

ISSN 2518-1491 (Online),  
ISSN 2224-5286 (Print)

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**

**1 (427)**

**ҚАҢТАР – АҚПАН 2018 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2018 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2018**

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

---

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.*

Б а с р е д а к т о р ы  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Ағабеков В.Е.** проф., академик (Белорус)  
**Волков С.В.** проф., академик (Украина)  
**Воротынцев М.А.** проф., академик (Ресей)  
**Газалиев А.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Ергожин Е.Е.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жармағамбетова А.К.** проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Жоробекова Ш.Ж.** проф., академик (Қырғыстан)  
**Итқулова Ш.С.** проф. (Қазақстан)  
**Манташян А.А.** проф., академик (Армения)  
**Пралиев К.Д.** проф., академик (Қазақстан)  
**Баешов А.Б.** проф., академик (Қазақстан)  
**Бүркітбаев М.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Джусипбеков У.Ж.** проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Молдахметов М.З.** проф., академик (Қазақстан)  
**Мансуров З.А.** проф. (Қазақстан)  
**Наурызбаев М.К.** проф. (Қазақстан)  
**Рудик В.** проф., академик (Молдова)  
**Рахимов К.Д.** проф. академик (Қазақстан)  
**Стрельцов Е.** проф. (Белорус)  
**Тәшімов Л.Т.** проф., академик (Қазақстан)  
**Тодераш И.** проф., академик (Молдова)  
**Халиков Д.Х.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Фарзалиев В.** проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz)

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

**Агабеков В.Е.** проф., академик (Беларусь)  
**Волков С.В.** проф., академик (Украина)  
**Воротынцев М.А.** проф., академик (Россия)  
**Газалиев А.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Ергожин Е.Е.** проф., академик (Казахстан)  
**Жармагамбетова А.К.** проф. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Жоробекова Ш.Ж.** проф., академик (Кыргызстан)  
**Иткулова Ш.С.** проф. (Казахстан)  
**Манташян А.А.** проф., академик (Армения)  
**Пралиев К.Д.** проф., академик (Казахстан)  
**Баешов А.Б.** проф., академик (Казахстан)  
**Буркитбаев М.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Джусипбеков У.Ж.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Мулдахметов М.З.** проф., академик (Казахстан)  
**Мансуров З.А.** проф. (Казахстан)  
**Наурызбаев М.К.** проф. (Казахстан)  
**Рудик В.** проф., академик (Молдова)  
**Рахимов К.Д.** проф. академик (Казахстан)  
**Стрельцов Е.** проф. (Беларусь)  
**Ташимов Л.Т.** проф., академик (Казахстан)  
**Тодераш И.** проф., академик (Молдова)  
**Халиков Д.Х.** проф., академик (Таджикистан)  
**Фарзалиев В.** проф., академик (Азербайджан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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, 2018

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

## E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

## E d i t o r i a l b o a r d :

**Agabekov V.Ye.** prof., academician (Belarus)  
**Volkov S.V.** prof., academician (Ukraine)  
**Vorotyntsev M.A.** prof., academician (Russia)  
**Gazaliyev A.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Yergozhin Ye.Ye.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zharmagambetova A.K.** prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Zhorobekova Sh.Zh.** prof., academician (Kyrgyzstan)  
**Itkulova Sh.S.** prof. (Kazakhstan)  
**Mantashyan A.A.** prof., academician (Armenia)  
**Praliyev K.D.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bayeshov A.B.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Burkitbayev M.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Dzhusipbekov U.Zh.** prof., corr. member (Kazakhstan)  
**Muldakhmetov M.Z.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Mansurov Z.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Nauryzbayev M.K.** prof. (Kazakhstan)  
**Rudik V.** prof., academician (Moldova)  
**Rakhimov K.D.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Streltsov Ye.** prof. (Belarus)  
**Tashimov L.T.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Toderash I.** prof., academician (Moldova)  
**Khalikov D.Kh.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Farzaliyev V.** prof., academician (Azerbaijan)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**  
**ISSN 2518-1491 (Online),**  
**ISSN 2224-5286 (Print)**

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, 2018

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 1, Number 427 (2018), 81 – 86

УДК 541.183/49+544.726

Е.Е. Ергожин<sup>1</sup>, Н.А. Бектенов<sup>1</sup>, Аруп К. СенГупта<sup>2</sup>, А.К. Байдуллаева<sup>3</sup>,  
К.А. Садыков<sup>1</sup>, Г.Е. Абдралиева<sup>1</sup>, К.М. Калмуратова<sup>1</sup>, С.Б. Рыспаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Университет Лихай, Бетлехем, США;

<sup>3</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

## СОРБЦИЯ ИОНОВ СТРОНЦИЯ НОВЫМИ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИМИ ИОНИТАМИ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИАКРИЛАТОВ И КОМПЛЕКСОНОВ

**Аннотация.** Поликонденсацией глицидилметакрилата, акрилонитрила и комплексонов нитрилотриметилфосфоновой кислоты (НТФК), оксиэтилидендифосфоновой кислоты (ОЭДФ) были получены новые комплексообразующие иониты хелатной структуры со статической обменной емкостью по 0,1 н раствору HCl 3,64 и 3,43 мг-экв/г. Методом классической полярографии в статических условиях изучена сорбция ионов Sr<sup>2+</sup> комплексообразующими катионитами ГМА-АКН-ОЭДФ, ГМА-АКН-НТФК. Исследована сорбция ионов стронция в статических условиях из раствора хлорида стронция в зависимости от их концентрации и pH, а также времени их контакта с ионитом. Установлено, что они обладают высокими кинетическими и сорбционными характеристиками и превосходят по своей поглощающей способности известные промышленные иониты.

**Ключевые слова:** комплексообразующие иониты, сорбций, ионы стронция, хелаты, комплексоны, сорбционная емкость.

Элемент стронция является основным источником загрязнения окружающей среды, в большинстве случаев из-за испытания ядерного оружия и предприятия атомной промышленности. Чрезмерное содержание ионов стронция в живых организмах становится реальной угрозой развития урвской болезни (болезни Кашина-Бека), выявляющейся в заболевании суставов, повышенной ломкости и уродством костей. В эндемичных по избыточному содержанию стронция в почве и воде регионах (Восточная Сибирь, Северный Китай, Северная Корея) урвская патология наблюдается не только у людей, но в основном среди животных.

Стронций является одним из наиболее трудноудаляемых и распространенных радионуклидов. Специфическая особенность изотопов стронция — малая сорбируемость и обусловленная ею высокая миграционная способность в окружающей среде. Большое влияние на закономерности миграции соединений стронция оказывают процессы сорбции на минеральных и органических компонентах почв. Сорбцию радионуклидов часто определяют не отдельные компоненты грунтов, а их комплексное действие, так как на поверхности природных алюмосиликатов могут сорбироваться гумусовые вещества, осаждаются оксиды и гидроксиды железа, алюминия и т. д., что необходимо учитывать при оценке миграции радионуклидов в окружающей среде [1-3].

Для комплексообразующих сорбентов особенно важной характеристикой является сорбционная емкость, обусловленная взаимодействием металла с комплексообразующими группами сорбента, которые определяют его селективные свойства. Поэтому для характеристики сорбционной способности комплексообразующих сорбентов определяют сорбционную емкость в тех условиях, при которых сорбент взаимодействует с металлом в основном за счет хелатообразующих групп [4-6].

Среди хелатообразующих ионитов фосфорнокислые катиониты выгодно отличаются такими практически важными свойствами, как достаточно высокая обменная емкость, термохимическая и радиационная стойкость, механическая прочность полимерной матрицы, повышенная селективность ко многим ионам металлов. Благодаря этим качествам они находят широкое применение для разделения и концентрирования ионов в гидрометаллургии, ядерной технологии. Они, очевидно, приобретут большое практическое значение в новых областях науки и техники [7].

Разработана сорбционно-ионометрическая методика удаления стронция из воды. Методика может быть распространена для изучения адсорбции различных веществ из других объектов окружающей среды и с использованием других сорбентов, для очистки воды от ионов стронция использованы опоки Астраханской области, обладающие высокой сорбционной емкостью по отношению к стронцию, разработанный способ очистки воды используется на предприятии «Астраханская нефтегазовая компания» (Астраханская область, Харабалин-ский район) [8-10].

В атомной энергетике в условиях нормальной эксплуатации АЭС выбросы на окружающей среду радионуклидов незначительны. В условиях аварий, особенно крупных, выбросы радионуклидов, в том числе радионуклидов стронция могут быть очень опасными для экологии. Поэтому изучения сорбции ионов  $\text{Sr}^{2+}$  остается актуальной проблемой.

Целью данной работы является исследование сорбции ионов стронция новыми фосфорсодержащими ионитами на основе глицидилметакрилата (ГМА), акрилонитрила (АКН) и нитрилотриметилфосфоновой кислоты (НТФК), оксиэтилидендифосфоновой кислоты (ОЭДФ).

### Экспериментальная часть

Извлечение ионов  $\text{Sr}^{2+}$  ионитами ГМА-АКН-НТФК и ГМА-АКН-ОЭДФ в Н-форме (размер зерна 0,5–1 мм) изучали в статических условиях при соотношении сорбент: раствор, равном 1 : 400, комнатной температуре  $20 \pm 2$  °С, варьируя концентрацию в растворах  $\text{SrCl}_2$  ионов стронция и от 0,206 до 2,277 г/л и их кислотность в пределах рН от 1,6 до 5,9 добавлением 0,1н растворов  $\text{HCl}$  или  $\text{NaOH}$ . Продолжительность контакта сорбента с растворами составляла от 0,5 ч до 7 сут. Для приготовления модельных растворов использовали соль  $\text{SrCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  квалификации «х.ч». Сорбционную емкость (СЕ) рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которую определяли методом классической полярографии на фоне 0,5 М  $\text{NH}_4\text{Cl}$  по волне восстановления  $\text{Sr}^{2+}$  ( $E_{1/2} = -0,16\text{В}$ ). Полярограммы снимали на универсальном полярографе ПУ-1 в термостатированной ячейке при температуре  $25 \pm 0,5$  °С, используя ртутный капаящий электрод. Кислород из анализируемых растворов удаляли путем продувания аргона в течение 5 минут. В качестве электрода сравнения служил насыщенный каломельный электрод.

### Результаты и их обсуждение

Хелатообразующие сорбенты часто имеют сложную химическую структуру. Кроме хелатообразующих групп, они содержат другие химически активные группы. Это могут быть группы кислотного или основного характера. Часто хелатообразующие сорбенты являются полиамфолитами.

Кислотно-основные свойства хелатообразующих сорбентов являются важной их характеристикой и в значительной мере определяют их селективность. На сорбционные свойства хелатообразующих сорбентов оказывает влияние состояние всех ионогенных групп сорбентов.

Для установления кислотно-основных свойств полимерных сорбентов широко применяется метод потенциометрического титрования. Этот метод позволяет установить наличие определенных групп в полимерном сорбенте, а в некоторых случаях и их концентрацию, рассчитать константы диссоциации ионогенных групп и полную обменную емкость сорбента [11,12].

Для оценки кислотно-основных свойств синтезированных полиэлектролитов были проведены потенциометрические исследования. Полученные результаты представлены на рисунке 1,2. Как видно из рисунка 1, потенциометрический кривой этого ионита имеет два перегиба, это свидетельствует о наличии двух разноименных активных групп, характерно для полифункциона-

нальных ионов. Кислотно-основные свойства синтезированного ионита на основе двойного сополимера ГМА-АКН и нитрилотриметилфосфоновой кислоты (НТФК) (рисунок 2) свидетельствует о наличии двух перегибов полученного нового ионита на кривых свидетельствует о среднекислотном характере, а также указывают на их полифункциональность.

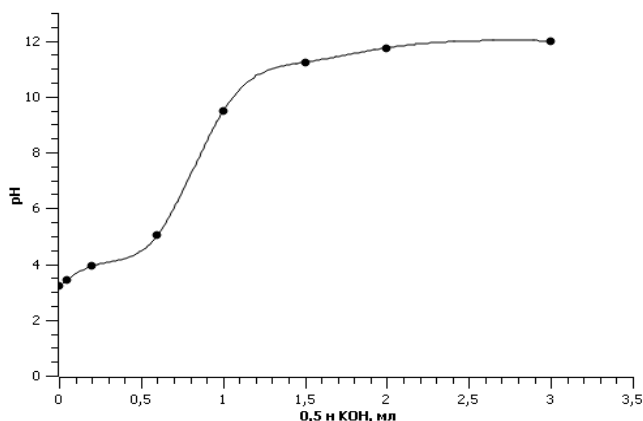


Рисунок 1 - Кривые потенциометрического титрования ионита на основе сополимера ГМА-АКН и ОЭДФ

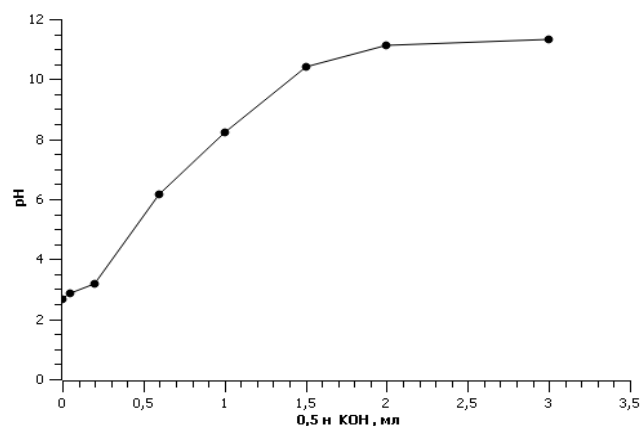


Рисунок 2 - Кривые потенциометрического титрования ионита на основе сополимера ГМА-АКН и НТФК

Исследованы сорбционные свойства комплексообразующих фосфорсодержащих ионитов на основе сополимеров ГМА-АКН:НТФК и ГМА-АКН-ОЭДФ по отношению к ионам стронция.

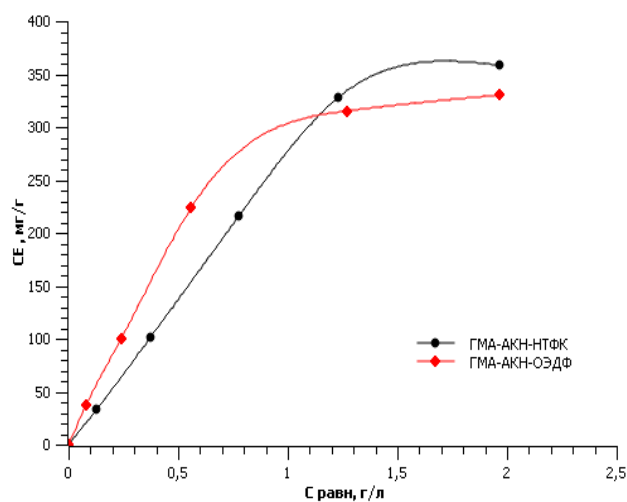


Рисунок 3 - Изотермы сорбции ионов  $Sr^{2+}$  из раствора  $SrCl_2$  (pH = 5,8) ионитами ГМА-АКН-НТФК и ГМА-АКН-ОЭДФ в  $H^+$ -форме. Продолжительность контакта – 7 сут



На рис.3 представлены изотермы сорбции ионов стронция, показывающие зависимость СЕ ионов от равновесной концентрации  $Sr^{2+}$  в растворах. Видно, что с повышением содержания концентрации ионов стронция в растворах  $SrCl_2$  от 0,175 до 2,057 г/л сорбционная емкость (СЕ) ионита ГМА-АКН-НТФК по ионам стронция возрастает от 56,8 до 358,4 мг/г и СЕ сорбента ГМА-АКН-ОЭДФ возрастает с 37,6 до 315,2 мг/г.

Известно, что селективные ионообменники хорошо сорбируют ионов металлов, которые зависят от рН среды, с изменением, которого ионы металлов в растворах могут находиться в разных ионных состояниях. Результаты исследований сорбционной способности хелатообразующих ионитов на основе ГМА-АКН-НТФК и ГМА-АКН-ОДЭФ по ионам стронция от рН среды представлены на рисунке 4. Были взяты рН с интервалам от 1,6 до 5,9. Как видно из рисунка 2, в области рН от 1,6 до 3,5 наблюдается максимальная сорбционная емкость ионита ГМА-АКН-НТФК (СЕ равно 437,6 мг/г). С уменьшением кислотности раствора  $SrCl_2$  рН 3,5-5,9 постепенно снижается сорбционной способности ионита. Сорбционная емкость ионита ГМА-АКН-ОДЭФ по ионам  $Sr^{2+}$ , от рН 1,6 до 3,5 постоянный и составляет 458,6 мг/г, а с рН 4,6-5,9 СЕ ионита по ионам  $Sr^{2+}$  начинает к снижению 358,8 мг/г соответственно. Уменьшение СЕ при повышении щелочности среды обусловлено, очевидно, конкурентной сорбцией протонов ( $H^+$ ).

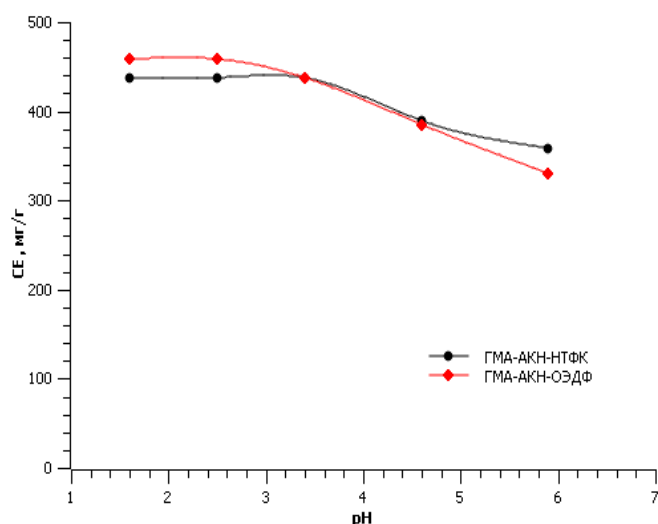


Рисунок 4 - Зависимость сорбции ионов хрома Sr ионитами ГМА-АКН-НТФК (C=1,926 г/л) и ГМА-АКН-ОДЭФ (C=2,016 г/л) от кислотности растворов  $SrCl_2$  продолжительность контакта 7 сут

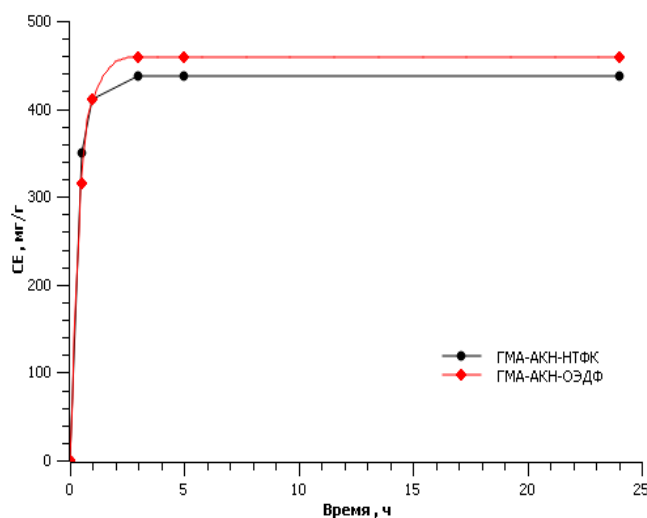


Рисунок 5 - Кинетические кривые сорбции ионов Sr ионитами ГМА-АКН- НТФК (C=1,926 г/л, рН=3,4) и ГМА-АКН-НТФК (C=2,016 г/л, рН=3,4) от времени продолжительности контакта с раствором  $SrCl_2$

Степень насыщения ионита поглощаемыми ионами зависит от времени контакта сорбента с растворами. Из рисунка 5, где представлена зависимость СЕ ионита ГМА-АКН-НТФК от времени его контакта с раствором  $\text{SrCl}_2$  (рН 3,4, концентрация ионов  $\text{Sr}^{2+}$  2,016 г/л) следует, что равновесие устанавливается за 2 ч и кинетические кривые сорбции ионов стронция равновесное состояние ионитом ГМА-АКН-ОДЭФ и что между модельным раствором  $\text{SrCl}_2$  содержащим 2,016 г/л ионов  $\text{Sr}^{2+}$  и имеющим рН 3,4 наступает через два часа. Следовательно данный ионообменник обладает хорошими кинетическими свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Василенко И. Я., Василенко О.И. Стронций радиоактивный. Энергия: экономия, техника, экология. – 2002. – № 4, С. 26-32.
- [2] Кобец С. А. Сорбция Sr (II) на монтмориллоните с осажденными на его поверхности гидроксидами железа // Харьков, Украина. 8-я международная конференция "Сотрудничество для решения проблемы отходов" 23-24 февраля 2011 г., С.168
- [3] Херинг Р. Хелатообразующие ионообменники, М.: Мир. 1967. 279 с.
- [4] Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Г. Комплексообразующие иониты. – М.: Химия, 1980. –336 с.
- [5] Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Байдуллаева А.К., Садыков К.А. Комплексообразующие ионообменные материалы, синтез, свойства и их применение // Хим. журн. Казахстана. - 2016. - № 3. С. 21-30.
- [6] Баранова Н. В. Сорбция ионов переходных металлов на хелатных сорбентах с функциональными группами иминодипропионовой кислоты. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. Екатеринбург – 2013 г.
- [7] Ергожин Е.Е., Бегенова Б.Е. Полиэлектролиты и комплексоны. – А: Prints, 2010. –164 с.
- [8] Алошманов Р.М. Исследование сорбции ионов ртути фосфорсодержащим сорбентом // Экология и промышленность России. – 2008. – № 11. – С. 36-37
- [9] [Ryan C Smith, Arup K SenGupta. Integrating tunable anion exchange with reverse osmosis for enhanced recovery during inland brackish water desalination](#) // Environ Sciense Technology. – 2015. -15 may. pp.5637-44. DOI: 10.1021/es505439p
- [10] Санджиева Д. А. Сорбционное концентрирование стронция на природных минеральных сорбентах как основа очистки природных и сточных вод: диссертация ... кандидата химических наук : 03.00.16 Астрахань, 2005 125 с. : 61 06-2/15
- [11] Копич Н.И., Никольский В.М. Использование биологически разлагаемых комплексонов в качестве экологической альтернативы классическим комплексонам// Сборник материалов III Всероссийской конференции с международным участием. «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды». Новочебоксарск, 21-22 ноября 2013 г, – 94 с.
- [12] Мясоедова Г. В., Саввин С. Б. Хелатообразующие сорбенты. – Москва, 1984. –172с.

УДК 541.183/49+544.726

**Е.Е. Ергожин<sup>1</sup>, Н.Ә. Бектенов<sup>1</sup>, Аруп К. СенГупта<sup>2</sup>, А.Қ. Байдуллаева<sup>3</sup>,  
Қ.А. Садыков<sup>1</sup>, Г.Е. Әбдралиева<sup>1</sup>, К.М. Қалмуратова<sup>1</sup>, С.Б. Рыспаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Лихай университеті, Бетлехем, АҚШ;

<sup>3</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

#### **ЭПОКСИАКРИЛАТ ПЕН КОМПЛЕКСОНДАР НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА КОМПЛЕКСТҮЗГІШ ИОН АЛМАСТЫРҒЫШТАР АРҚЫЛЫ СТРОНЦИЙ ИОНДАРЫН СОРБЦИЯЛАУ**

**Аннотация.** Глицидилметакрилат (ГМА), акрилонитрил (АКН) және нитрилотриметилфосфон қышқылы мен оксиэтилендифосфон қышқылының поликонденациясы арқылы статикалық алмасу сыйымдылығы 0,1 н HCl ерітіндісі бойынша 3,64 және 3,43 мг-экв/г болатын жаңа хелатты комплекстүзуші ион алмастырғыш шайырлар синтезделіп алынды. Классикалық поляриграф әдісімен статикалық жағдайда стронций иондарын  $\text{Sr}^{2+}$  ГМА-АКН-НТФК және ГМА-АКН-ОЭДФ катиониттерімен сорбциясы зерттелді. Статикалық жағдайда стронций хлориді ерітіндісінен стронций иондарын сорбциялаудың ерітіндінің концентрациясына, рН ортасына, сондай ақ иониттің әсер ету уақытына қатынасы зерттелді. Бұл иониттер жоғары кинетикалық және сорбциялық сипаттамалары бар және оның сіңіру сыйымдылығы жоғары, өндірістік шайыр екені анықталды.

**Тірек сөздер:** комплекстүзуші ион алмастырғыштар, сорбция, стронций ионы, хелат, комплексондар, сорбциялық сыйымдылық.

**E.E. Ergozhin<sup>1</sup>, NA. Bektenov<sup>1</sup>, Arup K. SenGupta<sup>2</sup>, A.K. Baidullaeva<sup>3</sup>,  
K.A. Sadykov<sup>1</sup>, G. E. Abdralieva<sup>1</sup>, K.M. Kalmuratova<sup>1</sup>, S.B. Ryspaeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>"Institute of Chemical Sciences named after A.B.Bekturov" JSC, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup> Lehigh University, Bethlehem, U.S.A.;

<sup>3</sup>Kazakh National Research Technical University after K.I.Satpaev

### **SORPTION OF IONS STRONTIUM WITH NEW COMPLEX - FORMING IONITES ON THE BASIS OF EPOXYACRYLATES AND COMPLEXONES**

**Abstract.** Polycondensation of glycidylmethacrylate, acrylonitrile and nitrilotrimethylphosphonic acid (NTPA), oxyethylidene diphosphonic acid (OEDA) complexes gave new complexing chelating ion exchangers with a static exchange capacity of 0.1 N HCl 3.64 and 3.43 mg-equiv / g. The sorption of Sr<sup>2+</sup> ions by complex-forming cation exchangers of GMA-AKN-OEDA, GMA-AKN-NTFA was studied by the classical polarography method under static conditions. The sorption of strontium ions under static conditions from a solution of strontium chloride depending on their concentration and pH, as well as the time of their contact with ion exchanger was studied. It was found that they possess high kinetic and sorption characteristics and surpass the known industrial ionites in their absorbing capacity.

**Key words:** complexing ion exchangers, sorption, strontium ions, chelates, complexones, sorption capacity.

#### **Сведения об авторах:**

Ергожин Едил Ергожаевич – д.х.н., профессор, академик НАН РК, Генеральный директор АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», ул. Уалиханова, 106, Тел. +7 (727) 291-24-64, [ics\\_rk@mail.ru](mailto:ics_rk@mail.ru)

Бектенов Несипхан Абжапарович – д.х.н., профессор, Главный научный сотрудник лаборатории ионообменных смол и мембран, АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Тел. 8 777 384 61 78, [bekten\\_1954@mail.ru](mailto:bekten_1954@mail.ru)

Аруп К.СенГупта – PhD, Rossin Professor химической и экологической инженерии в университете Lehigh University USA. Telephone: (610) 758-3534 (Work), Fax: (610) 758-6405, e-mail id: [arup.sengupta@lehigh.edu](mailto:arup.sengupta@lehigh.edu), Website: [lehigh.edu/~aks0/](http://lehigh.edu/~aks0/)

Байдуллаева Айнаш Кайратовна – инженер лаборатории ионообменных смол и мембран АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», PhD докторант КазННТУ им.К.И.Сатпаева, Тел.8708 488 89 71, [ainasha.kz@list.ru](mailto:ainasha.kz@list.ru)

Садыков К.А. – младший научный сотрудник лаборатории ионообменных смол и мембран АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Тел. 8 702 673 02 15, [kanat\\_sadykov\\_80@mail.ru](mailto:kanat_sadykov_80@mail.ru)

Калмуратова К.М., Абдралива Г.Е., Рыспаева С.Б. - инженер лаборатории ионообменных смол и мембран АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова».

---



---

**МАЗМҰНЫ**

<i>Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.Ә., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.Қ., Садықов Қ.А., Әбдралиева Г.Е., Қалмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Эпоксикакрилат пен комплексондар негізіндегі жаңа комплекстүзгіш ион алмастырғыштар арқылы стронций иондарын сорбциялау (ағылшын тілінде).....	6
<i>Ауелханқызы М., Славинская Н.А., Шабанова Т.А., Мансуров З.А.</i> Алленнің тотығуын және пиролизін модельдік зерттеу (ағылшын тілінде).....	12
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> Құрамалы тұрақты - қалықтамалы саптаманың эквивалентті диаметрін есептеуге (ағылшын тілінде).....	20
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Беттік және араластырғыштық жылу алмастырғыштардың құбырлы шоғырындағы гидравликалық кедергіні есептеудің бірінғай тәсілдемесі (ағылшын тілінде) .....	25
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Инженерлік технологияда белгілі бір мақсатты қасиетке ие перспективалық композитті материалдарды алу үшін мультижинақтау әдісін (LBL) қолдану (ағылшын тілінде).....	31
<i>Альчинбаева О., Сарбаева Қ.</i> Адам ағзасына химиялық ағартқыш заттарының әсері (ағылшын тілінде).....	38
<i>Үмбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Алматы өңіріндегі <i>Atraphaxis virgata</i> өсімдігінің химиялық құрамын зерттеу (ағылшын тілінде).....	42
<i>Баешов Ә.Б., Нұрділлаева Р.Н., Ташкенбаева Н.Ж., Өзлер М.Ә.</i> Айнымалы токпен поляризацияланған тот баспайтын болаттың еруі (ағылшын тілінде).....	46
<i>Көмекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Үмбетова А.К., Бисенбай А.Ф.</i> <i>Melissa officinalis L</i> өсімдігі негізінде фитохимиялық анализ жасау және биологиялық белсенді кешен алу (ағылшын тілінде).....	53
<i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Касымова М.К., Мамырбекова А.</i> Микроорганизмдердің өсуіне газ тасымалдау қызметі бар перфтордекалиннің әсері (ағылшын тілінде).....	59
<i>Еспанова И.Д., Жусупова Л.А., Тапалова А.С., Аппазов Н.О.</i> Гексен-1 мен бутан қышқылының косылу реакциясын микротолқындық белсендіру (ағылшын тілінде).....	63
<i>Надиоров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Құлторе М.А.</i> Жаңа буын жылыжайы (ағылшын тілінде).....	70

\* \* \*

<i>Ерғожин Е.Е., Бектенов Н.Ә., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.Қ., Садықов Қ.А., Әбдралиева Г.Е., Қалмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Эпоксикакрилат пен комплексондар негізіндегі жаңа комплекстүзгіш ион алмастырғыштар арқылы стронций иондарын сорбциялау (орыс тілінде).....	81
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> Құрамалы тұрақты - қалықтамалы саптаманың эквивалентті диаметрін есептеуге (орыс тілінде).....	87
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Беттік және араластырғыштық жылу алмастырғыштардың құбырлы шоғырындағы гидравликалық кедергіні есептеудің бірінғай тәсілдемесі (орыс тілінде).....	93
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Инженерлік технологияда белгілі бір мақсатты қасиетке ие перспективалық композитті материалдарды алу үшін мультижинақтау әдісін (LBL) қолдану (орыс тілінде).....	100
<i>Үмбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Алматы өңіріндегі <i>Atraphaxis virgata</i> өсімдігінің химиялық құрамын зерттеу (қазақ тілінде).....	109
<i>Көмекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Үмбетова А.К., Бисенбай А.Ф.</i> <i>Melissa officinalis L</i> өсімдігі негізінде фитохимиялық анализ жасау және биологиялық белсенді кешен алу (орыс тілінде).....	114
<i>Надиоров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Құлторе М.А.</i> Жаңа буын жылыжайы (орыс тілінде).....	122

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.К., Садыков К.А., Абдралиева Г.Е., Калмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Сорбция ионов стронция новыми комплексообразующими ионитами на основе эпоксиакрилатов и Комплексонов (на английском языке).....	6
<i>Ауелханкызы М., Славинская Н.А., Шабанова Т.А., Мансуров З.А.</i> Моделирование окисления и пиролиза аллена (на английском языке).....	12
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> К расчету эквивалентного диаметра комбинированной регулярно–взвешенной насадки (на английском языке).....	20
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Единый подход к расчету гидравлического сопротивления трубчатого пучка смесительного и поверхностного теплообменников (на английском языке) .....	25
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Применение метода мультислойной сборки (LBL) в инженерных технологиях для получения перспективных композитных материалов с целенаправленными свойствами (на английском языке).....	31
<i>Альчинбаева О., Сарбаева К.</i> Негативное влияние химических отбеливателей на организм человека (на английском языке).....	38
<i>Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Исследование химического состава <i>Atraphaxis virgata</i> алматинского региона (на английском языке).....	42
<i>Башов А.Б., Нурдиллаева Р.Н., Ташкенбаева Н.Ж., Озлер М.А.</i> Растворение нержавеющей стали при поляризации переменным током (на английском языке).....	46
<i>Комекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Умбетова А.К., Бисенбай А.Г.</i> Фитохимический анализ и разработка получения биологически активного комплекса на основе сырья <i>melissa officinalis L</i> (на английском языке).....	53
<i>Мамырбекова А., Башов А.Б., Касымова М.К., Мамырбекова А.</i> Влияние перфтордекалина с газотранспортной функцией на рост микроорганизмов (на английском языке).....	59
<i>Еспанова И.Д., Жусупова Л.А., Тапалова А.С., Аппазов Н.О.</i> Микроволновая активация реакции присоединения гексен-1 и бутановой кислоты (на английском языке).....	63
<i>Надиров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Култоре М.А.</i> Теплицы нового поколения (на английском языке).....	70

\* \* \*

<i>Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., СенГупта Арун К., Байдуллаева А.К., Садыков К.А., Абдралиева Г.Е., Калмуратова К.М., Рыспаева С.Б.</i> Сорбция ионов стронция новыми комплексообразующими ионитами на основе эпоксиакрилатов и комплексонов (на русском языке) .....	81
<i>Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э., Корганбаев Б.Н.</i> К расчету эквивалентного диаметра комбинированной регулярно–взвешенной насадки (на русском языке).....	87
<i>Жумадуллаев Д.К., Еишжанов А.А., Волненко А.А., Левданский А.Э.</i> Единый подход к расчету гидравлического сопротивления трубчатого пучка смесительного и поверхностного теплообменников (на русском языке).....	93
<i>Савденбекова Б.Е., Оспанова А.К., Уваров Н.Ф.</i> Применение метода мультислойной сборки (LBL) в инженерных технологиях для получения перспективных композитных материалов с целенаправленными свойствами (на русском языке).....	100
<i>Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Исследование химического состава <i>Atraphaxis virgata</i> алматинского региона (на казахском языке).....	109
<i>Комекбай Ж.Н., Халменова З.Б., Умбетова А.К., Бисенбай А.Г.</i> Фитохимический анализ и разработка получения биологически активного комплекса на основе сырья <i>Melissa officinalis L</i> . (на русском языке).....	114
<i>Надиров Н.К., Некрасов В.Г., Солодова Е.В., Срымов Т., Суханбердиева Д.Т., Култоре М.А.</i> Теплицы нового поколения (на русском языке).....	122

## CONTENTS

<i>Ergozhin E.E., Bektenov N.A., SenGupta Arup K., Baidullaeva A.K., Sadykov K.A., Abdralieva G. E., Kalmuratova K.M., Ryspaeva S.B.</i> Sorption of ions strontium with new complex - forming ionites on the basis of epoxyacrylates and Complexones (in English).....	6
<i>Auyelkhankyzy M., Slavinskaya N., Shabanova T.A., Mansurov Z.</i> A modeling study of allene oxidation and pyrolysis (in English).....	12
<i>Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E., Korganbayev B.N.</i> To calculating the equivalent diameter of a combined regular-suspended packing (in English).....	20
<i>Zhumadullaev D.K., Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E.</i> Common approach to the calculation of hydraulic resistance of a tube bank of contact and surface heat exchangers (in English).....	25
<i>Savdenbekova B.E., Ospanova A.K., Uvarov N.F.</i> Application of the multilayer assembly (LBL) method in engineering technologies for obtaining perspective composite materials with purpose properties (in English).....	31
<i>Alchinbayeva O., Sarbayeva K.</i> Negative effect of chemical bleachers on the human organism (in English).....	38
<i>Umbetova A.K., Slan G.O., Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K. T.</i> The study of chemical composition of <i>Atraphaxis virgata</i> from the almaty region (in English) .....	42
<i>Bayeshov A.B., Nurdillayeva R.N., Tashkenbayeva N.Zh., Ozler M.A.</i> Dissolution of stainless steel under alternating current polarization (in English) .....	46
<i>Komekbay Zh. N., Halmenova Z. B., Umbetova A. K., Bisenbay A.G.</i> Phytochemical analysis and development of production of biologically active complex on the basis of raw <i>Melissa officinalis</i> L (in English).....	53
<i>Mamyrbekova A., Bayeshov A.B., Kasymova M.K., Mamyrbekova A.</i> Influence of perfluorodecalin with gas transport function on growth of microorganisms (in English).....	59
<i>Yespanova I.D., Zhusupova L.A., Tapalova A.S., Appazov N.O.</i> Microwave activation of addition of 1-hexene and butanoic acid reaction (in English) .....	63
<i>Nadirov N.K., Nekrasov V.G., Solodova Y.V., Srymov T., Suhanberdieva D.T., Kultore M.A.</i> Hothouses of new generation (in English).....	70

\* \* \*

<i>Ergozhin E.E., Bektenov N.A., SenGupta Arup K., Baidullaeva A.K., Sadykov K.A., Abdralieva G. E., Kalmuratova K.M., Ryspaeva S.B.</i> Sorption of ions strontium with new complex - forming ionites on the basis of epoxyacrylates and complexones (in Russian) .....	81
<i>Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E., Korganbayev B.N.</i> To calculating the equivalent diameter of a combined regular-suspended packing (in Russian).....	87
<i>Zhumadullaev D.K., Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Levdanskiy A.E.</i> Common approach to the calculation of hydraulic resistance of a hollow beam of contact and surface heat exchangers (in Russian).....	93
<i>Savdenbekova B.E., Ospanova A.K., Uvarov N.F.</i> Application of the multilayer assembly (LBL) method in engineering technologies for obtaining perspective composite materials with purpose properties (in Russian).....	100
<i>Umbetova A.K., G.O. Slan, Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K. T.</i> The study of chemical composition of <i>Atraphaxis virgata</i> from the almaty region (in Kazakh).....	109
<i>Komekbay Zh. N., Halmenova Z. B., Umbetova A. K., Bisenbay A.G.</i> Phytochemical analysis and development of production of biologically active complex on the basis of raw <i>Melissa officinalis</i> L. (in Russian).....	114
<i>Nadirov N.K., Nekrasov V.G., Solodova Y.V., Srymov T., Suhanberdieva D.T., Kultore M.A.</i> Hothouses of new generation (in Russian).....	122

## **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/>

**ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)**

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев, Аленов Д.С.*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 13.02.2018.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
7,8 п.л. Тираж 300. Заказ 1.