Патентуется способ трансформирования PX до Cl^- в анаэробном биологич. процессе с использованием денитрифицирующей микрофлоры, при этом донором электронов в ходе восстановления PX является водород. В соответствии со способом основным элементом устройства является мембранный модуль, выполненный из полуволоконных мембран, H_2 подается в их полость, а вода, содержащая PX , а также вспомогательные компоненты NaNO_3 , NaHCO_3 и фосфатный буфер, проходит по внешней поверхности мембран. После формирования на ней денитрифицирующей биопленки наблюдалось полное восстановление PX при исходном содержании 6,9 мг/л, остаточная концентрация нитратов 0,05 мг/л.

38.МБ.180П. Способ получения глубокодeminерализованной воды. Янковский Н. А., Степанов В. А.: Пат. 2281257 Россия, МПК С 02 F 9/08 (2006.01). ОАО Концерн Стирол, Янковский Н. А., Степанов В. А.. №2004126914/15; Заявл. 07.09.2004; Опубл. 10.08.2006. Рус.

Изобретение относится к способам подготовки воды методом обратного осмоса и м. б. использовано в химич., энергетич. и других областях промышленности для получения питательной воды энергетич. котлов и систем парообразования в аммиачном производстве. В качестве исходной воды используют производственные СВ, биологически очищенные СВ, шахтные СВ, воды ливневой канализации, регенерационные и другие СВ или их смеси с общим содержанием 4-6 г/л с общей жесткостью до 30 мг-экв/л и проводят деминерализацию путем обратноосмотич. разделения воды. Полученный концентрат подвергают вторичной деминерализации в дополнительной обратноосмотич. ступени. Процесс разделения на мембранах проводят со спектром фильтрации от 0,0001 до 0,001 мкм, при давлении 22,5 МПа, с получением пермеата и концентрата, отвода первого на декарбонизацию и окончательную деминерализацию в фильтрах смешанного действия до общего содержания 0,2 мг/л. Способ обеспечивает увеличение производительности установки по пермеату, сокращение объема СВ. Создана замкнутая система водопотребления, при этом качество очищенной воды соответствует

требованиям, предъявляемым к качеству питательной для систем парообразования высокого и среднего давления аммиачного производства.

38.МБ.181П. Использование погружных мембран с системой циклического аэрирования. Cyclic aeration system for submerged membrane modules: Пат. 7198721 США, МПК В 01 F 3/04 (2006.01). Zenon Technology Partnership, Cote Pierre Lucien, Janson Arnold, Rabie Hamid R., Singh Manwinder. №10/986942; Заявл. 15.11.2004; Опубл. 03.04.2007; НПК 210/636. Англ.

Данные предложения связаны с тем, что в мембранных биологических реакторах (МБР) для разделения иловой смеси как правило применяются погружные мембраны, при этом проблемой является образование на мембранах отложений и биопленок, что увеличивает сопротивление фильтрованию. Предлагается использовать в МБР мембранные модули на базе полуволоконных мембран, при этом пневмоаэраторы располагаются под нижним обрезом модулей. При работе системы аэрации подача воздуха осуществляется циклически в двух режимах, обычном (это соответствует расчетному режиму очистки СВ), и форсированном, при этом с поверхности мембран удаляются отложения.

38.МБ.182П. Способ и устройство для фильтрования жидкости. Filtersystem und Verfahren zu dessen Betrieb: Заявка 102006001486 Германия, МПК В 01 D 29/085 (2006.01), В 01 D 29/66. Zapf Wassersysteme GmbH. №102006001486.3; Заявл. 11.01.2006; Опубл. 12.07.2007. Нем.

Способ предназначен для фильтрования СВ. В соответствии со способом устройство содержит две плоские мембраны, которые расположены параллельно и находятся между ограничительными плоскостями, этот узел установлен в емкости с исходной СВ, в емкости могут создаваться давление или разрежение. В фазе разрежения мембраны, обладающие эластичностью, расходятся до положения ограничения, СВ проходят через мембраны, пространство между которыми заполняется фильтратом, при создании давления фильтрат уходит из объема между мембранами.

38.МБ.183П. Способ утилизации растворов, образующихся при переработке отработанных свинцовых аккумуляторов. Бобринская Г. А., Зародин Г. С., Киселев Ю. И., Образцов А. А., Селеменев В. Ф., Борисова Л. В., Корнеева Р. Н.: Пат. 2304627 Россия, МПК С 22 В 13/00 (2006.01), С 22 В 7/00 (2006.01). Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Воронежский гос. ун-т, Бобринская Г. А., Зародин Г. С., Киселев Ю. И., Образцов А. А., Селеменев В. Ф., Борисова Л. В., Корнеева Р. Н. №2005137931/02; Заявл. 05.12.2005; Опубл. 20.08.2007. Рус.

Изобретение относится к металлургии, а конкретно - к способу переработки сульфатно-оксидной фракции (активной массы) аккумуляторного лома. Способ включает переработку

отработанных свинцовых аккумуляторов путем десульфурации раствором NaOH с последующей промывкой органической фракции. Утилизацию образующихся растворов ведут электродиализом с регенерацией NaOH и получением H₂SO₄. Электродиализ проводят в камерах электродиализного аппарата с использованием биполярных мембран при постоянном напряжении 30 В с получением слабоминерализованной воды с солесодержанием не более 0,3 г/л. Слабоминерализованную H₂O из камер электродиализатора направляют на отмывку десульфурированной активной массы и других компонентов аккумуляторного лома. Технич. результатом является замкнутость цикла утилизации сульфатных растворов, образующихся при переработке активной массы свинцовых аккумуляторов.

38.МБ.184П. Полимерная электролитная мембрана и топливный элемент на ее основе. Polymer electrolyte membrane and fuel cell employing the same. *Cho Myung-dong, Sun Hee-young, Lee Myung-jin*: Заявка 1630890 ЕПВ, МПК⁷ Н 01 М 2/16. Samsung SDI Co., Ltd, Cho Myung-dong, Sun Hee-young, Lee Myung-jin. №05252135.8; Заявл. 05.04.2005; Оpubл. 01.03.2006; Приор. 31.08.2004, №2004069091(Корея Республика). Англ.

Патентуется конструкция полимерэлектролитной мембраны (ПЭМ) и ТЭ с такой ПЭМ. ПЭМ включает пористую полимерную матрицу и ионопроводящее полимерное покрытие; она имеет хорошую механическую прочность, высокую термическую стойкость при температурах выше 100°C, обладает высокой ионной проводимостью даже в неувлажненном состоянии и пригодна для применения в высокотемпературных ТЭ. Применение данной ПЭМ эффективно для ТЭ с прямым окислением метанола.

38.МБ.185П. Метод производства мембранно-электродного ансамбля для топливного элемента печатным процессом. Method for manufacturing membrane electrode assembly of fuel cell by printing processes. *Chen Cham-Ying, Yang Peng, Lee Ying-Shen, Lin Kin-Fu*: Заявка 1601039 ЕПВ, МПК⁷ Н 01 М 8/10. Institute of Nuclear Energy Research Lungtan Taoyuan, Chen Cham-Ying, Yang Peng, Lee Ying-Shen, Lin Kin-Fu. №04253080.8; Заявл. 25.05.2004; Оpubл. 30.11.2005. Англ.

Патентуется метод изготовления мембранно-электродного ансамбля для ТЭ с помощью процесса печатания. Промытая и высушенная мембрана установленных размеров размещается под печатной плитой с прикрепленным к ней шабером; вся система погружается в камеру с раствором, содержащим соответствующий катализатор. С помощью шабера раствор наносится на поверхность мембраны, камера закрывается крышкой, нагревается до температуры 70-80°C и выдерживается до образования на поверхности мембраны электродного слоя. Нанесение проводится как для образования анодного, так и катодного слоев.

38.МБ.186П. Мембранный электродный блок и метод его изготовления. Membrane electrode assembly and method of manufacturing a membrane electrode assembly: Пат. 7131190 США, МПК⁷ В 23 Р 19/00, Н 01 М 10/14. MTI Micro Fuel Cells, Inc., Brown Eric J., Fannon Megan A., Hirsch Robert S.. №11/015596; Заявл. 17.12.2004; Оpubл. 07.11.2006; НПК 29/759. Англ.

Патентуется метод изготовления мембранного электродного блока, состоящего из анодного и катодного диффузионных слоев, нанесенных на мембранный электролит между ними; блок используется в ТЭ. Каждый из диффузионных слоев состоит из отдельных сегментов, соединенных между собой соотв. переключками. По этим сегментам поток реагентов доставляется к каталитической поверхности электродов на мембранном электролите, а продукты реакции отводятся от него. Переключки между сегментами диффузионных слоев расположены так, что при изготовлении электродного блока исключается эл. контакт между слоями в процессе работы ТЭ. Сегменты диффузионных слоев обеспечиваются подачей реагентов.

38.МБ.187П. Новые производные трифенилметана, органический желатинирующий агент, содержащий их, органический гель и органическое волокно. Novel triphenylmethane derivative, organic gellant containing the same, organic gel, and organic fiber. *Oguro D.*: Заявка 1707561 ЕПВ, МПК С 07 С 275/40 (2006.01), С 07 С 271/28 (2006.01). Mitsubishi Gas Chemical Co., Inc. (JP), Oguro D.Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos Brucknerstrasse 20 40593 Dusseldorf DE. №05703798.8; Заявл. 19.01.2005; Оpubл. 04.10.2006; Приор. 19.01.2004, №2004010306(Япония). Англ.

Патентуют соединения формулы (I, R¹=C₁-C₂₀-алкил, R²=C₂-C₁₀-алкилен, X=NH, NR¹, O или простая связь; n=0-10). I могут проявлять способность желатинировать различные органические растворители, в малых количествах эти производные являются низкомолекулярными соединениями. Полученный органический гель используют как материал при высокотемпературных условиях, как основа лекарств и в косметике. Кроме того, органическое нановолокно может быть получено из I простым процессом. Органическое нановолокно может быть использовано для электронных устройств, высокоэффективных фотокатализаторов, разделительных мембран.

38.МБ.188П. Способ получения нанопористой полимерной пленки с открытыми порами. *Волынский Александр Львович, Аржакова Ольга Владимировна, Долгова Алла Александровна, Кечекьян Александр Степанович, Ярышева Лариса Михайловна, Бакеев Николай Филлипович*: Пат. 2308375 Россия, МПК В 29 С 55/06 (2006.01), С 08 J 9/28 (2006.01). МГУ хим. фак., Волынский Александр Львович, Аржакова Ольга Владимировна, Долгова Алла Александровна, Кечекьян

Александр Степанович, Ярышева Лариса Михайловна, Бакеев Николай Филиппович. №2005134983/12; Заявл. 11.11.2005; Оpubл. 20.10.2007. Рус.

Способ получения нанопористых полимерных ПЛ с открытыми порами включает стадию одноосной вытяжки ПЛ в контакте с адсорбционно-активной средой. Последующие стадии включают удаление адсорбционно-активной среды из ПЛ и термообработку ПЛ, которые проводятся в условиях удержания ПЛ в натянутом состоянии в направлении вытяжки. По крайней мере, одну из стадий способа, такую как вытяжку, удаление адсорбционно-активной среды из ПЛ и термообработку ПЛ проводят с дополнительным регулированием поперечного размера пленок.

38.МБ.189П. Полимерные мембраны, содержащие функционализированный дитиолен, для разделения олефинов и парафинов. Dithiolene functionalized polymer membrane for olefin/paraffin separation: Пат. 7160356 США, МПК В 01 D 53/22 (2006.01), В 01 D 61/00 (2006.01). Board of Regents, The Univ. of Texas System, Koros William J., Burns Ryan L.. №10/824772; Заявл. 15.04.2004; Оpubл. 09.01.2007; НПК 95/50. Англ.

Полимерные мембраны для разделения олефинов и парафинов с селективностью 1,1-2,0 содержат дитиолены формулы I, где М - металл (Ni, Pd, Pt) $R^1-R^4 - CH_3, CF_3, C_6H_4OCH_3, CN$ или попарно R^1-R^2 и R^3-R^4 образуют циклич. группы.

38.МБ.190П. Устройство с фильтрующим элементом для разделения смесей жидкости с твердыми частицами. Vorrichtung und Filterelement zum Filter von Fluid-Feststoff-Gemischen: Заявка 102005027509 Германия, МПК ⁷ В 04 С 9/00, В 04 С 5/103. Lauth WernerPatentanwälte Moll und Bitterich, 76829 Landau. №102005027509.5; Заявл. 15.06.2005; Оpubл. 28.12.2006. Нем.

Предлагается устройство с фильтрующим элементом для разделения смесей жидкостей с твердыми частицами, пригодное для всех видов мембранной фильтрации, включая и ее нановариант, и отличающееся от известных (см. DE 19914674 A1) меньшими эксплуатационными расходами. Устройство в принципе состоит из цилиндрического, с коническим днищем, корпуса и расположенного в нем фильтрующего элемента, образованного большим числом расположенных на определенном расстоянии друг от друга параллельных дисков с центральным отверстием; каждый диск состоит из двух проницаемых мембран и фильтрующего материала между ними; исходная смесь подается в корпус тангенциально (под крышкой) и образует первичный и вторичный вихри, которые и обеспечивают высокую эффективность разделения. Описаны подробности конструкции и работы устройства. Ил. 4.

38.МБ.191П. Мембранная фильтрация продукта. Membrane filtration of a product. *Flemming Skou*: Заявка 1726353 ЕПВ, МПК В 01 D 65/02 (2006.01), В 01 D 61/58 (2006.01). Johnson

Diversey, Inc., Flemming Skou. №05011400.8; Заявл. 25.05.2005; Оpubл. 29.11.2006. Англ.

Изобретение относится к методу мембранной фильтрации продукта на мембранной установке, состоящей из стадий: А) фильтрации продукта на первой системе, В) очистки первой системы многоступенчатой операции, включающей не менее одной ступени промывки водой и не менее одной ступени очистки раствором, который при этом загрязняется, С) фильтрации не менее одного загрязненного раствора на второй системе с получением регенерир. очищающего раствора и Д) использование регенерир. очищающего раствора на стадии очистки В. Первая и вторая мембранные системы содержат блоки либо микрофильтрации, либо ультрафильтрации, либо нанофильтрации или Мб обратного осмоса и являются трубчатыми Мб системами. Очищающий раствор может включать один из компонентов группы гидроксидов Na, K, гипохлорита Na, фосфорной, азотной кислот и др.

38.МБ.192П. Мембранный сепаратор. Membrane separation apparatus: Пат. 6645380 США, МПК ⁷ В 01 D 28/12. Petro Sep International Ltd, Baig Fakhir U., Kazi Abdul M., Al-Hassani Aiser. №10/020883; Заявл. 19.12.2001; Оpubл. 11.11.2003; НПК 210/321.6. Англ.

Настоящее изобретение относится к мембранной разделительной аппаратуре и ее использованию для разделения жидк. смесей методами перапарации, пермеации пара и вакуум-мембранной дистилляции. Предложенный аппарат для разделения жидк. смесей на пермеат и ретентат состоит из разделит. модулей, имеющих жидкостные камеры, снабженные парами селективных проницаемых Мб. Активные поверхности Мб расположены напротив друг друга и надежно отделены с помощью двухслойных прокладок. С наружной поверхности к каждой Мб прилегает плоская опора с каналами. Жидк. смесь подается с одного конца к каждой камере, движется вдоль активной поверхности Мб в направлении приемника ретентата на противоположном конце. Пермеат проникает через обе Мб, попадает в каналы и затем в сборник, снабженный верхней панелью для герметизации Мб.

38.МБ.193П. Очистка мембран в системах обратного осмоса для обессоливания воды. Cleaning a membrane of a reverse osmosis desalination plant. *Collins Ian Ralph, Cousins Anthony Robert, Weston Robert Charles William, Williams John Dale*: Заявка 2430196 Великобритания, МПК В 01 D 65/02 (2006.01). BP Exploration Operating Co. Ltd, Collins Ian Ralph, Cousins Anthony Robert, Weston Robert Charles William, Williams John Dale. №0519770.2; Заявл. 28.09.2005; Оpubл. 21.03.2007. Англ.

Отмечается, что метод обратного осмоса отличается эффективностью при обессоливании морской воды, проблемой является образование биопленок и минеральных отложений на мембранах для фильтрования. Патентуется схема

для обессоливания морской воды посредством погружных мембран обратного осмоса, при этом в поступающую воду дозируются биоцид и ингибитор отложения солей жесткости. В соответствии со способом схема обессоливания включает узел предочистки (грубый фильтр и гидроциклон), а также несколько модулей мембран обратного осмоса, включенных параллельно. В приводимом примере исходное/остаточное содержание бромидов 65/менее 0,1 мкг/л, бикарбонатов 140/2,1-19 мкг/л и т. д.

38.МБ.194П. Способ и устройство для мониторинга состояния мембран. Monitoring unit for monitoring the condition of a semi-permeable membrane: Пат. 7186331 США, МПК В 01 D 35/00 (2006.01). Sasol Technology (Pty) Ltd, Maatens Andre, Jacobz Edmund Petrus, Peet Douglas, Augustyn Petronella Maria. №10/090802; Заявл. 06.03.2002; Оpubл. 06.03.2007; НПК 210/90. Англ.

Мембраны различных типов находят широкое применение при подготовке воды, проблемой является образование на них отложений и контроль этого процесса. Предлагается способ прямого визуального контроля процесса образования отложений, состоящий в том, что часть мембраны, используемой при фильтрации воды, помещается в проточную ячейку, верхняя часть которой выполняется из прозрачного материала, что делает возможным наблюдение за ходом формирования отложений; исходная вода при этом подается на ту часть мембраны, которая находится под прозрачным перекрытием.

38.МБ.195П. Способ и устройство для бесконтактной транспортировки стекла или стеклокерамики. Verfahren und Vorrichtung zum kontaktlosen Transportieren oder Lagern von Glas oder Glaskeramik. Nuttgens Sybill, Lange Ulrich, Clauss Michael, Langsdorf Andreas, Hahn Gerhard: Заявка 102004059727 Германия, МПК⁸ С 03 В 32/00 (2006.01). Schott AG, Nuttgens Sybill, Lange Ulrich, Clauss Michael, Langsdorf Andreas, Hahn Gerhard. №102004059727.8; Заявл. 11.12.2004; Оpubл. 22.06.2006. Нем.

Для удержания стекла или стеклокерамики во взвешенном состоянии и особенно для создания однородного профиля давления и температуры в газовой подушке предлагается устройство для транспортировки стеклокерамики или стекла, состоящее из мембраны, связанной с ней опорной поверхности и камер для подвода и отвода газа, причем обе камеры имеют газопроницаемое соединение с опорной поверхностью мембраны. Таким образом, стекло или стеклокерамика лежат на газовой подушке благодаря эффекту левитации, т. е. парения над опорной поверхностью при помощи газовой подушки. Левитационный газ газовой подушки, сообщаемой через газопроводящее соединение с камерой для отвода газа, по крайней мере частично, снова отводится. При этом камеры и газопроницаемое соединение имеют такие размеры, что в

камерах вдоль направления газового потока не происходит падения давления, т. е. преобладает преимущественно почти однородное давление.

38.МБ.196П. Устранение одной из причин деградации мембранно-электродной сборки путем контроля геометрии слоя катализатора. Addressing one mea failure mode by controlling mea catalyst layer overlap: Пат. 7132191 США, МПК Н 01 М 4/86 (2006.01), Н 01 М 4/88 (2006.01). General Motors Corp., Healy John P., Angelopoulos Anastasios, Hochgraf Clark G.. №10/664345; Заявл. 17.09.2003; Оpubл. 07.11.2006; НПК 429/40. Англ.

Патентуется способ подавления процесса деградации материала мембран (МБ) из протонпроводящего тв. электролита в мембранно-электродной сборке топливного элемента. Установлено, что процесс деградации МБ локализован в той ее области, где слой анодного катализатора (КТ) не имеет на прямо противоположной стороне МБ соответствующего слоя катодного КТ. Предлагается располагать слои анодного и катодного КТ таким образом, чтобы граница катодного КТ была ближе к краям МБ, чем граница анодного КТ на др. стороне МБ. Это приводит к тому, что площадь слоя катодного КТ (S_k) будет превышать площадь слоя анодного КТ (S_A). Рекомендуется в частности, чтобы при $700 \text{ см}^2 < S_A < 770 \text{ см}^2$ величина S_k составляла от 730 до 800 см^2 .

38.МБ.197П. Способ получения алкиловых сложных эфиров жирных кислот и высоко чистого глицерина. Procédé de production d'esters alkyliques d'acides gras et de glycerine de haute pureté. Bournay Laurent, Baodot Arnaud: Заявка 2872812 Франция, МПК⁸ С 07 С 67/03 (2006.01), С 11 С 3/10. Inst. Francais du Petrole, Bournay Laurent, Baodot Arnaud. №0407777; Заявл. 12.07.2004; Оpubл. 13.02.2006. Фр.

Способ получения алкиловых сложных эфиров жирной кислоты и глицерина включает ≥ 1 реакционную операцию, в которой осуществляют контакт загрузки, содержащей масло растительное и/или животное и спирт в присутствии гетерогенного катализатора, таким образом, чтобы получить на выходе по крайней мере алкиловые эфиры, глицерин и спирт, и ≥ 1 операцию разделения полученных продуктов, в которой осуществляют разделение ≥ 1 части выходящего потока, таким образом, чтобы отделить раствор, обогащенный спиртом, от раствора, обогащенного алкиловыми эфирами, при этом ≥ 1 операция разделение включает мембранное разделение с помощью ≥ 1 мембраны, проницаемой для спирта.

38.МБ.198П. Вторично сшитая мембрана. Nachvernetztes Membran. Brusckhe Hartmut E. A., Marggraff Frank-Klaus, Schafer Wolfgang: Заявка 102004060857 Германия, МПК В 01 D 71/38 (2006.01). Sulzer Chemtech GmbH - Membrantechnik-, 66540 Neunkirchen, DE, Brusckhe Hartmut E. A., Marggraff Frank-Klaus, Schafer Wolfgang. №102004060857.1; Заявл. 17.12.2004; Оpubл. 06.07.2006. Нем.

Композитную мембрану, по крайней мере, с одним разделительным слоем из предварительно сшитого ПВС, подвергают окончательной сшивке при 150-230°(160-200°) в присутствии воздуха и без добавки кислоты или соединений, отщепляющих кислоту. Продолжительность сшивки составляет 6-48(8-24), преимущественно 10-16 ч. Полученную мембрану используют для отделения воды по способу испарения через полупроницаемую мембрану и по способу проницаемости пара из жидких смесей, содержащих орг. компоненты. Полученные мембраны обладают стойкостью к кислотам и основаниям и такой высокой селективностью, что из смесей с высоким и низким содержанием воды отделяется пермеат, который почти исключительно состоит из воды.

38.МБ.199П. Полимерный композит. Polymer composite. *Hirano Akihiro, Ikeya Takeshi, Shibuya Toru*: Заявка 1584981 ЕПВ, МПК ⁷ G 03 F 7/09, C 12 Q 1/00. Kataoka Kazunori, Hirano Akihiro, Ikeya Takeshi, Shibuya Toru. №05006314.8; Заявл. 22.03.2005; Опубл. 12.10.2005. Англ.

Полимерный композит, содержащий базовый материала и полимерную МБ, наносимую на по меньшей мере часть базового материала, причем полимерная МБ обладает по меньшей мере гидрофильностью, а полимерный композит используют в состоянии контакта с водой или водн. растворителем, отличается тем, что полимерная МБ является полимерной пленкой, получаемой путем фотосшивки фоточувствительной полимерной композиции (ФПК), состоящей практически из водорастворимого полимера, фоточувствительные группы которого связываются с аминогруппами, фиксированными на поверхности базового материала, благодаря чему полимерная пленка фиксируется к базовому материалу. Полимерную пленку наносят на часть базового материала путем узорчатого экспонирования и проявляют ФПК, нанесенную на базовый материал, чтобы удалить неэкспонировавшиеся участки. Фоточувствительная композиция содержит водорастворимый полимер, имеющий азидогруппы в качестве фоточувствительных групп, водорастворимый фотосшивающий агент, имеющий азидогруппы в качестве фоточувствительных групп, и водорастворимый полимер, не имеющий никаких фоточувствительных групп. Полимерный композит является матричным материалом для биосенсора или базовым материалом для клеточной культуры.

38.МБ.200П. Способ получения высококачественных сквашенных продуктов, содержащих соевый материал. Method of preparation of high quality soy cultured products: Пат. 7108881 США, МПК А 23 L 1/20 (2006.01). Kraft Foods Holdings, Inc., Akashe Ahmad, Das Katie, Lane Meredith. №10/696284; Заявл. 29.10.2003; Опубл. 19.09.2006; НПК 426/422. Англ.

Патентуется способ получения высококачественных сквашенных продуктов (например йогуртов, напитков и др.), содержащих соевый материал. Способ предусматривает следующие

этапы: приготовление смеси соевого молока с измененным ароматом и эффективного количества заквасочной культуры; сквашивание смеси с целью получения сквашенного продукта, содержащего соевый материал. Используемое соевое молоко получают способом, включающим следующие этапы: получение состава соевого молока, содержащего растворимые соевые белки, ароматические соединения и нерастворимые вещества; растворение соевых белков при доведении величины рН соевого молока до значений 9-12 и высвобождение ароматических соединений; пропускание соевого молока с измененным значением рН вблизи ультрафильтрационной мембраны с разделяющей способностью 50000 дальтонов для обеспечения прохождения ароматических соединений через мембрану и деароматизации соевого молока при сохранении в нем растворенных белков; сбор задержанных мембраной растворенных белков, составляющих материал соевого молока.

38.МБ.201П. Мембранный фильтрующий элемент рулонного типа. *Солодихин Николай Иванович, Сидоренко Валерий Михайлович, Шахова Елена Николаевна*: Пат. 2304018 Россия, МПК В 01 D 63/12 (2006.01). ООО Экофил, Солодихин Николай Иванович, Сидоренко Валерий Михайлович, Шахова Елена Николаевна. №2005109804/15; Заявл. 06.04.2005; Опубл. 10.08.2007. Рус.

Изобретение относится к мембранным фильтрующим элементам рулонного типа для процессов обратного осмоса, нано-, ультра- и микрофльтрации. Мембранный элемент (МЭ) включает центральную трубку с радиальными отверстиями и спирально намотанными вокруг нее мембранными пакетами, каждый из которых состоит из сложенной вдвое мембраны, турбулизаторной сетки и пористого материала. Вокруг центральной трубки равномерно, параллельно и на одинаковом расстоянии от центра размещен ряд периферийных трубок с закрепленными на них мембранными пакетами. Периферийная трубка размещена внутри сложенной вдвое мембраны. Мембранные пакеты загерметизированы методом сплошной заливки обоих торцов элемента, за исключением отверстий в трубках, терморезистивной клеевой композицией или расплавом термопластичного материала. Ввод очищаемой жидкости в мембранный элемент производится через его наружную цилиндрическую поверхность по спиральным каналам к центру, а вывод концентрата и фильтрата определяется ориентацией активного слоя мембраны в пакете. Технический результат - повышение производительности МЭ, снижение трудоемкости его изготовления, а также использование МЭ для фильтрации в тупиковом режиме. Ил. 10.

38.МБ.202П. Мембранное устройство и способ его изготовления. Membranvorrichtung und Verfahren zur Herstellung einer Membranvorrichtung. *Thomas Melin, Schlegel Michael, Jens Hoppe, Henrik Betz*: Заявка 102005011471 Германия,

МПК В 01 D 63/00 (2006.01), В 01 D 63/06 (2006.01). Melin Thomas, Schleger Michael, Hoppe Jens, Thomas Melin, Schleger Michael, Jens Hoppe, Henrik Betz Patentanwalte von Kreisler, Selting, Werner et col., 50667 Koln. №102005011471.7; Заявл. 12.03.2005; Оpubл. 14.09.2006. Нем.

Предлагается мембранное устройство (МУ) для массообмена между текучими средами. МУ, в виде самонесущей упорядоченной структуры, изготавливается из полых полимерных волокон с образованием двух групп ограничиваемых проницаемыми мембранными стенками толщиной от 1 до 500 мкм параллельных проточных каналов. При этом мембранные слои МУ соединяются друг с другом склейкой или сваркой. МУ предусматривается к использованию для влагообмена между газовыми потоками в системах топливных элементов либо для диффузионного диализа при обогащении бывших в употреблении кислот или щелочей. МУ характеризуется простотой конструктивного исполнения при минимизации затрат на изготовление. Ил. 6.

38.МБ.203П. Комбинаторный синтез керамических материалов. Combinatorial synthesis of ceramic materials: Пат. 7135288 США, МПК С 12 Q 1/68 (2006.01), С 40 В 50/08 (2006.01). UT-Battelle, LLC, Lauf Robert J., Walls Claudia A., Boatner Lynn A.. №10/256549; Заявл. 27.09.2002; Оpubл. 14.11.2006; НПК 435/6. Англ.

Комбинаторная библиотека включает подложку, изготовленную методом гель-литья, со множеством пустот по крайней мере на одной поверхности и множество испытываемых материалов, полученных методом гель-литья, в пустотах, при этом по крайней мере два материала из испытываемых отличаются от подложки по крайней мере в одной композиц. характеристике, а два испытываемых материала отличаются друг от друга также по крайней мере в одной композиц. характеристике. По крайней мере один испытываемый материал включает материал, выбранный из конструкц. керамики, нитрида кремния, твердых электролитов, кислородпроницаемых мембран, огнеупоров, ферритов, диэлектриков, варисторов, катализаторов, диоксида циркония, высокотемпературных сверхпроводников, фосфоров, радиационноустойчивой керамики, люминесцентных и др. материалов.

38.МБ.204П. Мембрана для извлечения водорода из потоков, содержащих сероводород. Membrane for hydrogen recovery from streams containing hydrogen sulfide: Пат. 7163670 США, МПК С 01 В 3/02 (2006.01), С 01 В 17/04 (2006.01). Univ. of Wyoming, Agarwal Pradeep K., Ackerman John. №11/002612; Заявл. 02.12.2004; Оpubл. 16.01.2007; НПК 423/573.1. Англ.

Патентуется мембрана, обладающая сопротивлением к воздействию соединений S и обеспечивающая разложение H₂S при ~20°C. Мембрана состоит из основы (полимер, неорганич., керамич. или металлич. материал) и 2 слоев, располо-

женных со стороны H₂S потока. Нижний, H₂ проницаемый, прилегающий к основе слой образован из Pd, Pt, их сплавов, V, Nb или Ta, верхний содержит сульфид Mo или W, пропитанный переходным металлом. В нем же предусмотрены устройства, ускоряющие разложение H₂S.

38.МБ.205П. Фильтрующие мембраны. Filtration membrane. Krause Bernd, Hornung Markus, Ertl Thomas, Storr Markus: Заявка 1710011 ЕПВ, МПК В 01 D 71/66 (2006.01). Gambro Lundia AB, Krause Bernd, Hornung Markus, Ertl Thomas, Storr Markus Weber, Dieter et al Weber, Seiffert, Lieke Postfach 61 45 65051 Wiesbaden DE. №05102721.7; Заявл. 07.04.2005; Оpubл. 11.10.2006. Англ.

Предложены мембраны (МБ), способные удерживать эндотоксины, цитокины включающие субстанции, включающие бактериальные ДНК и/или фрагменты ДНК из газообразных и жидких сред, эффективный способ фильтрования с использованием МБ, состоящих из смеси полимеров (ПМ), включающий гидрофобный ПМ (ПМ1), содержащий серу, незаряженный гомополимер (поливинилпирролидон) (ПМ2) и ПМ, содержащий катионные группы (ПМ3). Способ получения МБ включает стадии растворения ПМ1, ПМ2 и ПМ3, фазового разделения методом принудительной диффузии, промывания и осушения.

38.МБ.206П. Фторированные мембраны. Fluorinated membranes. Arcella Vincenzo, Polastri Fabio, Ghielmi Alessandro, Vaccarone Paola: Заявка 1589062 ЕПВ, МПК ⁷ С 08 J 5/22, В 01 D 71/32. Solvay Solexis S.p.A., Arcella Vincenzo, Polastri Fabio, Ghielmi Alessandro, Vaccarone Paola. №05008147.0; Заявл. 14.04.2005; Оpubл. 26.10.2005. Англ.

Иономерные МБ, содержащие (пер)фторированные, полукрист. или аморф., иономерные полимеры, имеющие эквивалентную массу (ЭМ) 380-1800 г/экв. (предпочтительно 450-1650 г/экв.), которые используются в топливном элементе, при след. условиях: МБ толщиной 50 мкм, собираемая между 2-мя электродами, катализируемая Pt (0,6 мг/см²) на углеродной подложке (Pt/C) и обрабатываемая 0,7 мг/см² Nafion[®], имеющей площадь 10 см²; подача водорода и воздуха, под давл. 0,25 МПа, насыщенные водой при 80°; температура топливного элемента 75°. МБ, получаемых из СПЛ тетрафторэтилен (ТФЭ)/соединение формулы: F₂C=CF-O-(CF₂)₂-SO₂F, имеют след. характеристики: при ЭМ=670→уд. мощность (P_{макс.})>0,55 Вт/см²; при ЭМ=830→P_{макс.}>0,66 Вт/см²; при ЭМ=1160→P_{макс.}=0,5 Вт/см²; при ЭМ=1600→P_{макс.}>0,32 Вт/см². МБ, содержащие (пер)фторированные иономеры, включают мономерные звенья (А), получаемые из одного или более фторированных мономеров, содержащих ≥1 этиленовую ненасыщенность; фторированные мономерные звенья (В), содержащие сульфонильные группы -SO₂F. Фторированные мономеры (А) выбирают из: винилиденфторида; C₂-C₈ перфторолефинов, предпочтительно

ТФЭ; C₂-C₈ хлоро- и/или бромо- и/или иодифторолефинов, предпочтительно хлортрифторэтилена и бромтрифторэтилена; (пер)фторалкилвинилэфиров формулы: CF₂=CFORf₁, где Rf₁ является C₁-C₆ (пер)фторалкилом, предпочтительно трифторметилом, бромдифторметилом, пентафторпропилом; перфтороксипалилвинилэфиров формулы: CF₂=CFOX, где X является перфтороксипалилом, имеющим ≥1 эфирных групп, предпочтительно перфтор-2-пропоксипропилом. Фторированные мономеры выбирают из одного или более из соединений след. формулы: F₂C=CF-O-CF₂-CF₂-SO₂F; F₂C=CF-O-[CF₂-CX_AF-O]_{nA}-(CF₂)_{nB}-SO₂F, где X_A=Cl, F или CF₃; nA=1-10, nB=2,3; F₂C=CF-O-CF₂-CF₂-CF₂-SO₂F; F₂C=CF-Ar-SO₂F, где Ar представляет арильный цикл.

38.МБ.207П. Процесс прикрепления мембраны с помощью горячего расплава без клея. Membrane attachment process by hot melting without adhesive. *Heath Michael, Perreault Mark*: Заявка 1547690 ЕПВ, МПК 7 В 01 L 3/00, В 01 D 65/00. Becton, Dickinson and Co. Franklin Lakes, Heath Michael, Perreault Mark. №04029416.7; Заявл. 13.12.2004; Оpubл. 29.06.2005. Англ.

Предложен способ прикрепления МБ к подложке путем нагревания МБ с подложкой (ПД). ПД включает верхнюю поверхность, нижнюю поверхность и гнездо между ними. МБ м. б. пористой несущей структурой, связанной полимерным гелем. Способ включает стадии введения оправки в гнездо, размещения МБ на ПД поперек гнезда, нагревания МБ и ПД и оставления ПД для охлаждения, чтобы получить термосвязанную взаимоблокировку между ПД и мембраной.

38.МБ.208П. Полимерные электролитные мембраны, сшитые при фторировании. Polymer electrolyte membranes crosslinked by direct fluorination: Пат. 7173067 США, МПК С 08 F 8/22 (2006.01). 3M Innovative Pty, Guerra Miguel A.. №10/738083; Заявл. 17.12.2003; Оpubл. 06.02.2007; НПК 521/31. Англ.

Полимерные электролитные МБ толщиной <90 мкм, используемые для изготовления топливных элементов, получают фторированием МБ из полимеров (гомо- и СПЛ с тетрафторэтиленовыми и винилиденфторидными звеньями) с боковыми сульфонилагалогенидными группами.

38.МБ.209П. Способ получения мембран из полого волокна. Method for producing hollow yarn film: Пат. 7128861 США, МПК D 01 F 1/08 (2006.01). Asahi Kasei Chemicals Corp., Namanaka Katsuhiko, Shimizu Tetsuo. №10/275440; Заявл. 05.03.2002; Оpubл. 31.10.2006; НПК 264/171.26. Англ. Мембраны изготавливают из полого волокна, полученного формованием из смеси поливинилиденфторида, орг. жидкости и тонких частиц неорг. вещества, с последующей вытяжкой на 0,3-0,9 при 100-110°. Волокно и пленки формируют из смеси поливинилиденфторида и СПЛ этилен/виниловый спирт.

38.МБ.210П. Способ приготовления бутилированной кислородонасыщенной воды и комплекс для его осуществления: Пат. 2311849 Россия, МПК А 23 L 2/54 (2006.01), А 23 L 2/38 (2006.01). Кленчищева Светлана Ивановна. №2005139146/13; Заявл. 15.12.2005; Оpubл. 10.12.2007. Рус.

Способ приготовления бутилированной кислородонасыщенной воды предусматривает последовательное эжекционное и напорно-флотационное смешение кислородосодержащего газа с водой, розлив и закупорку кислородонасыщенной воды в бутылки. Эжекционное смешение производят в жидкостно-газовом струйном аппарате путем насыщения воды кислородом, выделенным из воздуха через полупроницаемую поверхность узкой части его камеры смешения. Охлаждение воды во флотационной колонне осуществляют разрежением, создаваемым жидкостно-газовым аппаратом. Исходную воду подают в верхнюю часть флотационной колонны. Насыщенную кислородом воду отбирают из нижней части. Комплекс для приготовления бутилированной кислородонасыщенной питьевой воды содержит эжекционно-флотационную систему насыщения воды кислородом, состоящую из эжектора и флотационной колонны, систему получения кислородосодержащей газовой смеси и систему подачи и розлива кислородонасыщенной воды в бутылки. Последняя включает вспомогательный насос, эжектор и аппараты розлива кислородонасыщенной воды в бутылки и закупоривания их пробками. Эжекторы систем насыщения воды кислородом, подачи и розлива кислородонасыщенной воды в бутылки выполнены в виде жидкостно-газовых аппаратов. Узкая часть камеры смешения изготовлена из полупроницаемого материала, вокруг которой расположена напорная камера с винтовыми каналами. Камера разрежения эжектора трубопроводом соединена с верхней частью напорной колонны, трубопровод подачи исходной воды присоединен к верхней части флотационной колонны, а трубопровод отвода кислородонасыщенной воды в бутылки присоединен к ее нижней части. Система получения кислородосодержащей газовой смеси представляет собой последовательно расположенные керамические, абсорбционные и мембранные фильтры для очистки воздуха от жидких, вязких и твердых частиц и предварительного обогащения его кислородом. Данное изобретение позволяет снизить энергетические и материальные затраты как на подготовку кислородосодержащей парогазовой смеси, так и на процесс насыщения за счет повышения эффективности процесса насыщения, рациональной организации процесса. Изобретение также позволяет получить

стабильный продукт с высоким качеством и устранить загрязнения кислородосодержащей парогазовой смеси парами щелочи.

38.МБ.211П. Металлооксидная мембрана, содержащая газоселективные соединения. Metal oxide membrane with a gas-selective compound. *Spichiger-Keller U., Spichiger S., Fernandez-Sanchez J. F.*: Заявка 1722223 ЕПВ, МПК G 01 N 33/00 (2006.01). Eidgenossisch Technische Hochschule Zurich, Spichiger-Keller U., Spichiger S., Fernandez-Sanchez J. F. №05010163.3; Заявл. 10.05.2005; Оpubл. 15.11.2006. Англ.

Изобретение относится к методам изготовления газовых сенсоров оптического типа. Предложена газопроницаемая мембрана для указанного сенсора, выполненная из частиц оксидов металлов (Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , TiO_2), соединяемых в пористую структуру с помощью специальных биндеров. На поверхность частиц иммобилизуют газоселективные соединения, оптические характеристики которых изменяются при взаимодействии с определяемыми соединениями. Средний размер пор в таких мембранах находится в интервале 1-50 нм. Для использования таких сенсоров разработана специальная оптическая система.

38.МБ.212П. Электрохимический биосенсор. Electrochemical biosensor: Пат. 7198708 США, МПК G 01 N 27/327 (2006.01). Unilever Home & Personal Care USA, division of Conopco, Inc, Atkinson A., Birch B., Porter R.. №10/457202; Заявл. 09.06.2003; Оpubл. 03.04.2007. Англ.

Предложен электрохимический биосенсор планарной конфигурации для определения одного или нескольких редоксактивных компонентов в биологических жидкостях. Он включает 3-х электродную систему, мембранный фильтр из пористого материала для внесения проб, слой реагентов, расположенный между фильтром и электродной системой. Электродная система подсоединена к потенциостату для проведения необходимых электрохимических измерений.

38.МБ.213П. Аппарат пульсационный для обработки суспензий и способ его эксплуатации. *Абиев Руфат Шовкет оглы*: Пат. 2297869 Россия, МПК ⁷ В 01 D 35/20, В 01 D 11/02. Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. С-Петербург. гос. технологич. ин-т, Абиев Руфат Шовкет оглы. №2005105094/15; Заявл. 24.02.2005; Оpubл. 27.04.2007. Рус.

Изобретение относится к аппаратам для обработки суспензий, например фильтрации, микрофильтрации, промывки, экстракции, сорбции, ионного обмена, каталитических реакций. Изобретение может быть использовано в химической, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности. Аппарат состоит из цилиндрического корпуса, патрубков для подачи

суспензии, отвода фильтрата, отвода сгущенной суспензии и для подвода пульсаций. Фильтрующая перегородка, представляющая собой пористую полупроницаемую мембрану, разделяет корпус на камеру сгущения и камеру фильтрата. Трубопровод соединяет камеру фильтрата с пульсационной камерой. Патрубки подачи суспензии, отвода фильтрата и сгущенной суспензии оборудованы управляемыми клапанами. Аппарат снабжен датчиками и системой управления. Способ эксплуатации аппарата включает стадии фильтрования и регенерации. На стадии фильтрования клапан на патрубке отвода сгущенной суспензии закрыт, а клапаны на патрубках подачи суспензии и отвода фильтрата открыты. На стадии регенерации фильтрата клапан на патрубке отвода сгущенной суспензии открыт, а клапаны на патрубках подачи суспензии и отвода фильтрата закрыты. Технический результат - повышение надежности и эффективности аппарата, снижение энергетических затрат. Ил. 2.

38.МБ.214П. Метод концентрирования дисперсионной системы с мелкодисперсными частицами и способ извлечения мелкодисперсных частиц. Method of concentrating fine particle dispersion and method of recovering fine particle. *Yokoyama Chiaki, Kasai Hitoshi, Sarashina Eiji, Inomata Hiroshi, Nakanishi Hachiro*: Заявка 1623751 ЕПВ, МПК В 01 D 43/00 (1968.09). Japan Science and Technology Agency, Yokoyama Chiaki, Kasai Hitoshi, Sarashina Eiji, Inomata Hiroshi, Nakanishi Hachiro. №03816457.0; Заявл. 04.08.2003; Оpubл. 08.02.2006; Приор. 27.03.2003, №2003086924(Япония). Англ.

Предлагается способ повышения содержания твердых частиц размером в несколько нано- или микрометров, которые далее легко отделяются мембранным методом отфильтровывания. Способ заключается в добавлении ионной жидкости. Жидкость не растворяется в дисперсионной среде, имеет температуру окружающей среды и добавляется в количестве, удовлетворяющем соотношению $a:b$ по крайней мере 0,05, где a - концентрация дисперсионной системы (мМ), b - количество жидкости в расчете на 10 мл системы (мМ).

38.МБ.215П. Описание неорганического полимера "Electret" в коллоидном состоянии и методы его изготовления и применений. Description of an inorganic polymer "Electret" in a colloidal state along with the method of generating and applications: Пат. 7015254 США, МПК С 01 В 33/143 (2006.01). Holcomb R. R.. №09/749243; Заявл. 26.12.2000; Оpubл. 21.03.2006; НПК 516/82. Англ.

Предложен способ получения силикатных полимеров системы "Electret" в коллоидном состоянии с зета-потенциалом между 33 и 50 мВ. Частицы такого полимера имеют положительный заряд во внутренней зоне частиц и

отрицательный заряд на наружной поверхности, что дает общий отрицательный заряд частицы. Метод позволяет получать такие частицы с контролируемыми параметрами по размерам, однородности, гидротации и структуре. Приведены различные способы их использования при получении ионообменных сорбентов и мембран с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

38.МБ.216П. Способ использования гидротермального теплоносителя: Пат. 2309119 Россия, МПК С 01 В 33/14 (2006.01). Потапов В. В., Горбач В. А., Кашпура В. Н., Антипин Л. М.. №2005137625/15; Заявл. 02.12.2005; Оpubл. 27.10.2007. Рус.

Патентуется способ использования жидкой фазы гидротермального теплоносителя, включающий старение гидротермального раствора, нуклеацию и полимеризацию ортокремниевой кислоты с образованием коллоидных частиц, кремнезема, ввод катионов металла и образование агрегатов частиц кремнезема, отличающийся тем, что катионы металлов вводят в количествах меньших критич. так, что отсутствует хлопьеобразование, и после ввода катионов металлов раствор фильтруют через мембранные фильтры с диаметром пор меньшим, чем размеры частиц кремнезема, с получением очищенного фильтрата и концентрата, который повторным фильтрованием переводят в водный гидрозоль кремнезема.

38.МБ.217П. Система мембранного реактора с внутрициркулирующим псевдооживленным слоем. Internally circulating fluidized bed membrane reactor system: Пат. 7141231 США, МПК С 01 В 3/24 (2006.01). Membrane Reactor Technologies Ltd, Grace John, Lim Choon Jim, Adris Alaa-Eldin M., Xie Donglai, Boyd David Anthony, Wolfs Warren MacKay, Brereton Clive M. H.. №10/637639; Заявл. 11.08.2003; Оpubл. 28.11.2006; НПК 423/652. Англ.

Патентуется способ производства H_2 газа из углеводородного газа (лучше CH_4 , природный газ) и водяного пара, характеризующийся высокой чистотой H_2 и теплообменом между зонами восстановления и окисления. Последнее достигается циркуляцией в объеме реактора соответствующего катализатора. Введение O_2 в виде воздушной смеси позволяет исключить отделение воздуха из входящего в реактор потока. Расположение мембраны по высоте слоя, в направлении перемещения реакционных газов, обеспечивает повышение эффективности отделения H_2 .

38.МБ.218П. Получение барьерных слоев. Method of forming a barrier. *United Kingdom, Bancroft John Lindley, Rolfe James:* Заявка 2428679 Великобритания, МПК С 08 F 26/04 (2006.01), В 01 J 13/14 (2006.01). Novel Polymer Solutions Ltd, United Kingdom, Bancroft John Lindley, Rolfe James. №0614888.6; Заявл. 27.07.2006; Оpubл. 07.02.2007; НПК С3V. Англ.

Барьерные слои над полярной и/или неполярной жидкими фазами получают полимеризацией мономеров, локализованных на границе раздела фаз и содержащих гидрофобные группы с получением мембран между фазами. Мономеры - предпочтительно диенильные четвертичные амины.

38.МБ.219П. Мембранный электродный блок для топливных элементов с полимерной мембраной. Membrane-electrode assembly for polymeric membrane fuel cell: Пат. 7144652 США, МПК H 01 М 4/86. Nuvera Fuel Cells Europe S. r. I. de Nora Electrodi S. p. A., Alberti Giulio, Casciola Mario, Ramunni Enrico, Jacobo Ruben Ornelas. №10/011458; Заявл. 22.10.2001; Оpubл. 05.12.2006: Приор. 14.11.2000, №MI2000A2443(Италия); НПК 429/41. Англ. Патентуется новый мембранный электродный блок для ТЭ с полимерным мембранным электролитом, находящемся в плотном контакте с газодиффузионным электродом. Эл.-хим. свойства электрода модифицированы за счет добавления гидрофильного компонента (напр., силикагеля), локализованного на поверхности раздела мембраны и электрода. Модифицированный электродный блок характеризуется высокой протонной проводимостью и высокой рабочей эффективностью даже при наличии небольшого количества СО или др. загрязнений, содержащихся в топливе. Установлено, что достаточно высокая проводимость протонообменной мембраны сохраняется в интервале рабочих температур 100÷160°C и при относит. влажности ниже 100% (иногда до 50%).

38.МБ.220П. Мембранно-электродный блок топливных элементов с полимерным электролитом и методы его изготовления. Membrane-electrode assembly for polymer electrolyte fuel cell, and process for its production: Пат. 7157176 США, МПК H 01 М 4/04. Asahi Glass Co., Ltd, Tanuma Toshihiro. №11/315016; Заявл. 23.12.2005; Оpubл. 02.01.2007: Приор. 24.06.2003, №2003-179783(Япония); НПК 429/42. Англ.

Патентуется процесс изготовления мембранно-электродного блока для ТЭ с полимерным электролитом, обеспечивающего высокую выходную мощность в течение длительного периода времени. В процессе изготовления электрода жидкость, содержащая ионообменный полимер и катализатор, состоящий из металлических частиц размером от 1 до 60 нм, покрывает газодиффузионный слой. Предварительная термообработка позволяет практически вдвое уменьшить количество кислотных функциональных групп на поверхности катализатора или углеродной подложки. Температура термообработки составляет от 150 до 500°C.

Предметный указатель

адсорбция

белки; мембраны; целлюлоза ацетаты, вторичные, наполненные; уголь, древесный, использование **38.МБ.50**
водород, ионы H^+ ; гидроксид-анион; стекло;
пористые материалы; мембраны **38.МБ.133**
мембраны, электропроводящие, получение, свойства; прядение, электро; волокна, шелк; углерод; нанотрубки **38.МБ.103**

азот

N_2 ; разделение; углерод диоксид; мембраны, композитные; дендримеры, полиамидаминовый; хитозаны **38.МБ.18**
мембраны; углерод, получение, свойства; целлюлоза, использование; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-, использование; проницаемость; водород; метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**
смеси; углерод; мембраны, получение, свойства;
пористые материалы, микро; газы определение;
углерод диоксид определение **38.МБ.100**

аккумуляторы электрические

свинцовые, отработанные; отходы, жидкие; десульфуризация; натрий гидроксид, растворы водные, применение; электродиализ; мембраны, биполярные, применение **38.МБ.183**

акрилонитрил

метакриловая кислота; сополимеры; мембраны; пористые материалы; полимеры, с молекулярными отпечатками; фазы; разделение; углерод диоксид, сжатый, жидкий **38.МБ.102**

алканы

олефины; мембраны полимерные, применение; дитиолен, функционализир., содержание; разделение **38.МБ.189**
смеси C_3 и C_4 ; пиролиз; катализаторы, никель на керамич. алюмосиликатах; углеродистые материалы, нановолокна, получение **38.МБ.39**

альгинат

натрий; мембраны, наполненные матричные; кремний диоксид, мезопористый содержащий алюминий; спирты; дегидратация; обзоры, библиограф. **38.МБ.129**

алюминий оксид

α -; волокна, полые; мембраны, сверхтонкие; покрытия, нанесение, химическое **38.МБ.23**
- гидротермальный процесс; электрофорез; мембраны, получение; цеолиты, типа NaA; носители; пористые материалы **38.МБ.41**
- мембраны; кремний диоксид, кремнезем; пористые материалы, мезопористые, темплатированные; полимеры; покрытия, нанесение, из тиксотропных зелей **38.МБ.97**
 $\alpha-Al_2O_3$; мембраны керамические; подложки; золи; спекание; проницаемость **38.МБ.31**
 γ -, подложки; цеолиты; мембраны; кристаллы,

гексагональные, регулируемые по ориентации; гели, мезоструктурированные **38.МБ.91**
мембраны, анодные термообработанные; упрощенный способ изготовления; структура-свойства взаимосвязь **38.МБ.15**
- получение; цеолиты, β -; носители; пористые материалы, трубчатые; гидротермальный процесс **38.МБ.119**
- свободно стоящая; получение; анодирование, двухслойное **38.МБ.17**
- пористые материалы; анионы, примеси; оксалаты **38.МБ.96**
носители; мембраны, перфузия, синтез, свойства; цеолиты, NaA; вакуум, использование **38.МБ.43**

алюмофосфаты

$Al_{100}P_{60}O_z$; мембраны; керамика; водород, выделение; водород, смеси; пропан **38.МБ.99**

анализаторы

электрохимические; кислород определение **38.МБ.154**
анионы
примеси; оксалаты; мембраны; пористые материалы; алюминий оксид **38.МБ.96**

анодирование

двухслойное; мембраны, свободно стоящая; алюминий оксид, получение **38.МБ.17**

армирующие материалы

влияние; мембраны катионообменные, Нафион, МФ-4СК; электропроводность; проницаемость, диффузионная; транспортные свойства; структурно-механические свойства **38.МБ.38**

аэрация

циклическая; мембраны, погружные, использование; реакторы, биологические; ил активный, смеси; разделение; мембраны, погружение, использование **38.МБ.181**

аэрогели

AlOON добавки, влияние; керамические изделия; цирконий диоксид, стабилизированный Y_2O_3 ; механические свойства **38.МБ.10**

барий купраты*иттрий-кальций-

перовскиты; иттрий-лантан-барий купраты; кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

барий купраты*иттрий-лантан-

иттрий-кальций-барий купраты; перовскиты; кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

барий-стронций-кобальт-железо оксиды

влияние температуры; перовскиты; прессование; мембраны; спекание, время, влияние **38.МБ.94**

белки

адсорбция; мембраны; целлюлоза ацетаты, вторичные, наполненные; уголь, древесный, использование **38.МБ.50**
выделение; молочная сыворотка;

- ультрафильтрация, применение **38.МБ.139**
- биологические жидкости анализ**
- биосенсоры, электрохимические; фильтры, мембранные, пористые; потенциостаты **38.МБ.212**
- биологические материалы**
- удаление; вода очистка; вода технология; осмос обратный, процесс BiosS-Treat®; мембраны, использование **38.МБ.80**
- биореакторы**
- клофибринная кислота, удаление; диклофенак, удаление; ибупрофен, удаление; кетопрофен, удаление; лекарственные вещества, удаление; сточные воды очистка, городские; мембраны, использование **38.МБ.9**
- биосенсоры**
- композиционные материалы; полимеры, использование; мембраны полимерные, гидрофильная, содержание **38.МБ.199**
- мембраны; полимеры; поверхности, структура; носители; микроскопия, силовая, динамическая **38.МБ.49**
- электрохимические; биологические жидкости анализ; фильтры, мембранные, пористые; потенциостаты **38.МБ.212**
- бутан**
- метан; разделение; мембраны, композитные; полимеры; цинк комплексы, приготовление **38.МБ.167**
- вакуум**
- использование; мембраны, перфузия, синтез, свойства; цеолиты, NaA; алюминий оксид, носители **38.МБ.43**
- взрывоопасность
- безопасные установки; кислород, обогащение; газы, смеси; мембраны, применение; пожароопасность **38.МБ.168**
- вирусы определение**
- нанофильтрация; лекарственные препараты, био; мембраны, использование; эндотоксины, бактериальные, удаление; хроматография ионообменная; хроматография аффинная; вода анализ **38.МБ.79**
- вода**
- глубокодеминерализованная, получение; вода технология **38.МБ.180**
- контроль качества; ультрафильтрация; мембраны, обрастание; вода технология **38.МБ.27**
- отделение; мембраны полимерные, использование; поливиниловый спирт, предварительно сшитый; сшивание, вторичное **38.МБ.198**
- переноса процесс; водные растворы; мембраны; нанофильтрация, влияние температуры **38.МБ.101**
- предочистка; коагуляция; фильтрация; мембраны, использование; вода технология **38.МБ.7**
- топливные элементы, водородный; реакторы, для превращения воды в газ; мембраны, селективная по диоксиду углерода; газы; углерод диоксид **38.МБ.14**
- этиловый спирт, смеси; пропиловый спирт; разделение, мембранное **38.МБ.108**
- вода анализ**
- нанофильтрация; лекарственные препараты, био; мембраны, использование; эндотоксины, бактериальные, удаление; хроматография ионообменная; хроматография аффинная; вирусы определение **38.МБ.79**
- вода очистка**
- биологические материалы, удаление; вода технология; осмос обратный, процесс BiosS-Treat®; мембраны, использование **38.МБ.80**
- доочистка, в современных зданиях; водопроводы; вода технология; мембраны, использование **38.МБ.131**
- предочистка, станции; мембраны, использование; ультрафильтрация; вода технология **38.МБ.132**
- технические решения, обоснование; водотоки и водоемы, Теченский каскад водоемов **38.МБ.26**
- вода питьевая**
- вода технология; ультрафильтрация **38.МБ.82**
- подготовка; ультрафильтрация, установки, использование, продолжительное; вода технология **38.МБ.83**
- получение; вода технология, способ, устройство **38.МБ.163**
- водопроводы, Рублевская станция; вода технология **38.МБ.8**
- вода технология**
- вода очистка, доочистка, в современных зданиях; водопроводы; мембраны, использование **38.МБ.131**
- предочистка, станции; мембраны, использование; ультрафильтрация **38.МБ.132**
- биологические материалы, удаление; осмос обратный, процесс BiosS-Treat®; мембраны, использование **38.МБ.80**
- вода питьевая, получение; водопроводы, Рублевская станция **38.МБ.8**
- ультрафильтрация **38.МБ.82**
- вода, глубокодеминерализованная, получение **38.МБ.180**
- жесткость, удаление **38.МБ.128**
- коагуляция; вода, предочистка; фильтрация; мембраны, использование **38.МБ.7**
- мембраны, использование, способ, устройство **38.МБ.178**
- очистка; осмос обратный; обессоливание **38.МБ.193**
- состояние, определение, способ, устройство **38.МБ.194**
- обеззараживание; мембраны; электролиз, установки **38.МБ.121, 38.МБ.61**
- обессоливание; осмос обратный; осадки, предотвращение; мембраны; поверхности; электрическое поле, воздействие **38.МБ.162**
- опреснение; дистилляция; испарение; мембраны полимерные **38.МБ.37**
- способ, устройство; вода питьевая, получение **38.МБ.163**
- восстановление; перхлораты **38.МБ.179**
- ультрафильтрация, установки, использование, продолжительное; вода питьевая, подготовка **38.МБ.83**
- водоснабжение **38.МБ.130**

- мембраны, обрастание; вода; контроль качества **38.МБ.27**

- осмос обратный; мембраны, использование;

обессоливание **38.МБ.6**

фармацевтическая промышленность, электродеионизаторы, конструкция, характеристики **38.МБ.177**

водные растворы

переноса процесс; вода; мембраны; нанофильтрация, влияние температуры **38.МБ.101**

водопроводы

вода очистка, доочистка, в современных зданиях; вода технология; мембраны, использование **38.МБ.131**

Рублевская станция; вода питьевая, получение; вода технология **38.МБ.8**

станции; ультрафильтрация;

нанофильтрация; мембраны, использование **38.МБ.84**

водород

выделение; алюмофосфаты, $Al_{100}P_{60}O_2$; мембраны; керамика; водород, смеси; пропан **38.МБ.99**

для топливных элементов получение; риформинг, паровой окислительный; метиловый спирт;

катализаторы, $Cu/ClO_2/Al_2O_3$ **38.МБ.77**

ионизация; импеданс электрохимический; электроды, углеродный; мембраны ионообменные, МФ-4СК-

101; платина; катализаторы **38.МБ.113**

ионные пучки; установка PERMEX;

мембраны, обработка ПВ **38.МБ.140**

ионы H^+ ; адсорбция; гидроксид-анион; стекло;

пористые материалы; мембраны **38.МБ.133**

мембранная технология; обзоры, библиография **38.МБ.1**

мембраны; углерод, получение, свойства; целлюлоза, использование; гидролиз; уксусная кислота,

трифтор-, использование; проницаемость; азот;

метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**

производство; отходы, ТБО, переработка плазменная; мембранная технология **38.МБ.65**

проницаемость; мембраны, неоднородные

по толщине **38.МБ.136**

смеси; пропан; алюмофосфаты, $Al_{100}P_{60}O_2$; мембраны; керамика; водород, выделение **38.МБ.99**

способ получения; реакторы, мембранные;

псевдооживленный слой **38.МБ.217**

электровыделение; диффузия, твердофазная,

соотношение скоростей; поляризация; мембраны;

растворы, спиртовые; кислотность **38.МБ.107**

водоснабжение

ультрафильтрация; вода технология **38.МБ.130**

водотоки и водоемы

Теченский каскад водоемов; вода очистка,

технические решения, обоснование **38.МБ.26**

воздух разделение

мембраны, углеродные нанопористые **38.МБ.66**

применение; мембраны, керамич., плотные;

стронций-, железо-кобальт оксиды, $SrFeCo_{0,5}O_x$; кислород; проницаемость; метан, конверсия, реакторы **38.МБ.30**

волокна

нано-, никелевые; покрытия нанесение;

полиэлектролиты; гидрофобность **38.МБ.21**

нано; модифицирование; прядение, электро;

поликапролактон; мембраны, ультратонкие **38.МБ.76**

органические; метан, трифенил-,

производные; гели, органический **38.МБ.187**

полые; алюминий оксид, α -; мембраны, сверхтонкие;

покрытия, нанесение, химическое **38.МБ.23**

- мембраны; газы; разделение; полимеры,

использование **38.МБ.55**

- поливинилиденфторид; мембраны, получение **38.МБ.209**

шелк; мембраны, электропроводящие, получение, свойства;

прядение, электро; углерод; нанотрубки; адсорбция **38.МБ.103**

вольфрам оксиды

оценка ex situ; носители; топливные элементы;

мембраны, протонообменная; катализаторы **38.МБ.11**

вольфрамовая кислота*фосфо-

фосфо-молибденовая кислота; мембраны, смешанные;

структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства;

кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**

восстановление

перхлораты; вода технология, способ, устройство **38.МБ.179**

выпаривание

растворители; мембраны полимерные, получение,

применение; поливиниловый спирт; сшивание;

сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из

раствора; упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**

газопроницаемость

полисилоксаны; полимерные сетки взаимопроницающие;

мембраны полимерные, частично пиролизированные;

термические свойства **38.МБ.89**

газы

диффузия; мембраны полимерные, влияние

фрактальности структуры **38.МБ.36**

- мембраны, углеродные; триметилсилильная

группа, влияние **38.МБ.33**

разделение; мембраны полимерные **38.МБ.170**

- мембраны, использование; газы очистка, глубокая **38.МБ.145**

-- волокна, полые; полимеры, использование **38.МБ.55**

смеси; кислород, обогащение; мембраны,

применение; пожароопасность;

взрывоопасность, безопасные установки **38.МБ.168**

топливные элементы, водородный; реакторы, для

превращения воды в газ; мембраны, селективная по

диоксиду углерода; вода; углерод диоксид **38.МБ.14**

- улучшение; разделение; мембраны полимерные;
полиимиды, структура, свойства, изучение;
модифицирование, направленное, способы **38.МБ.141**
- газы определение**
углерод; мембраны, получение, свойства; пористые материалы,
микро; углерод диоксид определение; азот, смеси **38.МБ.100**
- газы очистка**
глубокая; разделение; газы;
мембраны, использование **38.МБ.145**
технология; учебная литература **38.МБ.153**
- гели**
мезоструктурированные; цеолиты; мембраны;
кристаллы, гексагональные, регулируемые по
ориентации; алюминий оксид, γ -, подложки **38.МБ.91**
органический; метан, трифенил-,
производные; волокна, органические **38.МБ.187**
полимеры; подложки; мембраны; нагревание **38.МБ.207**
- гидрогели**
поливиниловый спирт, нанесение; поверхности,
заготовок из ПВХ, сшитые; мембраны полимерные,
ультрафильтрац. гидрофильные изготовление;
проницаемость, высокая **38.МБ.124**
- гидродинамика**
поры, закупоривание; мембраны,
полупроницаемые; моделирование математическое **38.МБ.143**
- гидроксид-анион**
адсорбция; водород, ионы H^+ ; стекло;
пористые материалы; мембраны **38.МБ.133**
- гидролиз**
масла растительные, пальмовое; оливковое масло;
ферменты, липаза иммобилизованная; реакторы,
мембранного типа, с полыми волокнами **38.МБ.24**
уксусная кислота, трифтор-, использование;
мембраны; углерод, получение, свойства;
целлюлоза, использование; проницаемость; азот;
водород; метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**
- гидротермальный процесс**
мембраны, получение; цеолиты, β -; носители; пористые
материалы, трубчатые; алюминий оксид **38.МБ.119**
электрофорез; мембраны, получение; цеолиты, типа NaA;
носители; пористые материалы; алюминий оксид, α - **38.МБ.41**
- гидрофобность**
волокна, нано-, никелевые; покрытия
нанесение; полиэлектролиты **38.МБ.21**
- глицериды**
растительных масел; карбоновые кислоты,
эферы; растворители, орг.; мембраны;
катализаторы, взаимодействие каталитич. **38.МБ.135**
- глицерин**
жирные кислоты; эфиры сложные,
алкиловые, способ получения **38.МБ.197**
- глицин**
соли, растворы; мембраны, электро, MA-100 и MA-41;
хронопотенциометрия; глутаминовая
кислота, растворы **38.МБ.126**
- глутаминовая кислота**
растворы; мембраны, электро, MA-100 и MA-41;
хронопотенциометрия; глицин, соли, растворы **38.МБ.126**
гравиметрия
мембраны; поверхности, внутренние; кремний;
пористые материалы, макро **38.МБ.72**
- дегидратация**
спирты; натрий; альгинат; мембраны, наполненные
матричные; кремний диоксид, мезопористый содержащий
алюминий; обзоры, библиограф. **38.МБ.129**
- дегидрирование**
пропан; мембраны, молибден-керамические,
каталитические свойства **38.МБ.147**
- деградация**
мембранно-электродная сборка, устранение причины;
катализаторы, слой, контроль геометрии **38.МБ.196**
- дендримеры**
полиамидоаминовый; разделение; углерод диоксид; азот,
 N_2 ; мембраны, композитные; хитозаны **38.МБ.18**
- десульфуризация**
отходы, жидкие; аккумуляторы электрические,
свинцовые, отработанные; натрий гидроксид,
растворы водные, применение; электродиализ;
мембраны, биполярные, применение **38.МБ.183**
- диализ**
разделение; соли, минеральные; этиленгликоль;
мембраны; ионный обмен **38.МБ.73**
- диклофенак**
удаление; ибупрофен, удаление; кетопрофен, удаление;
биореакторы; клофибринная кислота, удаление;
лекарственные вещества, удаление; сточные воды очистка,
городские; мембраны, использование **38.МБ.9**
- дисперсии**
водные; лигнин, сульфатный; частицы, размер, влияние
pH; фильтрация; мембраны, трековые **38.МБ.106**
- дисперсные системы**
наночастицы; концентрирование,
мембранный метод **38.МБ.214**
- дистилляция**
вода технология; опреснение; испарение;
мембраны полимерные **38.МБ.37**
обессоливание; мембраны; масштабирование;
моделирование математическое **38.МБ.112**
- дйтиолен**
функционализир., содержание; мембраны полимерные,

применение; разделение; олефины; алканы **38.МБ.189**

диффузия

газы; мембраны полимерные, влияние

фрактальности структуры **38.МБ.36**

- мембраны, углеродные;

триметилсилильная группа, влияние **38.МБ.33**

испарение; мембраны полимерные, использование **38.МБ.2**

коэффициент; полимеры; мембраны,

селективность; моделирование математическое,

фрактальная модель **38.МБ.75**

мембраны, композиционные проницаемые для

водорода; оксиды, барьеры **38.МБ.12**

твёрдофазная; соотношение скоростей;

электровыделение; водород; поляризация; мембраны;

растворы, спиртовые; кислотность **38.МБ.107**

ДНК

бактериальные; мембраны полимерные,

фильтрующие **38.МБ.205**

дозаторы

объёмные; жидкости **38.МБ.161**

железо оксиды*барий-стронций-кобальт-

влияние температуры; перовскиты; прессование;

мембраны; спекание, время, влияние **38.МБ.94**

железо оксиды*лантан-стронций-кобальт-

перовскиты; мембраны, получение,

свойства; керамика, носители **38.МБ.92**

железо сульфаты

водные растворы, концентрация и температура,

влияние; сорбционная способность; осмос

обратный; мембраны **38.МБ.51**

железо-кобальт оксиды*стронций-, -

$\text{SrFeCo}_{0,5}\text{O}_x$; мембраны, керамич., плотные;

кислород; проницаемость; метан, конверсия,

реакторы; воздух разделение, применение **38.МБ.30**

жесткость

удаление; вода технология **38.МБ.128**

жидкости

дозаторы, объёмные **38.МБ.161**

фильтрование; сточные воды очистка,

способ, устройство **38.МБ.182**

жирные кислоты

глицерин; эфиры сложные, алкиловые,

способ получения **38.МБ.197**

закваски

сбраживание; соевое молоко; йогурт,

получение, способ; кисломолочные продукты;

напитки, получение, способ, смеси **38.МБ.200**

золи

мембраны керамические; подложки; алюминий

оксид, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$; спекание; проницаемость **38.МБ.31**

золь-гель процесс

мембраны керамические, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$;

пористость, нано- **38.МБ.122**

мембраны, композиционные;

кремний диоксид, наполнители **38.МБ.146**

полисиланы; композиционные материалы,

получение, применение **38.МБ.144**

стекла, системы Si-Ti-O-C; пористость; мембраны **38.МБ.32**

золь-гель технология

мембраны, получение, свойства;

композиционные материалы; кремний диоксид;

цирконий диоксид; поверхности; морфология **38.МБ.53**

--- осаждение, химическое, из паровой

фазы, ртутная интрузия **38.МБ.95**

- пористые материалы, микро; кремний диоксид;

цирконий диоксид, получение, свойства; органические

соединения, водные растворы, перфузия;

проницаемость; разделение **38.МБ.114**

ибупрофен

удаление; кетопрофен, удаление; биореакторы;

клофибриновая кислота, удаление; диклофенак, удаление;

лекарственные вещества, удаление; сточные воды очистка,

городские; мембраны, использование **38.МБ.9**

ил активный

возраст, влияние; мембраны,

обрастание; реакторы, био **38.МБ.64**

использование; ПАВ, удаление; сточные воды очистка;

реакторы, био; мембраны, использование **38.МБ.62**

- сточные воды очистка,

в комбинированном процессе; реакторы, био **38.МБ.164**

смеси; разделение; мембраны, погружные, использование;

аэрация, циклическая; реакторы, биологические;

мембраны, погружение, использование **38.МБ.181**

-- сточные воды очистка, способ,

устройство; мембраны **38.МБ.165**

импеданс электрохимический

ионизация; водород; электроды, углеродный;

мембраны ионообменные, МФ-4СК-101;

платина; катализаторы **38.МБ.113**

йогурт

получение, способ; соевое молоко; закваски,

сбраживание; кисломолочные продукты;

напитки, получение, способ, смеси **38.МБ.200**

ионизация

водород; импеданс электрохимический;

электроды, углеродный; мембраны ионообменные,

МФ-4СК-101; платина; катализаторы **38.МБ.113**

ионные пучки

водород; установка PERMEX;

мембраны, обработка ПВ **38.МБ.140**

ионный обмен

мембраны; разделение; соли,

минеральные; этиленгликоль; диализ **38.МБ.73**

испарение

вода технология; опреснение;

дистилляция; мембраны полимерные **38.МБ.37**

диффузия; мембраны полимерные, использование **38.МБ.2**

мембраны; фотогравирование, в УФ-свете; массоперенос;

полимеризация; теплоперенос; проницаемость, с учетом удерживания; моделирование математическое **38.МБ.54**

иттрий-кальций-барий купраты

перовскиты; иттрий-лантан-барий купраты;

кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

иттрий-лантан-барий купраты

иттрий-кальций-барий купраты; перовскиты;

кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

кальций-барий купраты*иттрий-

перовскиты; иттрий-лантан-барий купраты;

кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

карбоновые кислоты

эферы; глицериды, растительных масел;

растворители, орг.; мембраны; катализаторы,

взаимодействие каталитич. **38.МБ.135**

катализаторы

Cu/ClO₂/Al₂O₃; риформинг, паровой

окислительный; метиловый спирт; водород,

для топливных элементов получение **38.МБ.77**

Ni_x/Ca_ySr_{1-y}TiO₃, содержащие Ru, Pt или Rh; метан;

окисление, частичное; мембраны керамические **38.МБ.171**

мембраны; взаимодействие каталитич.;

карбоновые кислоты, эферы; глицериды,

растительных масел; растворители, орг. **38.МБ.135**

никель на керамич. алюмосиликатах;

пиролиз; алканы, смеси C₃ и C₄; углеродистые

материалы, нановолокна, получение **38.МБ.39**

платина; импеданс электрохимический;

ионизация; водород; электроды, углеродный; мембраны

ионообменные, МФ-4СК-101 **38.МБ.113**

слой; контроль геометрии; деградация, мембранно-

электродная сборка, устранение причины **38.МБ.196**

топливные элементы; мембраны, протонообменная;

носители; вольфрам оксиды, оценка ex situ **38.МБ.11**

катиониты

сульфо, MSC-H и Purolite CT-275;

электропроводность, протонная; мембраны **38.МБ.74**

каучук бутадиенстирольный

мембраны полимерные, пористые, смеси; каучуки

натуральные; структура-свойства взаимосвязь **38.МБ.71**

каучуки натуральные

мембраны полимерные, пористые, смеси;

каучук бутадиенстирольный; структура-

свойства взаимосвязь **38.МБ.71**

керамика

алюмофосфаты, Al₁₀₀P₆₀O₂; мембраны; водород,

выделение; водород, смеси; пропан **38.МБ.99**

использование; мембраны; сточные воды

очистка; масла, удаление; микрофильтрация **38.МБ.85**

носители; перовскиты; мембраны, получение, свойства;

лантан-стронций-кобальт-железо оксиды **38.МБ.92**

керамические изделия

цирконий диоксид, стабилизированный Y₂O₃; механические

свойства; аэрогели, AlOON добавки, влияние **38.МБ.10**

керамические материалы

синтез; комбинаторная химия **38.МБ.203**

кетопрофен

удаление; биореакторы; клофибринновая

кислота, удаление; диклофенак, удаление; ибупрофен,

удаление; лекарственные вещества, удаление; сточные воды

очистка, городские; мембраны, использование **38.МБ.9**

кизельгур

применение; пиво, производство,

очистка; фильтрация; мембраны **38.МБ.110**

кинетика

композиционные материалы; наночастицы,

структура, свойства; мембраны, перфторированные, МФ-ЧСК;

полианилины; транспортные свойства, электро **38.МБ.157**

кисломолочные продукты

напитки, получение, способ; смеси; соевое молоко;

закваски, сквашивание; йогурт, получение, способ **38.МБ.200**

кислород

мембраны; углерод, получение, свойства;

целлюлоза, использование; гидролиз; уксусная

кислота, трифтор-, использование; проницаемость;

азот; водород; метан; углерод диоксид **38.МБ.22**

обогащение; газы, смеси; мембраны,

применение; пожароопасность; взрывоопасность,

безопасные установки **38.МБ.168**

проницаемость; мембраны полимерные, сетчатые;

полиэтиленгликоль, сегменты; полисилоксаны,

диметил-; сшивание; сшивающие агенты; силоксаны,

производные; мембраны, амфифильные, получение,

использование; линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**

- мембраны, керамич., плотные; стронций-, -железо-

кобальт оксиды, SrFeCo_{0,5}O_x; метан, конверсия,

реакторы; воздух разделение, применение **38.МБ.30**

-- перовскиты; иттрий-лантан-барий купраты;

иттрий-кальций-барий купраты **38.МБ.118**

кислород определение

анализаторы, электрохимические **38.МБ.154**

кислотность

электровыделение; водород; диффузия,
твердофазная, соотношение скоростей; поляризации; мембраны; растворы, спиртовые **38.МБ.107**

клофибриновая кислота
удаление; диклофенак, удаление; ибупрофен, удаление; кетопрофен, удаление; биореакторы; лекарственные вещества, удаление; сточные воды очистка, городские; мембраны, использование **38.МБ.9**

коагуляция
вода, предочистка; фильтрация; мембраны, использование; вода технология **38.МБ.7**

кобальт оксиды*стронций-, -железо-
 $SrFeCo_{0,5}O_x$; мембраны, керамич., плотные; кислород; проницаемость; метан, конверсия, реакторы; воздух разделение, применение **38.МБ.30**

кобальт-железо оксиды*барий-стронций-
влияние температуры; перовскиты; прессование; мембраны; спекание, время, влияние **38.МБ.94**

кобальт-железо оксиды*лантан-стронций-
перовскиты; мембраны, получение, свойства; керамика, носители **38.МБ.92**

коллоиды
металлы, формы нахождения; металлы комплексы; мембраны, жидкие; потенциометрия, хроно-, инверсионная **38.МБ.115**
образование; теплоносители, гидротермальные, способ использования; кремний диоксид **38.МБ.216**
полимеры, неорганические, силикатные, «Electret» **38.МБ.215**

комбинаторная химия
керамические материалы, синтез **38.МБ.203**

композиционные материалы
мембраны, получение, свойства; кремний диоксид; цирконий диоксид; золь-гель технология; поверхности; морфология **38.МБ.53**
- характеристики; уравнение Нернста-Планка; нанофильтрация **38.МБ.60**
наночастицы, структура, свойства; мембраны, перфторированные, МФ-ЧСК; полианилины; транспортные свойства, электро; кинетика **38.МБ.157**
полимеры, использование; мембраны полимерные, гидрофильная, содержание; биосенсоры **38.МБ.199**
получение, применение; полисиланы; золь-гель процесс **38.МБ.144**

контроль качества
вода; ультрафильтрация; мембраны, обрастание; вода технология **38.МБ.27**

концентрирование
мембранный метод; наночастицы; дисперсные системы **38.МБ.214**
мембраны; пищевые продукты, переработка; мембранная техника, с отводом диффузионного

слоя, конструкция, упрощение **38.МБ.149**

кремний
мембраны; пористые материалы, макро; травление, сквозное; поры, размер, регулирование **38.МБ.40**
пористые материалы, макро; мембраны; поверхности, внутренние; гравиметрия **38.МБ.72**

кремний диоксид
кремнезем; мембраны; пористые материалы, мезопористые, темплатированные; алюминий оксид, α -; полимеры; покрытия, нанесение, из тиксотропных золей **38.МБ.97**
мезопористый содержащий алюминий; натрий; альгинат; мембраны, наполненные матричные; спирты; дегидратация; обзоры, библиография **38.МБ.129**
мембраны, получение, свойства; композиционные материалы; цирконий диоксид; золь-гель технология; поверхности; морфология **38.МБ.53**
наполнители; мембраны, композиционные; золь-гель процесс **38.МБ.146**
стекло; структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства; мембраны, смешанные; фосфо-вольфрамовая кислота; фосфо-молибденовая кислота; топливные элементы **38.МБ.13**
теплоносители, гидротермальные, способ использования; коллоиды, образование **38.МБ.216**
цирконий диоксид, получение, свойства; мембраны; пористые материалы, микро; золь-гель технология; органические соединения, водные растворы, перфузия; проницаемость; разделение **38.МБ.114**

кристаллы
гексагональные, регулируемые по ориентации; цеолиты; мембраны; гели, мезоструктурированные; алюминий оксид, γ -, подложки **38.МБ.91**

купраты*иттрий-кальций-барий
перовскиты; иттрий-лантан-барий купраты; кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

купраты*иттрий-лантан-барий
иттрий-кальций-барий купраты; перовскиты; кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

лантан-барий купраты*иттрий-
иттрий-кальций-барий купраты; перовскиты; кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**

лантан-стронций-кобальт-железо оксиды
перовскиты; мембраны, получение, свойства; керамика, носители **38.МБ.92**

лекарственные вещества
удаление; сточные воды очистка, городские; мембраны, использование; биореакторы; клофибриновая кислота, удаление; диклофенак, удаление; ибупрофен, удаление; кетопрофен, удаление **38.МБ.9**

лекарственные препараты

- био; нанофильтрация; мембраны, использование; эндотоксины, бактериальные, удаление; хроматография ионообменная; хроматография аффинная; вирусы определение; вода анализ **38.МБ.79**
- ленты липкие**
двухсторонняя, наклеенная с одной стороны; мембраны, газопроницаемая, получение, способ, использования; электронные приборы, защита от пыли **38.МБ.173**
- лиганды**
фотохромные, амфифильные, использование; мембраны, структуры ультратонкие **38.МБ.137**
- лигнин**
сульфатный; дисперсии, водные; частицы, размер, влияние pH; фильтрация; мембраны, трековые **38.МБ.106**
- лимонная кислота**
пищ., производство; сырье, чистое, использование; растворы, ферментир., очистка; мембранная технология; экология, состояние, улучшение **38.МБ.127**
- линзы**
контактные, изготовление; мембраны полимерные, сетчатые; полиэтиленгликоль, сегменты; полисилоксаны, диметил-;сшивание;сшивающие агенты; силоксаны,производные;мембраны,амфифильные, получение, использование;проницаемость;кислород **38.МБ.69**
- липиды**
мембраны; полимеры, водорастворимые **38.МБ.156**
- масла**
каноловое; этерификация; реакторы, мембранный; метиловый спирт; топливо, биодизельное, производство **38.МБ.56**
моторное отработавшее, очистка; разделение, баромембранное; мембраны, металлокерамические **38.МБ.109**
пальмовое, производство; осмос обратный; растворы, многокомпонентные; сточные воды, обработка **38.МБ.59**
удаление; сточные воды очистка; мембраны; керамика, использование; микрофильтрация **38.МБ.85**
-- органические соединения, удаление **38.МБ.166**
- масла растительные**
пальмовое; гидролиз; оливковое масло; ферменты, липаза иммобилизованная; реакторы, мембранного типа, с полыми волокнами **38.МБ.24**
- массоперенос**
мембраны; фотогравирование, в УФ-свете; полимеризация; теплоперенос; испарение; проницаемость, с учетом удерживания; моделирование математическое **38.МБ.54**
- масштабирование**
дистилляция; обессоливание; мембраны; моделирование математическое **38.МБ.112**
- медицина**
фармакология; мембраны; полимеры, применение; обзоры, библиографические **38.МБ.19**
- мембранная техника**
с отводом диффузионного слоя, конструкция, упрощение; пищевые продукты, переработка; концентрирование; мембраны **38.МБ.149**
- мембранная технология**
водород, производство; отходы, ТБО, переработка плазменная **38.МБ.65**
- обзоры, библиографические **38.МБ.1**
медленное освоение, причины; спиртовое производство **38.МБ.58**
сырье, чистое, использование; растворы, ферментир., очистка; лимонная кислота, пищ., производство; экология, состояние, улучшение **38.МБ.127**
- мембраны**
MFI, изготовление, сверхбыстрое; облучение; микроволны; озон, обработка; прокаливание **38.МБ.98**
адсорбция; белки; целлюлоза ацетаты, вторичные, наполненные; уголь, древесный, использование **38.МБ.50**
амфифильные, получение, использование; мембраны полимерные, сетчатые; полиэтиленгликоль, сегменты; полисилоксаны, диметил-; сшивание; сшивающие агенты; силоксаны, производные; проницаемость; кислород; линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**
анодные термообработанные; алюминий оксид; упрощенный способ изготовления; структура-свойства взаимосвязь **38.МБ.15**
асимметричная биполярная; электро-мембранный процесс; электродиализ **38.МБ.16**
биполярные, применение; отходы, жидкие; аккумуляторы электрические, свинцовые, отработанные; десульфуризация; натрий гидроксид, растворы водные, применение;электродиализ **38.МБ.183**
волокна, полые; газы; разделение; полимеры, использование **38.МБ.55**
газопроницаемая, получение, способ, использования; ленты липкие, двухсторонняя, наклеенная с одной стороны; электронные приборы, защита от пыли **38.МБ.173**
гели; полимеры, подложки; нагревание **38.МБ.207**
дистилляция; обессоливание; масштабирование; моделирование математическое **38.МБ.112**
жидкие; металлы, формы нахождения; металлы комплексы; коллоиды; потенциометрия, хроно-, инверсионная **38.МБ.115**
- транспорт, нестабильный; металлы, ионы; моделирование математическое **38.МБ.78**
засорение; нанофильтрация; ПАВ **38.МБ.44**
ионный обмен; разделение; соли, минеральные; этиленгликоль; диализ **38.МБ.73**
использование; вода очистка, доочистка, в современных зданиях; водопроводы; вода технология **38.МБ.131**

-- предочистка, станции; ультрафильтрация;
 вода технология **38.МБ.132**
 -- биологические материалы, удаление; вода технология;
 осмос обратный, процесс BiosS-Treat® **38.МБ.80**
 - вода технология; ультрафильтрация; осмос
 обратный; обессоливание **38.МБ.6**
 - коагуляция; вода, предочистка;
 фильтрация; вода технология **38.МБ.7**
 - лекарственные вещества, удаление; сточные воды
 очистка, городские; биореакторы; клофибриновая
 кислота, удаление; диклофенак, удаление;
 ибупрофен, удаление; кетопрофен, удаление **38.МБ.9**
 - ПАВ, удаление; сточные воды очистка; ил активный,
 использование; реакторы, био **38.МБ.62**
 - разделение; газы; газы очистка, глубокая **38.МБ.145**
 - сепараторы; разделение **38.МБ.192**
 - способ, устройство; вода технология **38.МБ.178**
 - ультрафильтрация; нанофильтрация;
 водопроводы, станции **38.МБ.84**
 - фильтрация **38.МБ.191**
 - эндотоксины, бактериальные, удаление;
 нанофильтрация; лекарственные препараты, био;
 хроматография ионообменная; хроматография аффинная;
 вирусы определение; вода анализ **38.МБ.79**
 каскад; нанофильтрация; растворители **38.МБ.35**
 катализаторы; взаимодействие каталитич.;
 карбоновые кислоты, эфиры; глицериды,
 растительных масел; растворители, орг. **38.МБ.135**
 керамика, использование; сточные воды очистка;
 масла, удаление; микрофильтрация **38.МБ.85**
 - алюмофосфаты, $Al_{100}P_{60}O_z$; водород, выделение;
 водород, смеси; пропан **38.МБ.99**
 керамич., плотные; стронций-, -железо-кобальт оксиды,
 $SrFeCo_{0.5}O_x$; кислород; проницаемость; метан, конверсия,
 реакторы; воздух разделение, применение **38.МБ.30**
 кислород; проницаемость; перовскиты; иттрий-лантан-барий
 купраты; иттрий-кальций-барий купраты **38.МБ.118**
 композитные; полимеры; цинк комплексы,
 приготовление; разделение; бутан; метан **38.МБ.167**
 - разделение; углерод диоксид; азот, N_2 ;
 дендримеры, полиамидаминоновый; хитозаны **38.МБ.18**
 композиционные проницаемые для водорода;
 диффузия; оксиды, барьеры **38.МБ.12**
 композиционные; кремний диоксид,
 наполнители; золь-гель процесс **38.МБ.146**
 концентрирование; пищевые продукты,
 переработка; мембранная техника, с отводом
 диффузионного слоя, конструкция, упрощение **38.МБ.149**
 кремний диоксид, кремнезем; пористые материалы,
 мезопористые, темплатированные; алюминий

оксид, α -; полимеры; покрытия,
 нанесение, из тиксотропных зелей **38.МБ.97**
 липиды; полимеры, водорастворимые **38.МБ.156**
 металлокерамические; разделение, баромембранное;
 масла, моторное отработавшее, очистка **38.МБ.109**
 металлооксидные, газопроницаемые;
 сенсоры, оптические **38.МБ.211**
 многослойные, получение, свойства; хитозаны **38.МБ.88**
 - состав; сероводород; разложение **38.МБ.204**
 - термодинамика; наноструктуры; наночастицы **38.МБ.134**
 молибден-керамические, каталитические свойства;
 дегидрирование; пропан **38.МБ.147**
 нано, гигантские, изготовление **38.МБ.46**
 нанокompозитные, получение; пленки, сульфокатионные;
 смолы меламино-формальдегидные; полианилины,
 добавление в матрицу; физико-химические свойства,
 полимерные нанокompозиции **38.МБ.142**
 наполненные матричные; натрий; альгинат; кремний
 диоксид, мезопористый содержащий алюминий;
 спирты; дегидратация; обзоры, библиограф. 39 **38.МБ.129**
 неоднородные по толщине; водород;
 проницаемость **38.МБ.136**
 неорганические: получение, свойства; пленки,
 съемные, сверхтонкие; тантал оксиды **38.МБ.42**
 обеззараживание; вода технология; электролиз,
 установки **38.МБ.121, 38.МБ.61**
 обработка ПВ; ионные пучки; водород,
 установка PERMEX **38.МБ.140**
 обрастание; ил активный, возраст, влияние;
 реакторы, био **38.МБ.64**
 - органические соединения, природные, фракции,
 влияние; ультрафильтрация **38.МБ.81**
 - ультрафильтрация; вода; контроль
 качества; вода технология **38.МБ.27**
 осмос обратный; сорбционная способность;
 железо сульфаты, водные растворы, концентрация
 и температура, влияние **38.МБ.51**
 очистка; осмос обратный; вода технология;
 обессоливание **38.МБ.193**
 переноса процесс; вода; водные растворы;
 нанофильтрация, влияние температуры **38.МБ.101**
 перфторированные, МФ-ЧСК; композиционные материалы;
 наночастицы, структура, свойства; полианилины;
 транспортные свойства, электро; кинетика **38.МБ.157**
 перфузия, синтез, свойства; цеолиты, NaA; алюминий
 оксид, носители; вакуум, использование **38.МБ.43**
 пленки, тонкие; стронций цераты, легированные; полимеры,
 прекурсоры, использование; микроструктура **38.МБ.93**
 поверхности, внутренние; кремний; пористые
 материалы, макро; гравиметрия **38.МБ.72**

- обессоливание; вода технология; осмос обратный; осадки, предотвращение; электрическое поле, воздействие **38.МБ.162**
- погружение, использование; мембраны, погружные, использование; аэрация, циклическая; реакторы, биологические; ил активный, смеси; разделение **38.МБ.181**
- погружные, использование; аэрация, циклическая; реакторы, биологические; ил активный, смеси; разделение; мембраны, погружение, использование **38.МБ.181**
- полиамиды, Drgal DK; наночистота; электролиты, тип, влияние, влияние pH **38.МБ.111**
- поликарбонаты, цилиндрические наноканалы, с ионными треками; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое **38.МБ.47**
- полимеры, применение; медицина; фармакология; обзоры, биол. 44 **38.МБ.19**
- поверхности, структура; биосенсоры; носители; микроскопия, силовая, динамическая **38.МБ.49**
- половолоконные ассиметричные; связующие вещества; полифталазинонэфирсульфокетоны; покрытия нанесение; поливинилпирролидон, использование; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; разделение; пропилен; пропан **38.МБ.117**
- полупроницаемые; осаждение, неравномерное; частицы; поверхности, внешние и внутренние **38.МБ.158**
- поры, закупоривание; моделирование математическое; гидродинамика **38.МБ.143**
- получение, применение; цеолиты; наночастицы; цеолиты; обзоры **38.МБ.4**
- свойства; золь-гель технология; осаждение, химическое, из паровой фазы, ртутная интрузия **38.МБ.95**
- композиционные материалы; кремний диоксид; цирконий диоксид; золь-гель технология; поверхности; морфология **38.МБ.53**
- лантан-стронций-кобальт-железо оксиды; перовскиты; керамика, носители **38.МБ.92**
- полисульфоны; полиэфирэфиркетон; смеси; ультрафильтрация **38.МБ.90**
- углерод; пористые материалы, микро; газы определение; углерод диоксид определение; азот, смеси **38.МБ.100**
- волокна, полые; поливинилиденфторид **38.МБ.209**
- гидротермальный процесс; электрофорез; цеолиты, типа NaA; носители; пористые материалы; алюминий оксид, α - **38.МБ.41**
- цеолиты, β -; носители; пористые материалы, трубчатые; алюминий оксид; гидротермальный процесс **38.МБ.119**
- полые полимерные волокна, применение, изготовление, способы, текучие среды, обработка **38.МБ.202**
- пористые материалы, макро; травление, сквозное; кремний; поры, размер, регулирование **38.МБ.40**
- микро; кремний диоксид; цирконий диоксид, получение, свойства; золь-гель технология;
- органические соединения, водные растворы, перфузия; проницаемость; разделение **38.МБ.114**
- алюминий оксид; анионы, примеси; оксалаты **38.МБ.96**
- полимеры, с молекулярными отпечатками; фазы; разделение; углерод диоксид, сжатый, жидкий; сополимеры; акрилонитрил; метакриловая кислота **38.МБ.102**
- прессование; перовскиты; барий-стронций-кобальт-железо оксиды, влияние температуры; спекание, время, влияние **38.МБ.94**
- применение; кислород, обогащение; газы, смеси; пожароопасность; взрывоопасность, безопасные установки **38.МБ.168**
- протонообменная; топливные элементы; катализаторы; носители; вольфрам оксиды, оценка ex situ **38.МБ.11**
- разделение; синтез-газ; температура, влияние **38.МБ.138**
- растворители, следы; полимерные материалы; спектры ИК **38.МБ.116**
- сверхтонкие; алюминий оксид, α -; волокна, полые; покрытия, нанесение, химическое **38.МБ.23**
- свободно стоящая; алюминий оксид, получение; анодирование, двухслойное **38.МБ.17**
- селективная по диоксиду углерода; топливные элементы, водородный; реакторы, для превращения воды в газ; вода; газы; углерод диоксид **38.МБ.14**
- селективность; полимеры; диффузия, коэффициент; моделирование математическое, фрактальная модель **38.МБ.75**
- сжатие, влияние; топливные элементы; электролиты твердые, полимерный, водообеспечение **38.МБ.34**
- смешанные; фосфо-вольфрамовая кислота; фосфо-молибденовая кислота; структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства; кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**
- состояние, определение, способ, устройство; вода технология **38.МБ.194**
- спиральные навитые; фильтры, патронные; уплотнение, шевронное **38.МБ.176**
- стекла, системы Si-Ti-O-C; золь-гель процесс; пористость **38.МБ.32**
- стекло; пористые материалы; адсорбция; водород, ионы H⁺; гидроксид-анион **38.МБ.133**
- сточные воды очистка, способ, устройство; ил активный, смеси; разделение **38.МБ.165**
- структуры ультратонкие; лиганды, фотохромные, амфифильные, использование **38.МБ.137**
- твердотельные; поры, нано, химически модифицированные; сенсоры; пористые материалы; самоорганизация **38.МБ.48**
- трековые, шаблоны, использование; металлы; нанопроволока, единичные, формирование **38.МБ.52**
- лигнин, сульфатный; дисперсии, водные; частицы,

размер, влияние pH; фильтрация **38.МБ.106**
 углерод, получение, свойства; целлюлоза,
 использование; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-,
 использование; проницаемость; азот; водород;
 метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**
 углеродные нанопористые; воздух разделение **38.МБ.66**
 углеродные; триметилсилильная группа,
 влияние; газы; диффузия **38.МБ.33**
 угол наклона; ультрафильтрация, с поперечным
 течением и вводом газа; проницаемость **38.МБ.86**
 ультратонкие; поликапролактон; модифицирование;
 прядение, электро; волокна, нано **38.МБ.76**
 ультрафильтрация; модифицирование,
 плазменное; полиакрилонитрил **38.МБ.45**
 упаковка, устройство; пиперазин; упаковочные материалы,
 полимерные водонепроницаемые **38.МБ.172**
 фильтрация, поперечная; подложки; пористые
 материалы, модифицированные **38.МБ.160**
 - пиво, производство, очистка; кизельгур,
 применение **38.МБ.110**
 фотогравирование, в УФ-свете; массоперенос; полимеризация;
 теплоперенос; испарение; проницаемость, с учетом
 удерживания; моделирование математическое **38.МБ.54**
 фотокаталитические; реакторы; разложение; метиленовый
 голубой; пристин, использование; уголь активированный,
 использование; титан диоксид, покрытия **38.МБ.63**
 характеристики; композиционные материалы; уравнение
 Нернста-Планка; нанопочистка **38.МБ.60**
 цеолиты; кристаллы, гексагональные, регулируемые
 по ориентации; гели, мезоструктурированные;
 алюминий оксид, γ -, подложки **38.МБ.91**
 эластомеры; резинотехнические изделия **38.МБ.70**
 электро, МА-100 и МА-41; хронопотенциометрия; глицин,
 соли, растворы; глутаминовая кислота, растворы **38.МБ.126**
 электровыделение; водород; диффузия, твердофазная,
 соотношение скоростей; поляризация; растворы,
 спиртовые; кислотность **38.МБ.107**
 электропроводность, протонная; катиониты,
 сульфо, MSC-N и Purolite CT-275 **38.МБ.74**
 электропроводящие, получение, свойства; прядение, электро;
 волокна, шелк; углерод; нанотрубки; адсорбция **38.МБ.103**
мембраны ионообменные
 МФ-4СК-101; импеданс электрохимический;
 ионизация; водород; электроды, углеродный;
 платина; катализаторы **38.МБ.113**
мембраны катионообменные
 Нафион, МФ-4СК; электропроводность;
 проницаемость, диффузионная; транспортные
 свойства; структурно-механические свойства;
 армирующие материалы, влияние **38.МБ.38**

мембраны керамические
 TiO_2/ZrO_2 ; золь-гель процесс; пористость, нано- **38.МБ.122**
 кислородпроводящие **38.МБ.169**
 метан; окисление, частичное; катализаторы, Ni_x/Ca_ySr_z ,
 TiO_3 , содержащие Ru, Pt или Rh **38.МБ.171**
 подложки; алюминий оксид, $\alpha-Al_2O_3$; золи;
 спекание; проницаемость **38.МБ.31**
мембраны полимерные
 влияние фрактальности структуры; диффузия; газы **38.МБ.36**
 вода технология; опреснение; дистилляция;
 испарение **38.МБ.37**
 газопроницаемая, новая, создание, использование;
 плоды; овощи, свеженарезанные; упаковка,
 газонепроницаемая **38.МБ.174**
 газоразделительная; полисиланы, винилтриметил-;
 модифицирование; покрытия нанесение; полимеры,
 высокопроницаемый, использование **38.МБ.148**
 газоразделительные свойства, улучшение;
 модифицирование поверхности; полимеры; поверхностные
 слои; фторирование, прямое **38.МБ.150**
 газы; разделение **38.МБ.170**
 гидрофильная, содержание; композиционные материалы;
 полимеры, использование; биосенсоры **38.МБ.199**
 использование; испарение; диффузия **38.МБ.2**
 - поливиниловый спирт, предварительно сшитый;
 сшивание, вторичное; вода, отделение **38.МБ.198**
 - сополимеры; политетрафторэтилен;
 топливные элементы **38.МБ.206**
 композиц., получение, применение; мембраны,
 полуволоконные ассиметричные; связующие вещества;
 полифталазинонэфирсульфокетоны; покрытия
 нанесение; поливинилпирролидон, использование;
 разделение; пропилен; пропан **38.МБ.117**
 микрофильтрац., получение, структура; смеси;
 фосфорная кислота; уксусная кислота, осадители, с
 различными числами осаждения; сополимеры; поливи-
 нилиденфторид; политетрафторэтилен **38.МБ.152**
 поливинилиденфторид, использование; соки,
 апельсиновый, очистка; ультрафильтрация **38.МБ.57**
 полиимиды, структура, свойства, изучение;
 модифицирование, направленное, способы;
 разделение; газы, улучшение **38.МБ.141**
 полисульфоны; модифицирование поверхности;
 модификаторы; пирролидон, N-винил-2-; сополимеризация
 привитая; поливинилпирролидон, образование **38.МБ.20**
 - отливание с проведением высадки, усадка; поры,
 содержание, влияние природы субстрата **38.МБ.125**
 полиэлектролиты, использование; фторирование; сшивание;
 топливные элементы, изготовление **38.МБ.208**
 полиэтилентерефталат, трековые; антимикробные свойства,

изучение; модифицирование поверхности; наночастицы; серебро, иммобилизованные, применение **38.МБ.68**
получение между фазами; полимеризация; полиамины, производные, локализованные на границе раздела фаз; поверхностные слои, барьерные, получение **38.МБ.218**
получение, применение; поливиниловый спирт; сшивание; сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из раствора; выпаривание; растворители; упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**
пористые, создание; пленки полимерные, нанопористые, получение, способ, использование; пластмассы переработка; протяжка, одноосная, термообработка **38.МБ.188**
- смеси; каучуки натуральные; каучук бутадиенстирольный; структура-свойства взаимосвязь **38.МБ.71**
применение; дитиолен, функционализир., содержание; разделение; олефины; алканы **38.МБ.189**
сетчатые; полиэтиленгликоль, сегменты; полисилоксаны, диметил-; сшивание; сшивающие агенты; силоксаны, производные; мембраны, амфифильные, получение, использование; проницаемость; кислород; линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**
ультрафильтрац. гидрофильные изготовление; гидрогели; поливиниловый спирт, нанесение; поверхности, заготовок из ПВХ, сшитые; проницаемость, высокая **38.МБ.124**
ультрафильтрация, гидрофильная модификация; полиакрилонитрил **38.МБ.67**
фильтровальные установки; технология, изготовления и модификации; обзоры **38.МБ.3**
фильтрующие; ДНК, бактериальные **38.МБ.205**
частично пиролизованные; полисилоксаны; полимерные сетки взаимопроникающие; термические свойства; газопроницаемость **38.МБ.89**
электроды, газодиффузионный; полиэлектролиты, изготовление, способы, использование;
топливные элементы **38.МБ.220**
--- протонная проводимость, высокая;
топливные элементы **38.МБ.219**
метакриловая кислота
сополимеры; акрилонитрил; мембраны; пористые материалы; полимеры, с молекулярными отпечатками; фазы; разделение; углерод диоксид, сжатый, жидкий **38.МБ.102**
металлы
ионы; транспорт, нестабильный; мембраны, жидкие; моделирование математическое **38.МБ.78**
нанопроволока, единичные, формирование; мембраны, трековые, шаблоны, использование **38.МБ.52**
формы нахождения; металлы комплексы; коллоиды; мембраны, жидкие; потенциометрия, хроно-, инверсионная **38.МБ.115**
металлы комплексы
металлы, формы нахождения; коллоиды; мембраны, жидкие;

потенциометрия, хроно-, инверсионная **38.МБ.115**
метан
конверсия, реакторы; мембраны, керамич., плотные; стронций-, -железо-кобальт оксиды, $\text{SrFeCo}_{0,5}\text{O}_x$; кислород; проницаемость; воздух разделение, применение **38.МБ.30**
мембраны; углерод, получение, свойства; целлюлоза, использование; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-, использование; проницаемость; азот; водород; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**
окисление, частично; мембраны керамические; катализаторы, $\text{Ni}_x/\text{Ca}_y\text{Sr}_{1-y}\text{TiO}_3$, содержащие Ru, Pt или Rh **38.МБ.171**
разделение; бутан; мембраны, композитные; полимеры; цинк комплексы, приготовление **38.МБ.167**
трифенил-, производные; гели, органический; волокна, органические **38.МБ.187**
метиленовый голубой
пристин, использование; разложение; уголь активированный, использование; титан диоксид, покрытия; реакторы; мембраны, фотокаталитические **38.МБ.63**
метиловый спирт
риформинг, паровой окислительный; катализаторы, $\text{Cu}/\text{ClO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; водород, для топливных элементов получение **38.МБ.77**
этерификация; масла, каноловое; реакторы, мембранный; топливо, биодизельное, производство **38.МБ.56**
механические свойства
керамические изделия; цирконий диоксид, стабилизированный Y_2O_3 ; аэрогели, AlOON добавки, влияние **38.МБ.10**
микроволны
облучение; мембраны, MFI, изготовление, сверхбыстрое; озон, обработка; прокаливание **38.МБ.98**
микроскопия
силовая, динамическая; мембраны; полимеры; поверхности, структура; биосенсоры; носители **38.МБ.49**
микроструктура
мембраны; пленки, тонкие; стронций цераты, легированные; полимеры, прекурсоры, использование **38.МБ.93**
микрофильтрация
сточные воды очистка; масла, удаление; мембраны; керамика, использование **38.МБ.85**
мицеллы
влияние; цинк, ионы, удаление; сточные воды очистка; ультрафильтрация **38.МБ.29**
моделирование математическое
дистилляция; обессоливание; мембраны; масштабирование **38.МБ.112**
мембраны; фотогравирование, в УФ-свете; массоперенос; полимеризация; теплоперенос; испарение; проницаемость, с учетом удерживания **38.МБ.54**
поры, закупоривание; мембраны, полупроницаемые; гидродинамика **38.МБ.143**

разделение; РЗЭ; экстракция, термоколебательная **38.МБ.120**
транспорт, нестабильный; металлы, ионы;

мембраны, жидкие **38.МБ.78**

фрактальная модель; диффузия, коэффициент;

полимеры; мембраны, селективность **38.МБ.75**

модификаторы

пирролидон, N-винил-2-; модифицирование поверхности;

мембраны полимерные; полисульфоны; сополимеризация

привитая; поливинилпирролидон, образование **38.МБ.20**

модифицирование

мембраны полимерные, газоразделительная; полисиланы,

винилтриметил-; покрытия нанесение; полимеры,

высокопроницаемый, использование **38.МБ.148**

направленное, способы; мембраны полимерные;

полиимиды, структура, свойства, изучение;

разделение; газы, улучшение **38.МБ.141**

плазменное; полиакрилонитрил;

ультрафильтрация; мембраны **38.МБ.45**

пряжение, электро; волокна, нано; поликапролактон;

мембраны, ультратонкие **38.МБ.76**

модифицирование поверхности

мембраны полимерные; полисульфоны; модификаторы;

пирролидон, N-винил-2-; сополимеризация привитая;

поливинилпирролидон, образование **38.МБ.20**

- полиэтилентерефталат, трековые, антимикробные

свойства, изучение; наночастицы; серебро,

иммобилизованные, применение **38.МБ.68**

полимеры; поверхностные слои; фторирование,

прямое; мембраны полимерные, газоразделительные

свойства, улучшение **38.МБ.150**

молибденовая кислота*фосфо-

мембраны, смешанные; фосфо-вольфрамовая кислота;

структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства;

кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**

молочная сыворотка

белки, выделение; ультрафильтрация,

применение **38.МБ.139**

морфология

поверхности; мембраны, получение, свойства;

композиционные материалы; кремний диоксид;

цирконий диоксид; золь-гель технология **38.МБ.53**

нагревание

мембраны; гели; полимеры, подложки **38.МБ.207**

нанопроволока

единичные, формирование; металлы; мембраны,

трековые, шаблоны, использование **38.МБ.52**

наноструктуры

термодинамика; наночастицы; мембраны,

многослойные **38.МБ.134**

нанотрубки

углерод; мембраны, электропроводящие, получение, свойства;

пряжение, электро; волокна, шелк; адсорбция **38.МБ.103**

нанофильтрация

влияние температуры; переноса процесс; вода;

водные растворы; мембраны **38.МБ.101**

композиционные материалы; мембраны, характеристики,

уравнение Нернста-Планка **38.МБ.60**

лекарственные препараты, био; мембраны,

использование; эндотоксины, бактериальные, удаление;

хроматография ионообменная; хроматография аффинная;

вирусы определение; вода анализ **38.МБ.79**

мембраны, засорение; ПАВ **38.МБ.44**

- полиамиды, Drgal DK; электролиты, тип,

влияние, влияние pH **38.МБ.111**

растворители; мембраны, каскад **38.МБ.35**

ультрафильтрация; водопроводы, станции;

мембраны, использование **38.МБ.84**

наночастицы

дисперсные системы; концентрирование,

мембранный метод **38.МБ.214**

серебро, иммобилизованные, применение; мембраны

полимерные; полиэтилентерефталат, трековые, антимикробные

свойства, изучение; модифицирование поверхности **38.МБ.68**

структура, свойства; композиционные материалы;

мембраны, перфторированные, МФ-ЧСК; полианилины;

транспортные свойства, электро; кинетика **38.МБ.157**

термодинамика; наноструктуры; мембраны,

многослойные **38.МБ.134**

цеолиты; мембраны, получение, применение;

цеолиты; обзоры **38.МБ.4**

напитки

получение, способ; кисломолочные продукты;

смеси; соевое молоко; закваски, сквашивание;

йогурт, получение, способ **38.МБ.200**

напитки безалкогольные

вода кислородонасыщ. бутилированная, приготовление,

способ; технол. линия **38.МБ.210**

насосы

диафрагменные, мембраны; приводы,

пьезоэлектрические **38.МБ.25**

натрий

альгинат; мембраны, наполненные матричные; кремний

диоксид, мезопористый содержащий алюминий;

спирты; дегидратация; обзоры, библиография **38.МБ.129**

натрий гидроксид

растворы водные, применение; отходы, жидкие;

аккумуляторы электрические, свинцовые,

отработанные; десульфуризация; электродиализ;

мембраны, биполярные, применение **38.МБ.183**

носители

- вольфрам оксиды; оценка *ex situ*; топливные элементы; мембраны, протонообменная; катализаторы **38.МБ.11**
- мембраны; полимеры; поверхности, структура; биосенсоры; микроскопия, силовая, динамическая **38.МБ.49**
- пористые материалы, трубчатые; мембраны, получение; цеолиты, β -; алюминий оксид; гидротермальный процесс **38.МБ.119**
- гидротермальный процесс; электрофорез; мембраны, получение; цеолиты, типа NaA; алюминий оксид, α - **38.МБ.41**
- обеззараживание**
- вода технология; мембраны; электролиз, установки **38.МБ.121, 38.МБ.61**
- обессоливание**
- вода технология; осмос обратный; осадки, предотвращение; мембраны; поверхности; электрическое поле, воздействие **38.МБ.162**
- ультрафильтрация; осмос обратный; мембраны, использование **38.МБ.6**
- дистилляция; мембраны; масштабирование; моделирование математическое **38.МБ.112**
- мембраны, очистка; осмос обратный; вода технология **38.МБ.193**
- обзоры**
- библ. 39; натрий; альгинат; мембраны, наполненные матричные; кремний диоксид, мезопористый содержащий алюминий; спирты; дегидратация **38.МБ.129**
- библ. 44; медицина; фармакология; мембраны; полимеры, применение **38.МБ.19**
- библ. 93; водород; мембранная технология **38.МБ.1**
- мембраны полимерные; фильтровальные установки; технология, изготовления и модификации **38.МБ.3**
- цеолиты; наночастицы; мембраны, получение, применение; цеолиты **38.МБ.4**
- облучение**
- микроволны; мембраны, MFI, изготовление, сверхбыстрое; озон, обработка; прокалывание **38.МБ.98**
- овощи**
- свеженарезанные; плоды; упаковка, газонепроницаемая; мембраны полимерные, газопроницаемая, новая, создание, использование **38.МБ.174**
- озон**
- обработка; мембраны, MFI, изготовление, сверхбыстрое; облучение; микроволны; прокалывание **38.МБ.98**
- окисление
- частичное; метан; мембраны керамические; катализаторы, $Ni_x/Ca_ySr_{1-y}TiO_3$, содержащие Ru, Pt или Rh **38.МБ.171**
- оксалаты**
- анионы, примеси; мембраны; пористые материалы; алюминий оксид **38.МБ.96**
- оксиды**
- барьеры; мембраны, композиционные проницаемые для водорода; диффузия **38.МБ.12**
- оксиды*барий-стронций-кобальт-железо**
- влияние температуры; перовскиты; прессование; мембраны; спекание, время, влияние **38.МБ.94**
- оксиды*вольфрам**
- оценка *ex situ*; носители; топливные элементы; мембраны, протонообменная; катализаторы **38.МБ.11**
- оксиды*лантан-стронций-кобальт-железо**
- перовскиты; мембраны, получение, свойства; керамика, носители **38.МБ.92**
- оксиды*стронций-, -железо-кобальт**
- $SrFeCo_{0.5}O_x$; мембраны, керамич., плотные; кислород; проницаемость; метан, конверсия, реакторы; воздух разделение, применение **38.МБ.30**
- оксиды*тантал**
- пленки, съемные, сверхтонкие; мембраны, неорганические: получение, свойства **38.МБ.42**
- олефины**
- алканы; мембраны полимерные, применение; дитиолен, функционализир., содержание; разделение **38.МБ.189**
- оливковое масло**
- гидролиз; масла растительные, пальмовое; ферменты, липаза иммобилизованная; реакторы, мембранного типа, с полыми волокнами **38.МБ.24**
- определение**
- вода технология; дистилляция; испарение; мембраны полимерные **38.МБ.37**
- органические соединения**
- водные растворы, перфузия; мембраны; пористые материалы, микро; кремний диоксид; цирконий диоксид, получение, свойства; золь-гель технология; проницаемость; разделение **38.МБ.114**
- природные, фракции, влияние; мембраны, обрастание; ультрафильтрация **38.МБ.81**
- удаление; сточные воды очистка; масла, удаление **38.МБ.166**
- осадки**
- предотвращение; обессоливание; вода технология; осмос обратный; мембраны; поверхности; электрическое поле, воздействие **38.МБ.162**
- осаждение**
- неравномерное; частицы; поверхности, внешние и внутренние; мембраны, полупроницаемые **38.МБ.158**
- химическое, из паровой фазы; ртутная интрузия; мембраны, получение, свойства; золь-гель технология **38.МБ.95**
- осмос обратный**
- вода технология; ультрафильтрация; мембраны, использование; обессоливание **38.МБ.6**
- мембраны, очистка; вода технология; обессоливание **38.МБ.193**

- сорбционная способность; железо сульфаты, водные растворы, концентрация и температура, влияние **38.МБ.51**
 обессоливание; вода технология; осадки, предотвращение; мембраны; поверхности;
 электрическое поле, воздействие **38.МБ.162**
 процесс BiosS-Treat®; вода очистка; биологические материалы, удаление; вода технология;
 мембраны, использование **38.МБ.80**
 растворы, многокомпонентные; сточные воды, обработка; масла, пальмовое, производство **38.МБ.59**

отходы

жидкие; аккумуляторы электрические, свинцовые, отработанные; десульфуризация; натрий гидроксид, растворы водные, применение; электродиализ;
 мембраны, биполярные, применение **38.МБ.183**
 ТБО, переработка плазменная; водород, производство; мембранная технология **38.МБ.65**

ПАВ

наночистка; мембраны, засорение **38.МБ.44**
 удаление; сточные воды очистка; ил активный, использование;
 реакторы, био; мембраны, использование **38.МБ.62**

пектин

получение, способ; сырье, пектинсодержащее **38.МБ.175**

переноса процесс

вода; водные растворы; мембраны; наночистка, влияние температуры **38.МБ.101**

перовскиты

барий-стронций-кобальт-железо оксиды; влияние температуры; прессование; мембраны; спекание, время, влияние **38.МБ.94**
 иттрий-лантан-барий купраты; иттрий-кальций-барий купраты; кислород; проницаемость; мембраны **38.МБ.118**
 мембраны, получение, свойства; лантан-стронций-кобальт-железо оксиды; керамика, носители **38.МБ.92**

перхлораты

восстановление; вода технология, способ, устройство **38.МБ.179**

пиво

производство; очистка; фильтрация; мембраны; кизельгур, применение **38.МБ.110**

пиперазин

упаковка, устройство; мембраны; упаковочные материалы, полимерные водонепроницаемые **38.МБ.172**

пиролиз

алканы, смеси C₃ и C₄; катализаторы, никель на керамич. алюмосиликатах; углеродистые материалы, нановолокна, получение **38.МБ.39**

пирролидон

N-винил-2-; модификаторы; модифицирование поверхности; мембраны полимерные; полисульфоны; сополимеризация привитая; поливинилпирролидон, образование **38.МБ.20**

пищевые продукты

переработка; концентрирование; мембраны; мембранная техника, с отводом диффузионного слоя, конструкция, упрощение **38.МБ.149**
 упаковка; мембраны полимерные, получение, применение; поливинилловый спирт; шивание; сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из раствора; выпаривание; растворители **38.МБ.87**
 пластмассы переработка
 пленки полимерные, нанопористые, получение, способ, использование; протяжка, одноосная, термообработка; мембраны полимерные, пористые, создание **38.МБ.188**

платина

катализаторы; импеданс электрохимический; ионизация; водород; электроды, углеродный; мембраны ионообменные, МФ-4СК-101 **38.МБ.113**

пленки

сульфокатионные; смолы меламина-формальдегидные; полианилины, добавление в матрицу; мембраны, нанокompозитные, получение; физико-химические свойства, полимерные нанокompозиции **38.МБ.142**
 съемные, сверхтонкие; тантал оксиды; мембраны, неорганические: получение, свойства **38.МБ.42**
 тонкие; стронций цераты, легированные; мембраны; полимеры, прекурсоры, использование; микроструктура **38.МБ.93**

пленки полимерные

нанопористые, получение, способ, использование; пластмассы переработка; протяжка, одноосная, термообработка; мембраны полимерные, пористые, создание **38.МБ.188**

плоды

овощи, свеженарезанные; упаковка, газонепроницаемая; мембраны полимерные, газонепроницаемая, новая, создание, использование **38.МБ.174**

поверхности

внешние и внутренние; осаждение, неравномерное; частицы; мембраны, полупроницаемые **38.МБ.158**
 внутренние; мембраны; кремний; пористые материалы, макро; гравиметрия **38.МБ.72**
 заготовок из ПВХ, сшитые; гидрогели; поливинилловый спирт, нанесение; мембраны полимерные, ультрафильтрац. гидрофильные изготовление; проницаемость, высокая **38.МБ.124**
 мембраны; обессоливание; вода технология; осмос обратный; осадки, предотвращение; электрическое поле, воздействие **38.МБ.162**
 морфология; мембраны, получение, свойства; композиционные материалы; кремний диоксид; цирконий диоксид; золь-гель технология **38.МБ.53**
 структура; мембраны; полимеры; биосенсоры; носители; микроскопия, силовая, динамическая **38.МБ.49**

поверхностные слои

барьерные, получение; полимеризация; полиамины, производные, локализованные на границе раздела фаз; мембраны полимерные, получение между фазами **38.МБ.218**
модифицирование поверхности; полимеры;
фторирование, прямое; мембраны полимерные, газоразделительные свойства, улучшение **38.МБ.150**

подложки

мембраны керамические; алюминий оксид, α - Al_2O_3 ; золи; спекание; проницаемость **38.МБ.31**
пористые материалы, модифицированные;
фильтрация, поперечная; мембраны **38.МБ.160**

пожароопасность

кислород, обогащение; газы, смеси; мембраны, применение; взрывоопасность, безопасные установки **38.МБ.168**

покрытия

нанесение, из тиксотропных зелей; полимеры; мембраны; кремний диоксид, кремнезем; пористые материалы, мезопористые, темплатированные; алюминий оксид, α - **38.МБ.97**
- химическое; мембраны, сверхтонкие; алюминий оксид, α -; волокна, полые **38.МБ.23**

покрытия нанесение

волокна, нано-, никелевые; полиэлектролиты; гидрофобность **38.МБ.21**
мембраны полимерные, газоразделительная; полисиланы, винилтриметил-; модифицирование; полимеры, высокопроницаемый, использование **38.МБ.148**
мембраны, полволоконные ассиметричные; связующие вещества; полифталазинонэфирсульфокетоны; поливинилпирролидон, использование; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; разделение; пропилен; пропан **38.МБ.117**

полиакрилонитрил

мембраны полимерные, ультрафильтрование, гидрофильная модификация **38.МБ.67**
модифицирование, плазменное;
ультрафильтрование; мембраны **38.МБ.45**

полиамиды

Drsal DK; мембраны; нанофильтрование; электролиты, тип, влияние, влияние pH **38.МБ.111**

полиамины

производные, локализованные на границе раздела фаз; полимеризация; мембраны полимерные, получение между фазами; поверхностные слои, барьерные, получение **38.МБ.218**

полианилины

добавление в матрицу; пленки, сульфокатионные; смолы меламино-формальдегидные; мембраны, нанокompозитные, получение; физико-химические

свойства, полимерные нанокompозиции **38.МБ.142**
композиционные материалы; наночастицы, структура, свойства; мембраны, перфторированные, МФ-ЧСК; транспортные свойства, электро; кинетика **38.МБ.157**

поливинилиденфторид

волокна, полые; мембраны, получение **38.МБ.209**
использование; мембраны полимерные; соки, апельсиновый, очистка; ультрафильтрование **38.МБ.57**
политетрафторэтилен; сополимеры; фосфорная кислота; уксусная кислота, осадители, с различными числами осаждения; мембраны полимерные, микрофильтрац., получение, структура, смеси **38.МБ.152**

поливиниловый спирт

мембраны полимерные, получение, применение; сшивание; сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из раствора; выпаривание; растворители; упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**
нанесение; гидрогели; поверхности, заготовок из ПВС, сшитые; мембраны полимерные, ультрафильтрац. гидрофильные изготовление; проницаемость, высокая **38.МБ.124**
предварительно сшитый; мембраны полимерные, использование; сшивание, вторичное; вода, отделение **38.МБ.198**

поливинилпирролидон

использование; мембраны, полволоконные ассиметричные; связующие вещества; полифталазинонэфирсульфокетоны; покрытия нанесение; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; разделение; пропилен; пропан **38.МБ.117**
образование; модифицирование поверхности; мембраны полимерные; полисульфоны; модификаторы; пирролидон, N-винил-2-; сополимеризация привитая **38.МБ.20**

полиимиды

структура, свойства, изучение; мембраны полимерные; модифицирование, направленное, способы; разделение; газы, улучшение **38.МБ.141**

поликапролактон

мембраны, ультратонкие; модифицирование; прядение, электро; волокна, нано **38.МБ.76**

поликарбонаты

цилиндрические наноканалы, с ионными треками; мембраны; рентгеновские лучи; рассеяние, малоугловое **38.МБ.47**

полимеризация

мембраны; фотогравирование, в УФ-свете; массоперенос; теплоперенос; испарение; проницаемость, с учетом удерживания; моделирование математическое **38.МБ.54**
полиамины, производные, локализованные на границе раздела фаз; мембраны полимерные, получение между фазами; поверхностные слои, барьерные, получение **38.МБ.218**
полимерные материалы

растворители, следы; мембраны; спектры ИК **38.МБ.116**

полимерные сетки взаимопроницающие

полисилоксаны; мембраны полимерные, частично пиролизованные; термические свойства; газопроницаемость **38.МБ.89**

полимеры

водорастворимые; липиды; мембраны **38.МБ.156**

высокопроницаемый, использование; мембраны полимерные, газоразделительная; полисиланы, винилтриметил-; модифицирование; покрытия нанесение **38.МБ.148**

гели; подложки; мембраны; нагревание **38.МБ.207**

использование; композиционные материалы;

мембраны полимерные, гидрофильная,

содержание; биосенсоры **38.МБ.199**

- мембраны; волокна, полые; газы; разделение **38.МБ.55**

мембраны, композитные; цинк комплексы, приготовление; разделение; бутан; метан **38.МБ.167**

- селективность; диффузия, коэффициент; моделирование математическое, фрактальная модель **38.МБ.75**

- поверхности, структура; биосенсоры; носители;

микроскопия, силовая, динамическая **38.МБ.49**

модифицирование поверхности; поверхностные

слои; фторирование, прямое; мембраны полимерные,

газоразделительные свойства, улучшение **38.МБ.150**

неорганические, силикатные, «Electret»; коллоиды **38.МБ.215**

покрытия, нанесение, из тиксотропных зелей;

мембраны; кремний диоксид, кремнезем; пористые

материалы, мезопористые, темплатированные;

алюминий оксид, α - **38.МБ.97**

пористость; спектроскопия **38.МБ.155**

прекурсоры, использование; мембраны; пленки, тонкие;

стронций цераты, легированные; микроструктура **38.МБ.93**

применение; мембраны; медицина; фармакология;

обзоры, библиограф. 44 **38.МБ.19**

с молекулярными отпечатками; мембраны; пористые

материалы; фазы; разделение; углерод диоксид,

сжатый, жидкий; сополимеры; акрилонитрил;

метакриловая кислота **38.МБ.102**

полисиланы

винилтриметил-; мембраны полимерные, газоразделительная;

модифицирование; покрытия нанесение; полимеры,

высокопроницаемый, использование **38.МБ.148**

композиционные материалы, получение,

применение; золь-гель процесс **38.МБ.144**

полисилоксаны

диметил-; мембраны полимерные, сетчатые;

полиэтиленгликоль, сегменты; сшивание; сшивающие

агенты; силоксаны, производные; мембраны, амфифильные,

получение, использование; проницаемость; кислород;

линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**

полимерные сетки взаимопроницающие; мембраны полимерные, частично пиролизованные; термические свойства; газопроницаемость **38.МБ.89**

полисульфоны

мембраны полимерные; модифицирование поверхности;

модификаторы; пирролидон, N-винил-2-; сополимеризация

привитая; поливинилпирролидон, образование **38.МБ.20**

- отливание с проведением высадки, усадка; поры,

содержание, влияние природы субстрата **38.МБ.125**

полиэфирэфиркетон; мембраны, получение, свойства,

смеси; ультрафильтрация **38.МБ.90**

политетрафторэтилен

матрицы; уран, ионы U^{6+} , извлечение; фосфорная

кислота, водн. растворы; триоктил-фосфиноксид,

растворы в додекане, МБ жидк. **38.МБ.123**

сополимеры; мембраны полимерные, использование;

топливные элементы **38.МБ.206**

- поливинилиденфторид; фосфорная кислота;

уксусная кислота, осадители, с различными числами

осаждения; мембраны полимерные, микрофильтрац.,

получение, структура, смеси **38.МБ.152**

полифталазинонэфирсульфокетоны

связующие вещества; мембраны, половолоконные

асимметричные; покрытия нанесение; поливинилпирролидон,

использование; мембраны полимерные, композиц., получение,

применение; разделение; пропилен; пропан **38.МБ.117**

полиэлектролиты

волокна, нано-, никелевые; покрытия

нанесение; гидрофобность **38.МБ.21**

изготовление, способы, использование; мембраны

полимерные; электроды, газодиффузионный;

топливные элементы **38.МБ.220**

использование; мембраны полимерные; фторирование;

сшивание; топливные элементы, изготовление **38.МБ.208**

протонная проводимость, высокая; мембраны

полимерные; электроды, газодиффузионный;

топливные элементы **38.МБ.219**

полиэтиленгликоль

сегменты; мембраны полимерные, сетчатые;

полисилоксаны, диметил-; сшивание; сшивающие агенты;

силоксаны, производные; мембраны, амфифильные,

получение, использование; проницаемость; кислород;

линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**

полиэтилентерефталат

трековые; мембраны полимерные; антимикробные свойства,

изучение; модифицирование поверхности; наночастицы;

серебро, иммобилизованные, применение **38.МБ.68**

полиэфиркетоны

полиэфирсульфоны, синтез, свойства, применение **38.МБ.151**

полиэфирсульфоны

- синтез, свойства, применение; полиэфиркетоны **38.МБ.151**
- полиэфирэфиркетон**
 мембраны, получение, свойства, смеси;
- полисульфоны; ультрафильтрация **38.МБ.90**
- поляризация**
 электровыделение; водород; диффузия, твердофазная, соотношение скоростей; мембраны; растворы, спиртовые; кислотность **38.МБ.107**
- пористость**
 нано-; мембраны керамические, TiO_2 / ZrO_2 ; золь-гель процесс **38.МБ.122**
 полимеры; спектроскопия **38.МБ.155**
 стекла, системы Si-Ti-O-C; золь-гель процесс; мембраны **38.МБ.32**
- пористые материалы**
 макро; кремний; мембраны; поверхности, внутренние; гравиметрия **38.МБ.72**
 - мембраны; травление, сквозное; кремний; поры, размер, регулирование **38.МБ.40**
 мезопористые, темплатированные; мембраны; кремний диоксид, кремнезем; алюминий оксид, α -; полимеры; покрытия, нанесение, из тиксотропных зелей **38.МБ.97**
 мембраны; алюминий оксид; анионы, примеси; оксалаты **38.МБ.96**
 - полимеры, с молекулярными отпечатками; фазы; разделение; углерод диоксид, сжатый, жидкий; сополимеры; акрилонитрил; метакриловая кислота **38.МБ.102**
 - стекло; адсорбция; водород, ионы H^+ ; гидроксид-анион **38.МБ.133**
 микро; кремний диоксид; цирконий диоксид, получение, свойства; мембраны; золь-гель технология; органические соединения, водные растворы, перфузия; проницаемость; разделение **38.МБ.114**
 - углерод; мембраны, получение, свойства; газы определение; углерод диоксид определение; азот, смеси **38.МБ.100**
 модифицированные; подложки; фильтрация, поперечная; мембраны **38.МБ.160**
 носители; гидротермальный процесс; электрофорез; мембраны, получение; цеолиты, типа NaA; алюминий оксид, α - **38.МБ.41**
 сенсоры; поры, нано, химически модифицированные; мембраны, твердотельные; самоорганизация **38.МБ.48**
 трубчатые; носители; мембраны, получение; цеолиты, β -; алюминий оксид; гидротермальный процесс **38.МБ.119**
 ультра-и нано-; стекла; транспортные свойства, электро; электролиты, растворы **38.МБ.104**
 -- электрокинетические явления; электролиты, 1:1-зарядовые **38.МБ.105**
- поры**
 закупоривание; мембраны, полупроницаемые; моделирование математическое; гидродинамика **38.МБ.143**
 нано, химически модифицированные; мембраны, твердотельные; сенсоры; пористые материалы; самоорганизация **38.МБ.48**
 размер, регулирование; мембраны; пористые материалы, макро; травление, сквозное; кремний **38.МБ.40**
 содержание; влияние природы субстрата; мембраны полимерные; полисульфоны, отливание с проведением высадки, усадка **38.МБ.125**
- потенциометрия**
 хроно-, инверсионная; металлы, формы нахождения; металлы комплексы; коллоиды; мембраны, жидкие **38.МБ.115**
- потенциостаты**
 биосенсоры, электрохимические; биологические жидкости анализ; фильтры, мембранные, пористые **38.МБ.212**
- прессование**
 мембраны; перовскиты; барий-стронций-кобальт-железо оксиды, влияние температуры; спекание, время, влияние **38.МБ.94**
- пристин**
 использование; метиленовый голубой; разложение; уголь активированный, использование; титан диоксид, покрытия; реакторы; мембраны, фотокаталитические **38.МБ.63**
- прокаливание**
 мембраны, MFI, изготовление, сверхбыстрое; облучение; микроволны; озон, обработка **38.МБ.98**
- проницаемость**
 водород; мембраны, неоднородные по толщине **38.МБ.136**
 высокая; гидрогели; поливиниловый спирт, нанесение; поверхности, заготовок из ПВХ, сшитые; мембраны полимерные, ультрафильтрац. гидрофильные изготовление **38.МБ.124**
 диффузионная; мембраны катионообменные, Нафион, МФ-4СК; электропроводность; транспортные свойства; структурно-механические свойства; армирующие материалы, влияние **38.МБ.38**
 кислород; мембраны полимерные, сетчатые; полиэтиленгликоль, сегменты; полисилоксаны, диметил-; сшивание; сшивающие агенты; силоксаны, производные; мембраны, амфифильные, получение, использование; линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**
 - мембраны, керамич., плотные; стронций-, -железо-кобальт оксиды, $SrFeCo_{0.5}O_x$; метан, конверсия, реакторы; воздух разделение, применение **38.МБ.30**
 -- перовскиты; иттрий-лантан-барий купраты; иттрий-кальций-барий купраты **38.МБ.118**
 мембраны керамические; подложки; алюминий оксид, $\alpha-Al_2O_3$; золи; спекание **38.МБ.31**
 мембраны; пористые материалы, микро; кремний диоксид; цирконий диоксид, получение, свойства; золь-гель технология; органические соединения, водные

растворы, перфузия; разделение **38.МБ.114**

- углерод, получение, свойства; целлюлоза, использование; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-, использование; азот; водород; метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**
с учетом удерживания; мембраны; фотогравирование, в УФ-свете; массоперенос; полимеризация; теплоперенос; испарение; моделирование математическое **38.МБ.54**
ультрафильтрация, с поперечным течением и вводом газа; мембраны, угол наклона **38.МБ.86**

пропан

водород, смеси; алюмофосфаты, $Al_{100}P_{60}O_z$; мембраны; керамика; водород, выделение **38.МБ.99**
дегидрирование; мембраны, молибден-керамические, каталитические свойства **38.МБ.147**

пропилен; мембраны, полуволоконные ассиметричные; связующие вещества; полифталазинонэфирсульфокетоны; покрытия нанесение; поливинилпирролидон, использование; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; разделение **38.МБ.117**

пропилен

пропан; мембраны, полуволоконные ассиметричные; связующие вещества; полифталазинонэфирсульфокетоны; покрытия нанесение; поливинилпирролидон, использование; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; разделение **38.МБ.117**

пропиловый спирт

вода; этиловый спирт, смеси; разделение, мембранное **38.МБ.108**

протяжка

одноосная; термообработка; пленки полимерные, нанопористые, получение, способ, использование; пластмассы переработка; мембраны полимерные, пористые, создание **38.МБ.188**

прядение

электро; мембраны, электропроводящие, получение, свойства; волокна, шелк; углерод; нанотрубки; адсорбция **38.МБ.103**
- модифицирование; волокна, нано; поликапролактон; мембраны, ультратонкие **38.МБ.76**

псевдооживленный слой

реакторы, мембранные; водород, способ получения **38.МБ.217**

разделение

баромембранное; масла, моторное отработавшее, очистка; мембраны, металлокерамические **38.МБ.109**
бутан; метан; мембраны, композитные; полимеры; цинк комплексы, приготовление **38.МБ.167**
газы, улучшение; мембраны полимерные; полиимиды, структура, свойства, изучение; модифицирование, направленное, способы **38.МБ.141**
- мембраны полимерные **38.МБ.170**
- мембраны, использование; газы очистка, глубокая **38.МБ.145**

-- волокна, полые; полимеры, использование **38.МБ.55**

ил активный, смеси; мембраны, погружные, использование; аэрация, циклическая; реакторы, биологические; мембраны, погружение, использование **38.МБ.181**

-- сточные воды очистка, способ,

устройство; мембраны **38.МБ.165**

мембранное; этиловый спирт, смеси;

пропиловый спирт; вода **38.МБ.108**

мембраны полимерные, применение; дитиолен, функционализир., содержание; олефины; алканы **38.МБ.189**

мембраны, полуволоконные ассиметричные; связующие вещества; полифталазинонэфирсульфокетоны; покрытия нанесение; поливинилпирролидон, использование; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; пропилен; пропан **38.МБ.117**

- пористые материалы, микро; кремний диоксид;

цирконий диоксид, получение, свойства; золь-

гель технология; органические соединения, водные

растворы, перфузия; проницаемость **38.МБ.114**

РЗЭ; экстракция, термоколебательная;

моделирование математическое **38.МБ.120**

сепараторы; мембраны, использование **38.МБ.192**

синтез-газ; температура, влияние; мембраны **38.МБ.138**

соли, минеральные; этиленгликоль; диализ;

мембраны; ионный обмен **38.МБ.73**

углерод диоксид; азот, N_2 ; мембраны, композитные;

дендримеры, полиамидаминовый; хитозаны **38.МБ.18**

фазы; мембраны; пористые материалы; полимеры,

с молекулярными отпечатками; углерод диоксид,

сжатый, жидкий; сополимеры; акрилонитрил;

метакриловая кислота **38.МБ.102**

разложение

метиленовый голубой; пристин, использование; уголь активированный, использование; титан диоксид, покрытия;

реакторы; мембраны, фотокаталитические **38.МБ.63**

сероводород; мембраны, многослойные, состав **38.МБ.204**

рассеяние

малоугловое; рентгеновские лучи; мембраны; поликарбонаты, цилиндрические наноканалы, с ионными треками **38.МБ.47**

растворители

выпаривание; мембраны полимерные, получение,

применение; поливиниловый спирт; сшивание;

сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из

раствора; упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**

нанофильтрация; мембраны, каскад **38.МБ.35**

орг.; карбоновые кислоты, эфиры; глицериды,

растительных масел; мембраны; катализаторы,

взаимодействие каталитич. **38.МБ.135**

следы; мембраны; полимерные материалы;

спектры ИК **38.МБ.116**

растворы

многокомпонентные; осмос обратный; сточные воды, обработка; масла, пальмовое, производство **38.МБ.59**
спиртовые; электровыделение; водород; диффузия, твердофазная, соотношение скоростей; поляризация; мембраны; кислотность **38.МБ.107**
ферментир., очистка; сырье, чистое, использование; мембранная технология; лимонная кислота, пищ., производство; экология, состояние, улучшение **38.МБ.127**

реакторы

био; ил активный, возраст, влияние;
мембраны, обрастание **38.МБ.64**
- ПАВ, удаление; сточные воды очистка; ил активный, использование; мембраны, использование **38.МБ.62**
- сточные воды очистка, в комбинированном процессе; ил активный, использование **38.МБ.164**
биологические; мембраны, погружные, использование; аэрация, циклическая; ил активный, смеси; разделение; мембраны, погружение, использование **38.МБ.181**
для превращения воды в газ; топливные элементы, водородный; мембраны, селективная по диоксиду углерода; вода; газы; углерод диоксид **38.МБ.14**
мембранного типа, с полыми волокнами; гидролиз; масла растительные, пальмовое; оливковое масло; ферменты, липаза иммобилизованная **38.МБ.24**
мембранные; псевдооживленный слой; водород, способ получения **38.МБ.217**
мембранный; этерификация; масла, каноловое; метиловый спирт; топливо, биодизельное, производство **38.МБ.56**
мембраны, фотокаталитические; разложение; метиленовый голубой; пристин, использование; уголь активированный, использование; титан диоксид, покрытия **38.МБ.63**

резинотехнические изделия

эластомеры; мембраны **38.МБ.70**

рентгеновские лучи

рассеяние, малоугловое; мембраны; поликарбонаты, цилиндрические наноканалы, с ионными треками **38.МБ.47**

РЗЭ

разделение; экстракция, термоколебательная; моделирование математическое **38.МБ.120**

риформинг

паровой окислительный; метиловый спирт; катализаторы, $\text{Cu}/\text{ClO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; водород, для топливных элементов получение **38.МБ.77**

самоорганизация

поры, нано, химически модифицированные; мембраны, твердотельные; сенсоры; пористые материалы **38.МБ.48**

связующие вещества

полифталазинонэфирсульфокетоны; мембраны, половолоконные ассиметричные; покрытия нанесение;

поливинилпирролидон, использование; мембраны полимерные, композиц., получение, применение; разделение; пропилен; пропан **38.МБ.117**

сенсоры

оптические; мембраны, металлооксидные, газопроницаемые **38.МБ.211**
пористые материалы; поры, нано, химически модифицированные; мембраны, твердотельные; самоорганизация **38.МБ.48**

сепараторы

мембраны, использование; разделение **38.МБ.192**

серебро

иммобилизованные, применение; наночастицы; мембраны полимерные; полиэтилентерефталат, трековые, антимикробные свойства, изучение; модифицирование поверхности **38.МБ.68**

сероводород

разложение; мембраны, многослойные, состав **38.МБ.204**

сжатие

влияние; мембраны; топливные элементы; электролиты твердые, полимерный, водообеспечение **38.МБ.34**

силаны*тетраэтоксид-

отливка из раствора; сшивающие агенты; мембраны полимерные, получение, применение; поливиниловый спирт; сшивание; выпаривание; растворители; упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**

силоксаны

производные; мембраны полимерные, сетчатые; полиэтиленгликоль, сегменты; полисилоксаны, диметил-, сшивание; сшивающие агенты; мембраны, амфифильные, получение, использование; проницаемость; кислород; линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**

синтез-газ

температура, влияние; разделение; мембраны **38.МБ.138**

смолы меламина-формальдегидные

пленки, сульфокатионные; полианилины, добавление в матрицу; мембраны, нанокompозитные, получение; физико-химические свойства, полимерные нанокompозиции **38.МБ.142**

соевое молоко

закваски, сквашивание; йогурт, получение, способ; кисломолочные продукты; напитки, получение, способ, смеси **38.МБ.200**

соки

апельсиновый, очистка; ультрафильтрование; мембраны полимерные; поливинилиденфторид, использование **38.МБ.57**

соли

минеральные; разделение; этиленгликоль; диализ; мембраны; ионный обмен **38.МБ.73**

сополимеризация привитая

модифицирование поверхности; мембраны полимерные;

полисульфоны; модификаторы; пирролидон, N-винил-2-;
поливинилпирролидон, образование **38.МБ.20**

сополимеры

акрилонитрил; метакриловая кислота; мембраны; пористые материалы; полимеры, с молекулярными отпечатками; фазы; разделение; углерод диоксид, сжатый, жидкий **38.МБ.102**

поливинилиденфторид; политетрафторэтилен;
фосфорная кислота; уксусная кислота, осадители, с различными числами осаждения; мембраны полимерные, микрофильтрац., получение, структура, смеси **38.МБ.152**

политетрафторэтилен; мембраны полимерные, использование; топливные элементы **38.МБ.206**

сорбционная способность

железо сульфаты, водные растворы, концентрация и температура, влияние; осмос обратный; мембраны **38.МБ.51**

спекание

время, влияние; прессование; мембраны;

перовскиты; барий-стронций-кобальт-железо оксиды, влияние температуры **38.МБ.94**

мембраны керамические; подложки; алюминий оксид, α - Al_2O_3 ; золи; проницаемость **38.МБ.31**

спектроскопия

полимеры; пористость **38.МБ.155**

спектры ИК

растворители, следы; мембраны;

полимерные материалы **38.МБ.116**

спиртовое производство

мембранная технология, медленное

освоение, причины **38.МБ.58**

спирты

дегидратация; натрий; альгинат; мембраны, наполненные матричные; кремний диоксид, мезопористый содержащий алюминий; обзоры, библиография **38.МБ.129**

стекла

пористые материалы, ультра-и нано-; транспортные свойства, электро; электролиты, растворы **38.МБ.104**

-- электрокинетические явления; электролиты,

1:1-зарядовые **38.МБ.105**

системы Si-Ti-O-C; золь-гель процесс;

пористость; мембраны **38.МБ.32**

стекло

кремний диоксид; структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства; мембраны, смешанные;

фосфо-вольфрамовая кислота; фосфо-молибденовая кислота; топливные элементы **38.МБ.13**

пористые материалы; мембраны; адсорбция; водород, ионы H^+ ; гидроксид-анион **38.МБ.133**

стеклокерамика; транспортирование, бесконтактное, способ и устройство **38.МБ.195**

стеклокерамика

стекло; транспортирование, бесконтактное, способ и устройство **38.МБ.195**

сточные воды

обработка, на круизных судах **38.МБ.28**

- осмос обратный; растворы, многокомпонентные;

масла, пальмовое, производство **38.МБ.59**

сточные воды очистка

в комбинированном процессе; ил активный,

использование; реакторы, био **38.МБ.164**

городские; лекарственные вещества, удаление;

мембраны, использование; биореакторы; клофибринная

кислота, удаление; диклофенак, удаление; ибупрофен,

удаление; кетопрофен, удаление **38.МБ.9**

масла, удаление; мембраны; керамика,

использование; микрофильтрация **38.МБ.85**

-- органические соединения, удаление **38.МБ.166**

ПАВ, удаление; ил активный, использование; реакторы,

био; мембраны, использование **38.МБ.62**

способ, устройство; ил активный, смеси;

разделение; мембраны **38.МБ.165**

-- фильтрование; жидкости **38.МБ.182**

цинк, ионы, удаление; ультрафильтрование;

мицеллы, влияние **38.МБ.29**

стронций цераты

легированные; мембраны; пленки, тонкие; полимеры,

прекурсоры, использование; микроструктура **38.МБ.93**

стронций-, -железо-кобальт оксиды

$SrFeCo_{0,5}O_x$; мембраны, керамич., плотные; кислород;

проницаемость; метан, конверсия, реакторы;

воздух разделение, применение **38.МБ.30**

стронций-кобальт-железо оксиды*барий-

влияние температуры; перовскиты; прессование;

мембраны; спекание, время, влияние **38.МБ.94**

стронций-кобальт-железо оксиды*лантан-

перовскиты; мембраны, получение, свойства;

керамика, носители **38.МБ.92**

структура-свойства взаимосвязь

мембраны полимерные, пористые, смеси; каучуки

натуральные; каучук бутадиенстирольный **38.МБ.71**

мембраны, анодные термообработанные; алюминий

оксид, упрощенный способ изготовления **38.МБ.15**

транспортные свойства; мембраны, смешанные; фосфо-

вольфрамовая кислота; фосфо-молибденовая кислота;

кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**

структурно-механические свойства

транспортные свойства; мембраны катионообменные,

Нафион, МФ-4СК; электропроводность; проницаемость,

диффузионная; армирующие материалы, влияние **38.МБ.38**

сульфаты*железо

водные растворы, концентрация и температура,

влияние; сорбционная способность; осмос

обратный; мембраны **38.МБ.51**

сшивание

вторичное; мембраны полимерные, использование;

поливиниловый спирт, предварительно

сшитый; вода, отделение **38.МБ.198**

мембраны полимерные, получение, применение;

поливиниловый спирт; сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из раствора; выпаривание; растворители;

упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**

- сетчатые; полиэтиленгликоль, сегменты;

полисилоксаны, диметил-; сшивающие агенты;

силоксаны, производные; мембраны, амфифильные,

получение, использование; проницаемость; кислород;

линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**

- полиэлектролиты, использование; фторирование;

топливные элементы, изготовление **38.МБ.208**

сшивающие агенты

мембраны полимерные, сетчатые; полиэтиленгликоль,

сегменты; полисилоксаны, диметил-; сшивание;

силоксаны, производные; мембраны, амфифильные, получение, использование; проницаемость; кислород;

линзы, контактные, изготовление **38.МБ.69**

тетраэтоксисиланы; отливка из раствора; мембраны

полимерные, получение, применение; поливиниловый

спирт; сшивание; выпаривание; растворители;

упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**

сырье

пектинсодержащее; пектин, получение, способ **38.МБ.175**

чистое, использование; растворы, ферментир., очистка;

мембранная технология; лимонная кислота, пищ.,

производство; экология, состояние, улучшение **38.МБ.127**

тантал оксиды

пленки, съемные, сверхтонкие; мембраны,

неорганические: получение, свойства **38.МБ.42**

температура

влияние; синтез-газ; разделение; мембраны **38.МБ.138**

теплоносители

гидротермальные, способ использования; кремний

диоксид; коллоиды, образование **38.МБ.216**

теплоперенос

мембраны; фотогравирование, в УФ-свете; массоперенос;

полимеризация; испарение; проницаемость, с учетом

удерживания; моделирование математическое **38.МБ.54**

термические свойства

полисилоксаны; полимерные сетки взаимопроникающие;

мембраны полимерные, частично пиролизованные;

газопроницаемость **38.МБ.89**

термодинамика

наноструктуры; наночастицы; мембраны,

многослойные **38.МБ.134**

тетраэтоксисиланы

отливка из раствора; сшивающие агенты; мембраны

полимерные, получение, применение; поливиниловый

спирт; сшивание; выпаривание; растворители;

упаковка; пищевые продукты **38.МБ.87**

технология

газы очистка; учебная литература **38.МБ.153**

изготовления и модификации; мембраны полимерные;

фильтровальные установки; обзоры **38.МБ.3**

титан диоксид

покрытия; разложение; метиленовый голубой; пристин,

использование; уголь активированный, использование;

реакторы; мембраны, фотокаталитические **38.МБ.63**

титанаты*щелочноземельные металлы

электрофизические свойства **38.МБ.5**

топливные элементы

водородный; реакторы, для превращения воды в

газ; мембраны, селективная по диоксиду углерода;

вода; газы; углерод диоксид **38.МБ.14**

изготовление; мембраны полимерные; полиэлектролиты,

использование; фторирование; сшивание **38.МБ.208**

мембранно-электродные блоки, диффузионные

слои, мембранные электролиты, сегменты,

перемычки, реагенты **38.МБ.186**

мембраны полимерные, использование; сополимеры;

политетрафторэтилен **38.МБ.206**

- электроды, газодиффузионный; полиэлектролиты,

изготовление, способы, использование **38.МБ.220**

---- протонная проводимость, высокая **38.МБ.219**

мембраны, протонообменная; катализаторы; носители;

вольфрам оксиды, оценка ex situ **38.МБ.11**

полимерные электролитные мембраны, пористые

полимерные матрицы, ионопроводящие полимерные

покрытия, эксплуатационные характеристики,

растворы метанола **38.МБ.184**

структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства;

мембраны, смешанные; фосфо-вольфрамовая кислота; фосфо-

молибденовая кислота; кремний диоксид; стекло **38.МБ.13**

электролитные мембраны, электроды, мембранно-

электродные ансамбли, печатные процессы, печатные

плиты, катализаторы, электродные растворы **38.МБ.185**

электролиты твердые, полимерный; водообеспечение;

мембраны; сжатие, влияние **38.МБ.34**

топливо

биодизельное, производство; этерификация; масла, каноловое;

реакторы, мембранный; метиловый спирт **38.МБ.56**

травление

сквозное; мембраны; пористые материалы, макро;

кремний; поры, размер, регулирование **38.МБ.40**

транспорт

нестабильный; металлы, ионы; мембраны, жидкие;

моделирование математическое **38.МБ.78**

транспортирование

бесконтактное, способ и устройство; стекло;

стеклокерамика **38.МБ.195**

транспортные свойства

структура-свойства взаимосвязь; мембраны, смешанные;

фосфо-вольфрамовая кислота; фосфо-молибденовая кислота;

кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**

структурно-механические свойства; мембраны

катионообменные, Нафийон, МФ-4СК;

электропроводность; проницаемость, диффузионная;

армирующие материалы, влияние **38.МБ.38**

электро; композиционные материалы; наночастицы,

структура, свойства; мембраны, перфторированные,

МФ-ЧСК; полианилины; кинетика **38.МБ.157**

- стекла; пористые материалы, ультра-и нано-;

электролиты, растворы **38.МБ.104**

триметилсилильная группа

влияние; мембраны, углеродные; газы; диффузия **38.МБ.33**

триоктил-фосфиноксид

растворы в додекане, МБ жидк.; фосфорная кислота,

водн. растворы; уран, ионы U^{6+} , извлечение;

политетрафторэтилен, матрицы **38.МБ.123**

углерод

мембраны, получение, свойства; пористые

материалы, микро; газы определение; углерод

диоксид определение; азот, смеси **38.МБ.100**

нанотрубки; мембраны, электропроводящие,

получение, свойства; прядение, электро;

волокна, шелк; адсорбция **38.МБ.103**

получение, свойства; мембраны; целлюлоза,

использование; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-,

использование; проницаемость; азот; водород;

метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**

углерод диоксид

мембраны; углерод, получение, свойства; целлюлоза, исполь-

зование; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-, использовани-

е; проницаемость; азот; водород; метан; кислород **38.МБ.22**

разделение; азот, N_2 ; мембраны, композитные; дендримеры,

полиамидаминовый; хитозаны **38.МБ.18**

сжатый, жидкий; мембраны; пористые материалы; полимеры, с

молекулярными отпечатками; фазы; разделение; сополимеры;

акрилонитрил; метакриловая кислота **38.МБ.102**

топливные элементы, водородный; реакторы, для

превращения воды в газ; мембраны, селективная

по диоксиду углерода; вода; газы **38.МБ.14**

углерод диоксид определение

углерод; мембраны, получение, свойства; пористые материалы,

микро; газы определение; азот, смеси **38.МБ.100**

углеродистые материалы

нановолокна, получение; пиролиз; алканы, смеси C_3 и C_4 ;

катализаторы, никель на керамич. алюмосиликатах **38.МБ.39**

уголь

древесный, использование; адсорбция; белки; мембраны;

целлюлоза ацетаты, вторичные, наполненные **38.МБ.50**

уголь активированный

использование; разложение; метиленовый голубой;

пристин, использование; титан диоксид, покрытия;

реакторы; мембраны, фотокаталитические **38.МБ.63**

уксусная кислота

осадители, с различными числами осаждения;

фосфорная кислота; сополимеры; поливинилиденфторид;

политетрафторэтилен; мембраны полимерные,

микрофилтрац., получение, структура, смеси **38.МБ.152**

трифтор-, использование; гидролиз; мембраны;

углерод, получение, свойства; целлюлоза,

использование; проницаемость; азот; водород;

метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**

ультрафильтрация

вода очистка, предочистка, станции; мембраны,

использование; вода технология **38.МБ.132**

вода питьевая; вода технология **38.МБ.82**

вода технология; осмос обратный; мембраны,

использование; обессоливание **38.МБ.6**

водоснабжение; вода технология **38.МБ.130**

мембраны, обрастание; вода; контроль

качества; вода технология **38.МБ.27**

- получение, свойства, смеси; полисульфоны;

полиэфирэфиркетон **38.МБ.90**

- модифицирование, плазменное; полиакрилонитрил **38.МБ.45**

нанофильтрация; водопроводы, станции;

мембраны, использование **38.МБ.84**

органические соединения, природные, фракции,

влияние; мембраны, обрастание **38.МБ.81**

применение; молочная сыворотка;

белки, выделение **38.МБ.139**

с поперечным течением и вводом газа; мембраны,

угол наклона; проницаемость **38.МБ.86**

соки, апельсиновый, очистка; мембраны полимерные;

поливинилиденфторид, использование **38.МБ.57**

установки, использование, продолжительное; вода

питьевая, подготовка; вода технология **38.МБ.83**

цинк, ионы, удаление; сточные воды очистка;

мицеллы, влияние **38.МБ.29**

упаковка

газонепроницаемая; плоды; овощи, свеженарезанные;

мембраны полимерные, газопроницаемая, новая,

создание, использование **38.МБ.174**

пищевые продукты; мембраны полимерные, получение, применение; поливиниловый спирт; шивание; сшивающие агенты; тетраэтоксисиланы, отливка из раствора; выпаривание; растворители **38.МБ.87**

устройство; мембраны; пиперазин; упаковочные материалы, полимерные водонепроницаемые **38.МБ.172**

упаковочные материалы

полимерные водонепроницаемые; упаковка, устройство; мембраны; пиперазин **38.МБ.172**

уплотнение

шеvronное; фильтры, патронные; мембраны, спиральные навитые **38.МБ.176**

уран

ионы U^{6+} , извлечение; фосфорная кислота, водн. растворы; триоктил-фосфиноксид, растворы в додекане, МБ жидк.; политетрафторэтилен, матрицы **38.МБ.123**

учебная литература

газы очистка; технология **38.МБ.153**

фазы

разделение; мембраны; пористые материалы; полимеры, с молекулярными отпечатками; углерод диоксид, сжатый, жидкий; сополимеры; акрилонитрил; метакриловая кислота **38.МБ.102**

фармакология

медицина; мембраны; полимеры, применение; обзоры, библиография **38.МБ.19**

фармацевтическая промышленность

электродеионизаторы, конструкция, характеристики; вода технология **38.МБ.177**

ферменты

липаза иммобилизованная; гидролиз; масла растительные, пальмовое; оливковое масло; реакторы, мембранного типа, с полыми волокнами **38.МБ.24**

физико-химические свойства

полимерные наноконструкции; пленки, сульфокатионные; смолы меламина-формальдегидные; полианилины, добавление в матрицу; мембраны, наноконструктивные, получение **38.МБ.142**

фильтрация

коагуляция; вода, предочистка; мембраны, использование; вода технология **38.МБ.7**
лигнин, сульфатный; дисперсии, водные; частицы, размер, влияние pH; мембраны, трековые **38.МБ.106**
мембраны, использование **38.МБ.191**

- пиво, производство, очистка; кизельгур, применение **38.МБ.110**

поперечная; мембраны; подложки; пористые материалы, модифицированные **38.МБ.160**

фильтровальные установки

мембраны полимерные; технология, изготовления

и модификации; обзоры **38.МБ.3**

фильтрование

жидкости; сточные воды очистка, способ, устройство **38.МБ.182**

фильтры

для суспензий **38.МБ.213**

жидкостные **38.МБ.159, 38.МБ.190**

мембранные, пористые; биосенсоры, электрохимические; биологические жидкости анализ; потенциостаты **38.МБ.212**
патронные; мембраны, спиральные навитые; уплотнение, шевронное **38.МБ.176**

фильтрующие элементы, рулонные мембраны, конструкция **38.МБ.201**

фосфиноксид*триоктил-

растворы в додекане, МБ жидк.; фосфорная кислота, водн. растворы; уран, ионы U^{6+} , извлечение; политетрафторэтилен, матрицы **38.МБ.123**

фосфо-вольфрамовая кислота

фосфо-молибденовая кислота; мембраны, смешанные; структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства; кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**

фосфо-молибденовая кислота

мембраны, смешанные; фосфо-вольфрамовая кислота; структура-свойства взаимосвязь; транспортные свойства; кремний диоксид; стекло; топливные элементы **38.МБ.13**

фосфорная кислота

водн. растворы; триоктил-фосфиноксид, растворы в додекане, МБ жидк.; уран, ионы U^{6+} , извлечение; политетрафторэтилен, матрицы **38.МБ.123**
уксусная кислота, осадители, с различными числами осаждения; сополимеры; поливинилиденфторид; политетрафторэтилен; мембраны полимерные, микрофильтрац., получение, структура, смеси **38.МБ.152**

фотогравирование

в УФ-свете; мембраны; массоперенос; полимеризация; теплоперенос; испарение; проницаемость, с учетом удерживания; моделирование математическое **38.МБ.54**

фторирование

мембраны полимерные; полиэлектролиты, использование; шивание; топливные элементы, изготовление **38.МБ.208**
прямое; модифицирование поверхности; полимеры; поверхностные слои; мембраны полимерные, газоразделительные свойства, улучшение **38.МБ.150**

хитозаны

мембраны, многослойные, получение, свойства **38.МБ.88**
разделение; углерод диоксид, азот, N_2 ; мембраны, композитные; дендримеры, полиамидаминоновый **38.МБ.18**

хроматография афинная

нанофильтрация; лекарственные препараты, био; мембраны, использование; эндотоксины,

бактериальные, удаление; хроматография ионообменная; вирусы определение; вода анализ **38.МБ.79**

хроматография ионообменная

наночистота; лекарственные препараты,

био; мембраны, использование; эндотоксины,

бактериальные, удаление; хроматография аффинная;

вирусы определение; вода анализ **38.МБ.79**

хронопотенциометрия

мембраны, электро, МА-100 и МА-41; глицин, соли, растворы; глутаминовая кислота, растворы **38.МБ.126**

целлюлоза

использование; мембраны; углерод, получение, свойства; гидролиз; уксусная кислота, трифтор-,

использование; проницаемость; азот; водород;

метан; кислород; углерод диоксид **38.МБ.22**

целлюлоза ацетаты

вторичные, наполненные; адсорбция; белки; мембраны;

уголь, древесный, использование **38.МБ.50**

цеолиты

β-; мембраны, получение; носители; пористые

материалы, трубчатые; алюминий оксид;

гидротермальный процесс **38.МБ.119**

NaA; мембраны, перфузия, синтез, свойства; алюминий оксид, носители; вакуум, использование **38.МБ.43**

мембраны; кристаллы, гексагональные, регулируемые

по ориентации; гели, мезоструктурированные;

алюминий оксид, γ-, подложки **38.МБ.91**

наночастицы; мембраны, получение,

применение; цеолиты; обзоры **38.МБ.4**

типа NaA; гидротермальный процесс; электрофорез;

мембраны, получение; носители; пористые

материалы; алюминий оксид, α- **38.МБ.41**

цеолиты; наночастицы; мембраны, получение,

применение; обзоры **38.МБ.4**

цераматы*стронций

легированные; мембраны; пленки, тонкие; полимеры,

прекурсоры, использование; микроструктура **38.МБ.93**

цинк

ионы, удаление; сточные воды очистка;

ультрафильтрация; мицеллы, влияние **38.МБ.29**

цинк комплексы

приготовление; мембраны, композитные; полимеры;

разделение; бутан; метан **38.МБ.167**

цирконий диоксид

мембраны, получение, свойства; композиционные материалы; кремний диоксид; золь-гель технология;

поверхности; морфология **38.МБ.53**

получение, свойства; мембраны; пористые материалы,

микро; кремний диоксид; золь-гель технология;

органические соединения, водные растворы, перфузия;

проницаемость; разделение **38.МБ.114**

стабилизированный Y_2O_3 ; керамические изделия; механические свойства; аэрогели, AlOOH добавки, влияние **38.МБ.10**

частицы

осаждение, неравномерное; поверхности, внешние и

внутренние; мембраны, полупроницаемые **38.МБ.158**

размер; влияние pH; лигнин, сульфатный; дисперсии,

водные; фильтрация; мембраны, трековые **38.МБ.106**

щелочноземельные металлы титанаты

электрофизические свойства **38.МБ.5**

экология

состояние, улучшение; сырье, чистое, использование;

растворы, ферментир., очистка; мембранная технология;

лимонная кислота, пищ., производство **38.МБ.127**

экстракция

термоколебательная; разделение; РЗЭ;

моделирование математическое **38.МБ.120**

эластомеры

резинотехнические изделия; мембраны **38.МБ.70**

электрическое поле

воздействие; обессоливание; вода технология; осмос обратный;

осадки, предотвращение; мембраны; поверхности **38.МБ.162**

электровыделение

водород; диффузия, твердофазная, соотношение

скоростей; поляризация; мембраны; растворы,

спиртовые; кислотность **38.МБ.107**

электродиализ

мембраны, асимметричная биполярная, электро-

мембранный процесс **38.МБ.16**

отходы, жидкие; аккумуляторы электрические,

свинцовые, отработанные; десульфуризация;

натрий гидроксид, растворы водные, применение;

мембраны, биполярные, применение **38.МБ.183**

электроды

газодиффузионный; мембраны полимерные;

полиэлектролиты, изготовление, способы,

использование; топливные элементы **38.МБ.220**

--- протонная проводимость, высокая;

топливные элементы **38.МБ.219**

углеродный; импеданс электрохимический;

ионизация; водород; мембраны ионообменные, МФ-

4СК-101; платина; катализаторы **38.МБ.113**

электрокинетические явления

стекла; пористые материалы, ультра-и нано-;

электролиты, 1:1-зарядовые **38.МБ.105**

электролиз

установки; обеззараживание; вода технология;

мембраны **38.МБ.121, 38.МБ.61**

электролиты

1:1-зарядовые; стекла; пористые материалы, ультра-и

нано-; электрокинетические явления **38.МБ.105**
 растворы; стекла; пористые материалы, ультра-и нано-;
 транспортные свойства, электро **38.МБ.104**
 тип, влияние; влияние рН; нанофильтрация;
 мембраны; полиамиды, Drgal DK **38.МБ.111**
электролиты твердые
 полимерный; топливные элементы; водообеспечение;
 мембраны; сжатие, влияние **38.МБ.34**
электронные приборы
 защита от пыли; мембраны, газопроницаемая, получение,
 способ, использования; ленты липкие, двухсторонняя,
 наклеенная с одной стороны **38.МБ.173**
электропроводность
 мембраны катионообменные, Нафион, МФ-4СК;
 проницаемость, диффузионная; транспортные
 свойства; структурно-механические свойства;
 армирующие материалы, влияние **38.МБ.38**
 протонная; мембраны; катиониты, сульфо,
 MSC-H и Purolite CT-275 **38.МБ.74**
электрофизические свойства
 щелочноземельные металлы титанаты **38.МБ.5**

электрофорез
 гидротермальный процесс; мембраны, получение;
 цеолиты, типа NaA; носители; пористые
 материалы; алюминий оксид, α- **38.МБ.41**
эндотоксины
 бактериальные, удаление; мембраны, использование;
 нанофильтрация; лекарственные препараты, био-;
 хроматография ионообменная; хроматография аффинная;
 вирусы определение; вода анализ **38.МБ.79**
этерификация
 масла, каноловое; реакторы, мембранный; метиловый
 спирт; топливо, биодизельное, производство **38.МБ.56**
этиленгликоль
 разделение; соли, минеральные; диализ;
 мембраны; ионный обмен **38.МБ.73**
этиловый спирт
 смеси; пропиловый спирт; вода; разделение,
 мембранное **38.МБ.108**
эферы сложные
 алкиловые, способ получения; жирные
 кислоты; глицерин **38.МБ.197**

Авторский указатель

- | | | | |
|---|--|--|---|
| Aerts P. 38.МБ.125 | Bandini Serena 38.МБ.111 | 38.МБ.95 | Deratani Andre 38.МБ.3 |
| Ahmad A. L. 38.МБ.59,
38.МБ.60 | Baodot Arnaud 38.МБ.197 | Chen Cham-Ying 38.МБ.185 | Dey P. K. 38.МБ.123 |
| Ahmed Zubair 38.МБ.64 | Barcelo Damia 38.МБ.62 | Chen F. 38.МБ.76 | Dietze M. 38.МБ.122 |
| Ahn Kyu-Hong 38.МБ.64 | Benedetti Marc F. 38.МБ.115 | Cheng Guangming 38.МБ.25 | Ding G. Q. 38.МБ.96 |
| Akbari A. 38.МБ.54 | Benfer S. 38.МБ.122 | Cheng Tung-Wen 38.МБ.86 | Domingos Rute F. 38.МБ.115 |
| Alaee Mohammad Ali
38.МБ.94 | Beresnevicus Z. J. 38.МБ.98 | Chhina H. 38.МБ.11 | Drioli E. 38.МБ.57 |
| Al-Zuhair S. 38.МБ.24 | Bhatia S. 38.МБ.59 | Chi Ping 38.МБ.88 | Duan Shuhong 38.МБ.18 |
| Amar N. Ben 38.МБ.101 | Birk 38.МБ.173 | Cho Jinwoo 38.МБ.64 | Dube M. A. 38.МБ.56 |
| Aminabhavi T.M. 38.МБ.129 | Blank D. H. A. 38.МБ.97 | Cho Myung-dong 38.МБ.184 | Elbaccouch Mohamed M.
38.МБ.93 |
| Aminabhavi Tejraj M.
38.МБ.87 | Boesescke Peter 38.МБ.47 | Chong M. F. 38.МБ.59 | Ermakova L. E. 38.МБ.133 |
| Anisimov M. A. 38.МБ.134 | Boffa V. 38.МБ.97 | Chu Benjamin 38.МБ.124 | Ertl Thomas 38.МБ.205 |
| Antropova T. V. 38.МБ.133 | Bournay Laurent 38.МБ.197 | Chua H. 38.МБ.85 | Fan D. H. 38.МБ.96 |
| Arcella Vincenzo 38.МБ.206 | Boussu Katleen 38.МБ.44 | Clark Mark M. 38.МБ.7 | Fang Dufei 38.МБ.124 |
| Arthanareeswaran G.
38.МБ.90 | Bowden J. E. 38.МБ.15 | Clauss Michael 38.МБ.195 | Fang Yao-Yao 38.МБ.29 |
| Asaeda Masashi 38.МБ.114 | Brauner-Noack Monika
38.МБ.82 | Clifton M. J. 38.МБ.54 | Fernandez-Sanchez J. F.
38.МБ.211 |
| Astrova E. V. 38.МБ.72 | Brown I. W.M. 38.МБ.15 | Collins Ian Ralph 38.МБ.193 | Finstad T. G. 38.МБ.40 |
| Ata Osman Nuri 38.МБ.78 | Bruni Luigi 38.МБ.111 | Cornaglia L. M. 38.МБ.12 | Flavin Kevin 38.МБ.116 |
| Aust U. 38.МБ.122 | Bruschke Hartmut E. A.
38.МБ.198 | Cousins Anthony Robert
38.МБ.193 | Flemming Skou 38.МБ.191 |
| Balachandran U. 38.МБ.30 | Buchkremer H. P. 38.МБ.92 | Dakshinamoorthy A.
38.МБ.123 | Foley Henry C. 38.МБ.66 |
| Balster J. 38.МБ.16 | Buchler O. 38.МБ.92 | De Almeida Prado Luis A. S.
38.МБ.89 | Foss S. E. 38.МБ.40 |
| Bancroft John Lindley
38.МБ.218 | Campbell S. 38.МБ.11 | De Figueiredo Gomes
38.МБ.167 | Fritsch Detlev 38.МБ.167 |
| | Cassano A. 38.МБ.57 | Deratani A. 38.МБ.101 | Fujiwara Ichiro 38.МБ.33 |
| | Chan S. Y. 38.МБ.85 | | Genne I. 38.МБ.125 |
| | Charalambopoulou G. | | Ghielmi Alessandro 38.МБ.206 |

- Gilron Jack L. **38.МБ.112**
 Goma-Bilongo T. **38.МБ.54**
 Gonzalez Susana **38.МБ.62**
 Greiner Mark T. **38.МБ.42**
 Hagg May-Britt **38.МБ.22**
 Hahn Gerhard **38.МБ.195**
 Hara Hiroe **38.МБ.9**
 Haraya Kenji **38.МБ.33**
 Hasan M. **38.МБ.24**
 Heath Michael **38.МБ.207**
 Hendricks Troy R. **38.МБ.21**
 Heng S. **38.МБ.98**
 Henrik Betz **38.МБ.202**
 Hidajat K. **38.МБ.23**
 Hirano Akihiro **38.МБ.199**
 Hong Hua **38.МБ.88**
 Hornung Markus **38.МБ.205**
 Howe Kerry J. **38.МБ.7**
 Hsiao Benjamin S. **38.МБ.124**
 Hu Xing **38.МБ.118**
 Hua F. L. **38.МБ.85**
 Huang Aisheng **38.МБ.41, 38.МБ.43**
 Huang Jin **38.МБ.14**
 Huang Jin-Hui **38.МБ.29**
 Huang Miaomiao **38.МБ.118**
 Huang R. Y. M. **38.МБ.2**
 Hughes Helen **38.МБ.116**
 Ikeya Takeshi **38.МБ.199**
 Inagaki Michio **38.МБ.63**
 Inomata Hiroshi **38.МБ.214**
 Irusta S. **38.МБ.12**
 Ismail A. F. **38.МБ.81**
 Jacobs P. A. **38.МБ.125**
 Jens Hoppe **38.МБ.202**
 Jian Xi-gao **38.МБ.117**
 Jiang Xingqun **38.МБ.17**
 Jin Hyoung-Joon **38.МБ.103**
 Jordan V. **38.МБ.16**
 Jose Nadia M. **38.МБ.89**
 Julbe A. **38.МБ.98**
 Kai Teruhiko **38.МБ.18**
 Kan P. Y. Y. **38.МБ.40**
 Kanellopoulos N. **38.МБ.95**
 Kanellopoulos N.K. **38.МБ.100**
 Kang Minsung **38.МБ.103**
 Karnet Yu. N. **38.МБ.49**
 Karunakaran Radhakrishnan **38.МБ.69**
 Kasai Hitoshi **38.МБ.214**
 Katsaros F. **38.МБ.95**
 Katsaros F. K. **38.МБ.100**
 Kawi S. **38.МБ.23**
 Kazama Shingo **38.МБ.18**
 Kemmitt T. **38.МБ.15**
 Kennedy Joseph P. **38.МБ.69**
 Kesler O. **38.МБ.11**
 Kimura Katsuki **38.МБ.9**
 Kindts Celine **38.МБ.44**
 Kirchner A. **38.МБ.15**
 Kobayashi Takaomi **38.МБ.102**
 Kolbe Barbel **38.МБ.168**
 Konstantakou M. **38.МБ.100**
 Koros William J. **38.МБ.55**
 Kouketsu Takayuki **38.МБ.18**
 Kouvelos E. **38.МБ.95**
 Kovalev G. N. **38.МБ.49**
 Krause Bernd **38.МБ.205**
 Kruse Peter **38.МБ.42**
 Kuklin Alexandr **38.МБ.47**
 Kukushkina Yu. A. **38.МБ.72**
 Kunitake Toyoki **38.МБ.46**
 Kusunoki Takayuki **38.МБ.102**
 Lai Juin-Yih **38.МБ.3**
 Lambropoulos A. **38.МБ.95**
 Lange Ulrich **38.МБ.195**
 Langsdorf Andreas **38.МБ.195**
 Lee C. N. **38.МБ.76**
 Lee Ilsoon **38.МБ.21**
 Lee Myung-jin **38.МБ.184**
 Lee Ying-Shen **38.МБ.185**
 Lescoche Philippe **38.МБ.160**
 Leysen R. **38.МБ.125**
 Li Baoan **38.МБ.112**
 Li Chia-Ling **38.МБ.3**
 Li Jian-Bing **38.МБ.29**
 Li Li-Nan **38.МБ.86**
 Li Yongxiang **38.МБ.118**
 Lie Jon Arvid **38.МБ.22**
 Lim Byuhg-Ran **38.МБ.64**
 Lin Justin Chun-Te **38.МБ.35**
 Lin Kin-Fu **38.МБ.185**
 Liu Changsheng **38.МБ.88**
 Liu J. **38.МБ.56**
 Liu Jie **38.МБ.43**
 Liu Xing Qin **38.МБ.31**
 Liu Xiu-feng **38.МБ.53**
 Liu Yuxia **38.МБ.71**
 Livingston Andrew G. **38.МБ.35**
 Lombardo E. A. **38.МБ.12**
 Ma Beihai **38.МБ.30**
 MacKenzie K. J. D. **38.МБ.15**
 Madhusoodana C.D. **38.МБ.129**
 Manceau Emmanuel **38.МБ.47**
 Marchio M. **38.МБ.57**
 Marenkov E. D. **38.МБ.136**
 Marggraff Frank-Klaus **38.МБ.198**
 Mazzoni Carolina **38.МБ.111**
 McLoughlin Peter **38.МБ.116**
 Meller Amit **38.МБ.48**
 Meng Guang Yao **38.МБ.31**
 Merritt Anna **38.МБ.66**
 Meulenberg W. A. **38.МБ.92**
 Mishra Nirankar **38.МБ.17**
 Misra S. K. **38.МБ.123**
 Mohajeri Nahid **38.МБ.93**
 Mohammadi Toraj **38.МБ.94**
 Mohan D. **38.МБ.90**
 Morawski Antoni W. **38.МБ.63**
 Mori Shinsuke **38.МБ.45**
 Mosadeghkah Ali **38.МБ.94**
 Motuzas J. **38.МБ.98**
 Mozia Sylwia **38.МБ.63**
 Munshi S. K. **38.МБ.123**
 Nakanishi Hachiro **38.МБ.214**
 Nazarov Igor **38.МБ.34**
 Nechitailov A. A. **38.МБ.72**
 Nogami Masayuki **38.МБ.13**
 Nolan J. **38.МБ.95**
 Nuttgens Sybill **38.МБ.195**
 Oguro D. **38.МБ.187**
 Oka Eiko **38.МБ.159**
 Ooi B. S. **38.МБ.60**
 Oteo J. L. **38.МБ.32**
 Ozaki H. **38.МБ.81**
 Pant K. K. **38.МБ.77**
 Parvelescu Viorica **38.МБ.91**
 Patel Sanjay **38.МБ.77**
 Patil M. B. **38.МБ.129**
 Patil Mallikarjunagouda B. **38.МБ.87**
 Patil S. A. **38.МБ.129**
 Patil Sangamesh A. **38.МБ.87**
 Peinemann Klaus-Viktor **38.МБ.167**
 Pena-Alonso R. **38.МБ.32**
 Pepy Gerard **38.МБ.47**
 Perreault Mark **38.МБ.207**
 Petrovic Mira **38.МБ.62**
 Ping Zhenghua **38.МБ.67**
 Pinheiro J. P. **38.МБ.115**
 Pisarev A. A. **38.МБ.136**
 Plameri J. **38.МБ.101**
 Pogorelova L. V. **38.МБ.49**
 Polastri Fabio **38.МБ.206**
 Popov V. V. **38.МБ.49**
 Promislow Keith **38.МБ.34**
 Punt I. **38.МБ.16**
 Qiao Xiangli **38.МБ.67**
 Qu Yun-Huan **38.МБ.29**
 Raajenthiren M. **38.МБ.90**
 Rajagopalan Ramakrishnan **38.МБ.66**
 Ramachandran K.B. **38.МБ.24**
 Redondo Simone U.A. **38.МБ.89**
 Remigy J.- C. **38.МБ.54**
 Rolfe James **38.МБ.218**
 Romanos G. **38.МБ.95**
 Romanos G. E. **38.МБ.100**
 Rost A. **38.МБ.122**
 Rozanska Agnieszka **38.МБ.128**
 Rubio F. **38.МБ.32**
 Rubio J. **38.МБ.32**
 Saidani H. **38.МБ.101**
 Sakinah Mimi **38.МБ.81**
 Salim M. R. **38.МБ.81**
 Sarashina Eiji **38.МБ.214**
 Schafer Wolfgang **38.МБ.198**
 Schiavon Marco A. **38.МБ.89**
 Schiedt Birgitta **38.МБ.47**
 Schleger Michael **38.МБ.202**
 Seal Sudipta **38.МБ.93**
 Sebold D. **38.МБ.92**
 Serra J. M. **38.МБ.92**
 Shamel M. M. **38.МБ.24**
 Shao Guo-lin **38.МБ.119**
 Shao P. **38.МБ.2**
 Shen W. Z. **38.МБ.96**
 Shibuya Toru **38.МБ.199**
 Shukla Satyajit **38.МБ.93**
 Shumikhin T. A. **38.МБ.49**
 Sin S. N. **38.МБ.85**
 Singh Sherdeep **38.МБ.42**
 Singh Suman Kumar **38.МБ.123**
 Sirkar Kamalesh K. **38.МБ.112**
 Siwy Zuzanna **38.МБ.47**

- Sklari S. D. **38.МБ.99**
 Snegireva N. S. **38.МБ.49**
 Snyder Mark A. **38.МБ.4**
 Song Hongzhang **38.МБ.118**
 Song Kyung-Guen **38.МБ.64**
 Song Liming **38.МБ.112**
 Spencer Michael G. **38.МБ.17**
 Spichiger S. **38.МБ.211**
 Spichiger-Keller U. **38.МБ.211**
 Srikantharajah S. **38.МБ.16**
 Srivastava Devesh **38.МБ.21**
 Stamatialis D. F. **38.МБ.16**
 Staudt-Bickel Claudia **38.МБ.55**
 Stefanini Daniel **38.МБ.162**
 Steriotis Th. **38.МБ.95**
 Steriotis Th. A. **38.МБ.100**
 Storr Markus **38.МБ.205**
 Stubos A. K. **38.МБ.100**
 Su Bao-Lian **38.МБ.91**
 Sudersanan M. **38.МБ.123**
 Sudo Kazunori **38.МБ.159**
 Sumbharaju R. **38.МБ.16**
 Sun G. B. **38.МБ.23**
 Sun Hee-young **38.МБ.184**
 Suzuki Masaaki **38.МБ.45**
 Tablet Cristina **38.МБ.91**
 Tamayo A. **38.МБ.32**
 Tellez L. **38.МБ.32**
 Ten Elshof J. E. **38.МБ.97**
 Teoh S. H. **38.МБ.76**
 Thomas Melin **38.МБ.202**
 Timashev R. R. **38.МБ.49**
 Tomandl G. **38.МБ.122**
 Toulemonde Marcel **38.МБ.47**
 Toyoda Masahiro **38.МБ.63**
 T-Raissi Ali **38.МБ.93**
 Tran Thi Dung **38.МБ.45**
 Trautmann Christina **38.МБ.47**
 Tremblay A. Y. **38.МБ.56**
 Tsang Y. F. **38.МБ.85**
 Tsapatsis Michael **38.МБ.4**
 Tsumura Tomoki **38.МБ.63**
 Tsuru Toshinori **38.МБ.114**
 Tsvetkov I. V. **38.МБ.136**
 Turner James N. **38.МБ.17**
 Uma Thanganathan **38.МБ.13**
 United Kingdom **38.МБ.218**
 Uphoff Christian **38.МБ.165**
 Uwe **38.МБ.173**
 Vaccarone Paola **38.МБ.206**
 Valiev H. H. **38.МБ.49**
 Van der Bruggen Bart **38.МБ.44**
 Vandecasteele Carlo **38.МБ.44**
 Vankelecom I.F.J. **38.МБ.125**
 Veerapur R. S. **38.МБ.129**
 Veerapur Ravindra S. **38.МБ.87**
 Vendamme Richard **38.МБ.46**
 Volkova A. V. **38.МБ.133**
 Waiblinger Ralf **38.МБ.110**
 Wallace David W. **38.МБ.55**
 Wang Da-Ming **38.МБ.3**
 Wang Hong-Lin **38.МБ.117**
 Wang Hongying **38.МБ.102**
 Wang Jin-qu **38.МБ.119**
 Wang Ji-ping **38.МБ.119**
 Wang Xuefen **38.МБ.124**
 Wang Y. J. **38.МБ.85**
 Wang Yong Hong **38.МБ.31**
 Wang Zhi-Peng **38.МБ.117**
 Wanunu Meni **38.МБ.48**
 Watanabe Hirohmi **38.МБ.46**
 Watanabe Yoshimasa **38.МБ.9**
 Wedemeyer Conrad V. **38.МБ.28**
 Wen Xue-Qiu **38.МБ.117**
 Werth Steffen **38.МБ.168**
 Wessling M. **38.МБ.16**
 Weston Robert Charles
 William **38.МБ.193**
 Williams John Dale **38.МБ.193**
 Winston Ho W. S. **38.МБ.14**
 Wisniewski Jacek **38.МБ.128**
 Xu Ke **38.МБ.29**
 Xu Li-ming **38.МБ.53**
 Xu Qun **38.МБ.102**
 Yamada Koichi **38.МБ.18**
 Yang Chun-Ping **38.МБ.29**
 Yang Da-Ling **38.МБ.117**
 Yang Delin **38.МБ.118**
 Yang Jianhua **38.МБ.114**
 Yang Jinxin **38.МБ.71**
 Yang Peng **38.МБ.185**
 Yang Shuting **38.МБ.71**
 Yang Weiguang **38.МБ.71**
 Yang Weishen **38.МБ.41,**
38.МБ.43
 Yang Zhigang **38.МБ.25**
 Yanovsky Yu. G. **38.МБ.49**
 Yarovitsyn A. V. **38.МБ.49**
 Yepes D. **38.МБ.12**
 Yeung K. L. **38.МБ.98**
 Yin Yanhong **38.МБ.71**
 Yokoyama Chiaki **38.МБ.214**
 Yoon Kyunghwan **38.МБ.124**
 Yoshida Inez V. P. **38.МБ.89**
 Yoshimune Miki **38.МБ.33**
 Yoshioka Tomohisa **38.МБ.114**
 Yue Hongyun **38.МБ.71**
 Zaspalis V. T. **38.МБ.99**
 Ze Lau P. P. S. **38.МБ.98**
 Zeng Guang-Ming **38.МБ.29**
 Zeng Ping **38.МБ.25**
 Zhang Bao-feng **38.МБ.53**
 Zhang Bao-quan **38.МБ.53**
 Zhang Dejun **38.МБ.25**
 Zhang Quanqiu **38.МБ.102**
 Zhang Shou-Hai **38.МБ.117**
 Zhang Yan **38.МБ.119**
 Zhang Yang **38.МБ.31**
 Zhang Zhen **38.МБ.29**
 Zhang Zhenjia **38.МБ.67**
 Zheng M. J. **38.МБ.96**
 Zhogin V. A. **38.МБ.49**
 Zhou Zhi-hui **38.МБ.119**
 Zou Jian **38.МБ.14**
 Zularisam A. W. **38.МБ.81**
 Абиев Руфат Шовкет оглы **38.МБ.213**
 Абоносимов О.А. **38.МБ.51**
 Аветисов А. К. **38.МБ.169**
 Алексанян И.Ю. **38.МБ.175**
 Алентьев А. Ю. **38.МБ.141**
 Алфимов М. В. **38.МБ.137**
 Андрианов А.П. **38.МБ.130,**
38.МБ.131, 38.МБ.84
 Анникова Л. А. **38.МБ.38**
 Антропова Т. В. **38.МБ.105**
 Аржакова О.В. **38.МБ.188**
 Аристов П.М. **38.МБ.175**
 Артеменко А. В. **38.МБ.70**
 Афонин М. А. **38.МБ.120**
 Ашибокова О. Р. **38.МБ.151**
 Бабенышев С. П. **38.МБ.109**
 Базиле А. **38.МБ.1**
 Байчток Ю. К. **38.МБ.169**
 Бакеев Н.Ф. **38.МБ.188**
 Баклагина Ю. Г. **38.МБ.37**
 Баранов С. В. **38.МБ.121,**
38.МБ.61
 Басин Б. Я. **38.МБ.68**
 Березина Н. П. **38.МБ.142,**
38.МБ.38
 Бильдюкевич А.В. **38.МБ.152**
 Бобрешова О. В. **38.МБ.126**
 Бобринская Г. А. **38.МБ.183**
 Борисова Л. В. **38.МБ.183**
 Босак В. З. **38.МБ.20**
 Бочкарева С. С. **38.МБ.144**
 Бреан А. **38.МБ.27**
 Будяк А. А. **38.МБ.120**
 Бузник В. М. **38.МБ.150**
 Бурбан А. Ф. **38.МБ.20**
 Бурлинов А. Н. **38.МБ.108**
 Бутырская Е. В. **38.МБ.73**
 Быков И. Р. **38.МБ.108**
 Вакулюк П. В. **38.МБ.20**
 Вигдорович В.И. **38.МБ.107**
 Витанов Г. А. **38.МБ.109**
 Волкова А. В. **38.МБ.105**
 Волинский А.Л. **38.МБ.188**
 Воляков В. Н. **38.МБ.132**
 Воронков М. Г. **38.МБ.144**
 Воротынцев В.М. **38.МБ.145**
 Воротынцев И.В. **38.МБ.145**
 Воскресенская В.И. **38.МБ.10**
 Галлуччи Ф. **38.МБ.1**
 Гаспарян Ю. М. **38.МБ.140**
 Геген Ф. **38.МБ.27**
 Глаголев В. А. **38.МБ.70**
 Глюсина К. **38.МБ.27**
 Гнеденко В. Г. **38.МБ.65**
 Голубева А. В. **38.МБ.140**
 Горячев И. В. **38.МБ.65**
 Громов С. П. **38.МБ.137**
 Демин А. В. **38.МБ.38**
 Демина О. А. **38.МБ.38**
 Докичев В. А. **38.МБ.135**
 Докучаев Н. Л. **38.МБ.148**
 Долгова А.А. **38.МБ.188**
 Дроздов П. Н. **38.МБ.145**

- Дудакова Н. В. **38.МБ.169**
 Дунюшкина Л. А. **38.МБ.5**
 Дягилева А. Б. **38.МБ.106**
 Евдокименко В.А. **38.МБ.74**
 Еременко С. И. **38.МБ.146**
 Ермакова Л. Э. **38.МБ.104, 38.МБ.105**
 Ермолинская Т.М. **38.МБ.152**
 Жура Н. А. **38.МБ.104**
 Заиков Г. Е. **38.МБ.36, 38.МБ.75**
 Зайцев С. Ю. **38.МБ.137**
 Захвеев С. Б. **38.МБ.121, 38.МБ.61**
 Зарапина И. В. **38.МБ.107**
 Зародин Г. С. **38.МБ.183**
 Зизевских О. В. **38.МБ.126**
 Иванец А. И. **38.МБ.146**
 Карпова С. А. **38.МБ.121, 38.МБ.61**
 Кечекьян А.С. **38.МБ.188**
 Киселев Ю. И. **38.МБ.183**
 Кичик В. А. **38.МБ.26**
 Ковалев С. В. **38.МБ.51**
 Коваленко Г. А. **38.МБ.39**
 Козлов Г. В. **38.МБ.36, 38.МБ.75**
 Козлов П. В. **38.МБ.26**
 Комова О. В. **38.МБ.39**
 Кононенко Н. А. **38.МБ.142**
 Копырин А. А. **38.МБ.120**
 Корж Р. В. **38.МБ.74**
 Корнеева Р. Н. **38.МБ.183**
 Косарев Г. В. **38.МБ.169**
 Костина Ю. В. **38.МБ.141**
 Котляров Р. В. **38.МБ.149**
 Кочкодан В. М. **38.МБ.19**
 Кошель Н. Д. **38.МБ.113**
 Кручинина Е. В. **38.МБ.37**
 Кубайси А. А.-Р. **38.МБ.157**
 Кудряшов А. Г. **38.МБ.121, 38.МБ.61**
 Кудряшов В. Л. **38.МБ.58**
 Кузнецов А. А. **38.МБ.141**
 Кузнецов Ю. П. **38.МБ.37**
 Кузнецова Т. Ф. **38.МБ.146**
 Кулев Д. Х. **38.МБ.127**
 Курявый В. Г. **38.МБ.150**
 Лазарев С. И. **38.МБ.51**
 Лакунцов Н. И. **38.МБ.148**
 Лангле К. **38.МБ.27**
 Лебедева О. В. **38.МБ.144**
 Логинов В. И. **38.МБ.70**
 Лоза Н. В. **38.МБ.142**
 Люсова Л. Р. **38.МБ.70**
 Маер М. **38.МБ.140**
 Максименко Ю.А. **38.МБ.175**
 Маланин М. Н. **38.МБ.155**
 Манакова А. В. **38.МБ.26**
 Матвеева М. В. **38.МБ.107**
 Мелик-Нубаров Н.С. **38.МБ.156**
 Микляев М. Ф. **38.МБ.52**
 Молодкина Л.М. **38.МБ.106**
 Мордкович В. З. **38.МБ.169**
 Мухутдинов А.А. **38.МБ.153**
 Наумова Ю. А. **38.МБ.70**
 Нафадзокова Л.Х. **38.МБ.36, 38.МБ.75**
 Новикова Л. А. **38.МБ.126**
 Новинюк Л. В. **38.МБ.127**
 Образцов А. А. **38.МБ.183**
 Окишева Н. А. **38.МБ.50**
 Парилова О. Ф. **38.МБ.26, 38.МБ.6**
 Пашкевич А. А. **38.МБ.149**
 Первов А. Г. **38.МБ.131, 38.МБ.84**
 Перминова Л. В. **38.МБ.39**
 Писарев Г. И. **38.МБ.148**
 Пожидаев Ю. Н. **38.МБ.144**
 Поздеева М. Г. **38.МБ.50**
 Политова Е. Д. **38.МБ.169**
 Поляков Ю. С. **38.МБ.143, 38.МБ.158**
 Поршнева В. Н. **38.МБ.8**
 Потехина Т. С. **38.МБ.68**
 Примак Н. В. **38.МБ.138**
 Ратько А. И. **38.МБ.146**
 Реутов В. Ф. **38.МБ.52**
 Ровный С. И. **38.МБ.26**
 Рожкова А. Г. **38.МБ.73**
 Рожкова М. В. **38.МБ.73**
 Романовская И.В. **38.МБ.139**
 Рот И. **38.МБ.140**
 Рудакова И. С. **38.МБ.106**
 Рудина Н. А. **38.МБ.39**
 Рябухова Т. О. **38.МБ.50**
 Седелкин В. М. **38.МБ.50**
 Селеменев В. Ф. **38.МБ.183**
 Сидоренко В.М. **38.МБ.201**
 Сидоров С. А. **38.МБ.154**
 Сидорова М. П. **38.МБ.104, 38.МБ.105**
 Силков Д. М. **38.МБ.139**
 Синяк С.В. **38.МБ.175**
 Скороходов А. Г. **38.МБ.109**
 Скудин В. В. **38.МБ.147**
 Слюнчев О. М. **38.МБ.26**
 Смирнова Е. В. **38.МБ.113**
 Солдатов Б. В. **38.МБ.26**
 Соловьев А. Ю. **38.МБ.68**
 Солодихин Н.И. **38.МБ.201**
 Сольяшинова О.А. **38.МБ.153**
 Степанов В. А. **38.МБ.180**
 Стрельцов С. Г. **38.МБ.147**
 Суворкин С. В. **38.МБ.169**
 Сычева А. А.-Р. **38.МБ.142**
 Талакин О. Г. **38.МБ.148**
 Тимонин А. С. **38.МБ.108**
 Тимофеев С. В. **38.МБ.142, 38.МБ.38**
 Ткаченко Т. В. **38.МБ.74**
 Томилов Ю. В. **38.МБ.135**
 Трифонов С. А. **38.МБ.108**
 Тулупова О. А. **38.МБ.37**
 Устимова И. Г. **38.МБ.6**
 Фенько Л. А. **38.МБ.152**
 Фомичев А. А. **38.МБ.120**
 Хараев А. М. **38.МБ.151**
 Хараева Р. А. **38.МБ.151**
 Харитонов А. П. **38.МБ.150**
 Харитонов Д. Н. **38.МБ.169**
 Хрипунов А. К. **38.МБ.37**
 Царькова М. С. **38.МБ.137**
 Цыганкова Л. Е. **38.МБ.107**
 Чайка А. А. **38.МБ.151**
 Чернобережский Ю. М. **38.МБ.106**
 Чернова И. А. **38.МБ.68**
 Чжан Вэйму **38.МБ.135**
 Чуенко Т. В. **38.МБ.39**
 Шаглаева Н. С. **38.МБ.144**
 Шахова Е.Н. **38.МБ.201**
 Шель Н. В. **38.МБ.107**
 Шкирская С. А. **38.МБ.142**
 Шустов Г. Б. **38.МБ.151**
 Юдинцев П. А. **38.МБ.10**
 Юллианелли А. **38.МБ.1**
 Яблокова М. Ю. **38.МБ.141**
 Яворская Е. С. **38.МБ.79**
 Янковский Н. А. **38.МБ.180**
 Ярышева Л.М. **38.МБ.188**

Указатель источников

- 16 International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia (RCCT 2007) and 10 International Conference on the Problems of Solvation and Complex Formation in Solutions, Suzdal, July 1-6, 2007: Abstracts. 2007. **38.МБ.133, 38.МБ.134**
 Anal. and Bioanal. Chem.. 2007. 388, № 3 **38.МБ.102**
 Anal. chim. acta. 2007. 589, № 2 **38.МБ.115**
 Angew. Chem. Int. Ed.. 2007. 46, ~N 40 **38.МБ.4**
 Ann. chim. Sci. mater.. 2007. 32, № 2 **38.МБ.3**
 Appl. Surface Sci.. 2007. 253, № 21 **38.МБ.90**
 Biochem. Eng. J.. 2007. 34, № 3 **38.МБ.24**
 Bioresour. Technol.. 2007. 98, № 3 **38.МБ.56**
 Brauindustrie. 2007. 92, № 4 **38.МБ.110**
 Bull. Chem. Soc. Jap.. 2007. 80, № 3 **38.МБ.46**
 Carbon. 2007. 45, № 3 **38.МБ.33**
 Carbon. 2007. 45, № 6 **38.МБ.66**
 Chem. Eng. J.. 2007. 128, № 2–3 **38.МБ.85**

- Chem. Eng. J.. 2007. 132, № 1–3 **38.МБ.59**
 Chem. Eng. Sci.. 2007. 62, № 10 **38.МБ.35**
 Chem. Mater.. 2007. 19, № 15 **38.МБ.13**
 Chemosphere. 2007. 67, № 2 **38.МБ.62**
 ChemPhysChem. 2007. 8, № 12 **38.МБ.44**
 Colloid and Polym. Sci.. 2007. 285, № 10 **38.МБ.103**
 Colloids and Surfaces. A. 2007. 300, № 1–2 **38.МБ.91**
 Desalination. 2007. 212, № 1–3 **38.МБ.57, 38.МБ.63, 38.МБ.81, 38.МБ.128**
 DVGW Energ. Wasser-Prax.. 2007. 58, № 5 **38.МБ.83**
 Environ. Sci. and Technol.. 2007. 41, ~N 10 **38.МБ.9**
 Fuel Process. Technol.. 2007. 88, № 8 **38.МБ.77**
 Gaofenzi xuebao=Acta polym. sin.. 2007, № 2 **38.МБ.71**
 Gaoxiao huaxue gongcheng xuebao=J. Chem. Eng. Chin. Univ.. 2006. 20, № 3 **38.МБ.53**
 Hydrometallurgy. 2007. 87, № 3–4 **38.МБ.78, 38.МБ.123**
 IEEE Trans. Nanotechnol.. 2007. 6, № 3 **38.МБ.17**
 Ind. and Eng. Chem. Res.. 2007. 46, № 8 **38.МБ.14, 38.МБ.111, 38.МБ.112**
 Int. J. Environ. Anal. Chem.. 2007. 87, № 1 **38.МБ.116**
 J. Appl. Crystallogr.. 2007. 40 **38.МБ.47**
 J. Appl. Polym. Sci.. 2007. 104, № 1 **38.МБ.87**
 J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 6 **38.МБ.11**
 J. Electrochem. Soc.. 2007. 154, № 7 **38.МБ.34**
 J. Eur. Ceram. Soc.. 2007. 27, № 2–3 **38.МБ.32**
 J. Membr. Sci.. 2006. 274, № 1–2 **38.МБ.12**
 J. Membr. Sci.. 2006. 278, № 1–2 **38.МБ.54, 38.МБ.55, 38.МБ.124**
 J. Membr. Sci.. 2006. 281, № 1–2 **38.МБ.122**
 J. Membr. Sci.. 2006. 283, № 1–2 **38.МБ.125**
 J. Membr. Sci.. 2006. 284, № 1–2 **38.МБ.22, 38.МБ.23, 38.МБ.114**
 J. Membr. Sci.. 2007. 287, № 1 **38.МБ.18**
 J. Membr. Sci.. 2007. 287, № 2 **38.МБ.2, 38.МБ.15, 38.МБ.16, 38.МБ.64**
 J. Phys. Conf. Ser.. 2007. 61 **38.МБ.49**
 J. Polym. Sci. A. 2007. 45, № 2 **38.МБ.69**
 J. Polym. Sci. B. 2007. 45, № 3 **38.МБ.89**
 J. Sol-Gel Sci. and Technol.. 2007. 41, № 3 **38.МБ.31**
 J. Solid State Electrochem.. 2006. 10, № 8 **38.МБ.30**
 J. Wuhan Univ. Technol. Mater. Sci. Ed.. 2007. 22, № 1 **38.МБ.88**
 Langmuir. 2007. 23, № 6 **38.МБ.101**
 Mater. and Des.. 2007. 28, № 5 **38.МБ.94**
 Mater. Res. Bull.. 2007. 42, № 4 **38.МБ.41**
 Mater. Sci. and Eng. B. 2007. 137, № 1–3 **38.МБ.40, 38.МБ.118**
 Mater. Sci. and Eng. C. 2007. 27, № 2 **38.МБ.76**
 Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 100, № 1–3 **38.МБ.96, 38.МБ.97**
 Microporous and Mesoporous Mater.. 2007. 99, № 1–2 **38.МБ.95, 38.МБ.98, 38.МБ.99, 38.МБ.100**
 Nano Lett.. 2007. 7, № 6 **38.МБ.48**
 Nano Lett.. 2007. 7, № 9 **38.МБ.42**
 Nanotechnology. 2007. 18, № 24 **38.МБ.21**
 Phys. status solidi. C. 2007. 4, № 6 **38.МБ.72**
 Schiff und Hafen. 2007. 59, № 9 **38.МБ.28**
 Separ. and Purif. Technol.. 2006. 50, № 3 **38.МБ.60**
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 54, № 1 **38.МБ.129**
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 55, № 1 **38.МБ.86**
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 56, № 2 **38.МБ.43**
 Separ. and Purif. Technol.. 2007. 56, № 3 **38.МБ.67**
 Shiyou xuebao. Shiyou jiaogong=Acta petrol. sin. Petrol. Process. Sec.. 2007. 23, № 3 **38.МБ.119**
 Solid State Ionics. 2007. 178, № 1–2 **38.МБ.92, 38.МБ.93**
 Thin Solid Films. 2007. 515, № 9 **38.МБ.45**
 VGB PowerTech. Int. Ed.. 2007. 87, № 1–2 **38.МБ.80**
 Water SA. 2007. 33, № 1 **38.МБ.29**
 WWT: Wasserwirt. Wassertechn.. 2007, № 7–8 **38.МБ.82**
 Xi'an jiaotong daxue xuebao=J. Xi'an Jiaotong Univ.. 2007. 41, № 3 **38.МБ.25**
 Yingyong huaxue=Chin. J. Appl. Chem.. 2007. 24, № 3 **38.МБ.117**

18 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 23–28 сент., 2007: Тезисы докладов. 2007. **38.МБ.135, 38.МБ.137, 38.МБ.141, 38.МБ.142, 38.МБ.145, 38.МБ.146, 38.МБ.148, 38.МБ.152**
 20 Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-20), Ярославль, 28–31 мая, 2007: Сборник трудов. 2007. Т. 3 **38.МБ.143**
 Ангарская государственная техническая академия, 665835, Иркутская обл., г. Ангарск, ул. Чайковского, 60. Ангар. гос. техн. акад., Ангарск, 2007, 25 с., ил.. Библ. 10. Рус. **38.МБ.154**
 Твер. гос. ун-т, Тверь, 2007, 22 с., ил.. Библ. 33. Рус. **38.МБ.155**
 Вестн. МИТХТ. 2007. 2, № 4 **38.МБ.70**
 Взаимодействие ионов с поверхностью (ВИП-2007): Труды 18

Международной конференции, Звенигород, 24–28 авг., 2007. 2007. **38.МБ.136, 38.МБ.140**
 Вода и экол.: пробл. и решения. 2007, ~N 2 **38.МБ.7**
 Водоочистка. 2007, № 2 **38.МБ.84**
 Вопр. радиац. безопас.. 2007, № 2 **38.МБ.26**
 Вопр. химии и хим. технол.. 2007, № 1 **38.МБ.113**
 ВСТ: Водоснабж. и сан. техн.. 2007, № 3 **38.МБ.61, 38.МБ.121**
 ВСТ: Водоснабж. и сан. техн.. 2007, № 4 **38.МБ.27**
 Ж. анал. химии. 2007. 62, № 8 **38.МБ.73**
 Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 1 **38.МБ.50**
 Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 3 **38.МБ.68**
 Ж. прикл. химии. 2007. 80, № 5 **38.МБ.37**
 Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 8 **38.МБ.51**

- Изв. вузов. Химия и хим. технол.. 2007. 50, № 9 **38.МБ.120**
 Изв. вузов. Ядер. энерг.. 2006, ~N 4 **38.МБ.10**
 Инж. физ.. 2007, № 1 **38.МБ.36**
 Кинет. и катал.. 2007. 48, № 5 **38.МБ.39**
 Коллоид. ж.. 2007. 69, № 5 **38.МБ.104, 38.МБ.105, 38.МБ.106**
 Конденсир. среды и межфаз. границы. 2007. 9, № 1 **38.МБ.126**
 Крит. технол. Мембраны. 2007, № 2 **38.МБ.1, 38.МБ.79**
 Механиз. и электриф. с. х.. 2007, № 7 **38.МБ.109**
 Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 119899, г. Москва, Воробьевы горы. МГУ, Москва, 2007, 46 с., ил.. Библ. 54. Рус. **38.МБ.156.**
 Кубан. гос. ун-т, Краснодар, 2006, 24 с., ил.. Библ. 20. Рус. **38.МБ.157**
 Московский государственный университет инженерной экологии, 107884, г. Москва, ул. Старая Басманная, 21/4. НИИ физ.-хим. мед. МЗ РФ, Москва, 2007, 33 с., ил.. Библ. 21. Рус. **38.МБ.158**
 Наука Кубани. 2007, № 2 **38.МБ.38**
 Новые полимерные композиционные материалы: Материалы 3 Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 3-9 июня, 2007. 2007 **38.МБ.151**
 От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологии к наноиндустрии: Всероссийская конференция с международным интернет-участием, Ижевск, 27-29 июня, 2007: Тезисы докладов. 2007 **38.МБ.144**
 Пищ. пром-сть. 2007, № 7 **38.МБ.127**
 Пр-во спирта и ликероводоч. изделий. 2007, № 2 **38.МБ.58**
 Приборы и техн. эксперим.. 2007, № 3 **38.МБ.52**
 Проблемы газодинамики и тепломассообмена в энергетических установках: Труды 16 Школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А. И. Леонтьева, Санкт-Петербург, 21–25 мая, 2007. 2007. Т. 2 **38.МБ.138**
 Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сборник научных работ. 2007. Вып. 12 **38.МБ.149**
 Строительство - формирование среды жизнедеятельности: 10 Юбилейная международная межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, докторантов и аспирантов, Москва, 25-26 апр., 2007. 2007 **38.МБ.130, 38.МБ.131**
 Теор. и эксперим. химия. 2007. 43, № 1 **38.МБ.74**
 Техника и технология и пищевых производств: Сборник научных работ. 2006 **38.МБ.139**
 Труды 6 Международного симпозиума «Ресурсоэффективность и энергосбережение», Казань, 29 нояб.-2 дек., 2005. 2006 **38.МБ.132**
 Тяж. машиностр.. 2007, № 7 **38.МБ.65**
 Укр. хим. ж.. 2007. 73, № 7–8 **38.МБ.20**
 Фармац. ж.. 2007, № 3 **38.МБ.19**
 Хим. и нефтегаз. машиностр.. 2007, № 4 **38.МБ.108**
 Хим. технол.. 2007, № 8 **38.МБ.75**
 Химическая технология: Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07, Москва, 17-23 июня, 2007 и Региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии, Ташкент, 6-8 июня, 2007 (посвящается 100-летию со дня рождения академика Николая Михайловича Жаворонкова). 2007. Т. 3 **38.МБ.147, 38.МБ.150**
 Экол. и пром-сть России. 2007, ~Янв. **38.МБ.8**
 Электрохимия. 2007. 43, ~N 8 **38.МБ.5**
 Электрохимия. 2007. 43, № 7 **38.МБ.107**
 Энергосбережение в Саратов. обл.. 2007, ~N 2 **38.МБ.6**

Патентный указатель

Великобритания	1584981 – 38.МБ.199	2309119 – 38.МБ.216	7160356 – 38.МБ.189
	2428679 – 38.МБ.218	2309607 – 38.МБ.175	7163670 – 38.МБ.204
	2430196 – 38.МБ.193	2311849 – 38.МБ.210	7169451 – 38.МБ.174
	2431154 – 38.МБ.162	США	7172690 – 38.МБ.164
Германия	1630890 – 38.МБ.184	6645380 – 38.МБ.192	7173067 – 38.МБ.208
	102004032446 – 38.МБ.163	6997971 – 38.МБ.170	7186331 – 38.МБ.194
	102004046164 – 38.МБ.173	7015254 – 38.МБ.215	7186340 – 38.МБ.179
	102004059727 – 38.МБ.195	7105147 – 38.МБ.171	7186344 – 38.МБ.178
	102004060857 – 38.МБ.198	7108881 – 38.МБ.200	7198708 – 38.МБ.212
	102005006571 – 38.МБ.168	7128861 – 38.МБ.209	7198721 – 38.МБ.181
	102005011471 – 38.МБ.202	7131190 – 38.МБ.186	7208088 – 38.МБ.176
	102005017195 – 38.МБ.167	7132191 – 38.МБ.196	Франция
	102005027509 – 38.МБ.190	7135288 – 38.МБ.203	2869241 – 38.МБ.160
	102006001486 – 38.МБ.182	7141231 – 38.МБ.217	2872812 – 38.МБ.197
	102006001603 – 38.МБ.166	7144652 – 38.МБ.219	
	102006005585 – 38.МБ.165	7147785 – 38.МБ.177	
ЕПВ	2305587 – 38.МБ.169	7156997 – 38.МБ.172	
	1547690 – 38.МБ.207	7157176 – 38.МБ.220	
	2308375 – 38.МБ.188		

Journal of Membrane Science. Volume 310, Issues 1-2, Pp. 1-602 (5 March 2008)

- Preparation of micro-porous membrane electrodes and their application in preparing anodes of rechargeable lithium batteries**
Pp. 1-6
 Haipeng Zhao, Changyin Jiang, Xiangming He, Jianguo Ren and Chunrong Wan
- Experimental verification of pressure drop models in hollow fiber membrane**
Pp. 7-12
 Seong-Hoon Yoon, Sangho Lee and Ik-Tae Yeom
- Supported liquid membranes (SLM) for recovery of bismuth from aqueous solutions**
Pp. 13-19
 J.A. Reyes-Aguilera, M.P. Gonzalez, R. Navarro, T.I. Saucedo and M. Avila-Rodriguez
- Hydrophobic modification of poly(phthalazinone ether sulfone ketone) hollow fiber membrane for vacuum membrane distillation**
Pp. 20-27
 Zhao Jin, Da Ling Yang, Shou Hai Zhang and Xi Gao Jian
- Hydrothermally stable silica–alumina composite membranes for hydrogen separation**
Pp. 28-37
 Yunfeng Gu, Pelin Hacarlioglu and S. Ted Oyama
- BPA transfer rate increase using molecular imprinted polyethersulfone hollow fiber membrane**
Pp. 38-43
 Changsheng Zhao, Binyu Yu, Bosi Qian, Qiang Wei, Kaiguang Yang and Aimin Zhang
- Ti–Ni–Pd dense membranes—The effect of the gas mixtures on the hydrogen permeation**
Pp. 44-50
 A. Basile, F. Gallucci, A. Iulianelli, G.F. Tereschenko, M.M. Ermilova and N.V. Orekhova
- Relation between membrane characteristics and performance in nanofiltration**
Pp. 51-65
 K. Boussu, C. Vandecasteele and B. Van der Bruggen
- Gas permeation through water-swollen hydrogel membranes**
Pp. 66-75
 Li Liu, Amit Chakma and Xianshe Feng
- Multilayer polyelectrolyte films as nanofiltration membranes for separating monovalent and divalent cations**
Pp. 76-84
 Lu Ouyang, Ramamoorthy Malaisamy and Merlin L. Bruening
- Grafting of temperature sensitive PNIPAAm on hydrophilised polysulfone UF membranes**
Pp. 85-92
 Mehrdad Hesampour, Tiina Huuhilo, Katri Mäkinen, Mika Mänttari and Marianne Nyström
- Thin Pd membrane on α -Al₂O₃ hollow fiber substrate without any interlayer by electroless plating combined with embedding Pd catalyst in polymer template**
Pp. 93-101
 Jianhua Tong, Lingling Su, Kenji Haraya and Hiroyuki Suda
- Novel thin-film composite membranes with improved water flux from sulfonated cardo poly(arylene ether sulfone) bearing pendant amino groups**
Pp. 102-109
 Guang Chen, Shenghai Li, Xiaosa Zhang and Suobo Zhang
- Sulfonated poly(arylene ether sulfone) ionomers containing fluorenyl groups for fuel cell applications**
Pp. 110-118
 Byungchan Bae, Kenji Miyatake and Masahiro Watanabe
- Study on a novel antifouling polyamide–urea reverse osmosis composite membrane (ICIC–MPD): III. Analysis of membrane electrical properties**
Pp. 119-128
 Li-Fen Liu, San-Chuan Yu, Li-Guang Wu and Cong-Jie Gao
- Systematic investigation of the effects of temperature and pressure on gas transport through polyurethane/poly(methylmethacrylate) phase-separated blends**
Pp. 129-140
 J.A. de Sales, P.S.O. Patrício, J.C. Machado, G.G. Silva and D. Windmüller
- Application of heparinized cellulose affinity membranes in recombinant adeno-associated virus serotype 2 binding and delivery**
Pp. 141-148
 Zhi-Hao Wang, Wei-Che Chien, Tse-Wei Yue and Shiue-Cheng Tang
- Micellar enhanced ultrafiltration of phenol in synthetic wastewater using polysulfone spiral membrane**
Pp. 149-160
 Guang-Ming Zeng, Ke Xu, Jin-Hui Huang, Xue Li, Yao-Yao Fang and Yun-Huan Qu
- Synthesis of industrial scale NaY zeolite membranes and ethanol permeating performance in pervaporation and vapor permeation up to 130 °C and 570 kPa**
Pp. 161-173
 Kiminori Sato, Kazunori Sugimoto and Takashi Nakane
- Enantioselective permeation of racemic alcohol through polymeric membrane**
Pp. 174-183
 Swapnali Hazarika
- Gas transport property of polyallylamine–poly(vinyl alcohol)/polysulfone composite membranes**
Pp. 184-196
 Yan Cai, Zhi Wang, Chunhai Yi, Yunhua Bai, Jixiao Wang and Shichang Wang

- Transport properties of polymer–aluminophosphate nano-composites prepared by simple mixing**
Pp. 197-207
 Benjamin R. Vaughan and Eva Marand
- Enhanced transport properties and thermal stability of agro-based RO-membrane for desalination of brackish water**
Pp. 208-218
 Altaf H. Basta and Houssni El-Saied
- Nanotechnological evaluation of protein adsorption on dialysis membrane surface hydrophilized with polyvinylpyrrolidone**
Pp. 219-228
 Masato Matsuda, Ken-ichiro Yamamoto, Taiji Yakushiji, Makoto Fukuda, Takehiro Miyasaka and Kiyotaka Sakai
- Evaluation of a calix[4]-bis-crown-6 ionophore-based supported liquid membrane system for selective ¹³⁷Cs transport from acidic solutions**
Pp. 229-236
 D.R. Raut, P.K. Mohapatra, S.A. Ansari and V.K. Manchanda
- Effect of pumping methods on transmembrane pressure, fluid balance and relative recovery in microdialysis**
Pp. 237-245
 Zhaohui Li, David Hughes, Jill P.G. Urban and Zhanfeng Cui
- Electrolysis of sodium chloride using composite poly(styrene-co-divinylbenzene) cation exchange membranes**
Pp. 246-261
 Sharath Savari, Sonny Sachdeva and Anil Kumar
- Sulfonated polysulfone with 1,3-1H-dibenzimidazole-benzene additive as a membrane for direct methanol fuel cells**
Pp. 262-267
 Yongzhu Fu, Wen Li and Arumugam Manthiram
- Xylose recovery by nanofiltration from different hemicellulose hydrolyzate feeds**
Pp. 268-277
 Elina Sjöman, Mika Mänttari, Marianne Nyström, Hannu Koivikko and Heikki Heikkilä
- A top surface liquid layer during membrane formation using vapor-induced phase separation (VIPS)—Evidence and mechanism of formation**
Pp. 278-288
 P. Menut, Y.S. Su, W. Chinpa, C. Pochat-Bohatier, A. Deratani, D.M. Wang, P. Hugué, C.Y. Kuo, J.Y. Lai and C. Dupuy
- Study on the thin-film composite nanofiltration membrane for the removal of sulfate from concentrated salt aqueous: Preparation and performance**
Pp. 289-295
 Liu Meihong, Yu Sanchuan, Zhou Yong and Gao Congjie
- Reverse osmosis membrane treatment of acidic etchant wastewater: Effect of neutralization and polyelectrolyte coating on nitrate removal**
Pp. 296-302
 Jae-Hee Ahn, Kwang-Ho Choo and Hak-Soon Park
- Sulfonated poly(arylene thioether phosphine oxide)s copolymers for proton exchange membrane fuel cells**
Pp. 303-311
 Xuhui Ma, Liping Shen, Chunjie Zhang, Guyu Xiao, Deyue Yan and Guoming Sun
- Modified cyclodextrin polymers as selective ion carriers for Pb(II) separation across plasticized membranes**
Pp. 312-320
 Cezary A. Kozłowski, Władysław Walkowiak and Tomasz Girek
- Prediction of physical properties of nanofiltration membranes using experiment and theoretical models**
Pp. 321-336
 A.A. Hussain, S.K. Nataraj, M.E.E. Abashar, I.S. Al-Mutaz and T.M. Aminabhavi
- Microstructural characterization of self-supported 1.6 μm Pd/Ag membranes**
Pp. 337-348
 Wakshum Mekonnen, Bjørnar Arstad, Hallgeir Klette, John C. Walmsley, Rune Bredesen, Hilde Venvik and Randi Holmestad
- Poly(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene)-based membranes for lithium batteries**
Pp. 349-355
 Yun Ju Hwang, Kee Suk Nahm, T. Prem Kumar and A. Manuel Stephan
- Effects of adsorbents on membrane fouling by natural organic matter**
Pp. 356-364
 Jaeshin Kim, Zhenxiao Cai and Mark M. Benjamin
- Poly(N,N-dimethylaminoethyl methacrylate)–poly(ethylene oxide) copolymer membranes for selective separation of CO₂**
Pp. 365-373
 Hong-Yong Zhao, Yi-Ming Cao, Xiao-Li Ding, Mei-Qing Zhou and Quan Yuan
- Micro-fabricated metal nozzle plates used for water-in-oil and oil-in-water emulsification**
Pp. 374-383
 Maik J. Geerken, Max N.W. Groenendijk, Rob G.H. Lammertink and Matthias Wessling
- Polymer blend membranes of sulfonated poly(arylene ether ketone) for direct methanol fuel cell**
Pp. 384-392
 Jisu Choi, Dong Hwee Kim, Hyung Kyu Kim, Chongkyu Shin and Sung Chul Kim
- Evaluation of membrane fouling models based on bench-scale experiments: A comparison between constant flowrate blocking laws and artificial neural network (ANNs) model**
Pp. 393-401
 Qi-Feng Liu and Seung-Hyun Kim
- Preparation and characterization of polyaniline/polysulfone nanocomposite ultrafiltration membrane**
Pp. 402-408
 Zhifeng Fan, Zhi Wang, Meirong Duan, Jixiao Wang and Shichang Wang
- Mitigated membrane fouling in an SMBR by surface modification**
Pp. 409-417

- Hai-Yin Yu, Lan-Qin Liu, Zhao-Qi Tang, Meng-Gang Yan, Jia-Shan Gu and Xian-Wen Wei
Reducing power losses caused by ionic shortcut currents in reverse electro dialysis stacks by a validated model
Pp. 418-430
 J. Veerman, J.W. Post, M. Saakes, S.J. Metz and G.J. Harmsen
- The synthesis of novel polysiloxanes with pendant hand-basket type calix[6]crowns and their transporting properties for metal ions in a liquid membrane**
Pp. 431-437
 Haibing Li, Yuanyin Chen, Demei Tian and Zhinong Gao
- Facilitated Cd(II) transport across CTA polymer inclusion membrane using anion (Aliquat 336) and cation (D2EHPA) metal carriers**
Pp. 438-445
 Ounissa Kebiche-Senhadjji, Lynda Mansouri, Sophie Tingry, Patrick Seta and Mohamed Benamor
- Physicochemical characterization of a modified cellulose acetate membrane for the design of oil-in-water emulsion disruption devices**
Pp. 446-454
 R. Barbar, A. Durand, J.J. Ehrhardt, J. Fanni and M. Parmentier
- The effects of spinneret dimension and hollow fiber dimension on gas separation performance of ultra-thin defect-free Torlon® hollow fiber membranes**
Pp. 455-465
 Na Peng and Tai Shung Chung
- Charge mosaic membranes prepared from laminated structures of PVA-based charged layers: 1. Preparation and transport properties of charged mosaic membranes**
Pp. 466-473
 Mitsuru Higa, Dai Masuda, Eisuke Kobayashi, Megumi Nishimura, Yoko Sugio, Takeshi Kusudou and Naoki Fujiwara
- Simulations of gas transport in membranes based on polynorbornenes functionalized with substituted imide side groups**
Pp. 474-483
 Javier Pozuelo, Mar López-González, Mikhail Tlenkopatchev, Enrique Saiz and Evaristo Riande
- Poly lactide microspheres prepared by premix membrane emulsification—Effects of solvent removal rate**
Pp. 484-493
 Hassan Sawalha, Nanik Purwanti, Arjen Rinzema, Karin Schroën and Remko Boom
- Aging study of carbon molecular sieve membranes**
Pp. 494-502
 S. Lagorsse, F.D. Magalhães and A. Mendes
- Effect of solution chemistry on the fouling potential of dissolved organic matter in membrane bioreactor systems**
Pp. 503-511
 Shuang Liang, Yan Zhao, Cui Liu and Lianfa Song
- Boltorn-modified polyimide gas separation membranes**
Pp. 512-521
 Dana M. Sterescu, Dimitrios F. Stamatialis and Matthias Wessling
- A novel proton-conductive membrane with reduced methanol permeability prepared from bromomethylated poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) (BPPO)**
Pp. 522-530
 Dan Wu, Rongqiang Fu, Tongwen Xu, Liang Wu and Weihua Yang
- Pore size distribution of ceramic UF membranes by liquid-liquid displacement porosimetry**
Pp. 531-538
 José Ignacio Calvo, Aldo Bottino, Gustavo Capannelli and Antonio Hernández
- Concentrating the extract of traditional Chinese medicine by direct contact membrane distillation**
Pp. 539-549
 Zhongwei Ding, Liying Liu, Jianfei Yu, Runyu Ma and Zurong Yang
- Oxygen production using $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-a}$ (LSCF) perovskite hollow fibre membrane modules**
Pp. 550-556
 Xiaoyao Tan, Zhaobao Pang and K. Li
- Investigation of amphoteric polybenzimidazole (PBI) nanofiltration hollow fiber membrane for both cation and anions removal**
Pp. 557-566
 Junwen Lv, Kai Yu Wang and Tai-Shung Chung
- Modification of porous poly(vinylidene fluoride) membrane using amphiphilic polymers with different structures in phase inversion process**
Pp. 567-576
 Yong-Hong Zhao, Yan-Ling Qian, Bao-Ku Zhu and You-Yi Xu
- Preparation and characterization of CPPO/BPPO blend membranes for potential application in alkaline direct methanol fuel cell**
Pp. 577-585
 Liang Wu, Tongwen Xu, Dan Wu and Xin Zheng
- Determination of concentration-dependent transport coefficients in nanofiltration: Defining an optimal set of coefficients**
Pp. 586-593
 O. Kedem and V. Freger
- Nanofiltration of biogenic amines in acidic conditions: Influence of operation variables and modeling**
Pp. 594-601
 J. Sabaté, J. Labanda and J. Llorens

Journal of Membrane Science, Volume 311, Issues 1-2, Pp. 1-390 (20 March 2008)

- Production of drinking water from saline water by air-gap membrane distillation using polyvinylidene fluoride nanofiber membrane**
Pp. 1-6
 C. Feng, K.C. Khulbe, T. Matsuura, R. Gopal, S. Kaur, S. Ramakrishna and M. Khayet

- Hybrid ceramic-supported thin PVA pervaporation membranes: Long-term performance and thermal stability in the dehydration of alcohols**
Pp. 7-11
 Thijs A. Peters, Nieck E. Benes and Jos T.F. Keurentjes
- Polyurethane/polyethersulphone composite hollow fibers produced by simultaneous spinning of two polymer solutions**
Pp. 12-22
 Luciana T. Duarte, Cristina C. Pereira, A. Claudio Habert and Cristiano P. Borges
- Optimization of preparation conditions for polydimethylsiloxane (PDMS)/ceramic composite pervaporation membranes using response surface methodology**
Pp. 23-33
 Fenjuan Xiangli, Wang Wei, Yiwei Chen, Wanqin Jin and Nanping Xu
- Impacts of reaction and curing conditions on polyamide composite reverse osmosis membrane properties**
Pp. 34-45
 Asim K. Ghosh, Byeong-Heon Jeong, Xiaofei Huang and Eric M.V. Hoek
- Acetic acid steam reforming in a Pd–Ag membrane reactor: The effect of the catalytic bed pattern**
Pp. 46-52
 A. Basile, F. Gallucci, A. Iulianelli, F. Borgognoni and S. Tosti
- Experiments and modeling of transport in composite Pd and Pd/Ag coated alumina hollow fibers**
Pp. 53-67
 Balamurali Krishna R. Nair and Michael P. Harold
- Potential for scaling by sparingly soluble salts in crossflow DCMD**
Pp. 68-80
 Fei He, Jack Gilron, Hanyong Lee, Liming Song and Kamalesh K. Sirkar
- Improving the microenvironment for enzyme immobilization at electrodes by hydrophobically modifying chitosan and Nafion® polymers**
Pp. 81-88
 Tamara L. Klotzbach, Michelle Watt, Yasmin Ansari and Shelley D. Minteer
- Integrating air separation with partial oxidation of methane—A novel configuration of asymmetric tubular ceramic membrane reactor**
Pp. 89-97
 Xiong Yin, Liang Hong and Zhaolin Liu
- Modification of Nafion membrane using interfacial polymerization for vanadium redox flow battery applications**
Pp. 98-103
 Qingtao Luo, Huaming Zhang, Jian Chen, Peng Qian and Yunfeng Zhai
- Separation of protease from yellowfin tuna spleen extract by ultrafiltration: Effect of hydrodynamics and gas sparging on flux enhancement and selectivity**
Pp. 104-111
 Zhen-Yu Li, Aran H-Kittikun and Wirote Youravong
- A study of electric field enhanced ultrafiltration of synthetic fruit juice and optical quantification of gel deposition**
Pp. 112-120
 Biswajit Sarkar, Srimanta Pal, Timir Baran Ghosh, Sirshendu De and Sunando DasGupta
- Methanol crossover studies on heat-treated Nafion® membranes**
Pp. 121-127
 K. Ramya and K.S. Dhathathreyan
- Optimization of hybrid hyperbranched polymer/ceramic filters for the efficient absorption of polyaromatic hydrocarbons from water**
Pp. 128-135
 Athena Tsetsekou, Michael Arkas, Anna Kritikaki, Spyridon Simonetis and Dimitris Tsiourvas
- Ethanol and aroma compounds transfer study for partial dealcoholization of wine using membrane contactor**
Pp. 136-146
 Nazely Diban, Violaine Athes, Magali Bes and Isabelle Souchon
- Study of the influence of the hydrodynamic parameters on the performance of an enzymatic membrane reactor**
Pp. 147-152
 Tània Gumí, Joaquin Fernandez-Delgado Albacete, Delphine Paolucci-Jeanjean, Marie-Pierre Belleville and Gilbert M. Rios
- Effect of internal coagulant on effectiveness of polyvinylidene fluoride membrane for carbon dioxide separation and absorption**
Pp. 153-158
 Aotian Xu, Aihua Yang, Stephanie Young, David deMontigny and Paitoon Tontiwachwuthikul
- The application of corrugated parallel bundle model to immobilized cells in porous microcapsule membranes**
Pp. 159-164
 David Biria, Ali Zarrabi and Arezoo Khosravi
- Effect of ozone dosage and hydrodynamic conditions on the permeate flux in a hybrid ozonation–ceramic ultrafiltration system treating natural waters**
Pp. 165-172
 Jeonghwan Kim, Simon H.R. Davies, Melissa J. Baumann, Volodymyr V. Tarabara and Susan J. Masten
- Effect of the shear intensity on fouling in submerged membrane bioreactor for wastewater treatment**
Pp. 173-181
 S. Delgado, R. Villarroel and E. González
- Proton-conductive sol–gel membranes from phenylvinylphosphonic acid and organoalkoxysilanes with different functionalities**
Pp. 182-191
 Masaki Kato, Wataru Sakamoto and Toshinobu Yogo
- Chiral separation in modified silica nanotube membranes: A molecular simulation study**
Pp. 192-199
 Kourosh Malek and Rutger A. van Santen
- The research of rheology and thermodynamics of organic–inorganic hybrid membrane during the membrane formation**

- Pp. 200-207*
Ya-nan Yang, Wu Jun, Zheng Qing-zhu, Chen Xue-si and Zhang Hui-xuan
The influence of crosslinker on the properties of radiation-grafted films and membranes based on ETFE
- Pp. 208-215*
Hicham Ben youcef, Selmiye Alkan Gürsel, Alexander Wokaun and Günther G. Scherer
Surface modification of polypropylene microporous membrane to improve its antifouling characteristics in an SMBR: Air plasma treatment
- Pp. 216-224*
Hai-Yin Yu, Lan-Qin Liu, Zhao-Qi Tang, Meng-Gang Yan, Jia-Shan Gu and Xian-Wen Wei
Modification of regenerated cellulose ultrafiltration membranes by surface-initiated atom transfer radical polymerization
- Pp. 225-234*
Nripen Singh, Zhen Chen, Namrata Tomer, S. Ranil Wickramasinghe, Neil Soice and Scott M. Husson
Comparative study of hybrid and activated composite membranes containing Aliquat 336 for the transport of Pt(IV)
- Pp. 235-242*
Montse Resina, Clàudia Fontàs, Cristina Palet and María Muñoz
The effects of surface modifications on preparation and pervaporation dehydration performance of chitosan/polysulfone composite hollow-fiber membranes
- Pp. 243-250*
Ying-Ling Liu, Chung-Hao Yu, Liang-Chih Ma, Guo-Chain Lin, Hui-An Tsai and Juin-Yih Lai
Dissipative particle dynamics simulation on the polymer membrane formation by immersion precipitation
- Pp. 251-258*
Xiao-Lin Wang, Hu-Jun Qian, Li-Jun Chen, Zhong-Yuan Lu and Ze-Sheng Li
Effects of gas gap type on structural morphology and performance of hollow fibers
- Pp. 259-269*
M. Khayet, M.C. García-Payo, F.A. Qusay, K.C. Khulbe, C.Y. Feng and T. Matsuura
Anion-exchange membrane chromatography for purification of rotavirus-like particles
- Pp. 270-283*
Tiago Vicente, Marcos F.Q. Sousa, Cristina Peixoto, José P.B. Mota, Paula M. Alves and Manuel J.T. Carrondo
Studies on pervaporation characteristics of polyacrylonitrile-b-poly(ethylene glycol)-b-polyacrylonitrile block copolymer membrane for dehydration of aqueous acetone solutions
- Pp. 284-293*
Qiang Zhao, Jinwen Qian, Quanfu An, Zhihui Zhu, Peng Zhang and Yunxiang Bai
Polypropylene-based membrane adsorbers via photo-initiated graft copolymerization: Optimizing separation performance by preparation conditions
- Pp. 294-305*
Abdul Halim Mohd Yusof and Mathias Ulbricht
Preparation of porous chitosan/GPTMS hybrid membrane and its application in affinity sorption for tyrosinase purification with *Agaricus bisporus*
- Pp. 306-318*
An-Chong Chao
Preparation and characterization of cross-linked quaternized poly(vinyl alcohol) membranes for anion exchange membrane fuel cells
- Pp. 319-325*
Ying Xiong, Jun Fang, Qing Hua Zeng and Qing Lin Liu
Separation of propylene/propane mixtures by titanosilicate ETS-10 membranes prepared in one-step seeded hydrothermal synthesis
- Pp. 326-335*
Inés Tiscornia, Silvia Irusta, Carlos Téllez, Joaquín Coronas and Jesús Santamaría
Preparation of inorganic-organic anion-exchange membranes and their application in plasmid DNA and RNA separation
- Pp. 336-348*
Chao-Shuan Chang, Ho-Sheng Ni, Shing-Yi Suen, Wen-Chi Tseng, Hsin-Cheng Chiu and C. Perry Chou
Synthesis of a novel poly(amide-imide) (PAI) and preparation and characterization of PAI blended polyethersulfone (PES) membranes
- Pp. 349-359*
A. Rahimpour, S.S. Madaeni and S. Mehdipour-Ataei
Preparation, characterization and performance of thermal stable poly(phthalazinone ether amide) UF membranes
- Pp. 360-370*
Chunrui Wu, Shouhai Zhang, Cheng Liu, Daling Yang and Xigao Jian
Investigation of different hollow fiber module designs for flux enhancement in the membrane distillation process
- Pp. 371-379*
May May Teoh, Sina Bonyadi and Tai-Shung Chung
Vapor permeation modeling of multi-component systems using a poly(dimethylsiloxane) membrane
- Pp. 380-389*
Shingjiang Jessie Lue, Wen Wei Chen, Su Yu Wu, Li Ding Wang and Chun Hung Kuo
- Journal of Membrane Science. Volume 312, Issues 1-2, Pp. 1-218 (1 April 2008)**
- Separation of trivalent actinides from lanthanides using hollow fiber supported liquid membrane containing Cyanex-301 as the carrier**
Pp. 1-5
A. Bhattacharyya, P.K. Mohapatra, S.A. Ansari, D.R. Raut, V.K. Manchanda
- Application of seawater to enhance SO₂ removal from simulated flue gas through hollow fiber membrane contactor**
Pp. 6-14
Xueyan Sun, Fangang Meng, Fenglin Yang
- A novel hydrophilic polymer-ceramic composite membrane 1: Acrylic acid grafting membrane**
Pp. 15-22

- Xuzhi Cao, Taozhou Zhang, Quang Trong Nguyen, Yuanyuan Zhang, Zhenghua Ping
Membrane interactions with NOM and an adsorbent in a vibratory shear enhanced filtration process (VSEP) system
Pp. 23-33
 Wei Shi, Mark M. Benjamin
- Assessment of saccharide fractionation by ultrafiltration and nanofiltration**
Pp. 34-40
 Isabel Catarino, Miguel Minhalma, Lademir L. Beal, Marília Mateus, Maria Norberta de Pinho
- Fabrication and characterization of self-assembled Nafion–SiO₂–ePTFE composite membrane of PEM fuel cell**
Pp. 41-47
 Zhu Jie, Tang Haolin, Pan Mu
- Preparation and characteristics of crosslinked sulfonated poly(phthalazinone ether sulfone ketone) with poly(vinyl alcohol) for proton exchange membrane**
Pp. 48-58
 Shuang Gu, Gaohong He, Xuemei Wu, Yingjie Guo, Hongjing Liu, Lin Peng, Gongkui Xiao
- Synthesis and properties of novel H-bonded composite membranes from sulfonated poly(phthalazinone ether)s for PEMFC**
Pp. 59-65
 Xiuling Zhu, Yongfang Liang, Haiyan Pan, Xigao Jian, Yaoxia Zhang
- A novel hybrid system for the removal of endocrine disrupting chemicals: Nanofiltration and homogeneous catalytic oxidation**
Pp. 66-75
 Jae-Hyuk Kim, Pyung-Kyu Park, Chung-Hak Lee, Heock-Hoi Kwon, Sangho Lee
- The effect of F127 addition on the properties of PEGDA/PVdF cross-linked gel polymer electrolytes**
Pp. 76-83
 Yan-Jie Wang, Dukjoon Kim
- Auto and mutual plasticization in single and mixed gas C₃ transport through Matrimid-based hollow fiber membranes**
Pp. 84-96
 T. Visser, M. Wessling
- The influence of pH, salt and temperature on nanofiltration performance**
Pp. 97-106
 Mattias Nilsson, Gun Trägårdh, Karin Östergren
- Solubility of volatile organic compounds in polymers: Effect of polymer type and processing**
Pp. 107-114
 Maarten Dingemans, Jo Dewulf, Amit Kumar, Herman Van Langenhove
- Preparation and characterization of microporous poly(vinyl butyral) membranes by supercritical CO₂-induced phase separation**
Pp. 115-124
 Zhiyi Li, Huihua Tang, Xuewu Liu, Yuanjing Xia, Jingzhi Jiang
- A combination between membrane selectivity and photoelectrochemistry to the separation of copper, zinc and nickel in aqueous solutions**
Pp. 125-131
 Mourad Amara, Hacène Kerdjoudj, Aissa Bouguelia, Mohamed Trari
- Hydrogen transport in composite inorganic membranes**
Pp. 132-142
 Jorge Gabitto, Costas Tsouris
- Membrane thickness reduction effects on direct contact membrane distillation performance**
Pp. 143-156
 L. Martínez, J.M. Rodríguez-Maroto
- Removal of Cr (VI) from industrial water effluents and surface waters using activated composite membranes**
Pp. 157-162
 Larisa Melita, Maria Popescu
- Removal of trivalent chromium contaminant from aqueous media using FAU-type zeolite membranes**
Pp. 163-173
 Cristian Covarrubias, Rafael García, Renán Arriagada, Jorge Yáñez, Harikrishnan Ramanan, Zhiping Lai, Michael Tsapatsis
- Comparison of diamino cross-linking in different polyimide solutions and membranes by precipitation observation and gas transport**
Pp. 174-185
 Lu Shao, Li Liu, Si-Xue Cheng, Yu-Dong Huang, Jun Ma
- Synthesis of ordered mesoporous silica membranes containing iron oxide nanocrystallites**
Pp. 186-192
 Jiansheng Li, Xiaotong Wei, Y.S. Lin, Dong Su
- An advanced model for composite planar three-layer matrix-controlled release devices: Part I. Devices of uniform material properties and non-uniform solute load**
Pp. 193-206
 K.G. Papadokostaki, A. Stavropoulou, M. Sanopoulou, J.H. Petropoulos
- Synthesis, characterization, and gas permeation properties of *t*-butylcarbamates of cellulose derivatives**
Pp. 207-216
 Fareha Zafar Khan, Masashi Shiotsuki, Yoshiyuki Nishio, Toshio Masuda

Journal of Membrane Science. Volume 313, Issues 1-2, Pp. 1-356 (10 April 2008)

- Permeation porometry: Effect of probe diffusion in the condensate**
Pp. 2-8
 M.L. Mottern, K. Shqau, F. Zalar, H. Verweij
- Treatment process adapted to stabilized leachates: Lime precipitation–prefiltration–reverse osmosis**

- Pp. 9-22*
S. Renou, S. Poulain, J.G. Givaudan, P. Moulin
- Organic compounds passage through RO membranes**
Pp. 23-43
Dan Libotean, Jaume Giralt, Robert Rallo, Yoram Cohen, Francesc Giralt, Harry F. Ridgway, Grisel Rodriguez, Don Phipps
- TiO₂ nanowire membrane for concurrent filtration and photocatalytic oxidation of humic acid in water**
Pp. 44-51
Xiwang Zhang, Alan Jianhong Du, Peifung Lee, Darren Delai Sun, James O. Leckie
- Numerical simulation of colloid dead-end filtration: Effect of membrane characteristics and operating conditions on matter accumulation**
Pp. 52-59
Yolaine Bessiere, David F. Fletcher, Patrice Bacchin
- Polyacrylonitrile-block-poly(methyl acrylate) membranes 2: Swelling behavior and pervaporation performance for separating benzene/cyclohexane**
Pp. 60-67
Quan Fu An, Jin Wen Qian, Qiang Zhao, Cong Jie Gao
- Study on the influence of the free volume of hybrid membrane on pervaporation performance by positron annihilation spectroscopy**
Pp. 68-74
Chi-Lan Li, Shu-Hsien Huang, Wei-Song Hung, Se-Tsung Kao, Da-Ming Wang, Y.C. Jean, Kueir-Rarn Lee, Juin-Yih Lai
- New poly(ethylene oxide) soft segment-containing sulfonated polyimide copolymers for high temperature proton-exchange membrane fuel cells**
Pp. 75-85
He Bai, W.S. Winston Ho
- Proton conductivity of acid-doped meta-polyaniline**
Pp. 86-90
Zhiwei Yang, Decio H. Coutinho, Richard Sulfstede, Kenneth J. Balkus Jr., John P. Ferraris
- Proton-conducting membranes based on HTFSI-doped PEI/SiO₂ nanocomposites**
Pp. 91-96
Zhiwei Yang, Decio H. Coutinho, Duck-Joo Yang, Kenneth J. Balkus Jr., John P. Ferraris
- Molecularly imprinted membranes for the recognition of lovastatin acid in aqueous medium by a template analogue imprinting strategy**
Pp. 97-105
Xue-Jun Wang, Zhen-Liang Xu, Jian-Li Feng, Nai-Ci Bing, Zuo-Guo Yang
- Synthesis and properties of novel sulfonated polyimides derived from naphthalenic dianhydride for fuel cell application**
Pp. 106-119
Xinbing Chen, Yan Yin, Pei Chen, Hidetoshi Kita, Ken-Ichi Okamoto
- Effects of exposure to water and ethanol on silicalite-1 membranes**
Pp. 120-126
Charlotte Andersson, Jonas Hedlund
- Interferometric observations and kinetic modeling of the chemical cleaning of humic materials deposited on membranes**
Pp. 127-134
Ismail Koyuncu, Andreas Lüttge, Mark R. Wiesner
- Microstructure evolution in dry-wet cast polysulfone membranes by cryo-SEM: A hypothesis on macrovoid formation**
Pp. 135-157
Sai S. Prakash, Lorraine F. Francis, L.E. Scriven
- Coupling TiO₂ nanoparticles with UV irradiation for modification of polyethersulfone ultrafiltration membranes**
Pp. 158-169
A. Rahimpour, S.S. Madaeni, A.H. Taheri, Y. Mansourpanah
- Gas permeability properties of Matrimid® membranes containing the metal-organic framework Cu-BPY-HFS**
Pp. 170-181
Yanfeng Zhang, Inga H. Musselman, John P. Ferraris, Kenneth J. Balkus Jr.
- Membrane emulsification: Droplet size and uniformity in the absence of surface shear**
Pp. 182-189
Serguei R. Kosvintsev, Gilda Gasparini, Richard G. Holdich
- Pioneering explorations of rooting causes for morphology and performance differences in hollow fiber kidney dialysis membranes spun from linear and hyperbranched polyethersulfone**
Pp. 190-198
Qian Yang, Tai-Shung Chung, Shing Bor Chen, M. Weber
- Sulfonated polyimide membranes grafted with sulfoalkylated side chains for proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) applications**
Pp. 199-206
Chang Hyun Lee, Chi Hoon Park, Young Moo Lee
- Use of membrane contactors as two-phase bioreactors for the removal of phenol in saline and acidic solutions**
Pp. 207-216
Ruey-Shin Juang, Wen-Ching Huang
- Characterization of deoxyribonucleic acid/poly(ethylene oxide) proton-conducting membranes**
Pp. 217-223
Jin Kyoung Park, Yong Soo Kang and, Jongok Won
- Zeolite-filled microporous mixed matrix (ZeoTIPS) membranes: Prediction of gas separation performance**
Pp. 224-231
Caleb V. Funk, Douglas R. Lloyd
- Determination of hydraulic and depth-dependent properties of nematically ordered montmorillonite assemblages during microfiltration**
Pp. 232-241

S.R. Santiwong, S. Chang, T.D. Waite

Performance of negatively charged nanofiltration membranes prepared from mixtures of various dimethacrylates and methacrylic acid

Pp. 242-249

M.Y. Jeon, S.H. Yoo, C.K. Kim

The influence of hydrophobicity, roughness and charge upon ultrafiltration membranes for black tea liquor clarification

Pp. 250-262

Philip J. Evans, Michael R. Bird, Arto Pihlajamäki, Marianne Nyström

Flue gas dehydration using polymer membranes

Pp. 263-276

Hylke Sijbesma, Kitty Nymeyer, Rob van Marwijk, Rob Heijboer, Jens Potreck, Matthias Wessling

Activation energies for permeation of He and H₂ through silica membranes: An ab initio calculation study

Pp. 277-283

P. Hacıoğlu, D. Lee, G.V. Gibbs, S.T. Oyama

Water transport properties of polyamide 6 based nanocomposites prepared by melt blending: On the importance of the clay dispersion state on the water transport properties at high water activity

Pp. 284-295

E. Picard, J.-F. Gérard, E. Espuche

Studies of semi-permeable membranes deposited on a cellulose support

Pp. 296-303

Andrzej Chwojnowski, Konrad Dudziński, Cezary Wojciechowski, Ewa Łukowska

Effect of spacer arm length on the performance of charge-modified ultrafiltration membranes

Pp. 304-314

Amit Mehta, Andrew L. Zydney

Proton conducting poly(vinylidene fluoride-co-chlorotrifluoroethylene) graft copolymer electrolyte membranes

Pp. 315-322

Yong Woo Kim, Jin Kyu Choi, Jung Tae Park, Jong Hak Kim

The rejection of endocrine disrupting and pharmaceutically active compounds by NF and RO membranes as a function of compound and water matrix properties

Pp. 323-335

Anna M. Comerton, Robert C. Andrews, David M. Bagley, Chunyan Hao

Nafion® and nano-size TiO₂-SO₄²⁻ solid superacid composite membrane for direct methanol fuel cell

Pp. 336-343

Zhimou Wu, Gongquan Sun, Wei Jin, Hongying Hou, Suli Wang, Qin Xin

Effect of ester group on the performance of zwitterionic imidazolium compounds as membrane materials for separating alkene/alkane mixtures

Pp. 344-352

Je Seung Lee, Nan Hee Ko, Hyun Woo Bae, Dinh Quan Nguyen, Hyunjoon Lee, Dai Ki Choi, Minserk Cheong, Hoon Sik Kim

Worldwide water crisis

Pp. 353-354

Rajindar Singh

Journal of Membrane Science. Volume 314, Issues 1-2, Pp. 1-258 (30 April 2008)

CO₂ separation facilitated by task-specific ionic liquids using a supported liquid membrane

Pp. 1-4

Shoji Hanioka, Tatsuo Maruyama, Tomohiro Sotani, Masahiro Teramoto, Hideto Matsuyama, Kazunori Nakashima, Misa Hanaki, Fukiko Kubota, Masahiro Goto

Preparation of palladium membrane by electroplating on AISI 316L porous stainless steel supports and its use for methanol steam reformer

Pp. 5-14

S.C. Chen, G.C. Tu, Caryat C.Y. Hung, C.A. Huang, M.H. Rei

Structural, sorption and transport characteristics of an ultrapermeable polymer

Pp. 15-23

Xiao-Yan Wang, Anita J. Hill, Benny D. Freeman, Isaac C. Sanchez

Novel acid-base polyimides synthesized from binaphthalene dianhydride and triphenylamine-containing diamine as proton exchange membranes

Pp. 24-32

Feng Zhang, Nanwen Li, Zhiming Cui, Suobo Zhang, Shenghai Li

Modeling the effects of fouling on full-scale reverse osmosis processes

Pp. 33-49

Eric M.V. Hoek, Jeff Allred, Tom Knoell, Byeong-Heon Jeong

Swimming pool water treatment by ultrafiltration-adsorption process

Pp. 50-57

E. Barbot, P. Moulin

Solvent distillation by ceramic hollow fibre membrane contactors

Pp. 58-66

Sirichai Koonaphadeelert, Xiaoyao Tan, Zhentao Wu, K. Li

Impact of zeta potential and size of caseins as precursors of fouling deposit on limiting and critical fluxes in spiral ultrafiltration of modified skim milks

- Pp. 67-75*
 Habib Bouzid, Murielle Rabiller-Baudry, Lydie Paugam, Florence Rousseau, Zoubir Derriche, Nourre Eddine Bettahar
Use of the capillary number for the prediction of droplet size in membrane emulsification
Pp. 76-89
 Émilie Lepercq-Bost, Marie-Laurence Giorgi, Arsène Isambert, Christophe Arnaud
- Direct-flow microfiltration of aquasols: I. Impacts of particle stabilities and size**
Pp. 90-100
 Haiou Huang, Rodrigue Spinette, Charles R. O'Melia
- Implications of critical flux and cake enhanced osmotic pressure (CEOP) on colloidal fouling in reverse osmosis: Experimental observations**
Pp. 101-111
 T.H. Chong, F.S. Wong, A.G. Fane
- Hollow fiber dead-end ultrafiltration: Axial transport variations during humic acid filtration**
Pp. 112-122
 W.J.C. van de Ven, K. van't Sant, I.G.M. Pünt, A. Zwijnenburg, A.J.B. Kemperman, W.G.J. van der Meer, M. Wessling
- Polysulfone/silica nanoparticle mixed-matrix membranes for gas separation**
Pp. 123-133
 Juhyeon Ahn, Wook-Jin Chung, Ingo Pinnau, Michael D. Guiver
- Impact of calcium on the membrane fouling in membrane bioreactors**
Pp. 134-142
 Sara Arabi, George Nakhla
- Influence of desorption conditions before gas separation studies in nanocomposite MFI-alumina membranes**
Pp. 143-151
 A. Alshebani, M. Pera-Titus, K.L. Yeung, S. Miachon, J.-A. Dalmon
- Mechanism of Cu(II) transport through permeation liquid membranes using azacrown ether and fatty acid as carrier**
Pp. 152-162
 Kamil Wojciechowski, Marta Kucharek, Jacques Buffle
- Kinetics of gypsum crystal growth on a reverse osmosis membrane**
Pp. 163-172
 Michal Uchymiak, Eric Lyster, Julius Glater, Yoram Cohen
- Molecular simulation of permeation through alkyl-functionalized mesoporous ceramic membranes**
Pp. 173-182
 Turkan Aydogmus, David M. Ford
- Performance of an emulsion enzyme membrane reactor combined with premix membrane emulsification for lipase-catalyzed resolution of enantiomers**
Pp. 183-192
 Na Li, Keiji Sakaki
- Crosslinked mixed matrix membranes for the purification of natural gas: Effects of sieve surface modification**
Pp. 193-199
 Alexis M.W. Hillock, Stephen J. Miller, William J. Koros
- Synthesis and structural characterization of EMT-type membranes and their performance in nanofiltration experiments**
Pp. 200-205
 Sankhanilay Roy Chowdhury, Jacques De Lamare, Valentin Valtchev
- Formation kinetics of polyethersulfone with cardo membrane via phase inversion**
Pp. 206-211
 Xin Li, Cuixian Chen, Jiding Li
- Selective and quantitative sulfonation of poly(arylene ether ketone)s containing pendant phenyl rings by chlorosulfonic acid**
Pp. 212-220
 Myung-Hwan Jeong, Kwan-Soo Lee, Young-Taik Hong, Jae-Suk Lee
- Study on multicomponent diffusion of ions in poly(perfluorosulfonated) ion-exchange membrane using radiotracers**
Pp. 221-225
 Suparna Sodaye, Chhavi Agarwal, A. Goswami
- A modified electroless plating technique for thin dense palladium composite membranes with enhanced stability**
Pp. 226-237
 Xiaoliang Zhang, Guoxing Xiong, Weishen Yang
- On the development of an integrated membrane process with ionic liquids for the kinetic resolution of rac-2-pentanol**
Pp. 238-246
 F.J. Hernández-Fernández, A.P. de los Ríos, F. Tomás-Alonso, D. Gómez, G. Villora
- Solution sulfonation of a novel polybenzimidazole: A proton electrolyte for fuel cell application**
Pp. 247-256
 Jennifer Peron, Elodie Ruiz, Deborah J. Jones, Jacques Rozière

Journal of Membrane Science, Volume 315, Issues 1-2, Pp. 1-206 (1 May 2008)

Reversible and irreversible membrane fouling during in-line microfiltration of concentrated protein solutions

Pp. 1-10

Dharmesh M. Kanani, Xinghua Sun, Raja Ghosh

Separation of micron to sub-micron particles from water: Electrospun nylon-6 nanofibrous membranes as pre-filters

Pp. 11-19

D. Aussawasathien, C. Teerawattananon, A. Vongachariya

- Polyamide thin film composite membranes prepared from isomeric biphenyl tetraacyl chloride and *m*-phenylenediamine**
Pp. 20-27
 Lei Li, Suobo Zhang, Xiaosha Zhang, Guodong Zheng
- Fouling of reverse osmosis membrane by protein (BSA): Effects of pH, calcium, magnesium, ionic strength and temperature**
Pp. 28-35
 Huajuan Mo, Kwee Guan Tay, How Yong Ng
- Preparation, characterization and performance studies of polysulfone membranes using PVP as an additive**
Pp. 36-47
 B. Chakrabarty, A.K. Ghoshal, M.K. Purkait
- Pore network model of transport and separation of binary gas mixtures in nanoporous membranes**
Pp. 48-57
 Feng Chen, Rayan Mourhatch, Theodore T. Tsotsis, Muhammad Sahimi
- Optical evaluation of deposition thickness and measurement of permeate flux enhancement of simulated fruit juice in presence of turbulence promoters**
Pp. 58-66
 Srimanta Pal, Swati Ambastha, Timir Baran Ghosh, Sirshendu De, Sunando DasGupta
- Investigations on PVC/PAN composite polymer electrolytes**
Pp. 67-73
 S. Rajendran, Ravi shanker Babu, P. Sivakumar
- Pervaporation separation of MeOH/DMC mixtures using STA/CS hybrid membranes**
Pp. 74-81
 Jian Hua Chen, Qing Lin Liu, Ai Mei Zhu, Qiu Gen Zhang, Jun Fang
- Membrane characterization by microscopic methods: Multiscale structure**
Pp. 82-92
 Y. Wyart, G. Georges, C. Deumié, C. Amra, P. Moulin
- Development of pore size-controlled silica membranes for gas separation by chemical vapor deposition**
Pp. 93-99
 Yudai Ohta, Kazuki Akamatsu, Takashi Sugawara, Aiko Nakao, Akira Miyoshi, Shin-Ichi Nakao
- Molecular simulation of polyamide synthesis by interfacial polymerization**
Pp. 100-105
 R. Nadler, S. Srebnik
- Poly(tetrafluoroethylene)/polyamide thin-film composite membranes via interfacial polymerization for pervaporation dehydration on an isopropanol aqueous solution**
Pp. 106-115
 Ying-Ling Liu, Chung-Hao Yu, Juin-Yih Lai
- A membrane-based reactive separation system for CO₂ removal in a life support system**
Pp. 116-124
 Hyun Tae Hwang, Aadesh Harale, Paul K.T. Liu, Muhammad Sahimi, Theodore T. Tsotsis
- Thermodynamics of pore wetting and swelling in Nafion**
Pp. 125-132
 Gwynn J. Elfring, Henning Struchtrup
- Natural organic matter diffusivity for transport characterizations in nanofiltration and ultrafiltration membranes**
Pp. 133-140
 Noeon Park, Jaeweon Cho
- New applications of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) as microfiltration membranes**
Pp. 141-146
 C.L. Radiman, S. Widyaningsih, S. Sugesty
- Morphology and transport characteristics of poly(ethylene-co-vinyl acetate)/clay nanocomposites**
Pp. 147-154
 M.N. Muralidharan, S. Anil Kumar, Sabu Thomas
- Preparation and characterization of porous anion-exchange membrane adsorbers with high protein-binding capacity**
Pp. 155-163
 Dongming He, Mathias Ulbricht
- Effect of ferrosulfuric oxide content on the performances of polysulfone-ferrosulfuric oxide ultrafiltration membranes**
Pp. 164-171
 Zheng-Qing Huang, Kun Chen, Si-Nian Li, Xun-Tao Yin, Zhi Zhang, Hong-Tao Xu
- Sulfonated poly(arylene-co-imide)s as water stable proton exchange membrane materials for fuel cells**
Pp. 172-179
 Wenmu Li, Zhiming Cui, Xiaochun Zhou, Suobo Zhang, Lei Dai, Wei Xing
- Studies on sugars extraction across a supported liquid membrane: Complexation site of glucose and galactose with methyl cholate**
Pp. 180-186
 Hicham Hassoune, Touria Rhlalou, Jean-François Verchère
- Formation and evolution of a bicontinuous structure of PMMA membrane during wet immersion process**
Pp. 187-194
 Chun-Yin Kuo, Shiun-Lian Su, Hui-An Tsai, Yu-Shen Su, Da-Ming Wang, Juin-Yih Lai
- Effect of additives on the fabrication of poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) (PVDF-HFP) asymmetric microporous hollow fiber membranes**
Pp. 195-204
 Lei Shi, Rong Wang, Yiming Cao, David Tee Liang, Joo Hwa Tay, F. Gallucci, S. Tosti, A. Basile



ВИНИТИ РАН
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
продолжает подписку на
Информационно-аналитический журнал
«Мембраны»
Серия Критические технологии

В информационно-аналитическом журнале «Мембраны» Серия Критические технологии представлены оригинальные статьи, рефераты публикаций ведущих российских и зарубежных периодических изданий, патентные документы, аннотации на книги по основным направлениям современного состояния и развития мембранных технологий.

Журнал «Мембраны» выпускается в полиграфической и электронной формах с программным сопровождением. Объем ~ 15 уч.-изд. л. Периодичность – 4 номера в год.

Индекс «Роспечати» 55813

**Стоимость подписки на 2008 г.
в печатной или электронной форме – 1400 руб.**

Предоставляется подписка за 1999–2007 годы

Подписка проводится:

- В агентствах и отделениях службы почтовой связи по каталогам: Агентства «Роспечать», «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 2 на квартал и полугодие;
- в ВИНИТИ:

Все расчеты проводятся через ООО «НТИ-КОМПАКТ». Заказчики могут оформить подписку с любого номера, а также на издания журналов предыдущих лет, начиная с 1999 г.

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, ООО «НТИ-КОМПАКТ».

Телефоны: (495)152-5492, 152-6441

Факс: (495)152-5492

<http://www.viniti.ru>

E-mail: market@viniti.ru

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Т.А. Седнева, Э.П. Локшин</i>	
Получение наноразмерного диоксида церия в электромембранном процессе.....	3
<i>А.А. Свитцов, В.В. Баранов, С.А. Бредихина, Г.Г. Каграманов</i>	
Мембранное эмульгирование	10
<i>Н.П. Неугодова, Г.В. Долгова, Г.А. Сапожникова, О.В. Шаповалова, А.В. Тарасов, Ю.А. Федотов, Е.С. Яворская</i>	
Современные направления в мембранной нанофильтрации биофармпрепаратов. Часть 3. Способы обеспечения безопасности фильтроэлементов	14
<i>Г.И. Писарев, О.Г. Талакин, Н.Л. Докучаев, Л.Н. Чекалов</i>	
Методы модификации полимерных асимметричных газоразделительных мембран.....	18
<i>О.Л. Амосова, О.В. Малых, В.В. Тепляков</i>	
Мембранно-адсорбционные методы выделения водорода из многокомпонентных газовых смесей биотехнологии и нефтехимии	26
<i>И.Б. Дорофеева, С.П. Дорофеев</i>	
Испытания обратноосмотических мембранных элементов на климатическое старение	40
Реферативный раздел	
Статьи	42
Патенты	69
Указатели	
Предметный указатель	82
Авторский указатель.....	107
Указатель источников	110
Патентный указатель	112
Journal of Membrane Science, 2008, VV. 310–315	113

CONTENTS

<i>T.A. Sedneva, A.P. Lokshin</i>	
Reception of nano-size cerium dioxide in electromembrane process	3
<i>A.A. Svitsov, V.V. Baranov, S.A. Bredikhina, G.G. Kagramanov</i>	
Membrane emulsification	10
<i>N.P. Neugodova, G.V. Dolgova, G.A. Sapojnikova, O.V. Shapovalova, A.V. Tarasov, Yu.A. Fedotov, E.S. Yavorskaya</i>	
Modern directions of membrane nanofiltration of bio-medical products. Part 3. Ways to Membrane Filters safety	14
<i>G.I. Pisarev, O.G. Talakin, N.L. Dokuchaev, L.N. Chekalov</i>	
Modification methods of polymeric asymmetric gas separation membranes.....	18
<i>O.L. Amosova, O.V. Malykh, V.V. Teplyakov</i>	
Integrated membrane/PSA method for hydrogen recovery from multicomponents gas mixture of biotechnology and petrochemistry.....	26
<i>Dorofeeva I.B., Dorofeev S.P.</i>	
Tests of reverse osmosis elements on climatic ageing.....	40
References	
Articles	42
Patents	69
Indexes	
Subject Index.....	82
Author Index	107
Bibliographical Index.....	110
Patent Index.....	112
Journal of Membrane Science, 2008, VV. 310–315	113



КОНФЕРЕНЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВОДНОЙ АССОЦИАЦИИ (IWA)

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОДОПОДГОТОВКЕ И ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

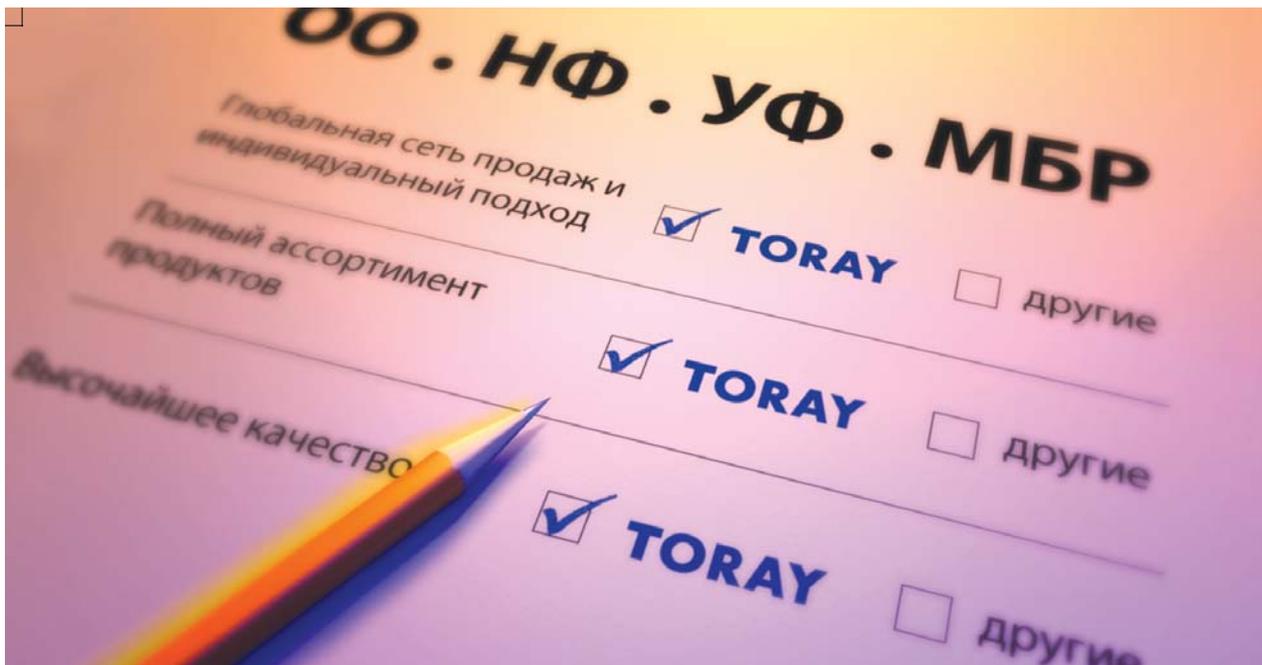
2 – 4 Июня 2008 г.

МВЦ "Крокус Экспо", Москва, Россия

Секретариат:

Тел./факс: [495] 225 5986,
782 1013 (многоканальные)
E-mail: info@sibico.com
www.iwamembranes.ru





Разумный выбор

...в каждой детали.

Глобальная сеть продаж и индивидуальный подход к каждому
TORAY продает и поставляет свои продукты по всему миру, обеспечивая каждого клиента индивидуальной квалифицированной технической поддержкой. Не важно, где Вам потребуется помощь, TORAY сможет обеспечить Вас компетентной поддержкой на месте установки.

Полный ассортимент продуктов
Проверенное временем профессиональное высококачественное производство мембран. TORAY является единственным производителем, который предлагает все типы мембран для целей водоподготовки и очистки сточных вод для процессов обратного осмоса (ОО), нанофильтрации (НФ), ультрафильтрации (УФ), и мембранного биореактора (МБР).

Высочайшее качество
Мембранные элементы TORAY производятся по новейшим технологиям из высококачественных материалов. TORAY поставляет на рынок продукты самого высокого качества. Поскольку контроль качества является необходимым условием превосходных эксплуатационных характеристик, все производимые мембраны сертифицированы согласно ISO-9001 и ISO-14001.

TORAY – это интегральные мембранные решения и превосходное качество!

Более подробную информацию Вы можете найти на сайте www.toraywater.com или связаться с одним из офисов:

Европа, Африка:
Toray Membrane Europe AG
Тел. +41 61 415 87 10
eu@toray-membrane.com

Азия и Океания:
Toray Industries, Inc. Membrane Products Department
Тел. +81 47 350 60 30
ao@toray-membrane.com

Ближний Восток:
Toray Membrane Europe - Dubai office
Тел. +971 4 886 19 22
me@toray-membrane.com

Россия и СНГ:
Toray International Europe GmbH - Moscow office
Тел. +7 495 799 56 02
ru@toray-membrane.com

'TORAY'

QUEST COMMUNICATIONS www.quest-com.ch



ГНЦ РФ ОАО «НИИ ВОДГЕО»

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

1. Обследование и технологический аудит объектов водоснабжения и водоотведения, разработка альтернативных схем обработки и транспортировки воды;
2. Оценка и декларирование безопасности гидротехнических сооружений;
3. Разработка стратегии и концепций развития водопроводно-канализационного комплекса;
4. Привлечение инвестиций в строительство и развитие систем водоснабжения и водоотведения;
5. Разработка технологий очистки и выполнение проектных работ;
6. Изготовление и поставка водоочистного оборудования для систем водоснабжения и водоотведения;
7. Строительство очистных сооружений;
8. Реконструкция действующих очистных сооружений с переводом на работу по новым высокоэффективным технологиям (включая технологию мембранного биореактора (МБР));
9. Сервисное обслуживание очистных сооружений, поставка расходных материалов и реагентов, обучение персонала.

Комсомольский проспект, д. 42, строение 2,
Москва, Г-48, ГСП-2, 119992
Для телеграмм: Москва ВОДГЕО

Тел./Факс: (495) 708-34-47, 245-97-88, 978-26-85
Internet: www.watergeo.ru
E-mail: vodgeo@rambler.ru



**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).

Подписано в печать 29.05.2008

Формат 60×84 1/8

15,0 печ. л.

15 уч.-изд. л.

Тираж 220 экз.

Заказ №

Печать офсетная
