

ISSN 2616-6836

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№2(123)/2018

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Астана, 2018

Astana, 2018

Бас редакторы
ф.-м.ғ. докторы
А.Қ. Арынгазин (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

А.Т. Ақылбеков, ф.-м.ғ.д., профессор
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Алдонгаров А.А.	PhD (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Гиниятова Ш.Г.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Ержанов Қ.К.	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Жұмаділов Қ.Ш.	PhD (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Қадыржанов Қ.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Лушик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген:
А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен
тіркелген. 27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 20 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief
Doctor of Phys.-Math. Sciences
A.K. Aryngazin (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

A.T. Akilbekov, Doctor of Phys.-Math. Sciences,
prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aldongarov A.A.	PhD (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Giniyatova Sh.G.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: 2, Satpayev str., of.408, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University.
PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University"

Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Circulation: 20 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;

tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)

Главный редактор
доктор ф.-м.н.
А.К. Арынгазин (Казахстан)

Зам. главного редактора

А.Т. Акилбеков, доктор ф.-м.н.
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Алдонгаров А.А.	PhD (Казахстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Гиниятова Ш.Г.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Даулетбекова А.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Ержанов К.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	доктор PhD (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Кутербеков К.А.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.н., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Сауытбеков С.С.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Тлеукенов С.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка:
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 20 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (вн. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№2(123)/2018

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

<i>Амангелді Н., Темербаев А.А., Аймаганбетов А.С., Мәуей Б., Көк Е., Ергалиұлы Ғ., Ақылбекова А.А., Жұмасейіт А.Ғ.</i> Ядролық физика эксперименттеріне жұқа қатты мақсаттарды қабылдау және қолдану	8
<i>Амангелді С.О., Корольков И.В., Здоровец М.В.</i> Мембраналық дистилляция процесіне арналған тректі мембраналарды кремний нанобөлшектерімен түрлендіру	15
<i>Жұмадилов Қ.Ш., Абышев Б.К., Оразалина И.С., Иса Ж.Қ.</i> Тіс эмалін ЭПР әдісімен зерттеу арқылы уранөндіруші кәсіпорын қызметкерлерінің ішкі альфа-сәулелену дозасын бағалау	21
<i>Ыбыраев Н.С., Усеинов А.Б., Ақылбеков А.Т., Здоровец М.В., Оралбеков Н.Б., Дукенов А.Б.</i> CRYSTAL бағдарламасын қолдана отырып ZnO-дағы зарядталған дефектілерді <i>ab-initio</i> есептеулер	27
<i>Ыбыраев Н.С., Усеинов А.Б., Ақылбеков А.Т., Здоровец М.В., Дукенов А., Оралбеков Н.Б.</i> ZnO кристалдарындағы акцепторлық қоспалардың зарядты өтілу деңгейлері. Бірінші қағидалардан есептеулер.	33
<i>Саттинова З.К., Жапбасбаев У.К., Рамазанова Г.И., Асылбеков Б.К., Омирбаева А.О.</i> Бериллий тотығы ұнтағы мен шликерлік құю әдісімен бериллий керамикасын алудың технологиялық ерекшеліктері	41
<i>Тогабаев Е.Т., Өтепбергенова Л.М., Молдабаева Г.Н.</i> Минералданған суды тұссыздандырудың технологиялық сұлбасын өңдеу және қондырғының инженерлік есебінің материалдық балансын құрастыру	50

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.
ASTRONOMY SERIES

№2(123)/2018

CONTENTS

PHYSICS	
<i>Amangeldi N., Temerbayev A.A., Aimagambetov A.S., Mauey B., Kok Ye., Yergaliuly G., Akylbekova A.A., Zhumasseit A.G</i> Producing and application of thin solid targets for nuclear physics experiments	8
<i>Amangeldi S.O., Korolkov I.V., Zdorovets M.V.</i> Modification of Track Membranes by Silicon Nanoparticles for Membrane Distillation	15
<i>Zhumadilov K.Sh., Abyshov B.K., Orazalina I.S., Isa Zh.K.</i> Estimates of doses of internal alpha-irradiation of uranium mining enterprise personnel by using EPR spectroscopy of tooth enamel	21
<i>Ybyraev N.S., Usseinov A.B., Akilbekov A.T., Zdorovets M.V., Oralbekov N.B., Dukenov A.B.</i> Ab-initio calculation of charged defects in ZnO using the program CRYSTAL	27
<i>Ybyrayev N.S., Usseinov A.B., Akylbekov A.T., Zdorovets M.V., Dukenov A.B., Oralbekov N.B.</i> Levels of the charge transition of acceptor impurities in ZnO crystals. Calculations from the first principles.	33
<i>Sattinova Z.K., Zhapbasbaev U.K., Ramazanova G.I., Asilbekov B.K., Omirbayeva A.O.</i> Technological peculiarities of obtaining of powders BeO and beryllium ceramics by method of casting slurry	41
<i>Togabayev E.T., Utepbergenova L.M., Moldabayeva G.N.</i> Development of technological desalination schememineralized water and material balance for engineering calculation of the installation	50

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

№2(123)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА	
<i>Амангелді Н., Темербаев А.А., Аймаганбетов А.С., Мәуей Б., Көк Е., Ергалиұлы Ғ., Ақылбекова А.А., Жұмасейіт А.Ғ.</i> Получение и применение тонких твердотельных мишеней для ядерно-физических экспериментов	8
<i>Амангелди С.О., Корольков И.В., Здоровец М.В.</i> Модификация трековых мембран наночастицами кремния для мембранной дистилляции	15
<i>Жумадилов К.Ш., Абышев Б.К., Оразалина И.С., Иса Ж.К.</i> Оценки доз внутреннего альфа-облучения персонала уранодобывающего предприятия по эмали зубов методом ЭПР спектроскопии	21
<i>Ыбыраев Н.С., Усеинов А.Б., Ақылбеков А.Т., Здоровец М.В., Оралбеков Н.Б., Дукенов А.Б.</i> Ab-initio вычисления заряженных дефектов в ZnO с использованием программы CRYSTAL	27
<i>Ыбыраев Н.С., Усеинов А.Б., Ақылбеков А.Т., Здоровец М.В., Дукенов А.Б., Оралбеков Н.Б.</i> Уровни зарядового перехода акцепторных примесей в кристаллах ZnO. Расчеты из первых принципов	33
<i>Саттинова З.К., Жапбасбаев У.К., Рамазанова Г.И., Асылбеков Б.К., Омирбаева А.О.</i> Технологические особенности получения BeO и бериллиевой керамики методом шликерного литья	41
<i>Тогабаев Е.Т., Утепбергенова Л.М., Молдабаева Г.Н.</i> Разработка технологической схемы обессоливания минерализованных вод и составление материального баланса для инженерного расчета установки	50

С.О. Амангелді¹, И.В. Корольков^{1,2}, М.В. Здоровец^{1,2}

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² Қазақстан Республикасының Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан
(E-mail: ¹ sagi-94@mail.ru)

Мембраналық дистилляция процесіне арналған тректі мембраналарды кремний нанобөлшектерімен түрлендіру

Аннотация: Ұсынылып отырған жұмыста арнайы полиэтилентерефталаттан жасалған тректі мембраналарды түрлендіруге арналған зерттеу жұмыстары келтірілген. Түрлендірілген мембраналар мембраналық дистилляция процесінде қолданылады. Салааралық ғылыми зерттеу кешеніндегі зертханалық жағдайда триэтоксивинилсиланнан кремнийдің әр түрлі өлшемді нанобөлшектері арнайы "төменнен жоғары" әдісімен синтезделді. Беттік активті зат ПАВ (поверхностно активное вещество) лаурилсульфитнатрий мен поливинилпирролидон (ПВП) қоспаларының кремний нанобөлшектерінің өлшемдеріне әсері зерттелді. Нанобөлшектердің синтезінен кейін беттік активті заттар әр түрлі спирттермен экстрацияланды. Алынған нанобөлшектер полиэтилентерефталаттан жасалған, химиялық өңдеуден өткен, нанокеукті тректі мембрананың бетіне иммобилизацияланып, нәтижесінде ылғалдың беттік жанасуы бастапқы $\theta = 45^\circ$ тан $\theta = 125^\circ$ ға дейін айқын ұлғайды. Мембраналық дистилляция процесінде гидрофобты мембраналар маңызды орынға ие. Түрленген тректі мембраналар ИҚ-спектроскопия (инфрақызыл), сканерлеуші электронды микроскоп (СЭМ), ылғалдың беттік жанасу бұрышының өзгерісі әдістерімен зерттелді.

Түйін сөздер: тректі мембраналар; беттік түрлендірулер; полиэтилентерефталат; кремний нанобөлшектері; мембраналық дистилляция.

Кіріспе. Бүкіл әлемде және де Қазақстандағы таза ауыз су жетіспеушілігінің жылдан жылға артуына байланысты су тазартуға арналған зерттеулерді жүргізу өзекті мәселелердің біріне айналып отыр [1]. Табиғи және антропогендік факторларының әсерінен Қазақстанның 70% дан астам жері әр түрлі дәрежедегі су тапшылық орындарына айналып отыр. Қазіргі уақытта Қазақстанда өндіріс пен ауыл шаруашылығына және таза ауыз су жетіспеушілігі артып отыр.

Суды ластаушы негізгі заттарға мұнай мен мұнай өнімдері, беттік активті заттар (ПАВ), пестициддер, фенолдар, ауыр металлдар және диоксиндер жатады. Су тазартуда эффективті және төмен энергиямен жұмыс жасайтын мембраналық процестердің алатын орны ерекше [4,6]. Тректі мембраналарды қолданудың ерекшелігі мен артықшылығы олардың кеуктерінің белгілі бір аудандағы өлшемі мен пішінін қадағалау мүмкіндігінде. Бұл деген өзімізге қажетті сипаттамаларды алып өнімділікті арттыруға көмек береді [2]. Мембраналық процестердің ішіндегі өндірісте кең таралған микро, нано сүзгілеу, кері осмос, мембраналық дистилляция (МД) және электродиализ тәсілдері айтарлықтай маңызды рөл атқарады. Бұл мақалада айтылып отырған мембраналық дистилляция процесіне арналған тректі мембраналарды алу, түрлендіру және зерттеу жұмыстары жүргізілді. Қазіргі кезде тректі мембрананың негізгі және кең қолданылатын түрі полиэтилентерефталаттан жасалады [3]. Полиэтилентерефталат негізінде жасалған тректі мембрананы (ПЭТФ ТМ) дистилляция процесіне дайын болғанға дейінгі алу жолдарына және сипаттамаларына зерттеу жұмыстары жүргізілді. Мембраналық дистилляция процесі үшін мембранаға қойылатын маңызды талаптардың бірі, мембрана бетінің гидрофобтылығы [5]. Ол үшін кремнийдің нанобөлшектері (SiNPs) синтезделіп, сол нанобөлшектермен мембраналық беттік түрлендірілу жасалынды. Ылғалдың байланыс бұрышы (КУС краевой угол смачивание), сұйықтықтың өту қысымы (давление проскока жидкости), газды ортаның өтімділігі, және электронды микроскоп әдістері арқылы егжей тегжейлі зерттеліп, өте тиімді және қолайлы нәтижелер алынды.

Тәжірибелік бөлім. Тректі мембрана алу. Ұсынылған жұмыста зерттеу нысаны ретінде "Mitsubishi Polyester Film" (Германия) фирмасының Hostaphan® RNK-23,0 сауда

таңбасының ПЭТФтан жасалған тректі мембраналары қолданылды. Мембрананың сәулелену тығыздығы $1 \cdot 10^8 \text{ см}^2$, ал қалыңдығы 12 мкм, диаметрі шамамен $D \approx 200 \text{ нм}$. Полимерден жасалған пленкалар Ядролық физика институтының Астана қаласындағы филиалында ДЦ-60 циклотрон негізінде ауыр иондармен атқыланып алынды. Кеуектердің тығыздығын, атқылау процестері кезінде тағайындалады. Пленкалар ультрафиолетті сәулелендіруден кейін, арнайы химиялық процестерден өтеді. Бұл сатыда $15 \times 10 \text{ см}$ етіп мембрананы кесеміз. Концентрациясы 2,2 моль болатындай етіп 88 г NaOH сілтіні температурасы $85 \pm 1^\circ \text{C}$ болатын 1 л суда ерітеміз. Бөлме температурасында 1 л суда әлсіз қышқылданған $\sim 3\%$ сірке қышқылын дайындаймыз. Өлшенген мембрананың кеуегінің диаметрі шамамен 200 нм болуы үшін сілтілі ортада $t = 2 \text{ мин}$ ұстаймыз. Мембранадағы сілтіні бейтараптандыру үшін дайындалған сірке қышқылды ерітіндіге $t = 2 \text{ мин}$ саламыз. Толығымен тазарту мақсатында таза суда жуып шаямыз.

Кремний нанобөлшектерінің синтезі. Нанобөлшектердің синтезі төменнен жоғары әдісі [7] бойынша жасалынды. Бастапқы қажетті реагент ретінде триэтоксивинилсилан (TEVS), амоний гидроксиді (Ammonium hydroxide), таза дистилденген су. Бөлме температурасында 10 мл суды инертті газ атмосферасында 10-15 минут ұстаймыз. Арнайы сәйкестендірілген 0,01 г лаурилсульфитнатрийді (ПАВ поверхностно активное вещество) немесе поливинилпирролидон (ПВП) қосамыз. Ол толығымен суда ерігеннен кейін, тамшылай отырып 0,6 мл (TEVS) қосамыз. Магнитті араластырғыштың көмегімен 2 сағат араластырамыз. Одан 0,4 мл аммонийдің гидроксидін тағы тамшылай отырып 2 сағат араластырамыз. Араластыру жылдамдығы 300-400 rpm (rotation per minute) болуы тиіс. Осы үдерістер жасалынғаннан кейін ерітіндіні рН=2 ге дейін қышқылдандырамыз. Одан кейін ерітінді құрамындағы ПАВ тан құтылу үшін этилацетатпен өңдейміз. Алынған 11 мл ерітіндіні 5 мл ге шамалас этилацетатпен шайып, спиртті ортаны бөліп алып тастаймыз. Шайылғаннан кейін ерітінді толығымен мембрананы түрлендіруге дайын болады. Мембраналық дистилляцияға қажетті өлшемдегі мембрананы алып, нанобөлшектерді адсорбция және иммобилизация жасаймыз. Мембрананың екі жақтама бетіне ерітіндіні тамшылай отырып нанобөлшектерді қондырамыз. Ашық ауада мембрананы кепкенше ұстаймыз. Осы өңдеулерден кейін дистилляция процесіне мембрана дайын.

Сипаттама беру әдістері. Мембраналық дистилляция процесіндегі мембрананың негізгі ие болатын қасиеттері олар - оның гидрофобтылығы, сұйықтық еркін өтуі қажет, яғни кеуектер бітеліп қалмауы қажет, төзімділігі жоғары болуы шарт. Дайын болған мембрананы келесідей тәсілдермен сипаттама бердік. Ылғалдың беттік жанасуы, газды ортаның өткіштігі, сұйықтықтың өту қысымы, яғни сұйықтыққа қандай қысым берген кезде ол мембранадан өтетінін анықтау, ИҚ (инфрақызыл) спектроскопия Agilent Cary 660 FTIR құрылғысында, РЭМ (Жапондық растрлық электронды микроскоп JEOL JSM - 7500F) арқылы сурет алып анализ жасаймыз.

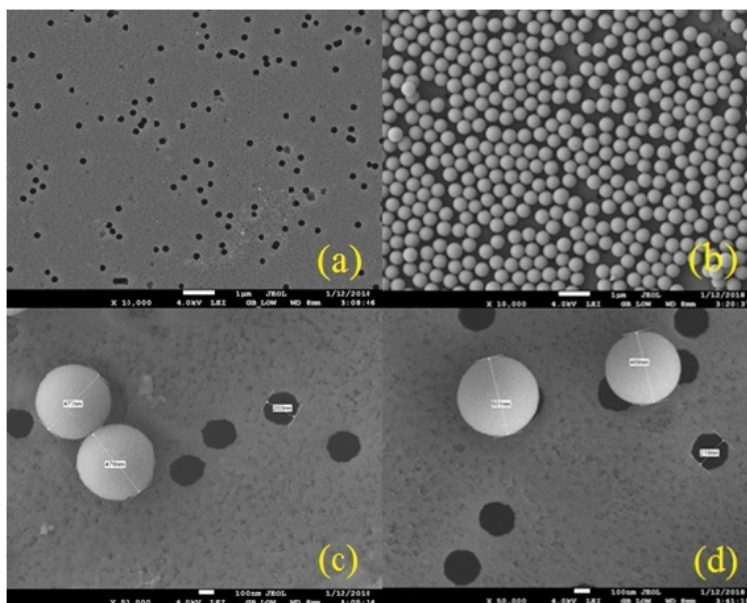
Нәтижелер мен талқылаулар. Кремний нанобөлшектері (SiNPs) [7] әдіснамаға сәйкес триэтоксивинилсиланнан синтезделініп алынды. Нанобөлшектерді иммобилизациялау ерітіндіні қысым арқылы мембрана кеуектерінен өткізу және мембрана бетіне тамшылай отырып соңынан ковалентті байланыс құру үшін ультрафиолетті сәулемен сәулелендірілді. ПЭТФ ТМ дан алынған үлгілер ылғалдың беттік жанасуы (КУС), газ өткізгіштігі және сұйықтықтың өту қысымы (LEP) тәсілдермен сипатталынды. Нәтижелері 1 кестеде көрсетілген. 1-кестеден көріп отырғанымыздай түрлендірілген мембранадағы ылғалдың жанасу бұрышы $\theta = 111^\circ$ көрсеткішке жетті. Бұл көрсеткіш мембрананы дистилляция процесінде қолдануға жеткілікті көрсеткіш болып табылады. Аталмыш әдіспен [7] алынған нанобөлшектердің электронды микрофотографиясы 1-суретте келтірілген.

Синтезделген нанобөлшектердің өлшемдері 470 нм ге дейін жетті. Мембранадағы кеуектердің өлшемінен әлдеқайда үлкен нанобөлшектердің өлшемдерін кішейту қажет.

Нанобөлшектердің өлшемдерін кішірейту мақсатында беттік активті зат (ПАВ) лаурилсульфитнатрииді және полимер поливинилпирролидон (ПВП) қоспалары массасы бойынша 0,045% - 4% ке дейінгі мөлшерде синтез процесіне қосылды. Қоспалардың ылғалдың беттік жанасуға әсері 2- кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Түрлендірілген ПЭТФ ТМ сипаттамалары

Үлгі	Сорбция түрі	Ерітінді	Жанасу бұрышы	LEP, МПа
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Бөлшектерді қысыммен мембрана кеуектері арқылы өткізу	C ₂ H ₅ OH	111°	0,012
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Адсорбция	C ₂ H ₅ OH	50°	0,016



Сурет 1 – ПЭТФ ТМ бетіндегі кремний нанобөлшектерінің электронды микрофотографиясы

a - бастапқы

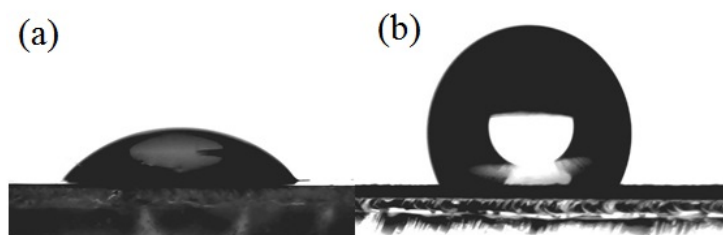
мембрана, b - x10000 сорбцияланған ПЭТФ ТМ бетіндегі НБ, (c-d) - x50000

Кесте 2 – Түрлендірілген ПЭТФ ТМ ПАВ және ПВП қосылғаннан кейінгі деректері

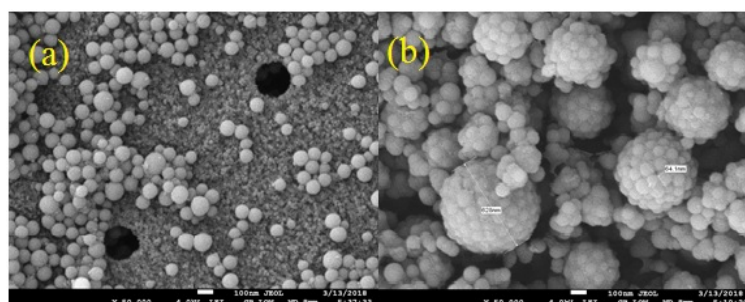
Үлгі	Сорбция түрі	Ерітінді	Қоспа	Жанасу бұрышы	LEP, МПа	Si НБ өлшемдері, нм
1	2	3	4	5	6	7
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,0045%	84,5°	0,055	64
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,0092%	81,3°	0,034	55
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,0451%	74,5°	0,028	48
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,0227%	72,5°	0,036	53
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,0454%	78,5°	0,052	58
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,0045%	Гидрофильді қасиетке ие		

Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,009%	Гидрофильді қасиетке ие		
Si НБ-ПЭТФ ТМ	Ерітіндіге малу	H ₂ O	ПАВ 0,045 – 0,454%	Нанобөлшек синтезінен кейін полимер түзіліп кетті		

Кестеден көріп отырғанымыздай нанобөлшектеріміздің өлшемдері едәуір кішірейгенін байқаймыз. Өлшемдерімен қоса ылғалдың жанасу бұрышы (КУС) бірге кішірейеді. Бұл нанобөлшек өлшемдерін кішірейтуге арналған қоспалардың табиғи гидрофильді қасиеттерімен байланысты. Нанобөлшектер синтезінен кейін ол қоспалардан құтылу үшін ерітіндіні РН=2ге дейін қышқылдандырып дихлорэтан, этилацетат, гексан, бензол, ксилол секілді ерітінділермен экстракция жасадық. Нәтижелердің ішіндегі ең озығы этилацетат ерітіндісі болып, ылғалдың жанасу бұрышы 125° дейін үлғайды. РН=1,16 дан асқан жағдайда нанобөлшектер экстракция жасалған спиртті ортаға өтіп, қайтымсыз процесс болады. Бастапқы ПЭТФ ТМ мен ең тиімді әдіспен түрлендірілген мембранадағы ылғалдың жанасу бұрышы мен нанобөлшектердің өлшемдерінің өзгерісі 2-3 суретте көрсетілген.



СУРЕТ 2 – (а) Бастапқы мембрана $\theta = 45^\circ$ (b) Түрлендірілген мембрана $\theta = 125^\circ$

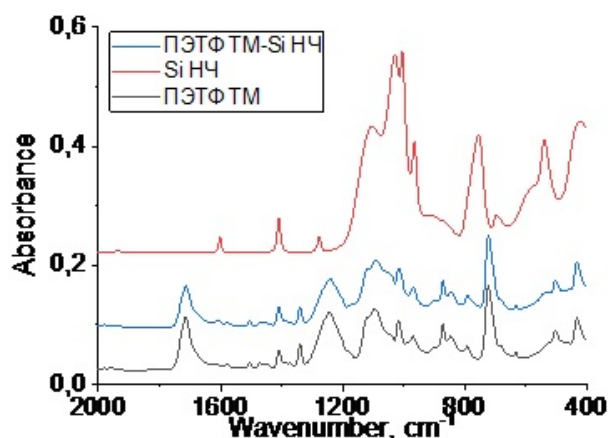


СУРЕТ 3 – а, б Түрлендірілген мембрана бетіндегі нанобөлшектер x50000

Сонымен қатар түрлендірілген ПЭТФ ТМ, үлгіні 1 мкм ге дейінгі қалыңдықта дәл зерттейтін бір реттік кескінмен зерттеуге мүмкіндік беретін ИҚ спектроскопия әдісімен сипатталынды. ИҚ спектрі 4 суретте көрсетілген.

ПЭТФ ТМ тиісті негізгі жұтылу сызығы: 3432 cm^{-1} (ОН), 2972 cm^{-1} (ароматты С-Н), 2910 cm^{-1} (алифатты С-Н), 1715 cm^{-1} (C=O тобы), 1615, 1470, 1430, 1409, cm^{-1} (көміртекті құрылысының ароматты өзгерісі), валентті өзгеріс C(O)-O эфир топтарының байланысы (1238 cm^{-1}), 980 cm^{-1} (O-CH₂). Сондай ақ кремний нанобөлшектерімен түрлендірілгеннен кейін деформациялық өзгерісі Si-CH₃ 1260 және 801 cm^{-1} , ассиметриялық байланысы Si-O-Si 1100-1000 cm^{-1} аралығында болатын политриэтоксивинилсилан функционалды тобына жататын жұтылу сызықтары тіркелді.

Осылайша ең алғаш рет ПЭТФ тректі мембрананы гидрофобизациялау үшін өлшемдері белгіленіп алынған кремний нанобөлшектерімен түрлендіру зерттеулері жүргізілді. Гидрофобизациялау процесі ылғалдың жанасу бұрышын $\theta = 125^\circ$ дейін өзгертті. Болашақта түрлендірілген ПЭТФ ТМ су тазартатын мембраналық дистилляция процесіне қажетті тректі мембрана ретінде зерттеулер жүргізу жоспарлануда. Бұл жұмыс №АР05132110 "Мембраналық дистилляция және тіке осмос процестеріне арналған арнайы қасиеттері бар тректі мембрана алу" жобасының аясында жасалынды.



СУРЕТ 4 – ПЭТФТМ ның кремний нанобөлшектерімен түрлендіргеннен алдын және кейінгі ИҚ спектрі.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Eykens L., De Sitter K., Dotremont C., Pinoy L., Van der Bruggen B. Membrane synthesis for membrane distillation // Separation and Purification Technology. - 2017. - Vol.182. - P. 36-51.
- 2 Kozlovskiy A., Zdorovets M., Arkhangelsky E. Track-Etch membranes: the Kazakh experience // Desalination and Water Treatment. - 2017. - Vol.76. - P. 143-147.
- 3 He Z.-B., Guo S.-L. Applications of Nuclear Track Membranes to Filtration of Medical Injections and Various Transfusions to Remove Solid Particles // Physics Procedia. - 2015. - Vol.80. - P. 131-134.
- 4 Korolkov I. V., Mashentseva A.A., Guven O., Niyazova D.T., Barsbay M., Zdorovets M. V. The effect of oxidizing agents/systems on the properties of track-etched PET membranes // Polymer Degradation and Stability. - 2014. - Vol.107. - P. 150-157.
- 5 Korolkov I. V., Mashentseva A.A., Guven O., Niyazova D.T., Barsbay M., Zdorovets M. V. The effect of oxidizing agents/systems on the properties of track-etched PET membranes // Polymer Degradation and Stability. - 2014. - Vol.107. - P. 150-157.
- 6 Korolkov I. V., Mashentseva A.A., Guven O., Zdorovets M. V., Taltenov A.A. Enhancing hydrophilicity and water permeability of PET track-etched membranes by advanced oxidation process // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. - 2015. - Vol.365. - P. 651-655.
- 7 Guen Yeol Bae, Jinho Jang, Young Gyu Jeong, Won Seok Lyoo, Byung Gil Min. Superhydrophobic PLA fabrics prepared by UV photo-grafting of hydrophobic silica particles possessing vinyl groups // Journal of Colloid and Interface Science - 2010, N 344. -P. 584-587.

С.О. Амангелді¹, И.В. Корольков^{1,2}, М.В. Здоровец^{1,2}

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

² Институт ядерной физики Республики Казахстан, Алматы, Казахстан

Модификация трековых мембран наночастицами кремния для мембранной дистилляции

Аннотация: В данной работе были исследованы особенности получения модифицированных наночастиц кремния на основе триэтоксивинилсилана с поверхностными двойными связями. Варьирование концентрации добавок поверхностно активного вещества (лаурилсульфитнатрия) или полимера (поливинилпирролидон), позволило получить частицы с различными размерами от 470 до 48 нм. При этом наилучшие результаты были достигнуты при использовании лаурилсульфитнатрия с концентрацией 0,0045%. Полученные наночастицы были иммобилизованы на поверхность трековых мембран на основе полиэтилентерефталата. В результате чего краевой угол смачивания увеличился до 125°. Полученные модифицированные трековые мембраны были исследованы методами ИК-спектроскопией, сканирующей электронной микроскопией, краевого угла смачивания, методами порометрии. Гидрофобные мембраны имеют потенциал использования в мембранной дистилляции.

Ключевые слова: трековые мембраны; полиэтилентерефталат; наночастицы кремния; мембранная дистилляция.

S.O. Amangeldi¹, I.V. Korolkov^{1,2}, M.V. Zdorovets^{1,2}

¹ L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² The Institute of nuclear physics of the Republic of Kazakhstan, Almaty

Modification of Track Membranes by Silicon Nanoparticles for Membrane Distillation

Abstract: New type of membranes with appropriate mechanical strength, thermal and chemical stability, high efficiency and hydrophobic surface are requisite for the development of membrane distillation (MD) applications. In this paper, the features of modified silicon nanoparticles preparation based on triethoxynylsilane with surface double bonds were studied. Varying the additives concentration of a surfactant (sodium dodecyl sulfate) or a polymer (polyvinylpyrrolidone) made it possible to obtain particles with different sizes from 470 to 48 nm. The best results were achieved with the use of with a concentration of 0.0045%. Prepared nanoparticles were immobilized onto the surface of track-etched membranes based on poly(ethylene terephthalate). As a result, the wetting contact angle increased up to 125 °. Modified track-etched membranes with the silicon nanoparticles were studied by FTIR spectroscopy, scanning electron microscopy, contact angle, porosimetry. Hydrophobic membranes have a great potential for use in membrane distillation process for water purification

Keywords: track membranes; polyethylene terephthalate; silicon nanoparticles; membrane distillation.

References

- 1 Eykens L., De Sitter K., Dotremont C., Pinoy L., Van der Bruggen B. Membrane synthesis for membrane distillation, Separation and Purification Technology, 182, 36-51 (2017).
- 2 Kozlovskiy A., Zdorovets M., Arkhangelsky E. Track-Etch membranes: the Kazakh experience, Desalination and Water Treatment, 76, 143-147 (2017).
- 3 He Z.-B., Guo S.-L. Applications of Nuclear Track Membranes to Filtration of Medical Injections and Various Transfusions to Remove Solid Particles, Physics Procedia, 80 131-134 (2015).
- 4 Korolkov I. V., Mashentseva A.A., Guven O., Niyazova D.T., Barsbay M., Zdorovets M. V. The effect of oxidizing agents systems on the properties of track-etched PET membranes, Polymer Degradation and Stability, 107, 150-157 (2014).
- 5 Korolkov I. V., Mashentseva A.A., Guven O., Niyazova D.T., Barsbay M., Zdorovets M. V. The effect of oxidizing agents systems on the properties of track-etched PET membranes, Polymer Degradation and Stability, 107. 150-157, (2014).
- 6 Korolkov I. V., Mashentseva A.A., Guven O., Zdorovets M. V., Taltenov A.A. Enhancing hydrophilicity and water permeability of PET track-etched membranes by advanced oxidation process, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 365, 651-655 (2015)
- 7 Guen Yeol Bae, Jinho Jang, Young Gyu Jeong, Won Seok Lyoo, Byung Gil Min. Super hydrophobic PLA fabrics prepared by UV photo-grafting of hydrophobic silica particles possessing vinyl groups, Journal of Colloid and Interface Science, (344), 584-587 (2010).

Сведения об авторах:

Амангелди С.О. - Магистрант по специальности наноматериалы и нанотехнологии, кафедра Ядерной физики, новых материалов и технологии, физико-технического факультет, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Корольков И.В. - Научный сотрудник филиала Института ядерной физики Республики Казахстан в г. Астана, Астана, Казахстан.

Здоровец М.В. - Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий, руководитель лаборатории инженерного профиля ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, директор филиала Института ядерной физики Республики Казахстан в г. Астана, Астана, Казахстан.

Amangeldi S.O. - Master's Degree in Nanomaterials and Nanotechnology, Department of Nuclear Physics, New Materials and Technology, Physical and Technical Faculty, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Korolkov I.V. - Scientific employee of the Institute of Nuclear Physics of the Republic of Kazakhstan in the branch of Astana, Astana, Kazakhstan.

Zdorovets M.V. - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Nuclear Physics, New Materials and Technologies, Head of the Laboratory of Engineering Profile, L.N. Gumilyova Eurasian National University, director of the branch of the Institute of Nuclear Physics of the Republic of Kazakhstan in Astana, Astana, Kazakhstan.

Редакцияға 23.01.2018 қабылданды