

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ  
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН»

## N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF  
KAZAKHSTAN

**SERIES**  
**CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**  
**4 (461)**

**OCTOBER – DECEMBER 2024**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

### **Бас редактор:**

**ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

### **Редакция алқасы:**

**ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы** (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

**АГАБЕКОВ Владимир Енокович** (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

**СТРНАД Мирослав**, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

**БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

**ХОХМАНН Джудит**, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

**РОСС Самир, PhD докторы**, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

**ХУТОРЯНСКИЙ Виталий**, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

**ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

**ФАРУК Асана Дар**, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

**ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

**ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

**ХАЛИКОВ Джурабай Халикович**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

**ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

**ГАРЕЛИК Хемда**, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

### **«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»**

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

### Главный редактор:

**ЖУРИНОВ Мурат Журинович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

### Редакционная коллегия:

**АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович** (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

**АГАБЕКОВ В ладимир Енокович** (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

**СТРНАД Мирослав, профессор**, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

**БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

**ХОХМАНН Джудит**, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

**РОСС Самир**, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

**ХУТОРЯНСКИЙ Виталий**, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

**ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

**ФАРУК Асана Дар**, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

**ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

**ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна**, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

**ХАЛИКОВ Джурабай Халикович**, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

**ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы**, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

**ГАРЕЛИК Хемда**, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

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 Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

#### **Editor in chief:**

**ZHURINOV Murat Zhurinovich**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

#### **Editorial board:**

**ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich** (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

**AGABEKOV Vladimir Enokovich** (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

**STRNAD Miroslav**, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

**BURKITBAYEV Mukhambetkali**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

**HOHMANN Judith**, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

**ROSS Samir, Ph.D.**, professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

**KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D.**, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

**TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly**, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

**FAZYLOV Serik Drakhmetovich**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

**ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

**KHALIKOV Jurabay Khalikovich**, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

**FARZALIEV Vagif Medzhid ogly**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

**GARELIK Hemda**, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

**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 periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2024

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 4, Number 461 (2024), 175–185

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.259>

ӘОЖ 544.773.432

МРҲТІІ 31.25.15

**A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullayeva, G.S. Irmukhametova,  
A.Z. Alikulov, 2024.**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com](mailto:raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com)

### **REGULATION OF THE PHASE TRANSITION TEMPERATURE OF A HYDROGEL BASED ON N-(2-VINYLOXYETHYL)-N-(2-CYANOETHYL) AMINE (VOECEA) WITH SURFACTANTS**

**Toktabayeva Asel Kyrgyzbayevna** – candidate of chemical sciences, associate professor, faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: [Asel.Toktabayeva@gmail.com](mailto:Asel.Toktabayeva@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1313-8696>;

**Rakhmetullayeva Raikhan Kulymbetovna** – candidate of chemical sciences, Associate Professor, Faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: [raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com](mailto:raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1002-2046>;

**Irmukhametova Galiya Serikbayevna** – candidate of chemical sciences, Associate Professor, Faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: [Galiya.Yrmuhametova@kaznu.edu.kz](mailto:Galiya.Yrmuhametova@kaznu.edu.kz), <https://orcid.org/0000-0002-1264-7974>;

**Alikulov Adilet Zhenisbekuly** – senior lecturer, Faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: [alikulov.adilet@gmail.com](mailto:alikulov.adilet@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-0380-0612>.

**Abstract.** This study investigates cationic polymer hydrogels based on N-isopropylacrylamide (NIPAAm) and N-(2-vinyloxyethyl)-N-(2-cyanoethyl) amine (VOECEA), synthesized via three-dimensional radical copolymerization of the corresponding monomers. The complexation between the obtained NIPAAm-VOECEA copolymers and sodium dodecyl sulfate (NaDDS) was studied, along with the effects of factors such as concentration, pH, and temperature on this process. It was found that no complexation occurs between the copolymers and the surfactant in a basic medium. It was revealed that solutions of the copolymers actively form complexes with NaDDS in an acidic medium. Complexes are formed only at pH values below a critical threshold, as the copolymer macromolecules ionize in an acidic environment due to the positively charged amino groups. Additionally, the absorption and release behavior of aqueous NaDDS solutions by the NIPAAm-VOECEA hydrogels was studied. It was found that the release of surfactants from the hydrogel's lattice structure is directly dependent on temperature and decreases with increasing temperature. This indicates the thermosensitivity of the cationic hydrogel's lattice structure to temperature changes.

**Keywords:** N-isopropylacrylamide (NIPAAm), N-(2-vinylxyethyl)-N-(2-cyanoethyl) amine (VOECEA), water-swelling and stimuli-sensitive copolymers, cationic copolymers, thermosensitive properties, complexation.

©**А.К. Токтабаева, \*Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова,  
А.Ж. Аликулов, 2024.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com

## **N-(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛ)-N-(2-ЦИАНОЭТИЛ) АМИН (ВОЭЦЭА) НЕГІЗІНДЕГІ ГИДРОГЕЛЬДІҢ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУ ТЕМПЕРАТУРАСЫН БЕТТІК АКТИВТІ ЗАТТАРМЕН РЕТТЕУ**

**Токтабаева Асель** – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Химия және химиялық технология факультеті, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан, E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1313-8696>;

**Рахметуллаева Райхан** – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Химия және химиялық технология факультеті, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан, E-mail: raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1002-2046>;

**Ирмухаметова Галия** – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Химия және химиялық технология факультеті, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан, E-mail: Galiya.Yrмуhametova@kaznu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1264-7974>;

**Аликулов Адилет** – аға оқытушы, Химия және химиялық технология факультеті, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан, E-mail: alikulov.adilet@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0380-0612>.

**Аннотация.** Бұл жұмыста N-изопропилакриламид (НИПААм) және N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил) амині (ВОЭЦЭА) негізінде үшөлшемді радикалды сополимерлену нәтижесінде алынған катиондық типтегі полимерлі гидрогельдер зерттелді. Алынған НИПААм-ВОЭЦЭА сополимерлері мен натрий додецилсульфатының (NaДДС) арасындағы комплекстүзілу, сондай-ақ бұл процеске концентрация, рН және температура сияқты факторлардың әсері зерттелді. Сілтілі ортада сополимерлер мен беттік белсенді зат арасындағы комплекстүзілу процесі жүрмейтіні анықталды. Қышқыл ортада сополимерлердің ерітінділері NaДДС-пен белсенді комплекстер түзетіні анықталды. Комплекстер тек критикалық мәннен төмен рН жағдайында түзіледі, өйткені қышқыл ортада сополимер макромолекулалары оң зарядталған амин топтары арқылы иондалады. Сонымен қатар, НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің NaДДС-тің сулы ерітіндісін сіңіру және шығару заңдылықтары зерттелді. Беттік белсенді заттардың гидрогельдің торлы құрылымынан босап шығуы температураға тікелей тәуелді екені және температураның жоғарылауымен азаятындығы анықталды. Бұл катиондық гидрогельдің тор құрылымының температура өзгерісіне сезімтал екенін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** N-изопропилакриламид (НИПААм), N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил) амин (ВОЭЦЭА), суға ісінетін және стимулға сезімтал сополимерлер, катионды сополимерлер, термочувствительный қасиеттер, комплекс түзу.



©А.К. Токтабаева, \*Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова,  
А.Ж. Аликулов, 2024.

КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

E-mail: raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ГИДРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ N-(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛА)-N-(2- ЦИАНОЭТИЛА) АМИНА (ВОЭЦЭА) ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

**Токтабаева Асель Кыргызбаевна** – кандидат химических наук, доцент, факультет химии и химической технологий, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1313-8696>;

**Рахметуллаева Райхан Кулымбетовна** – кандидат химических наук, доцент, факультет химии и химической технологий, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, E-mail: gauharbur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1002-2046>;

**Ирмухаметова Галия Серикбаевна** – кандидат химических наук, доцент, факультет химии и химической технологий, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, E-mail: Galiya.Yrmuhametova@kaznu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1264-7974>;

**Аликулов Адилет Женисбекулы** – ст.преподаватель, факультет химии и химической технологий, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, E-mail: alikulov.adilet@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0380-0612>.

**Аннотация.** В работе исследованы полимерные гидрогели катионного типа на основе N-изопропилакриламида (НИПААм) и N-(2-винилоксиэтила)-N-(2-цианоэтила) амина (ВОЭЦЭА), полученные в результате трехмерной радикальной сополимеризации соответствующих мономеров. Исследовано комплексообразование между полученными сополимерами НИПААм-ВОЭЦЭА и додецилсульфатом натрия (ДДСNa), а также влияние таких факторов, как концентрация, рН и температура, на этот процесс. Установлено, что в щелочной среде процесс комплексообразования между сополимерами и поверхностно активным веществом не происходит. Обнаружено, что растворы сополимеров активно образуют комплексы с ДДСNa в кислой среде. Комплексы формируются только при значениях рН ниже критического, так как в кислой среде макромолекулы сополимера ионизируются за счёт положительно заряженных аминогрупп. Также изучены закономерности поглощения и высвобождения водного раствора ДДСNa гидрогелями НИПААм-ВОЭЦЭА. Установлено, что высвобождение поверхностно активных веществ из сетчатой структуры гидрогеля напрямую зависит от температуры и уменьшается с её повышением. Это указывает на термочувствительность решётки катионного гидрогеля при повышении температуры.

**Ключевые слова:** N-изопропилакриламид (НИПААм), N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил) амин (ВОЭЦЭА), водонабухающие и стимулчувствительные сополимеры, катионные сополимеры, термочувствительные свойства, комплексообразование.

**Кіріспе.** Полионды полимерлер соңғы кездері зерттеушілердің қызығушылықтарын тудырып келеді. Олар электрохимиялық, конформациялық, ферментативті және басқа да биологиялық молекулалардың функцияларын моделдеу үшін қажет зат ретінде қызмет атқара алады. Поликатиондар тұрмыс шаруашылығының алуан түрлі салаларында, техникада және медицинада кең қолданысын тапқан. Осы полиэлектролиттер классының бірегей физика-химиялық қасиеттері полимерлі торлар бойындағы жоғары тығыздықты зарядтарымен байланысты. Полиондардың конформациялық жағдайларына әсер ететін негізгі факторлар: полимер, еріткіштің және ионға қарсы заттар табиғатына, еріткіштің иондық күшінің, рН және температура өзгерістері.

Қоршаған орта шарттарын өзгертуімен индуцирленетін, полимерлі гидрогельдердің коллапсы - иілгіштік қасиеттерін бақылануына мүмкіндік беруіне байланысты, қазіргі таңда көптеген зерттеушілердің қызығушылықтарын тудырып отыр. Осындай полимерлер техникада және алуан түрлі мақсаттарда қолданысқа ие болатын инновационды технология өндірісінде жаңа материалдар алу үшін пайдаланылады (Nakan, және т.б., 2021; Kanzhigitova, және т.б., 2023; Nakan, және т.б., 2020).

Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университетінде үшөлшемді радикалды полимерлеу әдісімен жаңа термосезімтал гидрогельдерді алу үшін бастапқы мономерлер ретінде құрамында (БМК) гидрофильді (>NH тобы) және гидрофобты (изопропил тобы) функционалды топтары бар N-изопропилакриламид (НИПААм) және N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил) амин (ВОЭЦЭА) негізінде катионды полимерлі гидрогельдер алынған және оларға температураның, ортаның рН-ы мен иондық күшінің әсері зерттелінген (Karipullayeva, және т.б., 2017; Toktabayeva A.K. және т.б., 2019).

### **Материалдар мен әдістер**

N-изопропилакриламид («Aldrich», АҚШ, 97%) өнімі құрамындағы тежегіштен арылу үшін 40°C-та, гександа қайта кристалдау арқылы тазаланды, алынған өнім бірнеше күн ауада, сосын вакуумде кептірілді.  $T_{\text{балк.}} = 335-338 \text{ K}$ ,  $T_{\text{кай.}} = 362 \text{ K}$ .

N-(2-винилоксиэтил),п-(2-цианоэтил) амин А.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдарының институтында моноэтанолламиннің винил эфиірі мен акрилонитрилді бөлме температурасында 6 сағат бойы араластыру арқылы синтезделген. Мономер қосалқы өнім – N-(2-винилоксиэтил)-N, N-ди-(2-цианоэтил) аминнен вакуумды айдау арқылы бөлініп алынған. Өнімнің тазалығы 98% құрады. Аммоний персульфаты «ч» маркалы, («Aldrich», АҚШ, 98%) таза күйінде қолданылды.

N,N-метилен-бис-акриламид (МБАА) («Aldrich», АҚШ, 99%) қосымша тазаланусыз қолданылды.

Гидрогельдердің синтезі. НИПААМ-ВОЭЦЭА негізіндегі гидрогелдерді заттық иницирлеу жолымен радикалды полимерлену арқылы 30:70, 50:50, 70:30 моль.% мономер қатынастары алынды. Синтез сулы ерітіндіде молибден шынысынан жасалған ампулада, 60°C температурада жүргізілді. Инициатор ретінде аммоний персульфаты ( $0,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л) және тігуші агент ретінде (0,5 мол.%) N,N-метилен-бис-акриламиді (БАА) алынды.



Гельдің көлемінің өзгеруін USB микроскобымен (Discovery Artisan 16, 20-230 есеелік, АҚШ) өлшеп,  $V/V_0$  қатынасының өзгеруімен бағаланды, мұндағы  $V_0$  – синтез кезіндегі және  $V$  – берілген жағдайда бірқалыпты деңгейде ісінген гидрогель көлемі.

Гидрогельдердің тепе-теңдік ісіну дәрежесін анықтау үшін полимердің өлшенген мөлшері еріткіште тепе-теңдік ісінуге жеткенге дейін ұсталынды. Гельдің ісіну дәрежесі мына формула бойынша анықталынды:  $\alpha = m - m_0/m_0$  мұндағы:  $\alpha$  – гелдің тепе-теңдік ісіну дәрежесі;  $m$  – тепе-теңдік ісінген гелдің массасы;  $m_0$  – құрғақ гелдің массасы. Тепе-теңдік ісіну дәрежесі бірнеше параллельді өлшенулер арқылы жүргізіліп, орташа мәні алынды.

### Нәтижелер мен талдау

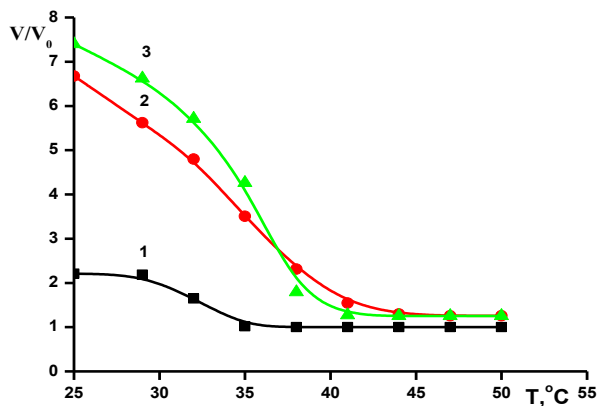
N-изопропилакриламид (НИПААм) пен N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил) амин (ВОЭЦЭА) негізінде катион типті полимерлі гидрогелдер сәйкес мономерлердің үш өлшемдік радикалдық сополимерленуі нәтижесінде алынды.

Үшөлшемді сополимерлеудің басты заңдылықтары, золь-гель талдау гравиметрия әдістерімен зерттелген (Mun, және т.б., 2006). Бастапқы мономерлік қоспадағы (БМК) НИПААм-ның пайыздық мөлшерін арттырғанда гель шығымының артатыны анықталды және оны тігілу дәрежесінің төмендеуімен түсіндіруге болады.

Әдеби шолудан (Karipullayeva, және т.б., 2017; Toktabayeva, және т.б., 2019) НИПААм-ВОЭЦЭА сулы ерітінділері мен торлы құрылымдарына төменгі критикалық еру температурасы (ТКЕТ) тән екені және оны әртүрлі факторлар арқылы өзгертуге деген қызығушылықтың артуы байқалады. Зерттеу нәтижелері бойынша, алынған катион типті гидрогельдің температуралық әсерін зерттегенде (1-сурет), сополимердің бастапқы молекулалық құрамындағы НИПААм-ның %-дық мөлшері артқан сайын гидрогельдің фазалық ауысуы тар температуралық диапазонда өтетіні анықталды. Бұл құбылыс бұрында айтылғандай (Mun, және т.б., 2006; Rakhmetullaeva, және т.б., 2004), НИПААм макромолекуласының гидрофобты әрекеттесулеріне байланысты түсіндіріледі. Макромолекула буындарының саны артқан сайын сутектік байланыстар үзіліп, гидрофобтық әсер күшейеді. Соның нәтижесінде, полимерде конформациялық ауысулар байқалады. Сонымен қатар, сополимердің құрамындағы ВОЭЦЭА-ның %-дық мөлшері артқан жағдайда, жиырылу амплитудасы азайып, гидрогельдің фазалық ауысуы өзгереді. Бұл құбылыс ВОЭЦЭА-ның протондалуына байланысты аттас зарядтардың тебілуі және осыған қарама-қарсы осмостық қысымның пайда болуымен түсіндіріледі.

Алынған сополимеріміз катион типті болғандықтан, олардың әртүрлі рН ортада өз көлемін өзгертуін зерттеу қызығушылық танытты.

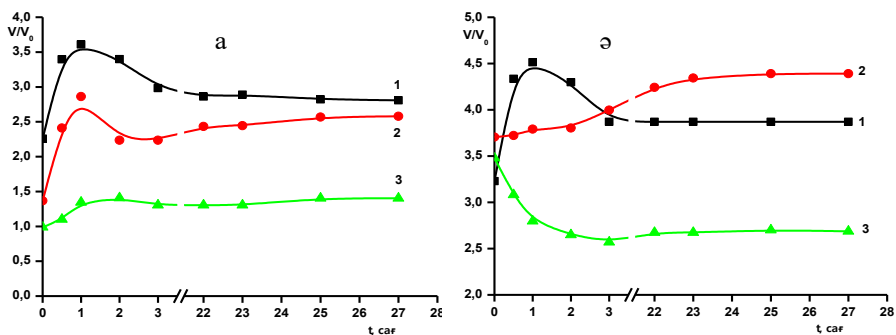
Осыған орай жұмыста юбастапқы мономерлік қоспадағы НИПААм буындары 30 моль.% болғандағы гидрогельдің әртүрлі рН ортадағы ісіну кинетикасы зерттелді. 2 (а) - суретте көрсетілгендей, ортаның рН-ы негізден қышқылдыққа ауысқанда, бастапқы 5-6 сағат аралығында гидрогельдің салыстырмалы көлемі максимум арқылы өтіп, уақыт өте жиырылғаны анықталды. Ол қышқылдық ортада ВОЭЦЭА құрамындағы азот тобы протондалу салдарынан, гидрогельде қосымша ісіну пайда болуымен түсіндіріледі.



БМҚ [НИПААм]:[ВОЭЦЭА] = 30:70 (1); 50:50 (2); 70:30 (3) мол.%.

Сурет 1. НИПААм-ВОЭЦЭА негізіндегі торларға температураның әсері

Бастапқы мономерлік қоспадағы НИПААм-ның пайыздық мөлшері артқан кезде (2 (ә)-сурет), ортаның әртүрлі рН мәндерінде гидрогельдің салыстырмалы көлемінің өзгеруі өзгеше болатыны анықталды. Мысалы, рН=4,0 болғанда, гидрогель бастапқыда (алғашқы 3 сағат ішінде) ісініп, кейін қайта жиырылғаны байқалды. Бұл азот топтарының протондалуы және электростатикалық тебісудің пайда болуына байланысты гидрогельдің көлемі уақыт өте ұлғаюына әкеледі. Ал рН=7,0 кезінде сополимер құрамында ионды емес сомономер буындарының болуына байланысты тор салыстырмалы түрде көлемін аз ғана өзгертеді. Ал рН=9,0 кезінде еріткіштің термодинамикалық сапасының нашарлауы салдарынан полимерлі гидрогель жиырылады.



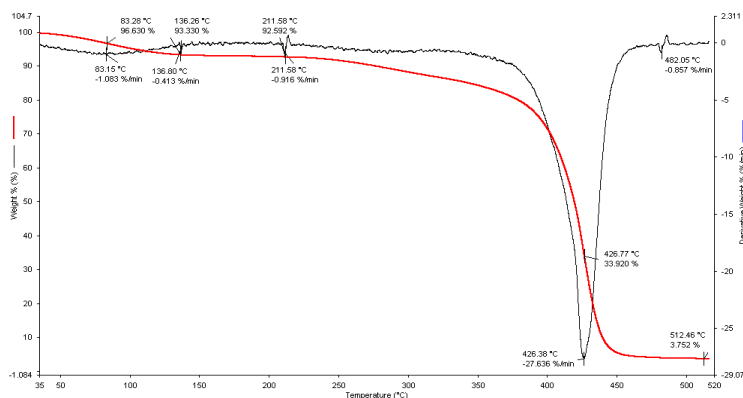
БМҚ [НИПААм]:[ВОЭЦЭА]=30:70 (а); 50:50 (ә) мол.%; рН=4,0 (1); 7,0 (2); 9,0 (3).

Сурет 2. НИПААм-ВОЭЦЭА негізіндегі торлардың әр түрлі рН ортада ісіну кинетикасын зерттеу

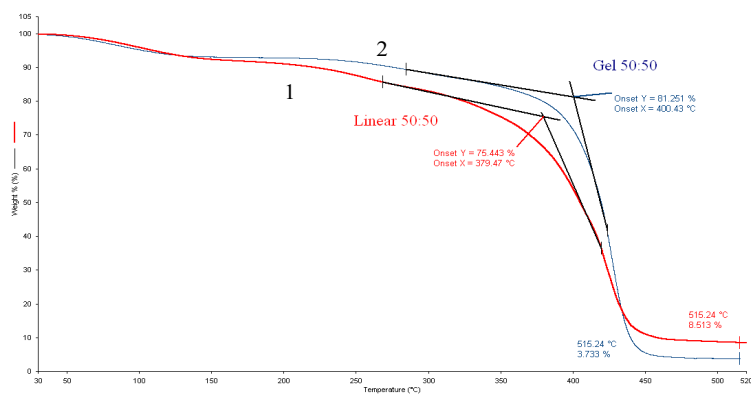
НИПААМ- ВОЭЦЭА сополимерлерінің физика-механикалық қасиеттерін анықтау мақсатында термогравиметриялық талдау жасалды. Термогравиметрия – температура бойынша ( $v_{\text{жылыту}} = \text{const}$ ) немесе уақыт ( $\tau$ ) бойынша ( $T^\circ = \text{const}$ ) үлгінің

салмағын үздіксіз өлшеудің динамикалық әдісі (изотермиялық немесе статикалық термогравиметрия). Термогравиметриялық талдау тұрақты атмосфералық қысымда 50-850 °С температура аралығында 10<sup>0</sup>С/мин жылдамдықпен азот газын қолдана отырып орындалды.

Жұмыста бастапқы мономерлік қоспасындағы мономерлердің мольдік пайызы үш түрлі қатынаста алынған сополимерлерге термогравиметриялық талдау жасалды (3, 4-суреттер). Суреттерде көрсетілгендей сызықты сополимерге қарағанда торлы құрылымның термомдырау қисығы температураның жоғары аймағына ауысатыны анықталды және бұл гидрогель құлымындағы көлденең жатқан химиялық байланыстарының үзілуімен түсіндіріледі.



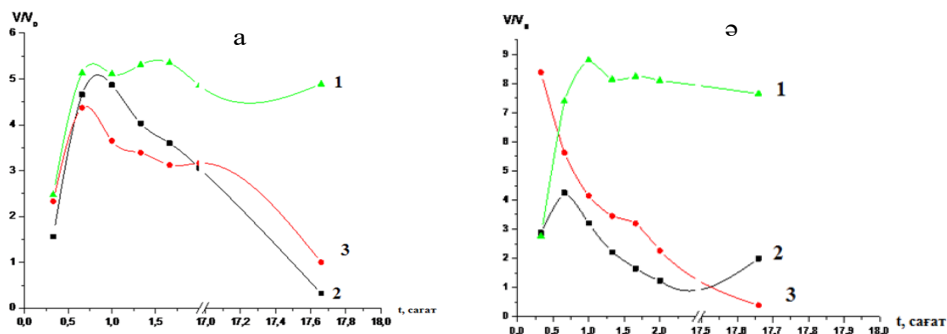
Сурет 3. НИПААм-ВОЭЦЭА (50:50 мол. %) негізіндегі торлы сополимерлердің термогравиметриялық талдауы



Сурет 4. НИПААм-ВОЭЦЭА (50:50 мол. %) негізіндегі сызықты (1) және торлы (2) сополимерлердің термогравиметриялық талдауы

НИПААм-ВОЭЦЭА және беттік белсенді заттар (ББЗ) негізіндегі комплекстерді құруға беттік белсенді заттардың концентрациясының әсерін зерттеген кезде, гидрогелдердің натрий додецилсульфатының (NaДДС) концентрациясы артқан

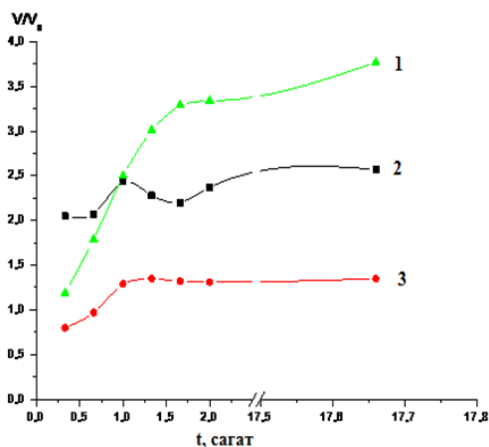
сайын ( $[NaДДС] = 5 \cdot 10^{-5}, 8 \cdot 10^{-4}, 2 \cdot 10^{-3} \text{ М}$ ) жоғарғы концентрациялы ББЗ-мен гидрогельдердің комплекстүзу қабілеті бірден артып, гидрогель жиырылып, контракцияға ұшырайды. Оның себебі, ББЗ мөлшері артқанда, гидрогелдің протондалған топтарымен электростатикалық әрекеттесіп, гидрофобты байланыстары үдеп комплекс түзіледі (5- сурет).



БМК [НИПААМ]:[ВОЦЭА] = 50:50 (а) 30:70 (ә) мол.%;  
 $[NaДДС] = 5 \cdot 10^{-5}$  (1),  $8 \cdot 10^{-4}$  (2),  $2 \cdot 10^{-3}$  (3) М; pH = 2,0; [ТА] = 0,5% .

Сурет 5. НИПААМ:ВОЭЦА гидрогелінің БАЗ ерітіндісінде көлемдік өзгеру кинетикасы

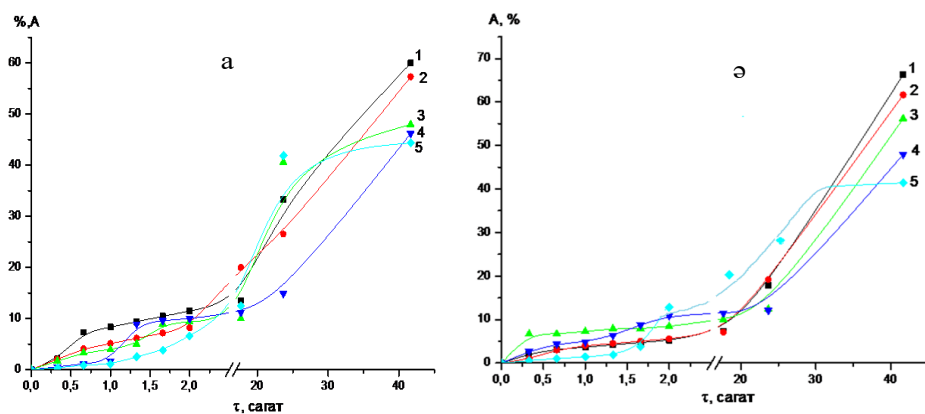
Гидрогельдердің NaДДС ерітіндісінде ісіну кинетикасын зерттеу барысында ортаның pH-ын өсіргенде (pH=1), НИПААМ-ВОЭЦА 50:50 мол.% гидрогельдерінің көлемдері pH=2-мен салыстырғанда жиырылмай, монотонды өсетіндігін байқалды (6-сурет, 2, 3-кисықтар). Бұл НИПААМ-ВОЭЦА гидрогельдерінің зарядтары оң болғандықтан, қышқылдық ортада аттас зарядтардың әсерінен жақсы ісініп, БАЗ-бен комплекс жақсы түзетінін дәлелдейді.



БМК [НИПААМ]:[ВОЦЭА] = 50:50 мол.%;  $[NaДДС] = 5 \cdot 10^{-5}$  (1),  $8 \cdot 10^{-4}$  (2),  $2 \cdot 10^{-3}$  (3) М;  
 pH = 1,0; [ТА] = 0,5%

Сурет 6. [НИПААм]:[ВОЭЦА] гидрогелдің БАЗ ерітіндісінде көлемдік өзгеру кинетикасы

Жұмыста НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің NaДДС-пен әрекеттесуінің адсорбция мәні уақыт бойынша зерттелді. Алынған мәліметтерге (7-сурет) сәйкес, гидрогель торларының NaДДС-пен адсорбциясы уақыт өткен сайын артады, бірақ температура 25°C-тен 40°C-ке дейін өскен сайын төмендейді. Бұл құбылыс НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің температураның артуына байланысты жиырылуына және контракцияға ұшырауына байланысты деп түсіндіріледі. Сополимерлердің бастапқы мономерлік құрамындағы ВОЭЦЭА мөлшері артқан сайын (50 моль % дейін) гидрогельдердің адсорбция қабілеті де артады. Мысалы, [НИПААм]:[ВОЭЦЭА] = 70:30 моль % гидрогелінің адсорбциясы 2 тәулікте 60%-ды құраса (7(а)-сурет), [НИПААм]:[ВОЭЦЭА] = 50:50 моль % гидрогельдерінің адсорбциясы сол уақытта 70%-ға жетеді (7(ә)-сурет). Бұл құбылыс торлы құрылымдағы протондалатын ВОЭЦЭА мөлшерімен және БАЗ-дың (беттік активті заттың) гидрогельмен электростатикалық байланыстарымен түсіндіріледі.



БМҚ [НИПААм]:[ВОЭЦЭА] = 70:30 (а); 50:50 (ә) мол.%;  
[NaДДС] =  $8 \cdot 10^{-4}$  М; T = 25(1), 30(2), 35(3), 37(4), 40(5)°C; [ТА] = 0,5%

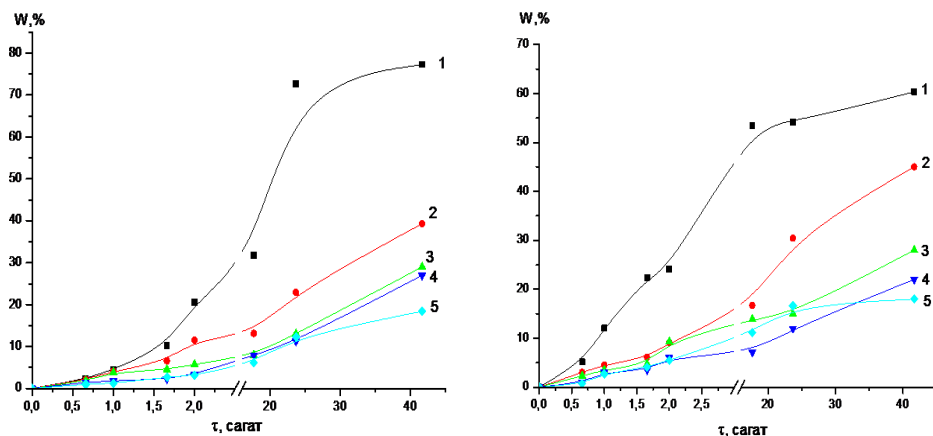
Сурет 7. [НИПААм] : [ ВОЭЦЭА] гидрогелінің БАЗ ерітіндісі қатысындағы адсорбция кинетикасы

Адсорбцияланған БАЗ-дың торлы гидрогельдерден шығуын зерттеу мақсатында әртүрлі температураларда NaДДС-тың суға десорбциялану кинетикасы бақыланды. Бақылау нәтижелері бойынша (8-сурет), уақыт өте келе ерітіндідегі NaДДС концентрациясы монотонды түрде артып, 2 тәулікте 70-80%-ға жетеді.

Әртүрлі температураларда десорбциялану кинетикасын зерттеу барысында температураны 25°C-тен 40°C-ке дейін арттырғанда, NaДДС-тың НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогелінен шығуы 80%-дан 25%-ға дейін төмендейтіні анықталды.

БАЗ-дың торлардан шығуының температура артқан кезде азаюы НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің температураны көтергенде көлемінің жиырылуымен және термосезімталдығымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, бастапқы мономерлік қоспада протондалатын ВОЭЦЭА мөлшері 30 моль%-дан (8(а)-сурет) 50

моль%-ға дейін (8(b)-сурет) артқан сайын NaДДС-тың НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінен десорбциясы 80%-дан 70%-ға дейін төмендейді. Бұл құбылыс НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің NaДДС-пен электростатикалық әрекеттесу арқылы байланысатынын дәлелдейді.



БМҚ [НИПААм]:[ВОЭЦЭА] = 70:30 (а); 50:50 (b) мол.%;  
[NaДДС] =  $8 \cdot 10^{-4}$  М; Т = 25 (1), 30 (2), 35 (3), 37 (4), 40 (5)°С; [ТА] = 0,5%

Сурет 8. NaДДС ерітіндісінің [НИПААм]:[ВОЭЦЭА] гидрогелінен десорбциялану кинетикасы

### Қорытынды

Сонымен, жұмыста НИПААм-ВОЭЦЭА сополимер гельдерінің Na-додецилсульфатпен (NaДДС) әртүрлі рН орталарда комплекстүзуі және түзілген комплекстерге температураның әсері зерттелді. Зерттеу барысында сополимерлер ерітінділерінің қышқыл ортада NaДДС-пен белсенді түрде комплекстүзетіні анықталды.

Сонымен қатар, НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің NaДДС-пен адсорбциялық және десорбциялық заңдылықтары зерттелді. Адсорбцияланған БАЗ-дың торлы гидрогельдерден шығуын зерттеу мақсатында әртүрлі температураларда NaДДС-тың суға десорбциялану кинетикасы бақыланды. Бақылау нәтижесінде БАЗ-дың торлардан шығуы температура артқан сайын азаятындығы анықталды. Бұл құбылыс НИПААм-ВОЭЦЭА гидрогельдерінің температура көтерілгенде көлемінің жиырылуымен және олардың термосезімталдығымен түсіндіріледі.

### Әдебиеттер

Накан Ұ., Биркехажи Ш., Толқын Б., Мун Г. А., Асанов М., Нурсултанов М. Е., Рахметуллаева Р. К., Тоштай К., Негим Эль-Сайед, Ыдырыс Ә. (2021) N,N-диметилакриламид және акрил қышқылы негізіндегі сополимерлерді синтездеу, сипаттау және бактерияға қарсы қолдану // Материалдар. 2021, 14(20), 6191; <https://doi.org/10.3390/ma14206191>

Қанжігітова Д., Асқар П., Тапхаров А., Кудряшов В., Әбутәліп М., Рахметуллаева Р., Әділов С., Нурадже Н. Жоғары сезімталдықты сүтегі сенсоры үшін p-толуолсульфон қышқылы қосылған ванадий пентоксиді/полипиррол үлдірі // Заманауи композ. гибриді материалдар 6, 218, 2023. <https://doi.org/10.1007/s42114-023-00796-0>



Ұлантай Нақан, Григорий А. Мун, Гүлжахан Ж. Елігбаева, Шаяхати Б. (2020) N-изопропилакриламид және 2-гидроксизтилакрилат негізіндегі гидрогельдер: синтездеу, сипаттау және олардың бактерияға қарсы белсенділігін зерттеу // Халықаралық полимер 2020, 69, -Б.1220-1226. <http://dx.doi.org/10.1002/pi.6065>

Карипуллаева А.С., Токтабаева А.К., Нұрланова А.Е., Аликулов А.Ж. (2017) N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил) амин негізіндегі композициялық материалдарды жасау // Халықаралық биология және химия журналы. 10, №2(45), 2017. –Б.45-48. <https://doi.org/10.26577/2218-7979-2017-10-2-45-48>

Токтабаева А.К., Аликулов А.Ж., Рахметуллаева Р.К., Мун Г.А., Тұмбабаева А.М., Үркімбаева П.И., Ю, В.К., Сейілханов, Т.М. (2019) N-изопропилакриламид және n-(2-винилоксиэтил)-n-(2-цианоэтил) амин негізіндегі жаңа катионды (со)полимерлердің физика-химиялық сипаттамаларын синтездеу және зерттеу // Химиялық технология және металлургия журналы, 3(54), 2019, -Р. 467-474 <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55903710100>

Мун Г.А., Нұркеева З.С., Ахметқалиева Г.Т., Шмаков С.Н., Хуторянский В.В., Ли С.С., Пак К. (2006) 2-гидроксизтил акрилаты мен винил бутил эфиріне және олардың поли(карбон қышқылдарымен) әрекеттесуіне негізделген жаңа температураға сезімтал суда еритін сополимерлер // Ж. Полим. Ғылымы. В бөлігі. Физ. полимер. – 2006. – Т.44. –Б.195-204.

Рахметуллаева, Р.К., Нұркеева, З.С., Серғазиев, А.Д., Дуболазов, А.В. (2004) Жаңа N-изопропилакриламид және винилэфирінің этиленгликоли негізіндегі сополимерлері // Еуразиялық химия. техника. журнал. – 2004. - Т.6. –Б.279-284.

### References

Nakan U., Bieerkehazhi Sh, Tol kyn B., Mun G.A., Assanov M., Nursultanov M.E., Rakhmetullayeva R.K., Toshtay K., Negim ES., Ydyrys A (2021) Synthesis, Characterization and Antibacterial Application of Copolymers Based on N,N-Dimethyl Acrylamide and Acrylic Acid // Materials. 2021, 14(20), 6191; <https://doi.org/10.3390/ma14206191>

Kanzhigitova D., Askar P., Tapkharov A., Kudryashov V., Abutalip M., Rakhmetullayeva R., Adilov S., Nuraje N. (2023) p-Toluenesulfonic acid doped vanadium pentoxide/polypyrrole film for highly sensitive hydrogen sensor // Adv Compos Hybrid Mater 6, 218, 2023. <https://doi.org/10.1007/s42114-023-00796-0>

Ulantay Nakan, Grigoriy A Mun, Gulzhakhan Zh Yeligbayeva, Shayahati B. (2020) Hydrogels based on N-isopropylacrylamide and 2-hydroxyethylacrylate: synthesis, characterization, and investigation of their antibacterial activity // Polymer International 2020, 69, –P.1220–1226. (<http://dx.doi.org/10.1002/pi.6065>)

Karipullayeva A.S., Toktabayeva A.K., Nurlanova A.E., Alikulov A.Zh. (2017) (Development of the composite materials based on N-(2-vinyloxyethyl)-N-(2-cyanoethyl) amine. // International Journal of Biology and Chemistry. 10, № 2, 45, 2017. P.45-48. <https://doi.org/10.26577/2218-7979-2017-10-2-45-48>

Toktabayeva A.K., Alikulov A.Z., Rakhmetullayeva R., Mun G.A., Tumabayeva A.M., Urkimbayeva P.I., Yu, V.K., Seilkhanov, T.M. (2019) Synthesis and study of physico-chemical characteristics of novel cationic (co)polymers based on n-isopropylacrylamide and n-(2-vinyloxyethyl)-n-(2-cyanoethyl) amine // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 3 (54), 2019, –P.467-474 <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55903710100>

Mun G.A., Nurkeeva Z.S., Akhmetkalieva G.T., Shmakov S.N., Khutoryanskiy V.V., Lee S.C., Park K. (2006) Novel temperature-responsive water-soluble copolymers based on 2-hydroxyethylacrylate and vinyl butyl ether and their interactions with poly(carboxylic acids) // J. Polym. Sci. Part B. Polym. Phys. – 2006. – Vol.44. –P.195–204.

Rakhmetullaeva, R.K., Nurkeeva, Z.S., Sergaziyev, A.D., Dubolazov, A.V. (2004) Novel copolymers of N-isopropylacrylamide and vinyl ether of ethyleneglycol // Eurasian Chem. Tech. Journal. – 2004. - Vol.6. –P.279-284.

## МАЗМҰНЫ

### ХИМИЯ

- Г.Е. Азимбаева, Г.Н. Кудайбергенова, А.К. Камысбаева, Н.М. Курбанбаева, Ш. Балқашбай**  
ТОПИНАМБУР ЖӘНЕ ГЕОРГИН ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ  
МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....5
- Ж.С. Байзакова, Е.В. Солодова, А.Т. Кожабергенов, С. Қозықан, Л.К. Бупебаева**  
ЕТ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІН ТЕХНОХИМИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ШАРАЛАРЫ.....16
- Г.Ж. Байсалова, А.Б. Жунусова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Иманғалиева**  
*PSORALEA DRUPACEA* ВВЕ ТАМЫРЫНАН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ  
КЕШЕНДЕРДІ ЭКСТРАКЦИЯЛАУ ҮДЕРІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....34
- Ә.С. Дәулетбаев, Қ.А. Қадирбеков, А.Д. Алтынбек, М.Ш. Сулейменова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина**  
УРАН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ КАТИОНДЫҚ ЖӘНЕ АНИОНДЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ  
КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....43
- Н. Жумашева, М. Турсынбек, Ф. Султанов, А. Ментбаева, Л. Кудреева, Ж. Бакенов**  
ЛИТИЙ-КҮКІРТТІ АККУМУЛЯТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН НИКЕЛЬ  
ОКСИДІНІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР КҮРІШ ҚАУЫЗЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН  
КЕУЕКТІ ГРАФЕН ТӘРІЗДІ КӨМІРТЕКТІ КОМПОЗИТ.....58
- Д.Т. Касымова, Г.Е. Жусупова**  
*LIMONIUM GMELINII* ӨСІМДІГІНЕН АЛЫНҒАН ӨСІМДІК ЭКСТРАКТТАРЫ  
БАР ЖЕРГІЛІКТІ ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН ГЕЛЬДЕРДІ ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ  
БАҒАЛАУ.....75
- Б.К. Кенжалиев, Т.С. Өмірбек, А.Н. Беркинбаева, Ш. Сәулебекқызы, Н.М. Төлегенова,**  
МИКРОТОЛҚЫНДЫ ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ ӨНДІРІСТІК КЛИНКЕРДЕН  
МЫРЫШТЫ АЛУ: ФАЗАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ  
ШАЙМАЛАУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....94

- Д.М. Кенжебеков, А.Е. Хусанов, И. Иристаев, А. Жолшыбек,  
Д.Ж. Джанабаев**  
БҰРАЛҒАН ПРОФИЛЬДІ ЖОЛАҚ ТҮРІНДЕГІ АҒЫН  
ИНТЕНСИФИКАТОРЫМЕН «ҚҰБЫР ІШІНДЕГІ ҚҰБЫР» ЖЫЛУАЛМАСУ  
АППАРАТЫН МУЛЬТИФИЗИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....111
- М.К. Құрманалиев, Ж.Е. Шаихова, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Әбілқасова,  
С.Т. Дауметова**  
СІЛТІЛІК МЕТАЛЛ ИОНДАРЫН ЭКСТРАКЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА  
ТАҢДАМАЛЫ СОРБЕНТТЕР.....129
- Д.С. Сейтбеков, Е.С. Ихсанов, Koji Matsuoka**  
КАСПИЙ СОРТАҢЫ ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНЕН ЛИОФИЛИЗАЦИЯ  
ӘДІСІМЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР КЕШЕНІН АЛУ  
ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....138
- С.К. Смаилов, Е.Ж. Габдуллина, Ж.Т. Лесова, Э.К. Асембаева,  
Д.Е. Нурмуханбетова**  
ТҮЙЕ ТІКЕНЕКТІ (*ALHAGI KIRGISORUM S.*) ӨСІМДІКТЕРДІҢ  
ПОЛИФЕНОЛДЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТІ.....152
- Л. Султанова, Г.Мусина, А. Аманжолова, К.Ерланова, М.Аяпберген**  
НАТРИЙ ДИТИОФОСФАТЫНЫҢ МАРГАНЕЦ РУДАЛАРЫНЫҢ  
ҮЛГІЛЕРІНЕ ҚАТЫСТЫ ФЛОТАЦИЯЛЫҚ ҚАБІЛЕТІНЕ ЖИНАҒЫШТАР  
ШЫҒЫМЫНЫҢ ӘСЕРІ.....165
- А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, А.Ж. Аликулов**  
N-(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛ)-N-(2-ЦИАНОЭТИЛ) АМИН (ВОЭЦЭА)  
НЕГІЗІНДЕГІ ГИДРОГЕЛЬДІҢ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУ ТЕМПЕРАТУРАСЫН  
БЕТТІК АКТИВТІ ЗАТТАРМЕН РЕТТЕУ.....175
- М.Я. Хакимов, Д.Т.Абдулетип, П.И. Уркимбаева, Г.С. Ирмухаметова,  
З.А. Кенесова,**  
ПОЛИВИНИЛ СПИРТІ, 2-ГИДРОКСИЭТИЛ-АКРИЛАТ ЖӘНЕ  
N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРЛЕРДЕН  
БАКТЕРИЦИДТІК ҚАСИЕТІ БАР ГИДРОГЕЛЬДІ ТАҢҒЫШТАРДЫ  
АЛУ.....186
- Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова**  
ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ ӨНЕРКӘСПТІК  
КӘСПОРЫНДАРДЫҢ ТҮТІН МҰРЖАЛАРЫНА БЕЙТАРАПТАНДЫРУ  
МОДУЛЬДЕРІН ОРНАТУҒА АРНАЛҒАН ӘМБЕБАП БЕКІТКІШ  
ЖИНАҒЫ.....195

## СОДЕРЖАНИЕ

### ХИМИЯ

- Г.Е. Азимбаева, Г.Н. Кудайбергенова, А.К. Камысбаева, Н.М. Курбанбаева, Ш. Балқашбай**  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ  
ТОПИНАМБУРА И ГЕОРГИН.....5
- Ж.С. Байзакова, Е.В. Солодова, А.Т. Кожабергенов, С. Козыкан, Л.К. Бупебаева**  
МЕРЫ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ  
ПРОИЗВОДСТВА МЯСА.....16
- Г.Ж. Байсалова, А.Б. Жунусова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Имангалиева**  
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ ИЗ КОРНЕЙ PSORALEA DRUPACEA VGE.....34
- А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, А.Д. Алтынбек, М.Ш. Сулейменова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина**  
ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИК КАТИОННОГО И  
АНИОННОГО СОСТАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА.....43
- Н. Жумашева, М. Турсынбек, Ф. Султанов, А. Ментбаева, Л. Кудреева, Ж. Бакенов**  
ПОРИСТЫЙ ГРАФЕНОПОДОБНЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ КОМПОЗИТ НА  
ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ С НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА НИКЕЛЯ  
ДЛЯ ЛИТИЙ-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.....58
- Д.Т. Касымова, Г.Е. Жусупова**  
РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ГЕЛЕЙ ДЛЯ МЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ С  
РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ ИЗ РАСТЕНИЙ ВИДА LIMONIUM  
GMELINIИ.....75
- Б.К. Кенжалиев, Т.С. Омирбек, А.Н. Беркинбаева, Ш. Саулебеккызы, Н.М. Толегенова**  
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛИНКЕРА С ПОМОЩЬЮ  
МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКИ: ОПТИМИЗАЦИЯ ФАЗОВЫХ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....94

- Д.М. Кенжебеков, А.Е. Хусанов, И. Иристаев, А. Жолшыбек,  
Д.Ж. Джанабаев**  
МУЛЬТИФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННОГО  
АППАРАТА «ТРУБА В ТРУБЕ» С ИНТЕНСИФИКАТОРОМ ПОТОКА В  
ВИДЕ ВИТОЙ ПРОФИЛИРОВАННОЙ ЛЕНТЫ.....111
- М.К. Курманалиев, Ж.Е. Шаихова, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Абилкасова,  
С.Т. Дауметова**  
НОВЫЕ СЕЛЕКТИВНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
ИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ.....129
- Д.С. Сейтбеков, Е.С. Ихсанов, Koji Matsuoka**  
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ  
ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ЛИОФИЛИЗАЦИИ ИЗ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ  
СОЛЯНОКОЛОСНИКА ПРИКАСПИЙСКОГО.....138
- С.К. Смаилов, Е.Ж. Габдуллина, Ж.Т. Лесова, Э.К. Асембаева,  
Д.Е. Нурмуханбетова**  
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
РАСТЕНИЙ ВЕРБЛЮЖЬЕЙ КОЛЮЧКИ (ALHAGI KIRGISORUM S).....152
- Л. Султанова, Г. Мусина, А. Аманжолова, К. Ерланова, М. Аяпберген**  
ВЛИЯНИЕ ВЫХОДА НАКОПИТЕЛЕЙ НА ФЛОТАЦИОННУЮ  
СПОСОБНОСТЬ ДИТИОФОСФАТА НАТРИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ  
К ОБРАЗЦАМ МАРГАНЦЕВЫХ РУД.....165
- А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, А.Ж. Аликулов**  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ГИДРОГЕЛЯ  
НА ОСНОВЕ N-(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛА)-N-(2-ЦИАНОЭТИЛА) АМИНА  
(ВОЭЦЭА) ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ.....175
- М.Я. Хакимов, Д.Т. Абдулетип, П.И. Уркимбаева, Г.С. Ирмухаметова,  
З.А. Кенесова**  
ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОГЕЛЕВЫХ ПОВЯЗОК НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ  
ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА, 2-ГИДРОКСИЭТИЛАКРИЛАТА И  
N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМА С БАКТЕРИЦИДНЫМ  
ДЕЙСТВИЕМ.....186
- Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова**  
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УЗЕЛ КРЕПЕЖА ДЛЯ УСТАНОВКИ МОДУЛЕЙ  
НЕЙТРАЛИЗАЦИИ В ДЫМООТВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ.....195

CONTENTS

CHEMISTRY

- G.E. Azimbayeva, G.N. Kudaibergenova, A.K. Kamysbayeva,  
N.M. Kurbanbayeva, Sh. Zh. Balkhashbay**  
DETERMINATION OF FATTY ACIDS IN THE COMPOSITION OF JERUSALEM  
ARTICHOKE AND DAHLIA LEAVES.....5
- Zh.S. Baizakova, E.V. Solodova, A.T. Kozhabergenov, S. Kozykan,  
L.K. Bupebaeva**  
TECHNOCHEMICAL CONTROL MEASURES IN THE PROCESS OF MEAT  
PRODUCTION.....16
- G.Zh. Baisalova, A.B. Zhunisova, A.B. Shukirbekova, B.B. Torsykbaeva,  
B.S. Imangaliyeva**  
OPTIMIZATION OF THE EXTRACTION PROCESS OF BIOLOGICALLY  
ACTIVE COMPLEXES FROM PSORALEA DRUPACEA BGE ROOTS.....34
- A.S. Dauletbayev, K.A. Kadirbekov, A.D. Altynbek, M.Sh. Suleimenova,  
S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina**  
STUDY OF CONCENTRATION AND CHARACTERISTICS OF CATION AND  
ANION COMPOSITION IN URANIUM PRODUCTION.....43
- N. Zhumasheva, M. Tursynbek, F. Sultanov, A. Mentbaeva, L. Kudreyeva,  
Z. Bakenov**  
RICE HUSK-BASED POROUS GRAPHENE-LIKE CARBON COMPOSITE WITH  
NICKEL OXIDE NANOPARTICLES FOR LITHIUM-SULFUR BATTERIES.....58
- D.T. Kassymova, G.E. Zhusupova**  
DEVELOPMENT AND EVALUATION OF TOPICAL HERBAL GELS WITH  
PLANT EXTRACTS FROM LIMONIUM GMELINII.....75
- B.K. Kenzhaliyev, T.S. Omirbek, A.N. Berkinbayeva, Sh. Saulebekkyzy,  
N.M. Tolegenova**  
MICROWAVE-ASSISTED ZINC EXTRACTION FROM INDUSTRIAL CLINKER:  
OPTIMIZING PHASE TRANSFORMATIONS AND ENHANCING LEACHING  
EFFICIENCY.....94
- D.M. Kenzhebekov, A.Ye. Khussanov, I. Iristaev1, A. Zholshybek,  
D.Zh. Dzhanabayev**  
MULTIPHYSICAL MODELING OF A PIPE-IN-PIPE HEAT EXCHANGER WITH  
A FLOW INTENSIFIER IN THE FORM OF A TWISTED PROFILED STRIP.....111



---

<b>M.K. Kurmanaliev, Zh.E. Shaikhova, Zh.D. Alimkulova, S.O.Abilkasova, S.T. Daumetova</b> NEW SELECTIVE SORBENTS FOR THE EXTRACTION OF ALKALI METAL IONS.....	129
<b>D.S. Seitbekov, E.S. Ihsanov, Koji Matsuoka</b> TECHNOLOGY FOR OBTAINING A COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES BY LYOPHILIZATION FROM THE ABOVEGROUND PART OF THE HALOSTACHYS CASPICA.....	138
<b>S.K. Smailov, E.Zh. Gabdullina, J.T. Lesova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova</b> BIOLOGICAL ACTIVITY OF POLYPHENOLIC COMPOUND FROM ALHAGY (ALHAGI KIRGISORUM S) PLANTS.....	152
<b>L. Sultanova, G.Musina, A. Amanzholova, K.Erlanova, M.Ayapbergen</b> THE EFFECT OF STORAGE YIELD ON THE FLOTATION CAPACITY OF SODIUM DITHIOPHOSPHATE IN RELATION TO SAMPLES OF MANGANESE ORES .....	165
<b>A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullayeva, G.S. Irmukhametova, A.Z. Alikulov</b> REGULATION OF THE PHASE TRANSITION TEMPERATURE OF A HYDROGEL BASED ON N-(2-VINYLOXYETHYL)-N-(2-CYANOETHYL) AMINE (VOECEA) WITH SURFACTANTS.....	175
<b>M.Y. Khakimov, D.T.Abduletip, P.I. Urkimbayeva, G.S. Irmukhametova, Z.A. Kenessova</b> OBTAINING HYDROGEL DRESSINGS BASED ON COPOLYMERS OF POLYVINYL ALCOHOL, 2-HYDROXYETHYL ACRYLATE, AND N-VINYLCAPROLACTAM WITH A BACTERIOCIDAL EFFECT.....	186
<b>B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova</b> UNIVERSAL FASTENER ASSEMBLY FOR INSTALLATION OF NEUTRALIZATION MODULES IN INDUSTRIAL FLUES IN DECARBONIZATION TECHNOLOGY.....	195

## **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 сайтах:

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

**<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>**

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 17.12.2024.

Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.