

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ  
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES  
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**2 (416)**

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2016 ж.  
МАРТ – АПРЕЛЬ 2016 г.  
MARCH – APRIL 2016**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Мангашян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Башов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,  
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,  
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**M. Zh. Zhurinov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkhitbayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

**V.Ye. Agabekov**, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**  
**ISSN 2224-5286**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky  
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,  
e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 416 (2016), 57 – 62

**MODIFICATION OF THE MICROPOROUS MEMBRANE  
BY ASSOCIATES OF SYNTHETIC POLYELECTROLYTES  
AND SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES****K. I. Omarova, K. B. Musabekov, A. O. Adilbekova**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Akbota.Adilbekova@kaznu.kz

**Keywords:** modification, macroporouscaprone membrane, flow coefficient, polyvinylpyridine, polymethacrylic acid, cetylpyridinium bromide, sodium dodecylsulphate.

**Abstract.** The modification of themacroporous membrane by polyelectrolyte associates based on oppositely charged synthetic polyelectrolytes and surfactants was carried out. Modifying action of surfactantpolycomplexes was estimated by the number of ion transfer. The benzene solution with different content of polystyrene was added to increase the polycomplexfixing on the surface of the macroporous membrane. The optimal amount of polystyrene was determined (30 wt.%). The modified membrane increases the ion transfer number with opposite charge to the polyelectrolyte macromolecules.

УДК 544.725:543.545

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ МАКРОПОРИСТЫХ МЕМБРАН  
АССОЦИАТАМИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ  
И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ****К. И. Омарова, К. Б. Мусабеков, А. О. Адильбекова**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** модифицирование, макропористая капроновая мембрана, коэффициент протекания, поливинилпиридин, полиметакриловая кислота, цетилтриметиламмоний бромид, додецилсульфат натрия.

**Аннотация.** Проведено модифицирование макропористой капроновой мембраны полиэлектролитными ассоциатами на основе противоположно заряженных синтетических полиэлектролитов и поверхностно-активных веществ. Модифицирующее действие поликомплексов поверхностно-активных веществ оценивали по величине чисел переноса ионов. Для увеличения прочности закрепления поликомплекса на поверхности макропористой капроновой мембраны добавляли бензолный раствор с различным содержанием полистирола. Определено оптимальное количество полистирола (30% вес.). Модифицированная мембрана увеличивает число переноса иона, имеющего знак заряда, противоположный заряду макромолекул полиэлектролита.

**Введение.** Развитие мембранных методов – одно из прогрессивных направлений науки и технологии. Электрохимическая активность (изменение чисел переноса ионов в порах мембраны) мембран сильно зависит от размеров пор. Для грубодисперсных систем (электрокинетический радиус  $\chi R \geq 20$ , где  $\chi$  – параметр Дебая,  $R$  – радиус пор) увеличение чисел переноса ионов (в сравнении со свободным раствором) выражено слабо вследствие малого вклада ДЭС в свойства жидкости в порах. Технологические требования, предъявляемые к мембранам (химическая

стойкость к активным средам, механическая прочность, относительная дешевизна и т.д.) в большинстве случаев не позволяет оптимально сочетать высокий заряд и большие размеры пор в промышленных мембранах.

Одним из уникальных методов получения новых обратноосмотических мембран является радиационная прививка активных мономеров (а также полиэлектролитов) к механически прочным подложкам, что позволяет получить мембраны с высокой электрохимической активностью. Однако указанные методы трудоемки и небезопасны. Перспективным направлением в мембранной технологии является использование полиэлектролитных комплексов на основе как слабых, так и сильных полиэлектролитов (ПЭ) [1, 2]. Мембраны на основе полиэлектролитных комплексов могут быть получены с требуемой проницаемостью и селективностью. Известен метод адсорбционного модифицирования мембран путем многократного последовательного нанесения слоев до 10-12 из противоположно заряженных ПЭ [3, 4]. Регулируя число слоев ПЭ, получают мембраны с заданными свойствами (контролируемой плотностью заряда, проницаемостью и селективностью).

### Экспериментальная часть

Нами проведено модифицирование полиэлектролитными комплексами поверхностно-активных веществ (ПАВ) макропористой капроновой мембраны (МКМ) с радиусом пор 2 мкм (2000Å). Указанная мембрана устойчива в водных средах со значением pH от 1 до 13. МКМ разработана в Институте физико-органической химии АН Белоруссии. Изготовитель: экспериментальная лаборатория рыболовецкого колхоза "Хлиукалур", Эстония.

В качестве ПЭ были использованы поли-2-винилпиридин (П2ВП) и полиметакриловая кислота (ПМАК), в качестве ПАВ – додецилсульфат натрия (ДДС) и цетилтриметиламмонийбромистый (ЦТАБ). П2ВП синтезирован, очищен и расфракционирован по молекулярным массам фирмой «Polystenes» (США). ЦТАБ и ДДС, марки «ч» использовали без предварительной очистки. Полиэлектролитные комплексы были получены различными способами.

Первоначально была получена мембрана на основе полиэлектролитного комплекса П2ВП и ДДС на границе раздела бензольного раствора П2ВП и водного раствора ДДС [5]. При постоянном перемешивании и контроле pH водного слоя на границе раздела фаз формируется тонкая пленка, легко извлекаемая из раствора. В таблице 1 представлены концентрации синтетического полиэлектролита (СПЭ) и ПАВ, их соотношения, использованные для получения мембраны.

Таблица 1 – Состав и концентрация компонентов, использованных для синтеза пленок

Концентрация П2ВП, осново-моль/л	Концентрация ДДС, моль/л	$n = \frac{\text{П2ВП}}{\text{ДДСNa}}$	$m = \frac{\text{ДДС}}{\text{П2ВП}}$
$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3} < \text{ККМ}$	2:1	–
$5 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3} = \text{ККМ}$	–	10:1
$5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2} > \text{ККМ}$	–	4:1

Для модификации МКМ использовали также полиэлектролитный комплекс, полученный смешением равных объемов водных растворов ЦТАБ и ПМАК 0,1 осново-моль/л.

### Результаты и их обсуждение

При концентрации компонентов равных для П2ВП  $5 \cdot 10^{-2}$  осново-моль/л и для ДДС  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л получена прозрачная, эластичная, толщиной 12,5 мкм пленка на границе раздела бензол/вода. Основу мембраны составляет полиэлектролитный комплекс ПАВ, что подтверждается изменением pH среды и уменьшением до  $(2,5-2,7) \cdot 10^{-4}$  моль/л концентрации ДДС в растворе. Образование комплекса протекает по ионообменному механизму [6].

Синтезированная мембрана устойчива к действию воды, но при выдерживании в бензоле более 4 часов происходит ее растворение. В водноспиртовой смеси (содержание спирта изме-

нялось в пределах (5-30 вес. %) в первые 1-2 часа контакта со смесью мембрана незначительно набухает и при дальнейшем увеличении времени контакта (2-72 часа) вес образца мембраны оставался постоянным. При содержании спирта в смеси более 30% мембрана полностью растворялась. Полученные данные подтверждают гидрофобную природу полиэлектролитного комплекса ПАВ, на основании которого сформирована мембрана.

Электрохимическую активность мембраны оценивали по числу переноса ионов ( $n_{\pm}$ ) в порах мембраны, величину которых рассчитывали из данных по измерению диффузионного потенциала ( $E_d$ ). Для данной мембраны величина диффузионного потенциала в течение 15-30 мин снижалась от 17 мВ до 0, что связано с высокой протеканием (широкопористостью) мембраны. Коэффициент протекания составлял  $7,6 \cdot 10^{-7}$  мл/сек·см<sup>2</sup>.

В дальнейшем мембрану на основе П2ВП и ДДС использовали для модификации макропористой капроновой мембраны. Для увеличения прочности закрепления мембраны на МКМ в реакционную смесь добавляли различное количество (вес. %) полистирола.

Макропористая капроновая мембрана электрохимически неактивна, что связано, возможно, с малой величиной заряда в объеме мембраны и соответственно малым вкладом ДЭС в свойства жидкости в порах вследствие большого радиуса пор. По данным производителя МКМ имеет отрицательный знак заряда. На рисунке 1 показана зависимость чисел переноса ионов ( $n_{Cl^-}$ ) и коэффициента протекания ( $K_{пр}$ ) модифицированной МКМ от содержания полистирола. Наиболее оптимальные характеристики мембраны достигаются при содержании полистирола равном 30 %. Модифицированная макропористая капроновая мембрана увеличивает числа переноса ионов хлора, что свидетельствует о положительном заряде мембраны, который обусловлен, в основном, зарядом полиэлектролита.

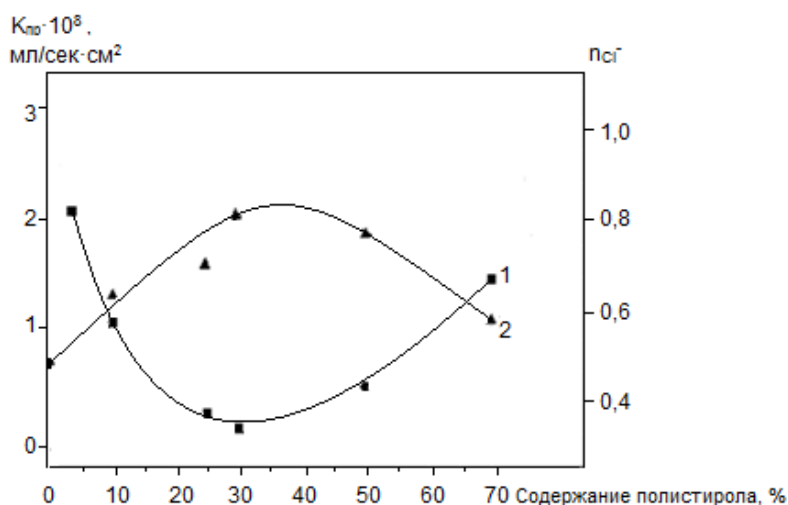


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента протекания (1), и чисел переноса (2) от содержания полистирола в макропористой мембране, модифицированной пленкой, полученной на границе раздела бензольный раствор П2ВП/водный раствор ДДС

Для синтеза исходной мембраны (точнее полупроницаемой пленки-заготовки для модифицирования МКМ) был использован бензольный раствор П2ВП. На границе раздела бензол – вода макромолекулы будут ориентированы полярными группами в водную фазу, что способствует диссоциации функциональных групп. Однако электростатическое взаимодействие с анионами ДДС приведет к нейтрализации части функциональных групп. В результате образовавшийся полиэлектролитный комплекс имеет определенное число свободных функциональных групп и соответственно заряд МКМ, модифицированной таким комплексом, будет определяться ПЭ.

Содержание полистирола оказывает влияние на электрохимическую активность модифицированной МКМ. При высоком содержании полистирола (> 30%) снижение  $n_{Cl^-}$  и увеличение  $K_{пр}$  вызвано понижением адсорбции поликомплекса и соответствующим при этом ростом радиуса

мембраны. Увеличение количества полистирола в модифицирующей смеси также заметно повышает вязкость смеси, что не способствует адсорбции полиэлектролитного комплекса в порах мембраны.

С целью увеличения заряда мембраны модифицирование МКМ проводили полиэлектролитным комплексом, полученным смешением равных объемов водных растворов цетилтриметиламмония бромистого (ЦТАБ) и полиметакриловой кислоты 0,1 осново-моль/л, взаимодействие которых протекает по реакции ионного обмена.

После смешения водных растворов компонентов и появления мути, смесь оттитровывали 0,1 раствором NaOH до выпадения белого осадка. Полученный осадок промывали несколько раз дистиллированной водой от присутствия щелочи. Промытый осадок помещали в сушильный шкаф на 10 минут, после чего оставляли на воздухе. Высушенный осадок растворяли в хлороформе и смешивали с раствором полистирола в бензоле (30 % полистирола от веса осадка комплекса). Капроновую мембрану заливали приготовленным раствором и оставляли на 2-3 суток до полного испарения растворителя.

Изменение диффузионного потенциала во времени для МКМ, модифицированного различным количеством комплекса ПМАК и ЦТАБ, представлено на рисунке 2.

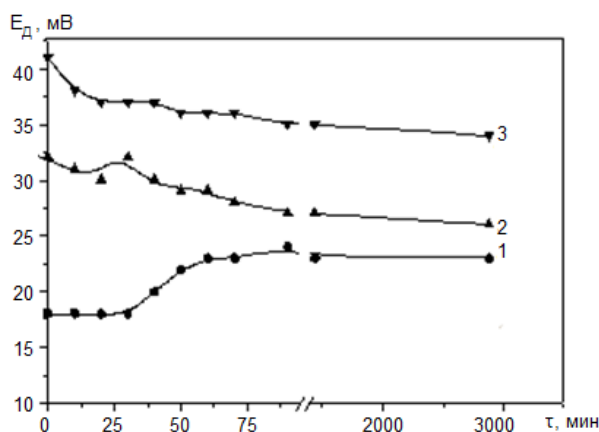


Рисунок 2 – Изменение диффузионного потенциала мембраны во времени:  
 1 – обработанная 0,15 г комплекса ПМАК-ЦТАБ,  
 2 – обработанная 0,25 г комплекса ПМАК-ЦТАБ,  
 3 – обработанная 0,30 г комплекса ПМАК-ЦТАБ

Величина  $E_d$  повышается с ростом количества адсорбированного комплекса и его значение не изменяется в течение 2-3 суток, что доказывает прочность закрепления комплекса. Модифицированная МКМ увеличивает числа переноса ионов  $K^+$ , что показывает приобретение мембраной отрицательного заряда при адсорбции комплекса ПМАК – ЦТАБ. И в этом случае знак заряда определяется зарядом полиэлектролита – полиметакриловой кислоты (рисунок 3).

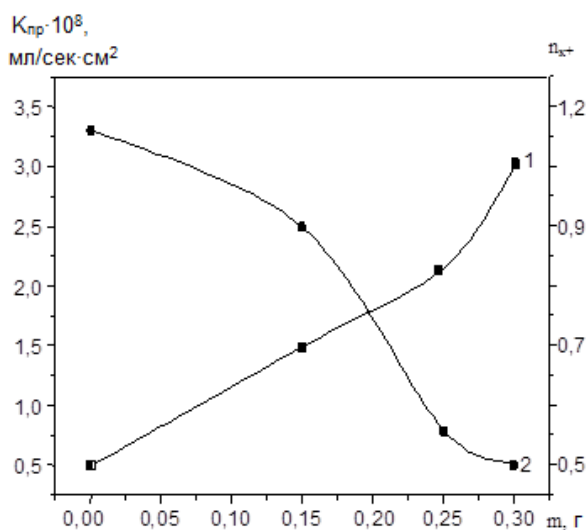


Рисунок 3 – Числа переноса и коэффициент протекания мембраны, модифицированной комплексом ПМАК-ЦТАБ:  
 1 – изменение чисел переноса,  
 2 – коэффициент протекания



При постоянной геометрии капиллярно-пористых систем толщина ДЭС зависит от концентрации раствора электролита. Нами была определена электропроводность модифицированной МКМ в растворах KCl различной концентрации. Сопоставление  $\kappa$ МКМ с удельной электропроводностью равновесного с мембраной раствора  $\kappa_0$  показало, что в области разбавленных растворов ( $10^{-4}$ – $10^{-5}$  моль/л)  $\kappa > \kappa_0$  и это различие становится все более заметным с повышением количества осажденного комплекса (рисунок 4). В области концентраций  $10^{-1}$ – $10^{-3}$  моль/л, где сжатие ДЭС особенно заметно, вклад ионов ДЭС в свойства жидкости в порах мало ощутим – отношение  $\kappa / \kappa_0$  близко к 1.

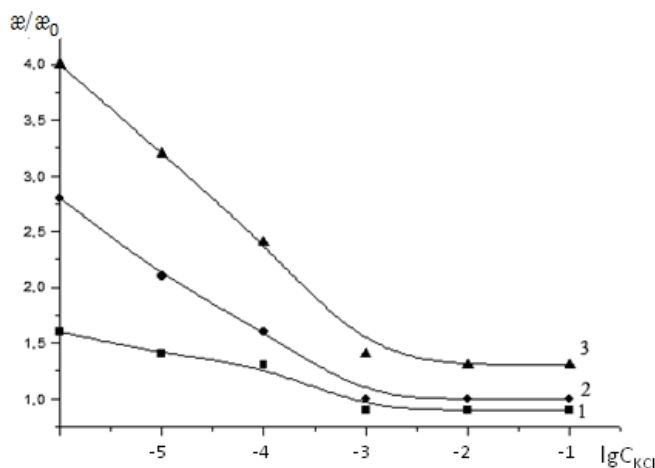


Рисунок 4 – Зависимость отношения электропроводности модифицированной мембраны ( $\kappa$ ) к электропроводности раствора ( $\kappa_0$ ) от концентрации раствора KCl: Масса комплекса ПМАК-ЦТАБ, г: 0,15 (1), 0,25 (2), 0,30 (3)

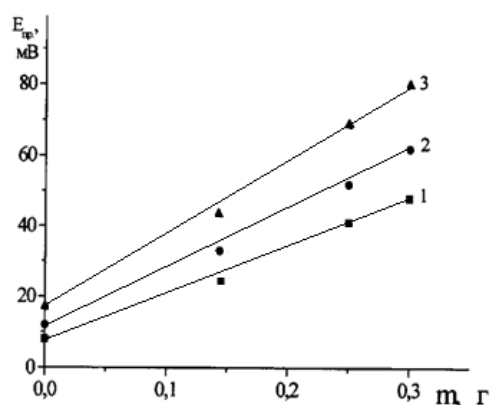


Рисунок 5 – Зависимость потенциала течения ( $E_{пр}$ ) модифицированной мембраны от количества осажденного комплекса ПМАК-ЦТАБ: P – 50 (1); 100 (2); 150 (3) мм рт. ст.

Возникновение разности потенциала – потенциала течения – при продавливании жидкости через капиллярно-пористую систему также связано с формированием двойного электрического слоя в порах мембраны. Зависимость потенциала течения от количества осажденного комплекса представлены на рисунке 5. Наблюдается закономерное увеличение потенциала течения с ростом давления, при котором протекает раствор через мембрану.

Величина  $E_{пр}$  возрастает с увеличением количества осажденного комплекса на МКМ, соответственно с увеличением числа функциональных групп, имеющих отрицательный заряд (рисунок 5).

Сравнение величин  $E_{пр}$  для МКМ, модифицированных комплексом П2ВП – ДДС, синтезированных на границе бензол – вода, и комплексах ПМАК – ЦТАБ, полученных смешением водных растворов компонентов, показывает большие значения  $E_{пр}$  для комплексов ПМАК–ЦТАБ. Так при давлении 50 мм.рт. столба  $E_{пр}$  в случае П2ВП – ДДС составляет (8-10) мВ, а для ПМАК – ЦТАБ  $E_{пр} = 42$  мВ, что подтверждает наше предположение о формировании более высокого заряда при получении комплексов из водных растворов.

Исследования последних лет показали, что даже для слабозаряженных мембран существенным является электрохимический механизм переноса ионов в разбавленных растворах. Вклад этого механизма тем больше, чем больше заряд и потенциал мембраны и меньше радиус пор [7]. Даже временная перезарядка поверхности пор отрицательно заряженной нанопористой мембраны цетилтриметиламмонием повышает селективность мембраны по отношению 2:1 электролитов [8].

**Заключение.** Полученные нами результаты показывают возможность модификации макропористых мембран полиэлектролитными комплексами ПАВ с целью повышения электрохимической активности мембраны. Модифицированная МКМ увеличивает числа переноса ионов до 1 в соответствии со знаком заряда ПЭ. При этом степень модифицирования мембран можно изменять,

варьируя количество комплекса. Кроме того, привлекает возможность выбора в качестве подложки любой капиллярной системы с требуемой механической прочностью, что позволит продлить сроки службы таких композитных мембран. Повышение электрохимической активности мембран существенно для процессов электродиализа, широко используемого для очистки коллоидных растворов от электролитов, опреснения воды, удаления солей из концентрированных суспензий и паст, грунтов, извлечения ионов из промышленных стоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ming-Ming Li, Shan-Jing Yao. Preparation of polyelectrolyte complex membranes based on sodium cellulose sulfate and poly(dimethylallylammonium chloride) and its permeability properties// J. Appl. Polym. Sci. – 2009. – Vol. 112, № 1. – P. 402-409. DOI: 10.1002/app.29407
- [2] Meier-Haack J., Rieser T., Lenk W., Lechmann D., Berwald S., Schwarz S. Effect of polyelectrolyte complex layers on the separation properties and the fouling behavior of surface and bulk modified membranes// Chem. Eng. Technol. – 2000. – Vol. 23, № 2. – P. 114-118.
- [3] Meier-Haack J., Müller M. Use of Polyelectrolyte Multilayer Systems for Membrane Modification Macromol. Symp. – 2002. – Vol. 188. – P. 91-103.
- [4] Peinetti A.S., De Leo L.P., González G.A., Battaglini F. A polyelectrolyte-surfactant complex as support layer for membrane functionalization // J. Colloid Interface Sci. – 2012. – Vol. 386, № 1. – P. 44-50. DOI: 10.1016/j.jcis.2012.07.015
- [5] Кудайбергенов С.Е., Аскарова М., Бимендина Л.А., Бектуров Е.А. Образование поликомплексов на межфазной границе системы вода - бензол // Извест. НАН РК. – 1994. – № 6. – С. 70-75.
- [6] Абилов Ж. Поликомплексы синтетических полиэлектролитов: Дис. ... докт. хим. наук. – Алматы, 1993. – 347 с.
- [7] Сидорова М.П., Ермакова Л.Э., Савина И.А. Электрокинетический способ определения структурных параметров ацетат-целлюлозных мембран // Коллоид. журн. – 1988. – Т. 50, № 1. – С. 162-164
- [8] Саббатовский К.Г., Соболев В.Д., Чураев Н.В. Модифицирование нанофильтрационной мембраны адсорбцией катионного ПАВ // Коллоид. журн. – 1996. – Т. 58, № 5. – С. 673-676.

#### REFERENCES

- [1] Ming-Ming Li, Shan-Jing Yao. J. Appl. Polym. Sci., **2009**, 112, 1, (402-409) (in Eng.). DOI: 10.1002/app.29407
- [2] Meier-Haack J., Rieser T., Lenk W., Lechmann D., Berwald S., Schwarz S. Chem. Eng. Technol., **2000**, 23, 2. (114-118) (in Eng.).
- [3] Meier-Haack J., Müller M. Macromol. Symp., **2002**, 188, (91 – 103) (in Eng.).
- [4] Peinetti A.S., De Leo LP, González G.A., Battaglini FJ. Colloid Interface Sci., **2012**, 386, 1, (44-50). DOI: 10.1016/j.jcis.2012.07.015 (in Eng.).
- [5] Kudaibergenov S.E., Askarov M., Bimendina L.A., Bekturov E.A. News of NAS RK, **1994**, 6, 70-75 (in Russ.).
- [6] Abilov Zh. Dissertation of Doctor. Chemical. Sciences. Almaty, **1993**, 347 p. (in Russ.).
- [7] Sidorova M.P., Ermakova L.E., Savin I.A. Colloid. J., **1988**, 50, 1, (162-164) (in Russ.).
- [8] Sabbatovsky KG, Sobolev VD Churaev NV Colloid. J. **1996**, 58, 5, (673-676) (in Russ.).

### СИНТЕТИКАЛЫҚ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТТЕР ЖӘНЕ БЕТТІК-АКТИВТІ ЗАТТАРДЫҢ АССОЦИАТТАРЫМЕН МАКРОКЕУЕКТІ МЕМБРАНАЛАРДЫ ТҮРЛЕНДІРУ

Қ. И. Омарова, Қ. Б. Мусабеков, А. О. Әділбекова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Түйін сөздер:** түрлендіру, макрокеуекті капрондық мембрана, ағып өту коэффициенті, поливинилпирдин, полиметакрил қышқылы, цетилтриметиламмоний бромиді, натрий додецилсульфаты.

**Аннотация.** Макрокеуекті капрондық мембраналарды қарама-қарсы зарядты синтетикалық полиэлектролиттер және беттік-активті заттардың негізіндегі полиэлектролиттік ассоциаттармен түрлендіру жүргізілді. Беттік активті заттардың поликомплекстерінің түрлендіргіш әсері иондардың тасымалдану сандарымен бағаланды. Поликомплексстердің макрокеуекті капрондық мембранада бекітілуін арттыру үшін полистиролдың әртүрлі мөлшері бар бензолды ерітінді қосылды. Полистиролдың оңтайлы мөлшері (30% салм.) анықталды. Түрлендірілген мембрана полиэлектролит макромолекуласына қарама-қарсы зарядталған ионның тасымалдану санын арттырады.

Поступила 14.03.2016г.

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 08.04.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
9,7 п.л. Тираж 300. Заказ 2.