

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы  
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
АО «Институт топлива, катализа и  
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

## N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,  
catalysis and electrochemistry»

**SERIES**  
**CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**  
**4 (453)**

**OCTOBER – DECEMBER 2022**

**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/arithv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

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)

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

### 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>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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)

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

#### **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, 2022

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)

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC  
OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

<https://doi.org/10.32014/2518-1491.132>

Volume 4, Number 453 (2022) 37-45

УДК 669.717

Sh.S. Islam<sup>1\*</sup>, Kh.S. Rafikova<sup>1</sup>, S.B. Ryspaeva<sup>1</sup>, A.Zh. Kerimkulova<sup>1</sup>,  
M.A. Kozhaisakova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: sh.islam@satbayev.university

EXTRACTION OF SULFUR COMPOUNDS FROM MOTOR  
FUEL WITH DEEP EUTECTIC SOLVENTS

**Abstract.** When burned in vehicles, organic sulfur compounds in motor fuels form SO<sub>x</sub>, leading to severe environmental pollution and widespread health problems. The desulfurization technology needed to produce very low sulfur petroleum fuels for road transport is unavailable. World environmental organizations are setting increasingly stringent sulfur standards, which means there is still some research on deep fuel oil desulfurization.

Deep eutectic solvents (DESs), which appeared at the beginning of this century, have become excellent extractants for the deep extractive desulfurization process due to their low cost, ease of synthesis, environmental friendliness, and good biodegradability. Studies have shown that deep eutectic solvents (DESs) are more efficient than traditional ionic liquids (ILs). Therefore, it is better to use deep eutectic solvents for desulfurization. Deep eutectic solvents (DESs) are two-component mixtures consisting mainly of a hydrogen bond donor (HBD) and a hydrogen bond acceptor (HBA). By simply mixing a HBA component (usually a quaternary ammonium salt or a metal salt) and a component HBD (various alcohols, amides, amines, or acids), a homogeneous solvent is formed with a lower melting point.

The parent components of deep eutectic solvents engage in a complex hydrogen bonding network which results in significant freezing point depression as compared to the parent compounds. The extent of freezing point depression observed in DESs is well illustrated by a mixture of choline chloride and urea in a 1:2 mole ratio.

**Key words:** deep eutectic solvents, extraction, sulphur compounds, motor fuel.

**Ш.С. Ислам<sup>1\*</sup>, Х.С. Рафиқова<sup>1</sup>, С.Б. Рыспаева<sup>1</sup>, А.Ж. Керимкулова<sup>1</sup>,  
М.А. Кожайсақова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Satbayev University, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Алматынський технологический университет, Алматы, Қазақстан.

E-mail: sh.islam@satbayev.university

## **МОТОР ОТЫНЫНАН КҮКІРТ ҚОСЫЛЫСТАРЫН ТЕРЕҢ ЭВТЕКТИКАЛЫҚ ЕРІТКІШТЕРМЕН БӨЛІП АЛУ**

**Аннотация.** Мұнай отындарының құрамындағы органикалық күкірт қосылыстары көліктерде жану кезінде SOx түзеді, бұл қоршаған ортаның қатты ластануына және денсаулыққа қатысты ауқымды мәселелерге алып келеді. Қазіргі таңда тас жол көліктеріне арналған өте төмен күкіртті мұнай отындарын алу үшін қажетті күкіртсіздендірудің технологиясы қолжетімсіз болып отыр. Әлемдік қоршаған ортаны қорғау ұйымдары күкірт құрамының барған сайын қатал стандарттарын белгілеу үстінде, бұл дегеніміз мұнай отынын терең күкіртсіздендіру бағытында әлі де біраз зеттеулер талап етілетіндігін көрсетеді.

XXI ғасыр басында пайда болған терең эвтектикалық еріткіштер (ТЭЕ) құны төмен, синтезі қарапайым, экологиялық таза және жақсы биологиялық ыдырағыштығының арқасында терең экстрактивтік күкіртсіздендіру процесі үшін тамаша экстракциялық агенттерге айналды. Зерттеулер көрсеткендей, терең эвтектикалық еріткіштер (ТЭЕ) дәстүрлі иондық сұйықтықтарға (ИС) қарағанда тиімдірек. Сондықтан күкіртсіздендіруде терең эвтектикалық еріткіштер жақсырақ.

Терең эвтектикалық еріткіштер (ТЭЕ) негізінен сутегі байланысының доноры (СБД) және сутегі байланысының акцепторынан (СБА) тұратын екі компонентті қоспалар. СБА компонентін жай араластыру арқылы (көбінесе төрттік аммоний тұзы немесе металл тұзы) және СБД бар құрамдас (әртүрлі спирттер, амидтер, аминдер немесе қышқылдар), әдетте балқу температурасы таза заттардың балқу нүктелерінен төменірек біртекті еріткіш түзіледі.

Терең эвтектикалық еріткіштердің негізгі компоненттері күрделі сутегі байланысы желісіне қатысады, бұл бастапқы қосылыстармен салыстырғанда қату нүктесінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. DES-де байқалатын қату температурасының төмендеуінің дәрежесі холин хлориді мен несепнәр қоспасының 1:2 моль қатынасында жақсы суреттелген.

**Түйін сөздер:** терең эвтектикалық еріткіштер, экстракция, күкірт қосылыстары, мотор отыны.

Ш.С. Ислам<sup>1\*</sup>, Х.С. Рафикова<sup>1</sup>, С.Б. Рыспаева<sup>1</sup>, А.Ж. Керимкулова<sup>1</sup>,  
М.А. Кожайсакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Satbayev University, Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан.

E-mail: sh.islam@satbayev.university

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ ИЗ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ГЛУБОКИМИ ЭВТЕКТИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

**Аннотация.** При сжигании в транспортных средствах органические соединения серы в моторном топливе образуют SO<sub>x</sub>, что приводит к серьезному загрязнению окружающей среды и широко распространенным проблемам со здоровьем. Технология десульфуризации, необходимая для производства нефтяного топлива с очень низким содержанием серы для автомобильного транспорта, недоступна. Мировые экологические организации устанавливают все более строгие стандарты содержания серы, что означает, что все еще проводятся некоторые исследования по глубокой десульфурации мазута.

Глубокие эвтектические растворители (ГЭР), появившиеся в начале этого столетия, стали отличными экстрагентами для процесса глубокой экстрактивной десульфуризации благодаря их низкой стоимости, простоте синтеза, экологичности и хорошей биоразлагаемости. Исследования показали, что глубокие эвтектические растворители (ГЭР) более эффективны, чем традиционные ионные жидкости (ИЖ). Поэтому для десульфуризации лучше использовать глубокие эвтектические растворители.

Глубокие эвтектические растворители (ГЭР) представляют собой двухкомпонентные смеси, состоящие в основном из донора водородной связи (ДВС) и акцептора водородной связи (АВС). Простым смешиванием компонента АВС (обычно четвертичной аммониевой соли или соли металла) и компонента ДВС (различных спиртов, амидов, аминов или кислот) образуется гомогенный растворитель с более низкой температурой плавления.

Исходные компоненты глубоких эвтектических растворителей образуют сложную сеть водородных связей, что приводит к значительному снижению температуры замерзания по сравнению с исходными соединениями. Степень понижения точки замерзания, наблюдаемая в DES, хорошо иллюстрируется смесью хлорида холина и мочевины в молярном соотношении 1:2.

**Ключевые слова:** глубокие эвтектические растворители, экстракция, соединения серы, моторное топливо.

**Introduction.** Sulfur contained in fuel leads to the release of sulfur oxide (SO<sub>x</sub>) when burning motor fuel. It is the most crucial contribution leading to acid rain, air pollution, and human diseases because the SO<sub>2</sub> interferes with the catalysts applied in vehicle exhaust treatment systems, resulting in the increased emissions of nitrogen



oxides (NO<sub>x</sub>) and total suspended solids (TSP). Hence, more and more countries have established rigid rules to lower the sulfur content. Sulfur content in diesel and gasoline has been slowly decreasing and is close to zero level for varieties of applications.

The combustion products of petrol fuels are water, nitrogen and carbon dioxide. However, sulfur is one of the main pollutants in diesel fuel. Incomplete combustion of fuel engines results in the emission of sulfur oxides (SO<sub>x</sub>), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), carbon monoxide, and hydrocarbons, which are the source of soot and fine particles in air pollution. These air pollutants are the main components causing cancer, heart damage, lung damage, and mental functioning problems (Al-Zahrani et al., 2015).

There is no doubt that sulfur compounds are amongst the most problematic components present in crude oil which has a direct influence on the performance of the distillation processes. Many methods were used to remove sulfur compounds in crude oil but none of them are able to eliminate them completely (Babich et al., 2003). In fact, sulfur content and the specific gravity of crude oil are the most important characteristics which effect the oil price market.

Aromatic organosulfur compounds mainly include thiophene and its derivatives which are more intractable than mercaptans and sulfides (aliphatic) compounds to desulfurize in crude oils (Zhang et al., 2004).

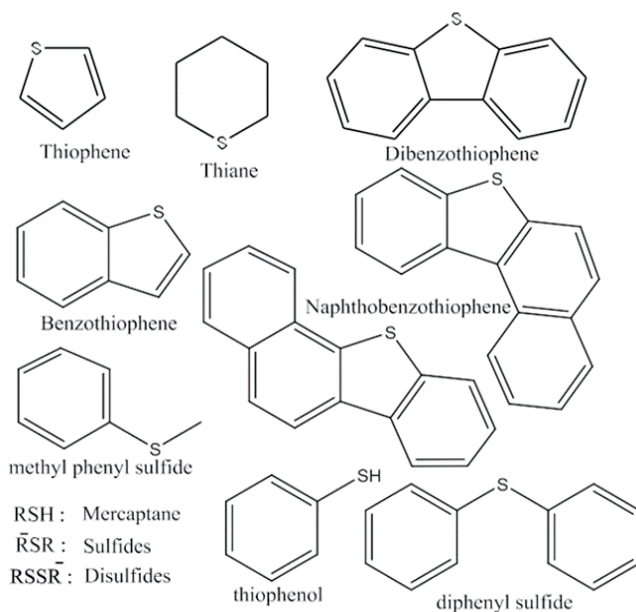


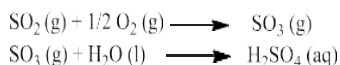
Figure 1: Chemical structure of some sulfur containing compounds found in crude oil [Otsuki et al., 2000].

Sulfur removal is essential during refining, because the liquid-phase is very corrosive at high temperature which is a significant issue in combustion engines (Hugheya et al., 2010). In addition, sulfur compounds are an issue during the refinery processes as well as during storage, transportation and separation (El-Nady et al., 2012).



Formation of sulfur species are clearly a major issue in air pollution, airborne particulate emissions and endangering public health. Therefore, the removal of sulfur compounds from diesel down to ultra-low ppm levels is of major importance [Srivastava et al., 2012]. The most important purpose for eliminating sulfur content from oil is to reduce SO<sub>2</sub> emissions producing upon combustion, which cause acid rain (Li et al., 2009).

DESSs, as ILs analogues, have emerged at the beginning of this century. In general,



Various toxic and irritating fumes result from the decomposition of aromatic S-compounds on heating (Duissenov et al., 2013). In addition, thiophenic compounds are notorious as a poison for catalysts which are used to make oil-based products (Doctor et al., 2006).

Owing to the lower reactivity of sulfur compounds in diesel oil with the removable active catalyst, they are difficult to desulfurize. Moreover, sulfur compounds tend to deactivate the performance of some catalysts used in refinery processes by blocking catalyst active sites decreasing adsorption and slowing reaction [De-Souzaa et al., 2009]. The allowable concentration of sulfur in diesel and gasoline fuel in vehicle exhaust emission was lowered to 10 ppm in 2014 (Table 1) (McKinley et al., 2009).

Table 1: Sulfur content in diesel and gasoline fuel according to the European standard requirements.

| Standard | The time of standard beginning to work | Sulfur content (ppm) |               |
|----------|--|----------------------|---------------|
|          |  | Diesel fuel          | Gasoline fuel |
| Euro 1   | 1994 (October)                         | 2000                 | 1000          |
| Euro 2   | 1999 (October)                         | 500                  | 500           |
| Euro 3   | 2000 (January)                         | 350                  | 150           |
| Euro 4   | 2005 (January)                         | 50                   | 50            |
| Euro 5   | 2009 (January)                         | 10                   | 10            |
| Euro 6   | 2014 (September)                       | 10                   | 10            |

Separation of a solute from a liquid phase can occur through;

- evaporation (for a volatile solute)
- precipitation for solutes with low solubility
- adsorption on a solid substrate
- or liquid-liquid extraction with an immiscible solvent.

The first two options are not suitable for the extraction of sulfur-containing compounds from oil and this project will focus on liquid-liquid extraction. For the extraction of solutes from oil, a polar solvent is required but water is an unsuitable choice because it impedes combustion in fuels and causes corrosion in lubricants. Ionic liquids have the advantage that they can be made immiscible with hydrocarbons but they can also show significant solubility for heterocyclic compounds (Eßer et al., 2009).

The aim of this chapter is to extract thiophene compounds (Th, BT, and DBT)

from diesel and determine their partition coefficient ( $K_p$ ) using different types DESs. Initially, n-decane will be used as a model hydrocarbon to simplify the chemistry. While a few studies have used DESs to extract thiophene compounds, nothing is known about the thermodynamics of extraction and therefore it is impossible to predict which DESs are optimal for the extraction process. This study will use classical equilibrium thermodynamics to determine the effect of the hydrogen bond donor on extraction efficiency (Li et al., 2009).

The first task for the extraction was to develop an analytical method that was capable of accurately determining the number of thiophene species in the oil phase following extraction. Two techniques were chosen from the literature. These were gas chromatography-pulsed flame ionization detection (GC-FID) and UV-Vis spectroscopy.

Compared to other methods, GC-FID showed high sensitivity, good reliability, and a wide dynamic range compared to other techniques. GC-FID chromatograms provide a distribution modality of hydrocarbons in crude oils and gives a fingerprint of the major oil components. In the FID detector, the gas sample is passed into a hydrogen flame for combustion. The hydrocarbon concentration in the sample gas will affect the rate of ionization which in turn is directly proportional to the current. An electrical signal is produced when the ions are collected and this is used as a measure of the analytic concentration (Zhang et al., 2009).

Principally, EDS depends upon the different partitioning of sulfur compounds between the organic phase and the extractant phase. Extractive desulfurization (EDS) does have some advantages in that it is simple and can be carried out at moderate conditions (low pressure and temperature), without using a catalyst or hydrogen gas. Secondly, EDS does not make any change to the structure of the chemical compounds in the fuel oils and S- compounds can be re-employed as raw materials as showed in Figure 2 (Gao et al., 2009).

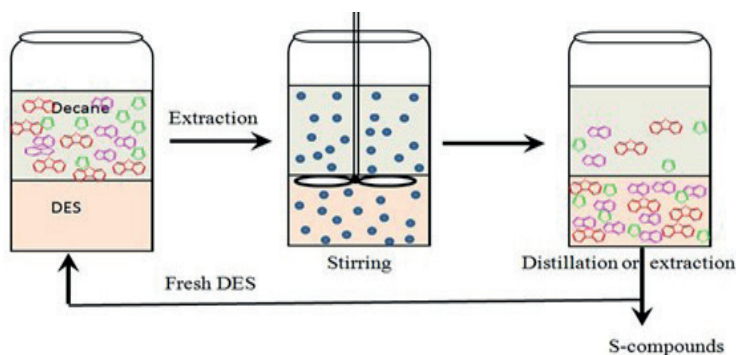


Figure 2: Extractive desulfurization.

The selectivity of an extractive solvent is an important factor in EDS design as it controls efficiency, reusability, and recyclability. The difficulty with the technique is regenerating the extractive solvent (Jeon et al., 2009).

**Research materials and methods.** DESs preparation method. For example, the

DESs will be used choline salts as the hydrogen-bond acceptor (HBAs) and a range of hydrogen-bond donors (HBD)s. The hydrogen bond donor (HBD) and salt are mixed with respect to the specified HBD: salt molar ratio at a particular mixing speed and temperature until a clear homogeneous liquid phase was produced. As DESs should be prepared by mixing betaine with ethylene glycol, glycerol, and propylene glycol in 1:1, 1:2, and 1:3 molar ratios. Then, the mixtures will be stirred in a flask and placed on a hot plate magnetic stirrer at 80 °C and 500 rpm for at least 3 hours until a colorless homogeneous liquid will be formed. The same procedure should be employed to synthesize other new types of DESs.

**Extraction of organosulfur species by DESs.** Initial studies can be carried out using both GC-FID and UV-vis spectroscopy. At least six calibration curves should be made using thiophene (Th), benzothiophene (BT), and dibenzothiophene (DBT) separately in heptane, decane, and toluene in different concentrations.

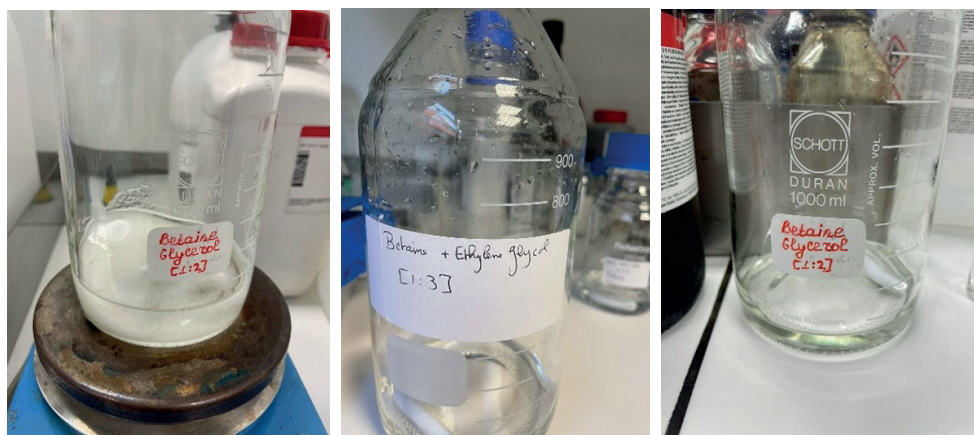


Figure 2: Example of synthesized DESs.

**Optimization of the T, BT, DBT extraction and ( $K_p$ ) determination.** A partition-coefficient ( $K_p$ ) or sometimes called distribution-coefficient ( $K_D$ ) is defined as the ratio of concentrations of a compound (S- compound) in a mixture of two immiscible phases at equilibrium. It is an important parameter for an extractive desulfurization process, and the higher the partition coefficient is, the better the desulfurization performance of an extractant.

In a work the corresponding partition coefficient of organosulfur species between oil and DES will be derived and should be defined according to the following equation:

$$\frac{\text{Sulfur species \%}}{C_o} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \quad (1)$$

where,  $C_o$  is the initial concentration of T, BT, DBT or and their analogues in model fuel, and  $C_e$  is the concentration of remaining S-containing compounds in the oil phase after the reaction began for a certain amount of time.

**Conclusion.** DESs research is booming, and novel areas for applications are being explored. One of these is the use of DES as an extraction solvent in petrochemistry. Considering the advantage of DESs as highly selective solvents, the major area of application is the targeted analysis of certain compounds. After several comparative studies, it has been proven that DES is superior to other solvents in many aspects, including non-toxicity and the possibility of synthesis at a low price. However, there is still a long way to go before DESs might eventually replace the classical organic extraction solvents used in preanalytic steps.

**Acknowledgements.** *The research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No: IRN AP08857516).*

#### **Information about the authors:**

**Islam Sholpan** – Master of technical sciences, Assistant of the Department of Chemical and Biochemical Engineering of Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, sh.islam@satbayev.university ; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1672-5877>;

**Rafikova Khadichakhan** – PhD in Petrochemistry, Associate professor of the Department of Chemical and Biochemical Engineering of Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, kh.rafikova@satbayev.university ; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8028-2244>;

**Ryspaeva Salimat** – Master of natural sciences, Doctoral student of the Department of Chemical and Biochemical Engineering of Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, ryspaeva95@inbox.ru ; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2607-6607>;

**Kerimkulova Aigul** – Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor of the Department of Chemical and Biochemical Engineering of Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, kerimkulova07@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4167-8921>;

**Kozhaisakova Madina** – Master of technical sciences, Senior Lecturer of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology of Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, madina.koj@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4414-3287>.

#### **REFERENCES:**

C.A. Hugheya, R.P. Rodgersa, A.G. Marshalla, K. Qianc and W.K. Robbinsc, *Organic Geochemistry* 2002, 33, 743–759. United States Pat., 0025301 A1, 2010.

D. Duissenov, *Production and Processing of Sour Crude and Natural Gas.*, Nerway University, 2013. I. Al-Zahrani, M. H. A. Mohammed, C. Basheer, M. N. Siddiqu and A. Al-Arfaj, *Journal of Chemistry*, 2015, 2015, 1-5.

H.V. Doctor and H.D. Mustafa, *Advances in Energy Research* 2006, 330-335. United State Pat., 0024399A1, 2016.

S. Zhang, Q. Zhang and Z.C. Zhang, *Industrial and Engineering Chemistry Research* 2004, 43, 614-622.

H.J. Jeon, C.H. Ko, S.H. Kim and J.N. Kim., *Energy Fuels*, 2009, 23, 2537- 2543.

H. Gao, Y. Li, Y. Wu, M. Luo, Q. Li, J. Xing and H. Liu, *Energy & Fuels*, 2009, 23, 2691.

- H. Li, X. Jiang, W. Zhu, J. Lu, H. Shu and Y. Yan, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2009, 48, 9034–9039.
- J. Zhang, W. Zhu, H. Li, W. Jiang, Y. Jiang, W. Huang and Y. Yan, *Green Chemistry*, 2009, 11, 1801–1807.
- J. Eber, P. Wasserscher and A. Jess, *Green Chemistry* 2004, 6, 316–322.
- K.K. Sarda, A. Bhandari, K.K. Pant and S. Jain, *Fuel*, 2012, 93, 86–91.
- M.M. El-Nadya, A.Y. El-Naggarb, S.A. Faramawya and A.A. Salema, *Energy Sources*, 2012, 34, 2243–2252
- M. Lia, T.-G. Wanga, B.R. Simoneitb, S. Shia, L. Zhanga and L. Yanga, *Journal of Chromatography*, 2012, 1233, 126–136.
- S.G. McKinley and R.J. Angelici, *Chemical Communications*, 2003, 2620–2621.
- S. Otsuki, T. Nonaka, N. Takashima, W. Qian, A. Ishihara, T. Imai and T. Kabe, *Energy & Fuels* 2000, 14, 1232–1239.
- V. Babich and J.A. Moulijn, *Fuel*, 2003, 82 607–631.
- V.C. Srivastava, *RSC Advances*, 2012, 2, 759.
- X. Ma, K. Sakanishi and I. Mochida, *Industrial & Engineering Chemistry Research* 1994, 33, 218–222.
- W.F. de-Souzaa, I.R. Guimarãesb, M.C. Guerreirob and L.C.A. Oliveirab, *Applied Catalysis A* 2009, 360, 205–209.

## МАЗМҰНЫ

|  |    |
|--|----|
| <p><b>К.Т. Бисембаева, А.С. Хадиева, Е.Н. Маммалов, Г.С. Сабырбаева, Б.М. Нуранбаева</b><br/>         КҮРДЕЛІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ПОЛИМЕРЛІК ЕРІТІНДІМЕН МҰНАЙДЫ ЫҒЫСТЫРУ ҮДЕРІСІНІҢ ЗЕРТТЕЛУІ.....</p> | 5  |
| <p><b>Б. Жақып, Б. Аскапова, А. Бақыт, К. Мусабеков</b><br/>         ҚАЗАҚСТАН МОНТМОРИЛЛОНИТ НЕГІЗІНДЕ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ БИОНАНОКОМПОЗИТТЕРДІ АЛУ.....</p>   | 14 |
| <p><b>М. Жумабек, С.А. Тунгатарова, Г.Н. Кауменова, А. Манабаева, С.О. Котов</b><br/>         ТАБИҒИ ГАЗДЫ КОМПОЗИТТИ Ni-Co-Zr КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ПАРЦИАЛДЫ ТОТЫҚТЫРУ.....</p>                           | 26 |
| <p><b>Ш.С. Ислам, Х.С. Рафиқова, С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керімқұлова, М.А. Кожайсақова</b><br/>         МОТОР ОТЫНЫНАН КҮКІРТ ҚОСЫЛЫСТАРЫН ТЕРЕҢ ЭВТЕКТИКАЛЫҚ ЕРІТКІШТЕРМЕН БӨЛІП АЛУ.....</p>               | 37 |
| <p><b>Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, Ж.К. Шұханова</b><br/>         ШИНА РЕГЕНЕРАТЫ ӨНДІРІСІНДЕ МАЙ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ІЛЕСПЕ ӨНІМДЕРІН ПАЙДАЛАНУ.....</p>                  | 46 |
| <p><b>Ж. Касенова, С. Кожабеков, Ә. Жубанов, А. Ғалымжан</b><br/>         АЛКИЛ ФУМАРАТТАР МЕН ОКТАДЕЦЕН-1-НІҢ СОПОЛИМЕРЛЕРІН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....</p>  | 58 |
| <p><b>Р.М. Қудайбергенова, Н.С. Мурзакасымова, С.М. Кантарбаева, Д.Т. Алтынбекова, Г.К. Сугурбекова</b><br/>         ГРАФЕН, ГО, ТГО РАМАНДЫҚ СПЕКТРОСКОПИЯСЫ.....</p>                                   | 69 |
| <p><b>А. Қадырбаева, Д. Уразкелдиева, Р. Тәңірбергенов, Г. Шаймерденова</b><br/>         ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ «ТАСТЫ ТҰЗ» КЕН ОРНЫНДАҒЫ ТЕХНИКАЛЫҚ НАТРИЙ ХЛОРИДІН ТАЗАЛАУ.....</p>               | 80 |
| <p><b>Ж.Н. Қорғанбеков, А.А. Өтебаев, Р.М. Мухамедов</b><br/>         «ТОПЫРАҚ-ӨСІМДІК» ЖҮЙЕСІНДЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ЖИНАЛУЫ ЖӘНЕ ТАРАЛУЫ.....</p>   | 88 |
| <p><b>К.М. Маханбетова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, Е.Ж. Габдуллина, М. Ілиясқызы</b><br/>         ЕШКІ СҮТІ – БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОЛЫҚҚҰНДЫ ШИКІЗАТ.....</p>  | 96 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Б.Ж. Мулдабекова, А.М. Токтарова, Р.А. Изтелиева, М.Б. Атыханова,<br/>А. А. Сейдімханова</b><br>КОМПОЗИТТІК ҰНДАРДЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН<br>БАҚЫЛАУ.....                         | 107 |
| <b>Н.С. Мурзакасымова, М.А. Гавриленко, Н.А. Бектенов,<br/>Р.М. Кудайбергенова, Г.А. Сейтбекова</b><br>МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН КӨМІРДЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ<br>СОРБИЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....            | 118 |
| <b>А.А. Өтебаев, Ж.Н. Қорғанбеков, Р.М. Мухамедов</b><br>КӨКӨНІС ДАҚЫЛДАРЫНДАҒЫ АУЫР МЕТЕЛДАРДЫ<br>БИОТЕСТІЛЕУ.....  | 126 |
| <b>Ж.А. Сайлау, Н.Ж. Алмас, Қ. Тоштай, А.А. Алдонгаров</b><br>TiO <sub>2</sub> КАТАЛИТИКАЛЫҚ БЕТІ АРҚЫЛЫ БИООТЫННАН ГЛИЦЕРОЛДЫ<br>АДСОРБИЦИЯЛАУ ПРОЦЕССИН ТЕОРИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА ЗЕРТТЕУ..... | 136 |



СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>К.Т. Бисембаева, А.С. Хадиева, Е.Н. Маммалов, Г.С. Сабырбаева, Б.М. Нуранбаева</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ПОЛИМЕРНЫМИ РАСТВОРАМИ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....      | 5  |
| <b>Б. Жақып, Б. Аскапова, А. Бақыт, К. Мусабеков</b><br>РАЗРАБОТКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ БИОНАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ КАЗАХСТАНСКОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА.....  | 14 |
| <b>М. Жумабек, С.А. Тунгатарова, Г.Н. Кауменова, А. Манабаева, С.О. Котов</b><br>Ni-Co-Zr КОМПОЗИТНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.....                                    | 26 |
| <b>Ш.С. Ислам, Х.С. Рафикова, С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керимкулова, М.А. Кожайсакова</b><br>ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ ИЗ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ГЛУБОКИМИ ЭВТЕКТИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ.....               | 37 |
| <b>Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, Ж.К. Шуханова</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ ПРОДУКТОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШИННОГО РЕГЕНЕРАТА..... | 46 |
| <b>Ж. Касенова, С. Кожабеков, Э. Жубанов, А. Галымжан</b><br>СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГРЕБНЕОБРАЗНЫХ СОПОЛИМЕРОВ АЛКИЛ ФУМАРАТОВ С ОКТАДЕЦЕНОМ-1.....  | 58 |
| <b>Р.М. Кудайбергенова, Н.С. Мурзакасымова, С.М. Кантарбаева, Д.Т. Алтынбекова, Г.К. Сугурбекова</b><br>РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГРАФЕНА, ГО, ВГО.....   | 69 |
| <b>А. Кадырбаева, Д. Уразкелдиева, Р. Танирбергенов, Г. Шаймерденова</b><br>ОЧИСТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ХЛОРИДА НАТРИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТАСТЫ ТҮЗ» РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....                               | 80 |
| <b>Ж.Н. Курганбеков, А.А. Утебаев, Р.С. Мухамедов</b><br>НАКОПЛЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ».....  | 88 |

- К.М. Маханбетова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, Е.Ж. Габдуллина,  
М. Илияскызы**  
КОЗЬЕ МОЛОКО – ПОЛНОЦЕННОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ.....96
- Б.Ж. Мулдабекова, А.М. Токтарова, Р.А. Изтелиева, М.Б. Атыханова,  
А.А. Сейдімханова**  
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОМПОЗИТНОЙ МУКИ.....107
- Н.С. Мурзакасымова, М.А. Гавриленко, Н.А. Бектенов,  
Р.М. Кудайбергенова, Г.А. Сейтбекова**  
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
НА МОДИФИЦИРОВАННОМ УГЛЕ.....118
- А.А.Утебаев, Ж.Н.Курганбеков, Р.С.Мухамедов**  
БИОТЕСТИРОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОВОЩНЫХ  
КУЛЬТУРАХ.....126
- Ж.А. Сайлау, Н.Ж. Алмасов, К. Тоштай, А.А. Алдонгаров**  
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ГЛИЦЕРИНА  
ИЗ БИОТОПЛИВА ЧЕРЕЗ КАТАЛИТИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ  $TiO_2$ .....136

CONTENTS

**K. Bissembayeva, A. Khadiyeva, E. Mamalov, G. Sabyrbayeva, B. Nuranbayeva**  
RESEARCH OF THE PROCESS OF OIL DISPLACEMENT BY POLYMER  
SOLUTION IN COMPLICATED GEOLOGICAL CONDITIONS.....5

**B. Zhakyp, B. Askapova, A. Bakyt, K. Musabekov**  
DEVELOPMENT OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE BIONANOCOMPOSITES  
BASED ON KAZAKHSTAN MONTMORILLONITE.....14

**M. Zhumabek, S.A. Tungatarova, G.N. Kaumenova, A. Manabayeva, S.O. Kotov**  
Ni-Co-Zr COMPOSITE CATALYSTS FOR PARTIAL OXIDATION  
OF NATURAL GAS.....26

**Sh.S. Islam, Kh.S. Rafikova, S.B. Ryspaeva, A.Zh. Kerimkulova,  
M.A. Kozhaisakova**  
EXTRACTION OF SULFUR COMPOUNDS FROM MOTOR FUEL WITH  
DEEP EUTECTIC SOLVENTS.....37

**G.N. Kalamatayeva, G.F. Sagitova, S.A. Sakibayeva, D.D. Asylbekova,  
Zh.K. Shukhanova**  
THE USE OF RELATED PRODUCTS OF THE FAT AND OIL INDUSTRY  
IN THE PRODUCTION OF TIRE REGENERATE.....46

**Zh. Kassenova, S. Kozhabekov, A. Zhubanov, A. Galymzhan**  
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF COMB-LIKE ALKYL  
FUMARATE – OCTADECEN-1 COPOLYMERS.....58

**R. Kudaibergenova, N. Murzakassymova, S. Kantarbaeva, D. Altynbekova,  
G. Sugurbekova**  
RAMAN SPECTROSCOPY OF GRAPHENE, GO, RGO.....69

**A. Kadirbayeva, D. Urazkeldiyeva, R. Tanirbergenov, G. Shaimerdenova**  
PURIFICATION OF TECHNICAL SODIUM CHLORIDE FROM THE TASTY  
TUZ DEPOSIT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....80

**ZH.N. Kurganbekov, A.A. Utebaev, R.S. Muhamedov**  
ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE  
SOIL-PLANT SYSTEM.....88

**K.M. Makhanbetova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova,  
E.Zh. Gabdullina, M. Iliyaskyzy**  
GOAT'S MILK – WHOLE BIOLOGICAL RAW MATERIAL.....96

**B. Muldabekova, A. Toktarova, R. Iztelieva, M. Atykhanova, A. Seidimkhanova**  
QUALITY AND SAFETY CONTROL OF COMPOSITE FLOUR.....107

**N.S. Murzakassymova, M.A. Gavrilenko, N.A. Bektenov, R.M.Kudaibergenova,  
G.A. Seitbekova<sup>1</sup>**  
INVESTIGATION OF THE SORPTION OF HEAVY METALS  
ON MODIFIED COAL.....118

**A.A. Utebaev, Zh.N. Kurganbekov, R.S. Muhamedov**  
BIOTESTING OF HEAVY METALS IN VEGETABLE CROPS.....126

**Zh.A. Sailau, N.Zh. Almas, K. Toshtay, A.A. Aldongarov**  
THEORETICAL STUDY OF THE GLYCEROL ADSORPTION FROM  
THE BIOFUEL OVER TiO<sub>2</sub> CATALYTIC SURFACE.....136

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

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

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*  
Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәлікқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 05.12.2022.

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

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.