

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**

**3 (460)**

**JULY – SEPTEMBER 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 3, Number 460 (2024), 101–112

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.239>

ӘОЖ (УДК) 691.16(045)

ҒТАХР (МРҒТИ) 61.51.37

© **L.M. Kalimoldina<sup>1\*</sup>, S.O. Abilkasova<sup>1</sup>, M.A. Kozhaisakova<sup>1</sup>,  
Zh.R. Syrymova<sup>2</sup>, A.A. Sultanayeva<sup>1</sup> 2024.**

<sup>1</sup>«Almaty Technological University»<sup>1</sup> JSC Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>«QazaqBitum» LLP<sup>2</sup>, Shymkent, Kazakhstan .

E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru

## THE PROSPECT OF USING POLYMER BITUMEN TO IMPROVE THE QUALITY AND SAFETY OF ROAD INFRASTRUCTURE

**Kalimoldina Laila Mautenovna** — senior lecturer of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Candidate of Technical Sciences, Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan, E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru. Orcid ID 0000-0003-4397-9629;

**Abilkasova Sandugash Orynbaevna** — senior lecturer of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Candidate of Technical Sciences, Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan. E-mail: sandy\_ao@mail.ru. Orcid ID 0000-0001-8322-4592;

**Kozhaisakova Madina Amanovna** — lecturer of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Master of Engineering Science, Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan. E-mail: madina.69@mail.ru.ru. Orcid ID 0000-0002-4414-3287;

**Syrymova Zhanna Rakhmetovna** — head of New Technologies Department, LLP «QazaqBitum», Kazakhstan, Shymkent, 83/1 Kunaev str., E-mail: Info@qazaqbitum.kz, zhanna.syrymova@gmail.com;

**Sultanayeva Aray Adilbekkyzy** — master of Engineering Science, Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan. E-mail: arai1104@mail.ru.

**Abstract.** There are significant reserves of hydrocarbons on the territory of the republic. Technological process of oil processing into synthetic oil and development of ecological and optimal methods of oil production are relevant not only in Kazakhstan, but also in the whole world.

Today, due to the increased load on the transportation infrastructure, it is important to introduce scientific research and advanced technologies that improve the quality and safety of road surfaces. One of the ways of their solution is the use of asphalt concrete with polymer additives in road construction. Tests conducted at the National Road Asset Quality Center in Almaty showed that this technology provides resistance to rutting, cracking, and climatic effects.

Currently, many methods are known to separate the organic part of bituminous rocks from the dense mixture of inorganic components, sand, clay, water and gas. Therefore, each method of separation of the organic part provides a different mechanism of mineral composition of petroleum bituminous rocks. In this paper a comparative assessment of

physical and chemical properties of two types of bitumen: virgin bitumen (grade 70/100) and polymer bitumen (grade SBS). The work studied the physicochemical properties of bitumen modification by polymer. The purpose of the research work was to study the differences in physical properties of bitumen binders depending on their chemical composition. Two binders were selected in this study, but their degree of asphaltting is different. Penetration, rheological, physico-chemical properties of bituminous materials were studied by Fraas method, Ring and Ball method. Functional groups in binders and their fractions were characterized by analyzing infrared (IR) spectra.

The research is aimed at improving the performance and stability of polymer bitumen, optimizing the amount of additives and creating cost-effective structures. The results of this study can be used to develop a new analytical approach for bituminous binders to understand the differences in physical properties of binders based on their chemical composition.

**Keywords:** polymer bitumen, physicochemical properties, modification, penetration, binder.

© Л.М. Калимолдина<sup>1\*</sup>, С.О. Әбілқасова<sup>1</sup>, М.А. Қожайсақова<sup>1</sup>,  
Ж.Р. Сырымова<sup>2</sup>, А.Ә. Сұлтанаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті<sup>1</sup>, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>ЖШС «ҚазақБитум»<sup>2</sup>, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru

## ЖОЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ПОЛИМЕР БИТУМЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ

**Калимолдина Ләйлә Маутенқызы** — «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының сениор-лекторы, техника ғылымдарының кандидаты, Алматы технологиялық университеті, Төле би көш., 100, Алматы, Қазақстан. E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru. Orcid ID: 0000-0003-4397-9629;

**Әбілқасова Сандұғаш Орынбайқызы** — «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының сениор-лекторы, техника ғылымдарының кандидаты, Алматы технологиялық университеті, көш. Төле би, 100, Алматы, Қазақстан. E-mail: sandy\_ao@mail.ru. Orcid ID: 0000-0001-8322-4592;

**Қожайсақова Мадина Аманқызы** — «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының оқытушысы, техника ғылымдарының магистрі, Алматы технологиялық университеті, к. Төле би, 100, Алматы, Қазақстан. E-mail: madina.69@mail.ru. Orcid ID 0000-0002-4414-3287;

**Сырымова Жанна Рахметқызы** — «QazaqBitum» ЖШС Жаңа технологиялар басқармасының басшысы, Қазақстан, Шымкент қ., көш. Қонаева, 83/1., E-mail: Info@qazaqbitum.kz, zhanna.syrymova@gmail.com;

**Сұлтанаева Арай Әділбекқызы** — техника ғылымдарының магистрі, Алматы технологиялық университеті, көш. Төле би, 100, Алматы, Қазақстан. E-mail: arai1104@mail.ru.

**Аннотация.** Республика аумағында көмірсутектердің едәуір қоры бар. Қою қоңыр мұнайды синтетикалық мұнайға өндеудің технологиялық процесі және қою қоңыр мұнайды алудың экологиялық және оңтайлы әдістерін әзірлеу тек Қазақстанда ғана емес, бүкіл әлемде өзекті мәселе болып табылады.

Бүгінгі таңда көлік инфрақұрылымына жүктеменің артуына байланысты жол төсемдерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттыратын ғылыми зерттеулер мен озық технологияларды енгізу маңызды болып табылады. Оларды шешу жолдарының бірі – жол құрылысында полимерлі қоспалары бар асфальтбетонды пайдалану. Алматы қаласында жүргізілген сынақтар бұл технологияның жарылуға, жарықшақтарға және климаттық әсерлерге төзімділігін қамтамасыз ететінін көрсетті. Қазіргі уақытта битум жыныстарының органикалық бөлігін бейорганикалық компоненттердің, құмның, саздың, судың және газдың тығыз қоспасынан бөлудің көптеген әдістері белгілі. Сондықтан органикалық бөлікті бөлудің әрбір әдісі, мұнай битум жыныстарының минералды құрамының әртүрлі механизмі қарастырылған.

Бұл жұмыста битумның екі түрінің физикалық және химиялық қасиеттерін салыстырмалы бағалау болды: бастапқы битум (70/100 маркалы) және полимерлі битум (СБС маркалы). Зерттеу жұмысында полимермен битумды модификациялауда физикалық және химиялық қасиеттері зерттелді. Зерттеу жұмысының мақсаты битумды байланыстырғыштардың физикалық қасиеттерін олардың химиялық құрамына негізделген айырмашылықтарын зерттеу болды. Бұл зерттеуде екі байланыстырғыш материалы таңдалды, бірақ олардың асфальттау дәрежесі әртүрлі болды.

Битумды материалдардың Фраас, сақина-шар әдісімен, пенетрация, реологиялық, физика-химиялық қасиеттері зерттелді. Инфрақызыл (ИК) спектрлерді бағалау арқылы байланыстырғыштар мен олардың фракцияларындағы функционалдық топтар сипатталды. Зерттеу полимерлі битумының өнімділігі мен тұрақтылығын жақсартуға, қоспалардың мөлшерін оңтайландыруға және үнемді конструкцияларды жасауға бағытталған. Бұл зерттеудің нәтижелері олардың химиясына негізделген байланыстырушы заттардың физикалық қасиеттеріндегі айырмашылықтарды түсіну үшін битумды байланыстырғыштарға арналған жаңа аналитикалық тәсілді құру үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** полимерлі битум, физика-химиялық қасиеттер, модификация, пенетрация, байланыстырғыш.

© Л.М. Калимолдина<sup>1\*</sup>, С.О. Абилкасова<sup>1</sup>, М.А. Кожайсакова<sup>1</sup>,  
Ж.Р. Сырымова<sup>2</sup>, А.А. Султанаева<sup>1</sup>  
Алматынський технологический университет<sup>1</sup>, Алматы, Қазақстан;  
ТОО «ҚазақБитум»<sup>2</sup>, Шымкент, Қазақстан.  
E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru

## ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИТУМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Калимолдина Лайла Маутеновна – сениор-лектор кафедрасы «Химия, химическая технология и экология», кандидат технических наук, Алматынський технологический университет, ул. Толе би,

100, г. Алматы, Казахстан. E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru. Orcid ID: 0000-0003-4397-9629;

**Абилкасова Сандугаш Орынбаевна** – сениор-лектор кафедры «Химия, химическая технология и экология», кандидат технических наук, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан. E-mail: sandy\_ao@mail.ru. Orcid ID: 0000-0001-8322-4592;

**Кожансакова Мадина Амановна** – лектор кафедры «Химия, химическая технология и экология», магистр технических наук, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан. E-mail: madina.69@mail.ru.ru. Orcid ID 0000-0002-4414-3287;

**Сырымова Жанна Рахметовна** — руководитель отдела новых технологий, ТОО «QazaqBitum», Казахстан, г. Шымкент, ул. Кунаева, 83/1E-mail: Info@qazaqbitum.kz, zhanna.syrymova@gmail.com;

**Султанаева Арай Адильбеккызы** – магистр технических наук, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан. E-mail: arai1104@mail.ru.

**Аннотация.** На территории республики имеются значительные запасы углеводородов. Технологический процесс переработки нефти в синтетическую нефть и разработка экологических и оптимальных способов получения нефти являются актуальными не только в Казахстане, но и во всем мире.

Сегодня в связи с возросшей нагрузкой на транспортную инфраструктуру важно внедрять научные исследования и передовые технологии, повышающие качество и безопасность дорожных покрытий. Одним из путей их решения является использование асфальтобетона с полимерными добавками в дорожном строительстве. Испытания, проведенные в Национальном центре качества дорожных активов г. Алматы, показали, что данная технология обеспечивает устойчивость к образованию колеи, трещинам, а также климатическим воздействиям.

В настоящее время известно множество методов отделения органической части битуминозных пород от плотной смеси неорганических компонентов, песка, глины, воды и газа. Поэтому при каждом способе выделения органической части предусмотрен различный механизм минерального состава нефтебитумоидных пород.

В данной работе проведена сравнительная оценка физико-химических свойств двух видов битумов: первичного битума (марка 70/100) и полимерного битума (марка СБС). В работе изучены физико-химические свойства модификации битума полимером.

Целью научно-исследовательской работы было изучение различий физических свойств битумных вяжущих в зависимости от их химического состава. В данном исследовании были выбраны два вяжущих материала, но степень асфальтирования у них различна.

Пенетрационные, реологические, физико-химические свойства битумных материалов изучали методом Фрааса, методом «Кольцо и шар». Функциональные группы в связующих и их фракции охарактеризован путем анализа инфракрасных (ИК) спектров.

Исследования направлены на улучшение характеристик и стабильности полимерных битумов, оптимизацию количества добавок и создание экономичных конструкций.

Результаты этого исследования могут быть использованы для разработки



нового аналитического подхода к битумным вяжущим, чтобы понять различия в физических свойствах вяжущих на основе их химического состава.

**Ключевые слова:** полимерный битум, физико-химические свойства, модификация, проникновение, связующее

### Кіріспе

Бүгінгі таңда Қазақстанның әлемдік нарықтық экономикаға кірудің өзіндік стратегиясы бар. Сондықтан құнды химиялық заттар мен жоғары сапалы мұнай өнімдерін алу үшін көмірсутек шикізатын интеграциялау және тиімді пайдалану Қазақстан Республикасының басты міндеттерінің бірі болып табылады. Халық санының өсуімен бірге, адамдардың ұтқырлық қажеттіліктері артып, икемді, қолжетімді, заманауи және тұрақты көлік шешімдеріне сұраныс артып келеді, ол қазіргі заманғы көлік жүйелерінің арасында жоғары орынға ие, жылдамдығын, жайлылығын, қауіпсіздігін, асфальт ыңғайлылығын арттыруды жалғастыруда. Болашақта біз ең жақсы нәтижелерге қол жеткізу үшін ең жаңа технологияларды қолданамыз.

Құрылыс материалының кең таралған түрі - иілгіш жабындарда кеңінен қолданылатын асфальтты байланыстырғыштар. Асфальт байланыстырғыш көздерінің 100% дерлік Еуропадағы өндіріске сүйенеді. Дүние жүзіндегі халық санының қарқынды өсуі және технологиялық жетістіктерге байланысты тұтынушылық әдеттердің тез әртараптануы қалдықтарды өндірудің өсуіне әкелді (Гуреев, 2013; Воробьев, 2018).

Битум (лат. bitumen - тау шайыры, асфальт) - көмірсутектер мен олардың азот, оттегі, күкірт және металл туындыларының қоспасы болып табылатын қара немесе қою қоңыр түсті кристалды емес зат. Битум аморфты зат болып табылады, сондықтан қатты күйде сұйықтықтың қасиеттерін көрсетеді, балку температурасы жоқ (Adams, 2019; Zhang, 2004]. Ол табиғи түрде тас асфальттағы қатты, оңай ыдырайтын битумнан бастап асфальтты мен шайырлы құмдарда кездесетін жұмсақ, тұтқыр материалға дейін бірнеше формада кездеседі.

Табиғи битумдар органикалық шыққан қазба отындарының ажырамас бөлігі болып табылады. Олар мұнай пайда болған жерлерде кең таралған. Бұл мұнайдағы тотығу полимерленуінің табиғи, биохимиялық, химиялық реакциялары арқылы түзілетін табиғи шикізат. Бастапқы мұнайлардың құрамына, оларды өңдеу жағдайларына байланысты битум шартты түрде келесідей түрлерге бөлінеді: асфальт, мальта, асфальтендер, озокерит, люминисити, антраксолит, нафтол (Alisov, 2018; Apostolidis, 2021).

Табиғи битумның әлемдік қоры әр түрлі бағалаулар бойынша шамамен 500-1000 миллиард тоннаны құрайды. Табиғи битум қорлары нашар зерттелген, сондықтан олардың қорларының ауқымы өте үлкен.

Жасанды асфальттар (техникалық битумдар) – шикі мұнайды, көмірді, жанғыш тақтатастарды қайта өңдеу өнімдері. Жасанды немесе техникалық битумдар химиялық құрамы жағынан табиғи битумдарға ұқсас (Chailleux, 2020; Eberhardsteiner, 2015; Yasar, 2007).

Битум мен битуминозды материалдардың ең құнды қасиеттері - олардың металдарды, цемент бетондарын, басқа құрылыс материалдарын коррозияға ұшырататын агрессивті заттарға химиялық төзімділігі. Осылайша, битуминозды материалдар 45% - дан аспайтын концентрациясы бар сілтілердің, 85% - дан аспайтын концентрациясы бар фосфор қышқылының, 50% - дан аспайтын концентрациясы бар күкірт қышқылының әсеріне жақсы қарсы тұрады. Қышқылдардың концентрацияланған ерітінділері битум құрамында азот оксидтері бар атмосферада аз тұрақты және әсер етеді. Битум органикалық еріткіштерде ериді. Битумға тән химиялық төзімділік пен үнемділікке байланысты битум материалдары бетон конструкциялары мен болат құбырларды химиялық қорғау үшін жақсырақ қолданылады (Evdokimov, 2010; Ganeeva, 2014).

Битумды байланыстырғыштар екі фракцияға бөлінеді: асфальтендер және мальтендер. Полярлық негізінде соңғысын қаныққандарға, ароматты көмірсутектерге, шайырларға бөлуге болады. Соңғы зерттеулер байланыстырушы заттардың химиялық құрамы, олардың фракциялары мен механикасы арасындағы байланыс туралы құнды түсініктер беру үшін мальтина мен асфальтендердің осы фракцияларын қарастырды (Eberhardsteiner et al., Citation 2015; Hofko et al., Citation 2016; Sakib et al., Citation 2020; Sultana & Bhasin, Citation 2014 Wang et al., Citation 2021). Бұл зерттеуде байланыстырушы заттардың құрылымдық өзгерістерімен байланысты химиялық, жылу қасиеттерін бағалауда тек асфальтендер, мальтендерге ерекше мән беру арқылы қарапайым фракциялау тәсілі қабылданды. Тұтқыр заттардың фракциялық құрамы бастапқы битум үшін сәйкесінше 15% асфальтендер, 85% мальтендер, полимерлі битум үшін 13% асфальтендер, 87% мальтендер болды. Дегенмен, жеке фракциялардың битумды байланыстырғыштардың құрылымдық өзгерістерімен байланысты жылу қасиеттеріне әсері жақсы зерттелмеген құбылыс (Hofko, 2018; Hunter, 2015; Kamkar, 2021; Lesueur, 2009).

Модификациялық технологиялар ретінде полимерлер мен сұйық қоспалардың пайда болуы және битумды байланыстырғыш заттардың химиясы мен морфологиясын түсінуге арналған кешенді зерттеулер соңғы онжылдықтардағы тротуар инженериясындағы маңызды жетістіктердің бірі болды (Adams, 2019; Lesueur, 2009; Lu, 2021). Соңғы зерттеулер олардың коллоидтық құрылымын мақсатты өзгертуге мүмкіндік беру үшін байланыстырушы заттардың эндогендік түрлеріне, фракцияларына нақты өзгерістер енгізуді қарастырды. Битумды байланыстырғыштар полярлығы мен мальтендер асфальтендерге ерігіштігінің айырмашылығына қарай жіктелген, құрамында молекулалардың көптігі бар жоғары химиялық күрделілігімен сипатталатын коллоидты дисперсті жүйелер ретінде қарастырылады (NASEM, 2017; Porot, 2020). Асфальтендер құрамында молекулалық салмағы 1000-нан 100 000 Da-ға дейінгі циклдардағы гетероатомдармен (O, S және N) n/e шеткергі алмастырғыштармен байланысты ең ауыр поликонденсацияланған нафтено-ароматты заттар бар (Masson, 2002; Mirwald, 2021; Porot, 2019).

Мұндай битумдар жол жамылғысының жоғарғы қабатын жасау үшін

қолданылатын асфальтобетон қоспаларын дайындау үшін қолданылады.

Европа мемлекеттерінде битумның техникалық қасиеттерін бағалау үшін шартты сипаттамалар қолданылады. Бұл сипаттамалар битум өндіретін, тұтынатын елдердің ұлттық стандарттарына енгізілген. Битумның белгілі бір жиынтыққа сәйкестігі және мұндай сипаттамалардың шамасы оның маркасын анықтайды (Porot, 2023; Radenberg, 2016; Sakib, 2020).

Битумның қасиеттері бір-бірімен тығыз байланысты. Қатты битумдардың жұмсарту температурасы жоғары, бірақ салыстырмалы созылу беріктігі төмен (әсіресе төмен температурада). Төмен жұмсарту нүктесі (жұмсақ) битумдарының икемділігі жоғары. Осылайша, мұнай-битуминозды жыныстардың құрамын, органикалық бөлікті алу механизмдерін зерттеу, битумдарды синтетикалық мұнайға өңдеу мұнай химиясы мен катализдің маңызды мәселелері болып табылады.

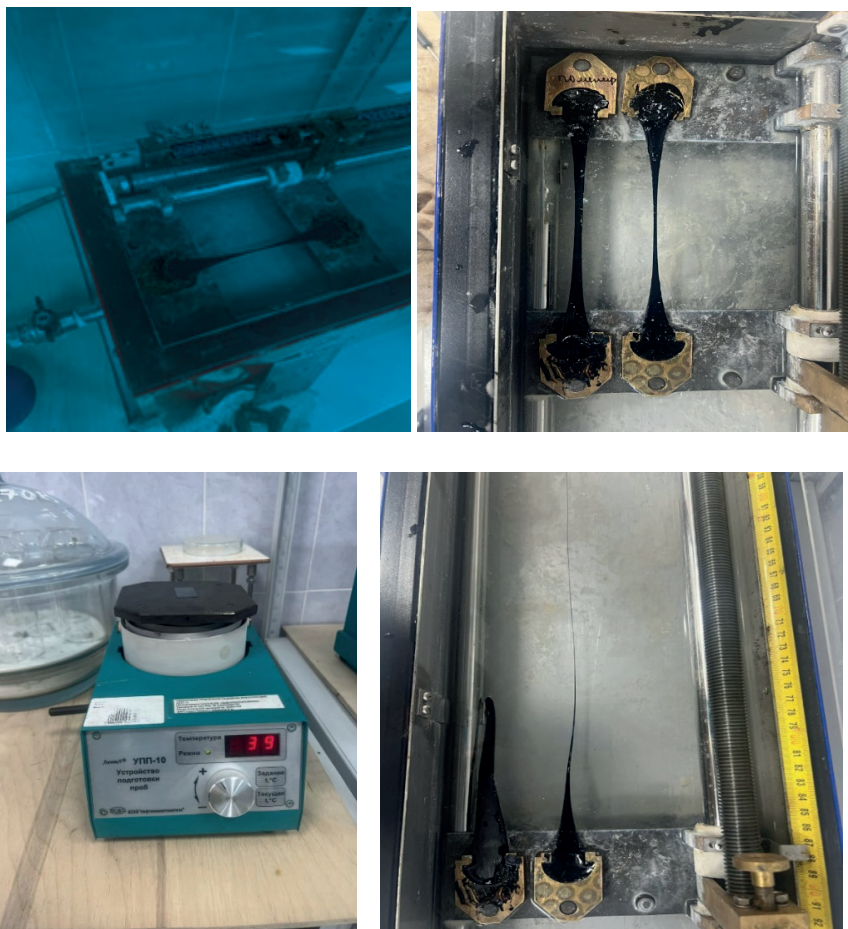
Жұмыстың мақсаты битумды байланыстырғыштардың физикалық қасиеттерін, олардың химиялық құрамына негізделген айырмашылықтарын анықтау болып табылады.

### Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмыстары Алматы қаласының «Жол активтерінің ұлттық сапа орталығында» жүргізілді. Бұл зерттеуде бір мұнай өңдеу зауытының екі байланыстырғыш материалы таңдалды, бірақ олардың асфальттау дәрежесі әртүрлі болды, олардың асфальт, мальтен фракциялары жауын-шашын арқылы бөлінді. Реологиялық талдауларды жүргізгеннен кейін байланыстырушы заттар мен олардың фракциялары жеке қарастырылды.

Зерттеудің жалпы бағыты битумды байланыстырғыштардың химиялық құрамының физикалық қасиеттерге ықтимал әсерін анықтау болды. Алдыңғы зерттеулерде әртүрлі химиялық фракциялар мен битумды байланыстырғыштардың реологиясы арасындағы байланыстарды зерттегенімен, фракциялар химиясының әртүрлі дәрежедегі байланыстырғыштардың жылу сыйымдылығы сияқты физикалық қасиеттеріне әсерін анықтау бойынша шектеулі зерттеулер жүргізілген (Wang, 2021; Sultana, 2014) 1-суретте байланыстырғыш заттардың реологиялық талдаулары көрсетілген.





Сурет 1 - Битумның реологиялық қасиеттерін анықтау

Осы зерттеуде битумның екі түрінің физикалық және химиялық қасиеттерін бағалау үшін бастапқы битум (70/100 маркалы) және полимерлі битум СБС маркалы деп белгіленген EN 12591 стандартына сәйкес 35/50 және 70/100 класындағы екі байланыстырғыш пайдаланылды. Олар бір мұнай өңдеу зауытынан шыққан, бірақ төсеу сапасы әртүрлі. Осы екі байланыстырғыштың әдеттегі физикалық қасиеттері, әсіресе ену мәні 25°C (аралық температуралар үшін, EN 1426), жұмсарту температурасы (жоғары температуралар үшін, EN 1427) және Fraass сыну нүктесі температурасы (төмен температурадағы крекинг үшін) қасиеттері сезімталдық, EN 12593) өлшенген және 1-кестеде келтірілген, полимерлі битумның бастапқы битумға қарағанда «қатты» екенін көрсетеді.

### Нәтижелер мен талдаулар

Зерттеу барысында полимерлі битум алу үшін СБС маркалы полимері қосылды.

Барлық қасиеттері жақсы нәтиже көрсеткенімен, сынғыштық температурасы үшін СБС маркалы полимерінің айтарлық өзгеріс енгізбейтіні белгілі болды.

Реологиялық нәтижелер төменнен жоғары температураға дейінгі реологиялық әрекетті шешу үшін байланыстырғыштарда жүргізілген әдеттегі физикалық өлшемдерге сәйкес болды.

Кесте 1 – Физико-химиялық сипаттама нәтижелері

Көрсеткіштері	Битум үлгісі	
	Бастапқы битум, мас.%,	Полимерлі битум, мас.%,
Пенетрация, 25°C-тағы көрсеткіші, мм	94	57
Сақина-шар әдісі, °C	45	75
Фраас әдісі бойынша сынғыштық температурасы, °C	-19	-18
Созылғыштық, см	100-ден жоғары	87,5
Битум маркасы	70/100	70/100

Екі жағдайда да температура бастапқы битум үшін 1,6°C және полимерлі битум үшін 1,9°C қаттылық пен  $m$ -мәні температуралары арасындағы айырмашылықпен үздіксіз қаттылық температурасымен қозғалды.

1-кестедегі нәтижелер Фраас сыну нүктесінің температурасына сәйкес келеді, тіпті соңғысы ескірген кондиционері жоқ түпнұсқа байланыстырғыштарда орындалған. Полимерлі битум төмен температурасын көрсетті.

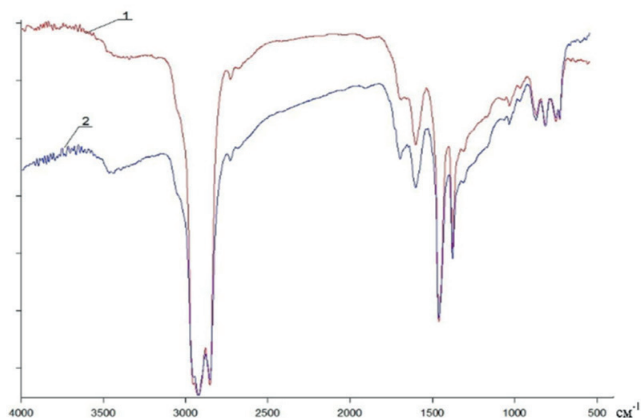
2-суретте бастапқы битум үшін байланыстырушы, оның фракциялары арасындағы салыстыру көрсетілген.



Сурет 2. Бастапқы және полимерлі битумның физико-химиялық сипаттамасы

Химиялық талдаулардың ауқымы инфрақызыл (ИК) спектрлерді бағалау арқылы байланыстырғыштар мен олардың фракцияларындағы функционалдық топтар туралы түсінік пен түсінікті қамтамасыз ету болды. Біріншіден, осы мақсатқа жету үшін байланыстырғыштарда іске қосылды. 3-суретте екі байланыстырғыш үшін де ИҚ спектрлері көрсетілген. Тек маңызды спектрлер көрсетілген бөлікте,  $3100\text{ см}^{-1}$  жоғары және  $2700$  және  $1800\text{ см}^{-1}$  аралығында, спектрлер айтарлықтай шындырды көрсетпеді.  $3000\text{ см}^{-1}$ -ден асатын аймақтағы толқын сандары ароматты

C–H созылуына тағайындалады, жолақтардың орны хош иісті заттардағы сақиналар санымен байланысты болады. Күтілгендей, ең жоғары сіңіру қарқындылығы  $2700$  және  $3100\text{ см}^{-1}$  аралығындағы аймақта байқалды. Сондай-ақ, инфрақызыл спектрлер айырмашылықтарының көріністерін жақсарту үшін  $1800$  және  $600\text{ см}^{-1}$  аралығында жұтылу үшін басқа шкаласы қолданылды. Екі спектр де дәл осы нүктеде дерлік бір-біріне сәйкес келеді және олар әртүрлі реологиялық қасиеттерді көрсетсе де, айтарлықтай айырмашылықты байқауға болмайды.



Сурет 3. Зерттелетін байланыстырғыш заттардың ИҚ спектрлері

Екінші кезеңде тұндырылған асфальттендер мен қалпына келтіруші мальтендері бар битумды фракцияларға талдаулар жүргізілді. Барлық инфрақызыл спектрлер бірдей шындрды көрсетті, бірақ бірдей сіңіру қарқындылығы міндетті емес. Асфальтен шындары спектрлер бойына біркелкі таралған, ал мальтендер әлі де  $2900\text{ см}^{-1}$  аймағында жоғары шындрды көрсетті. Сондай-ақ, мальтендер байланыстырғышты барлық дерлік жолақтарда қабаттастырады, алифаттық топтар (мысалы, метил, метилен және метин)  $3000$  мен  $2750\text{ см}^{-1}$  аралығындағы аймақта ең жоғары болып табылады. Шамамен  $2920$  және  $2850\text{ см}^{-1}$  жолақтары сәйкесінше метиленнің асимметриялық созылуына және метиленнің симметриялық созылуына тағайындалған. Бастапқы битум асфальттарымен (асфальтен-1) жолақтар байланыстырғышпен салыстырғанда алифаттық топтар үшін сіңіру қарқындылығы төменірек болды. Асфальтен қатты ұнтақ түрінде болғандықтан, төмен сіңіру деңгейі де біржақты болуы мүмкін. Дәл осындай құбылыс полимерлі битум және басқа жерлерде байқалды (Lu et al., Citation 2021).

Бұл нәтижелер битумның құрамын жақсырақ түсіну, сондай-ақ нарық сұранысын қанағаттандыру үшін қажетті сипаттамалармен және қажетті мөлшерде тазартылған өнімдерді шығару үшін ең жақсы жұмыс жағдайларын болжау арқылы мұнай өңдеу зауытының жұмысын жақсарту алады.

### Қорытынды

Зерттеу жұмыстары нәтижесінде Қазақстандағы битумның түрлерін аталған

әдістер арқылы мынадай физикалық-химиялық қасиеттерін анықтау мүмкіндігіне ие боламыз: жұмсару және сынғыштық температурасы, пенетрация, созылғыштық. Байланыстырғыш заттардың реологиялық талдауларға зерттеулер жүргізілді.

Полимер қосылған 70/100 маркалы битум бастапқыға қарағанда өте жақсы көрсеткіштер берді, бұл түрін қолдану арқылы үлкен температура диапазонында өз қасиеттерін сақтап тұратын төзімді әрі сапалы жол салуға ықпалын тигізеді.

Тұтқыр жол битумдарының пайдалану температурасында төзімділігі битумдардың стандартты сипаттамаларын полимер қосқанға дейінгі, кейінгі температураның сатылы төмендеуімен өзгерту арқылы анықталды. Полимерлі битумның әлдеқайда төзімді, әрі сапалы өнім көрсеткіштеріне ие екендігі байқалды.

Бұл зерттеу асфальт пен мальтендер битумды байланыстырғыш заттардың физикалық қасиеттеріне қосқан үлесін зерттегенімен, әр түрлі мұнай өңдеу зауыттарының байланыстырғыштарының химиясындағы айырмашылықтарды зерттеу үшін қосымша жұмыс қажет. Осы зерттеудің қазіргі нәтижелері олардың химиялық құрамынан негізделген байланыстырғыштардың физикалық қасиеттерінің айырмашылығын түсінуге бағытталған битумды байланыстырғыштар үшін жаңа аналитикалық тәсілді құрудың алғашқы қадамы ретінде пайдаланылуы мүмкін.

#### References

- Adams, J. J., Elwardany, M. D., Planche, J. P., Boysen, R. B., & Rovani, J. F. (2019). Diagnostic techniques for various asphalt refining and modification methods. *Energy & Fuels*, —33(4), —2680–2698. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b03738>
- Alisov, A., Riccardi, C., Schrader, J., Falchetto, A. C., & Wistuba, M. P. (2020). A novel method to characterise asphalt binder at high temperature. *Road Materials and Pavement Design*, —21(1), — 143–155. <https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1483258>
- Apostolidis, P., Elwardany, M. D., Porot, L., Vansteenkiste, S., & Chailleux, E. (2021). Glass transitions in bituminous binders. *Materials and Structures*, —54(3), —132. <https://doi.org/10.1617/s11527-021-01726-6>
- Branthaver, J., Petersen, J. C., Robertson, R. E., Duvall, J. J., Kim, S. S., Harnsberger, P. M., Mill, T., Barbour, E. K., Ensley, E. K., Barbour, F. A., & Scharbron, J. F. (1993). Binder characterization and evaluation. —2, Chemistry. (Report No. SHRP-A-368). Strategic Highway Research Program.
- Chailleux, E., Queffelec, C., Borghol, I., Farcas, F., Marceau, S., & Bujoli, B. (2021). Bitumen fractionation: Contribution of the individual fractions to the mechanical behavior of road binders. *Construction and Building Materials*, —271, —121528. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121528>
- Eberhardsteiner, L., Füssl, J., Hofko, B., Handle, F., Hospodka, M., Blab, R., & Grothe, H. (2015). Influence of asphaltene content on mechanical Bitumen behavior: Experimental investigation and micromechanical modeling. *Materials and Structures*, —48(10), —3099–3112. <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0383-7>
- Evdokimov, I. N., & Losev, A. P. (2010). Electrical conductivity and dielectric properties of solid asphaltenes. *Energy & Fuels*, —24(7), —3959–3969. <https://doi.org/10.1021/ef1001887>
- Ganeeva, Y. M., Yusupova, T. N., Romanov, G. V., & Bashkirtseva, N. Y. (2014). Phase composition of asphaltenes. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, —115(2), —1593–1600. <https://doi.org/10.1007/s10973-013-3442-3>
- Hofko, B., Eberhardsteiner, L., Füssl, J., Grothe, H., Handle, F., Hospodka, M., Grosseegger, D., Nahar, S. N., Schmets, A. J. M., & Scarpas, A. (2016). Impact of maltene and asphaltene fraction on mechanical behavior and microstructure of Bitumen. *Materials and Structures*, —49(3), —829–841. <https://doi.org/10.1617/s11527-015-0541-6>

- Hofko, B., Porot, L., Falchetto Cannone, A., Poulikakos, L., Huber, L., Lu, X., Mollenhauer, K., & Grothe, H. (2018). FTIR spectral analysis of bituminous binders: Reproducibility and impact of ageing temperature. *Materials and Structures*, —51(2), —45 <https://doi.org/10.1617/s11527-018-1170-7>
- Hunter, R., Self, A., & Read, J. (2015). *The shell Bitumen handbook* (6th ed.). Default Book Series.
- Kamkar, M., & Natale, G. (2021). A review on novel applications of asphaltenes: A valuable waste. *Fuel*, —285, —119272. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119272>
- Lesueur, D. (2009). The colloidal structure of Bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of Bitumen modification. *Advances in Colloid and Interface Science*, —145(1-2), —42–82. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2008.08.011>
- Lu, X., Soenen, H., Sjövall, P., & Pipintakos, G. (2021). Analysis of asphaltenes and maltenes before and after long-term aging of Bitumen. *Fuel*, —304, —121426. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121426>
- Masson, J. F., Polomark, G. M., & Collins, P. (2002). Time-Dependent microstructure of Bitumen and its fractions by modulated differential scanning calorimetry. *Energy & Fuels*, —16(2), —470–476. <https://doi.org/10.1021/ef010233r>
- Mirwald, J., Nura, D., & Hofko, B. (2022). Recommendations for handling Bitumen prior to FTIR spectroscopy. *Materials and Structures*, —55(2), —26. <https://doi.org/10.1617/s11527-022-01884-1>
- National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. (2017). *Relationship between chemical makeup of binders and engineering performance*. National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.17226/24850>
- Porot, L. (2019). Rheology and bituminous binder. A review of different analyses. RILEM 252-CMB Symposium 2018 RILEM Bookseries 20. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00476-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00476-7_9)
- Porot, L., Büchner, J., Steinder, M., Damen, S., Hofko, B., & Wistuba, M. P. (2020). Comparison of different DSR protocols to characterize asphalt binders. ISBM RILEM symposium Lyon —2020, RILEM Bookseries. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-46455-4>
- Porot, L., Mouillet, V., Margaritis, A., Haghshenas, H., Elwardany, M., & Apostolidis, P. (2023). Fourier-Transform infrared analysis and interpretation for Bituminous binders. *Road Materials and Pavement Design*, —24(2), —462–483. <https://doi.org/10.1080/14680629.2021.2020681>
- Radenberg, M., & Gehrke, M. (2016). Assessing Bitumen in the whole service-temperature-range with the dynamic shear rheometer. In 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Prague, Czech Republic.
- Sakib, N., Hajj, R., Hure, R., Alomari, A., & Bhasin, A. (2020). Examining the relationship between Bitumen polar fractions, rheological performance benchmarks, and tensile strength. *Journal of Materials in Civil Engineering*, —32(6), —04020143. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003197](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003197)
- semani, M., & Rabbani, A. R. (2020). Detailed FTIR spectroscopy characterization of crude oil extracted asphaltenes: Curve resolve of overlapping bands. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, —185, —106618. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106618>
- Smith, B. C. (1998). *Infrared spectral interpretation: A systematic approach*. CRC Press.
- Sultana, S., & Bhasin, A. (2014). Effect of chemical composition on rheology and mechanical properties of asphalt binder. *Construction and Building Materials*, —72, —293–300. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.022>
- Wang, Y., Zhao, K., Li, F., Gao, Q., & Lai, K. W. C. (2021). Asphaltenes in asphalt: Direct observation and evaluation of their impacts on asphalt properties. *Construction and Building Materials*, —271, —121862. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121862>
- Yasar, M., Akmaz, S., & Gurkaynak, M. A. (2007). Investigation of glass transition temperatures of turkish asphaltenes. *Fuel*, —86(12-13), —1737–1748. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.12.022>
- Zhang, Y., Takanohashi, T., Sato, S., Saito, I., & Tanaka, R. (2004). Observation of glass transition in asphaltenes. *Energy & Fuels*, —18(1), —283–284. <https://doi.org/10.1021/ef0301147>
- Vorobyov A.E., Tcharo H., Vorobyov K.A. Modern bitumen production. Technologies and equipment, —2018. —108 pp.
- Gureev, A.A., Bystrov N.V. Road bitumens - yesterday, today, tomorrow // Oil refining and petrochemistry. - 2013, 5, pp. 3-6.



CONTENTS

CHEMISTRY

- K.Sh. Akhmetova, B.K. Kenzhaliev, S.V. Gladyshev\*, N.K. Akhmadieva, L.M. Imangalieva**  
GLOBAL INNOVATIONS IN EXTRACTIVE METALLURGY OF TITANIUM.....5
- O.K. Beisenbayev, B.M. Smailov, S.A. Sakibayeva, A.B. Issa, A.Sh. Kydyralieva**  
PRODUCTION AND RESEARCH OF HIGH-STRENGTH STRUCTURED FERTILIZERS BASED ON TECHNOGENIC WASTE.....27
- A.S. Dautbayev, K.A. Kadirbekov, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina**  
APPLICATION OF ULTRAFLOCCULATION METHOD FOR PURIFICATION OF RECYCLING SOLUTIONS IN URANIUM MINING INDUSTRIES.....42
- B.I. Dikhanbaev, A.B. Dikhanbaev, K.T. Baubekov, S.B. Ybray**  
CREATION OF AN ENERGY-EFFICIENT UNIT FOR CLINKER PROCESSING AT ACHISAI MINE.....53
- N.B. Zhumadilda, N.G. Gemejiyeva, A.O. Sapieva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.A. Sultanova**  
LIPOPHILIC COMPONENTS OF HEDYSARUM SONGORICUM BONG. HERBS.....68
- B. Imangaliyeva, B. Dossanova, B. Torsykbayeva, I. Nurlybaev, N. Sultanov**  
SYNTHESIS OF GLYCYRRHIZIC ACID FROM THE ROOTS OF THE PLANT "RED LICORICE" AND THE STUDY OF CHEMICAL PROPERTIES.....83
- L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova, M.A. Kozhaisakova, Zh.R. Syrymova, A.A. Sultanayeva**  
THE PROSPECT OF USING POLYMER BITUMEN TO IMPROVE THE QUALITY AND SAFETY OF ROAD INFRASTRUCTURE.....101
- Zh.S. Kassymova, N.N. Berikbol, V.I. Markin, L.K. Orazzhanova, A.S. Seitkan**  
PRODUCTION OF SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE FROM PINE WOOD WASTE AND INVESTIGATION OF ITS PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES.....113
- B.K. Kenzhalyiev, A.K. Koizhanova, T. A. Chepushtanova, A.O. Mukangaliyeva, D.R. Magomedov**  
INNOVATIVE METHODS FOR PROCESSING COPPER ORES IN KAZAKHSTAN: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ENHANCING THE EFFICIENCY OF VALUABLE COMPONENT EXTRACTION.....124

<b>M.M. Mataev, A.M. Madiyarova, G.S. Patrin, M.R. Abdraimova, M.A. Nurbekova</b> SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF A NEW COMPLEX FERRITE.....	137
<b>N. Merkhatuly, A.N. Iskanderov, S.B. Abeuova, A.N. Iskanderov, S.K. Zhokizhanova, N.G. Atamkulova</b> INCLUSION OF AZULENE STRUCTURAL UNITS IN THE BASIS OF CONJUGATED POLYMERS: IMPROVEMENT OF PROTON SENSITIVITY AND FLUORESCENCE.....	147
<b>A.N. Nefedov, A.K. Akurpekova, A.T. Taikenova, S.A. Kurguzikova, D.K. Beisenbaev</b> DETERMINATION OF AMINE CONCENTRATION BY POTENTIOMETRIC AND CONDUCTOMETRIC TITRATION METHODS.....	160
<b>M. Toktarbek, G.A. Seitimova, G.Sh. Burasheva</b> OPTIMISATION METHOD FOR OBTAINING A BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM THE PLANT PETROSIMONIA BRACHIATA.....	175
<b>M.T. Turdiyev, B.K. Kasenov, A. Nukhuly, Zh.I. Sagintaeva, Sh.B. Kasenova, E.E. Kuanyshbekov, M. Stoev</b> SYNTHESIS AND RADIOGRAPHY OF NEW ZIRCON-MANGANITES OF LANTHANUM AND ALKALINE EARTH METALS AND CALCULATION OF THEIR THERMODYNAMIC PROPERTIES.....	186

## МАЗМҰНЫ

### ХИМИЯ

- К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева**  
 ТИТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНДАҒЫ ӘЛЕМДІК ИННОВАЦИЯЛАР.....5
- О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдыралиева**  
 ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕГІ ЖОҒАРЫ БЕРІКТІ ҚҰРЫЛЫМДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....27
- Ә.С. Дәулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилқасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек**  
 УРАН ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚАЙТАРЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУ ҮШІН УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИЯЛЫҚ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ.....42
- Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубеков, С.Б. Ыбрай**  
 АЩЫСАЙ КЕНІШНІҢ КЛИНКЕРІН ӨНДЕУ ҮШІН ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ҚОНДЫРҒЫНЫ ҚҰРУ.....53
- Н.Б. Жұмаділда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сәпиева, Ж.Ж. Қаржаубекова, Н.А. Сұлтанова**  
*HEDYSARUM SONGORICUM* BONG. ӨСІМДІГІНІҢ ЛИПОФИЛЬДІ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІ.....68
- Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсықбаева, И. Нурлыбаев, Н. Сұлтанов**  
 “ҚЫЗЫЛ МИЯ” ӨСІМДІГІНІҢ ТАМЫРЫНАН ГЛИЦИРРИЗИН ҚЫШҚЫЛЫН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....83
- Л.М. Калимолдина, С.О. Әбілқасова, М.А. Қожайсақова, Ж.Р. Сырымова, А.Ә. Сұлтанова**  
 ЖОЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ПОЛИМЕР БИТУМЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ.....101
- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берікбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейтқан**  
 ҚАРАҒАЙ АҒАШЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЩЕЛЛЮЛОЗА АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....113

- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.Ө. Мұқанғалиева, Д.Р. Магомедов**  
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МЫС КЕҢДЕРІН ӨҢДЕУДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӨДІСТЕРІ: ҚҰНДЫ КОМПОНЕНТТЕРДІ АЛУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУҒА КЕШЕНДІ КӨЗҚАРАС.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**  
ЖАҢА КҮРДЕЛІ ФЕРРИТТІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**  
ҚОСАРЛАНҒАН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ НЕГІЗІНЕ АЗУЛЕНДІК ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БІРЛІКТЕРДІ ҚОСУ: ПРОТОНҒА СЕЗІМТАЛДЫҚ ПЕН ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯНЫ ЖАҚСARTУ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайекенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**  
ПОТЕНЦИОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНДУКТОМЕТРИЯЛЫҚ ТИТРЛЕУ ӨДІСТЕРІМЕН АМИН КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ.....160
- М. Тоқтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**  
*PETROSIMONIA BRACHIATA* ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӨДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....175
- М.Т. Турдиев, Б.Қ. Қасенов, А. Нұхұлы, Ж.И. Сағынтаева, Ш.Б. Қасенова, Е.Е. Қуанышбеков, М. Стоев**  
ЖАҢА ЛАНТАН ЖӘНЕ СІЛТІЛІ-ЖЕР МЕТАЛДАРЫ ЦИРКОН МАНГАНИТТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ МЕН РЕНТГЕНОГРАФИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕСЕПТЕУ.....186

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<b>К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева</b> МИРОВЫЕ ИННОВАЦИИ ЭКСТРАКТИВНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ТИТАНА.....	5
<b>О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдыралиева</b> ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ.....	27
<b>А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ В УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННОСТЯХ.....	42
<b>Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубеков, С.Б. Ыбрай</b> СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КЛИНКЕРА РУДНИКА «АЧИСАЙ».....	53
<b>Н.Б. Жумадильда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сапиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова</b> ЛИПОФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТРАВЫ HEDYSARUM SONGORICUM BONG.....	68
<b>Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсыкбаева, И. Нурлыбаев, Н. Султанов</b> СИНТЕЗ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ КОРНЕЙ РАСТЕНИЯ «КРАСНАЯ СОЛОДКА» И ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....	83
<b>Л.М. Калимолдина, С.О. Абилкасова, М.А. Кожайсакова, Ж.Р. Сырымova, А.А. Султанаева</b> ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИТУМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	101

- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берикбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейткан**  
ПОЛУЧЕНИЕ НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....113
- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.О. Муқанғалиева, Д.Р. Магомедов**  
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ РУД В КАЗАХСТАНЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**  
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО СЛОЖНОГО ФЕРРИТА.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**  
ВКЛЮЧЕНИЕ АЗУЛЕНОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ В ОСНОВУ СОПРЯЖЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ: УЛУЧШЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайкенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АМИНОВ МЕТОДАМИ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО И КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ.....160
- М. Токтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**  
СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЯ *PETROSIMONIA BRASILIATA*.....175
- М.Т. Турдиев, Б.К. Касенов, А. Нухулы, Ж.И. Сагинтаева, Ш.Б. Касенова, Е.Е. Куанышбеков, М. Стоев**  
СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НОВЫХ ЦИРКОНО-МАНГАНИТОВ ЛАНТАНА И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И РАСЧЕТ ИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....186

## **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 30.09.2024.

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

13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.