

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**

**5-6 (449)**

**SEPTEMBER – DECEMBER 2021**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

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

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

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

### **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 Мыңжасарұлы** (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 6 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/arhiv>

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

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

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 Владимир 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

**ТЕЛЫТАЕВ 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 углекислотной химии (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: 6 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/arhiv>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

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

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: 6 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, 2021

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

ISSN 2224-5286

Volume 5-6, Number 449 (2021), 6-13

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.70>

УДК 665.63-404; 665.631.64

**Акурпекова А.К. \*, Нефедов А.Н., Дәлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абилямагжанов А.З.**

АО Институт топлива, катализа и электрохимии им.Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан.

E-mail: a.akurpekova@ifce.kz

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА  
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ**

**Аннотация.** Одним из лучших методов очистки природного газа от агрессивных компонентов, в частности от сероводорода является абсорбционный метод с использованием аминовых растворов. Процессы очистки газа физическими абсорбентами имеют ряд преимуществ относительно процессов, основанных на применении растворов этаноламинов. Они состоят в том, что физические абсорбенты позволяют извлечь из газа одновременно с  $H_2S$  и  $CO_2$  сероорганические примеси - меркаптаны, сероокись углерода, сероуглерод, а в ряде случаев и осушить газ.

Как известно, этаноламины (метилдиэтанолламин МДЭА) подвержены деградации в реакциях с кислородом по нескольким направлениям. В работе проведено исследование влияния температуры и времени выдержки 40% МДЭА на вид ИК-спектров. По данным ИК-спектров полоса, наблюдаемая при  $3369\text{ см}^{-1}$  отнесена к валентным колебаниям гидроксильных групп МДЭА. Полосы, обусловленные колебаниями  $\nu(C-H)$  обнаружены в областях  $888 - 2950\text{ см}^{-1}$ . Полосы  $2103, 1945, 1890\text{ см}^{-1}$  попадают в область валентных колебаний  $NH_3^+, NH_2^+, NH^+$  групп.  $1252, 1081\text{ см}^{-1}$  полосы относятся к валентным колебаниям групп  $-C-N$ . Температурные исследования выполнялись при нагревании растворов 40% МДЭА в сосудах из нержавеющей стали при давлении 3 атм. Изменение в ИК-спектрах растворов и исходного МДЭА могут быть связаны с изменениями частот колебаний групп  $C-OH$  и  $C-N$ , которые в свою очередь обусловлены взаимодействием МДЭА и воды. Показано, что 40% раствор МДЭА сохраняет устойчивость в диапазоне температур  $70-130^\circ\text{C}$ , что обуславливает адекватность их применения в целях аминовой очистки от сероводорода и двуокиси углерода.

**Ключевые слова:** Метилдиэтанолламин, коррозия, нефтеперерабатывающий завод, диоксид углерода, сероводород, очистка газа.

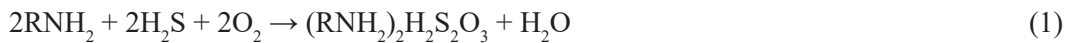
**Введение.** Сероводород, соединения меркаптановой серы и углекислый газ являются наиболее распространенными «загрязнителями» углеводородного сырья. Ввиду их высокого коррозионного воздействия на выполненные из углеродистой стали оборудование и трубопроводы, эти соединения должны быть удалены из сырьевого потока, если их концентрация превышает допустимую. На большинстве нефтеперерабатывающих заводов при очистке сероводородсодержащих газов различных вторичных процессов (в частности, гидроочистки, гидрокрекинга, коксования и др.) наибольшее распространение получил метод абсорбционной очистки с использованием водных растворов различных алканоламинов.

Ведущее место в мировой практике в области очистки природного газа от кислых компонентов занимают аминовые процессы. Они применяются для очистки природного газа уже несколько десятилетий, но до настоящего времени остаются основными - примерно 70% от общего числа установок.

**Материалы.** В потоках углеводородных газов, образующихся при переработке нефти, а также в природных газах и попутных газах нефтяных месторождений могут присутствовать такие соединения, как сероводород и углекислота, которые необходимо удалять в целях снижения коррозионной активности газовых сред. Наиболее широко применяемыми являются абсорбционные методы очистки углеводородных газов от  $H_2S$  и  $CO_2$ , в которых используются химические и физические абсорбенты и их комбинации. Из хемосорбентов наиболее широко применяются алканоламины. [1-4]. Наиболее

известными алканаминами, используемыми в процессах очистки газа от  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$ , являются: моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА). Очистка производится водными растворами этих абсорбентов. Концентрация амина в растворе может изменяться в широких пределах. Ее выбирают на основании опыта работы. При этом обычно концентрация амина в растворе составляет 15-20% для МЭА, 20-30% для ДЭА и 35-50% для МДЭА для селективного удаления  $\text{H}_2\text{S}$  в присутствии  $\text{CO}_2$ .

Существенными недостатками МЭА являются его относительно высокая реакционная способность по отношению к органическим соединениям серы, содержащимся в газе, и высокая коррозионная активность его растворов. Кроме этого, отмечено, что реакция МЭА с  $\text{H}_2\text{S}$  может протекать в присутствии следов кислорода с образованием не регенерируемого соединения тиосульфата этаноламина [5-8]:



Кроме этого, если в очищаемом газе присутствует  $\text{CS}_2$ , то реакция с сероуглеродом идет с образованием трудно регенерируемого соединения:



МЭА сравнительно легко окисляется сначала с образованием  $\alpha$ -аминоальдегида, затем глицина, гликолевой, щавелевой и, наконец, муравьиной кислот. Эти кислоты также приводят к коррозии с образованием нерастворимых соединений железа.

Предельно допустимая поглотительная способность абсорбента ограничивается как нормами допустимой коррозии аппаратуры, так и предельно допустимой теплотой хемосорбции. Коррозионные ограничения на концентрацию первичных аминов в растворе составляют 0,5 моль/л, вторичных аминов – 0,85 моль/л. Наконец, теплота реакции кислых газов с первичными аминами на 25% выше, чем со вторичными, что определяет для каждого из аминов свои критические ограничения при очистке газов с высоким содержанием кислых компонентов.

Коррозия технологического оборудования является одной из проблем, с которой приходится сталкиваться при эксплуатации аминовых установок очистки газа.

Использование аминовых растворов высоких концентраций дает возможность уменьшить объем циркулирующего раствора и вследствие этого сократить затраты на перекачку раствора, однако приводит к ряду нежелательных явлений:

- повышается количество поглощенных кислых компонентов в единице массы раствора, что приводит к чрезмерному повышению температуры амина за счет увеличения суммарного теплового эффекта;
- повышается температура кипения раствора, а, следовательно, увеличивается расход пара на регенерацию;
- увеличивается вязкость раствора, вследствие чего снижаются коэффициенты массо- и теплопередачи и повышаются энергозатраты на циркуляцию раствора. Более того, вязкие растворы аминов проявляют большую склонность к вспениванию;
- увеличивается упругость паров аминового раствора, что приводит к возрастанию потерь за счет испарения;
- концентрированные растворы имеют большую растворяющую способность по отношению к углеводородам, что одновременно приводит к выделению дополнительного количества теплоты в абсорбере и повышению нагрузки на экспанзер.

Оптимальная массовая концентрация для: МЭА-12-25%, ДЭА-20-30%, МДЭА-30-50%. Требования по остаточному содержанию кислых компонентов в регенерированных аминах определяется природой используемого амина и устанавливается в пределах: для МЭА – 0,1 моль/моль, для ДЭА – 0,02 моль/моль, для МДЭА – 0,03 моль/моль.

Анализ мировой практики показывает, что наблюдается тенденция по замене МЭА на более эффективный абсорбент -метилдиэтаноламин (МДЭА).

МДЭА среди всех алканаминов является наиболее устойчивым к деградации [9-12]. Однако МДЭА не имеет атом водорода, присоединенный к азоту и не может реагировать непосредственно с  $\text{CO}_2$  с образованием карбамата, кроме того МЭА может связывать большее количество сероводорода по сравнению с МДЭА.

Основные физико-химические свойства МЭА и МДЭА приведены в Таблице 1

Таблица-1. Физико-химические свойства МЭА и МДЭА (содержание основного вещества - 99% масс.)

№	Показатели	МЭА	МДЭА
1	Формула	$\text{HOC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$	$(\text{HOC}_2\text{H}_4)_2\text{CH}_3\text{N}$
2	Молекулярный вес	61,1	119,2
3	Плотность при температуре $T=20^\circ\text{C}$ , г/см <sup>3</sup>	1,015	1,018
4	Температура кипения при давлении 101,333 кПа, °C	170	247
5	Температура замерзания, °C	10,5	-21
6	Давление паров при температуре $T=60^\circ\text{C}$ , Па	660	24
7	Динамическая вязкость при температуре $T=25^\circ\text{C}$ , 103 Па с	19	80
8	Удельная теплоемкость при температуре $T=30^\circ\text{C}$ , кДж/(кг °C)	2,72	2,32
9	Массовая доля амина в рабочем растворе, %	10-20	30-50
Теплота реакции, кДж/кг			
10	с $\text{H}_2\text{S}$	1511	1047
11	с $\text{CO}_2$	1919	1340

Воздействие МДЭА (третичный амин) по сравнению с МЭА (первичный амин) на металл оборудования заключается в меньшей коррозионной активности, что позволяет применять более концентрированные растворы МДЭА (30- 50% масс.) по сравнению с МЭА (12-18%). Коррозионные исследования, проведенные в условиях, близких к промышленным, подтвердили низкую коррозионную активность растворов МДЭА. Степень насыщения МЭА ограничена величиной 0,30-0,35 моль/моль, в то время как для МДЭА она составляет до 0,8 моль/моль. Это означает, что количество циркулирующего раствора абсорбента, следовательно, расход энергии на его циркуляцию и регенерацию в 1,5 раза меньше при использовании МДЭА [13-15]. Использование МДЭА обеспечивает экономию энергозатрат (греющий пар) также за счет меньшей теплоты десорбции МДЭА по сравнению с МЭА, при регенерации абсорбента. Сравнительные расчеты показывают, что потребное количество тепла на регенерацию растворов МДЭА на 30-40% меньше, по сравнению с МЭА.

Интенсивность коррозии возрастает в ряду [16-18]: первичные алканолламины-вторичные-третичные; так как более реакционноспособные первичные и вторичные амины требуют более высоких температур для десорбции кислых газов, остаточное содержание кислых газов в регенерированных растворах таких аминов также выше. На границе раздела фаз существенным фактором разрушения становится кавитация. Ещё одним видом коррозии оборудования установок сероочистки является расслоение (НПС) углеродистых и низколегированных сталей под действием водных сероводородсодержащих сред, образующихся в результате десорбции кислых газов.

Оборудование установок аминовой очистки газов помимо общей коррозии подвергается и другому виду разрушения– коррозионному растрескиванию низколегированных и углеродистых сталей в регенерированных и насыщенных сероводородом и углекислым газом (или одним из этих газов) аминовых растворах [19]. Вероятность растрескивания возрастает с повышением температуры. Зарегистрированы случаи появления коррозионных трещин в абсорберах, десорберах, теплообменниках, трубопроводах.

Эффективным способом защиты оборудования установок сероочистки от коррозионного растрескивания в аминовых растворах является термообработка аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей для снятия остаточных, в том числе после сварочных, напряжений.

При очистке газа водными растворами аминов коррозия происходит по всему тракту поглотительного раствора. Наиболее интенсивная коррозия наблюдается в зонах с максимальной концентрацией кислых газов и максимальной температурой.

При применении МДЭА наблюдается значительное снижение деструкции абсорбента по сравнению с растворами МЭА. Происходит снижение пенообразования.

Отмечено, что на внутренних поверхностях оборудования отсутствуют отложения, возникавшие ранее за счет деструкции применявшихся абсорбентов на основе МЭА.

Эти положительные моменты, наряду с отмеченной ранее низкой коррозионной активностью растворов МДЭА приводят к тому, что упрощается плановый ремонт оборудования, сокращается время его проведения [20].

Отсутствие отложений на внутренней поверхности оборудования повышает эффективность теплообмена, что также снижает энергозатраты.



Таким образом, целью работы являлось изучение влияния температуры на деградацию амина и растворов аминов при их выдержке при различной температуре.

**Методы. Экспериментальная часть.** Исследования выполнялись с раствором метилдиэтанолamina с концентрацией основного вещества 99,9мас%. Раствор 40% метилдиэтанолamina готовился разбавлением исходного раствора метилдиэтанолamina (МДЭА) дистиллированной водой.

Температурные исследования выполнялись при нагревании растворов 40% МДЭА в сосудах из нержавеющей стали при давлении 3 атм. Объем раствора составлял 15 мл, объем газовой фазы-атмосферный воздух 15 мл.

Реакционные сосуды помещались в термостат, в котором поддерживались температуры 70, 90, 110, 130°C. Время испытания образцов составляло 30 и 60 минут. Жидкую фазу после окончания эксперимента анализировали на приборе NicoletIS5 со снятием ИК-спектров. Также проводилось измерение pH растворов МДЭА на pH-метре.

**Результаты и их обсуждение.** На рисунке 1 показана зависимость pH водных растворов МДЭА в зависимости от содержания воды в растворе.

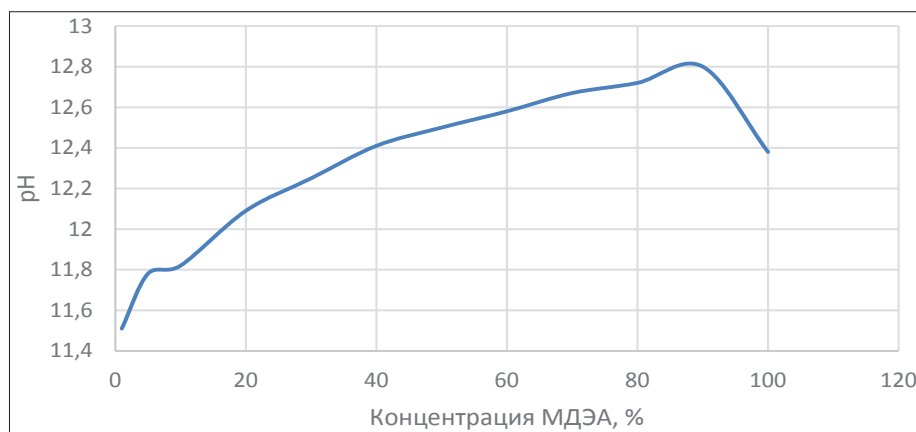


Рисунок-1 pH водного раствора метилдиэтанолamina.

Из рисунка видно, что pH при 90% водном растворе метилдиэтанолamina проходит через максимум, который равен 12,80 pH. Щелочная реакция растворов МДЭА объясняет склонность металлов, находящихся в контакте с растворами МДЭА к растрескиванию в зонах с механическими напряжениями.

На рисунке 2 приведен ИК-спектр поглощения исходного МДЭА

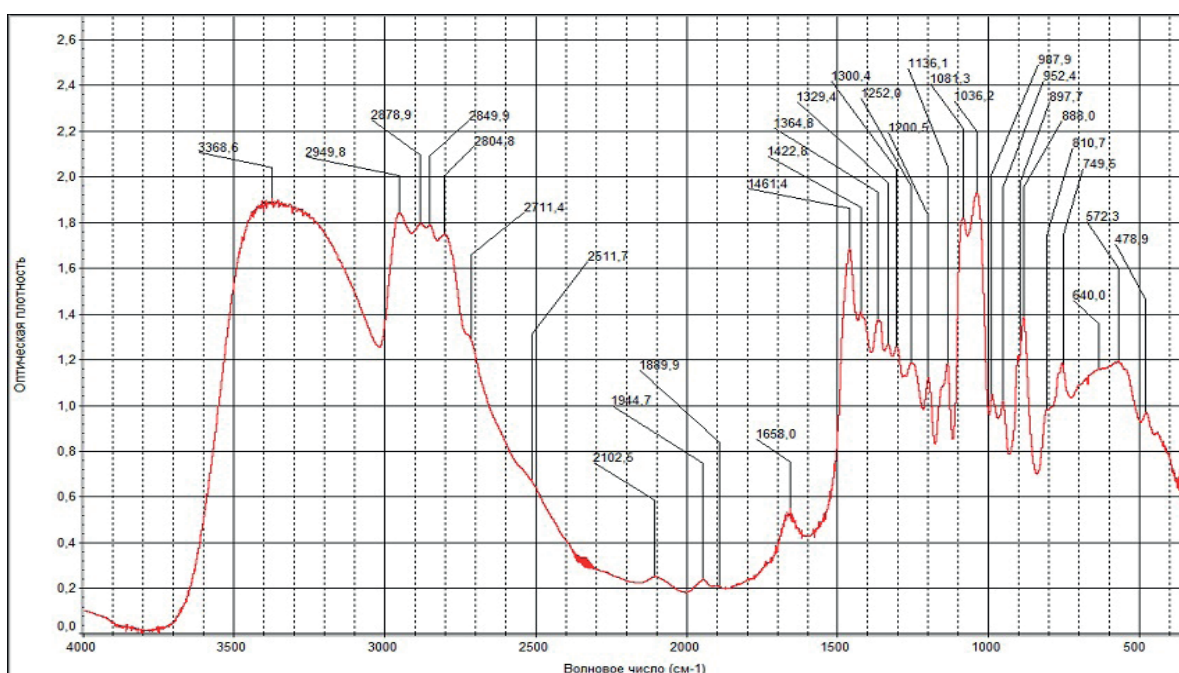


Рисунок 2 – ИК- спектр метилдиэтанолamina

Как видно из рисунка, полоса, наблюдаемая при  $3369\text{ см}^{-1}$  отнесена к валентным колебаниям гидроксильных групп МДЭА. Полосы, обусловленные колебаниями  $\nu(\text{C-H})$  обнаружены в областях  $888 - 2950\text{ см}^{-1}$ . Полосы  $2103, 1945, 1890\text{ см}^{-1}$  попадают в область валентных колебаний  $\text{NH}_3^+, \text{NH}_2^+, \text{NH}^+$  групп.  $1252, 1081\text{ см}^{-1}$  полосы относятся к валентным колебаниям групп  $-\text{C-N}$ .

В таблице 1 приведены данные 40% водного раствора метилдиэтанолamina при  $T=70^\circ\text{C}, 90^\circ\text{C}, 110^\circ\text{C}, 130^\circ\text{C}$ , время выдержки 30 и 60 минут.

	Условия эксперимента (время/температура)								Описание полос поглощения
	30/70	30/90	30/110	30/130	60/70	60/90	60/110	60/130	
Полосы поглощения, $\text{см}^{-1}$	3398	3380	3405	3409	3414	3404	3394	3496	Валентные колебания $-\text{OH}$ групп
	1264, 757, 696	1255	1262	1252	1255,	1254,	1259,	1258,	Деформационные колебания, относящиеся к группам $-\text{OH}$
	2958	2958	2960	2958	2966	2959	2960	2955	Валентные колебания, относящиеся к группам $-\text{CH}$ в группах $\text{CH}_3$
	2891, 2845, 2806, 2716	2894, 2855, 2816, 2715	2893, 2808, 2725, 2601	2897, 2851, 2816	2895, 2850, 2815, 2714	2901, 2856, 2811, 2728	2893, 2855, 2813, 2724	2887, 2851, 2809, 2725	Валентные колебания, относящиеся к группам $-\text{CH}$ в группах $\text{CH}_2$
	1467, 1370, 1326	1459, 1423, 1369, 1320	1472, 1415, 1367, 1329	1466, 1421, 1362, 1328	1471, 1410, 1359, 1307	1459, 1424, 1373, 1325	1463, 1419, 1374, 1323	1469, 1417, 1362, 1326	Деформационные колебания относящиеся к группам $-\text{CH}$ в группах $\text{CH}_2, \text{CH}_3$
	2109	2111	2124	2112	2119	2110	2118	2118	Данные полосы попадают в область валентных колебаний $\text{NH}_3^+, \text{NH}_2^+, \text{NH}^+$ групп
	1632	1654	1650	1651	1652	1648	1645	1654	Деформационные колебания молекул $\text{H}_2\text{O}$ , также, возможно, колебания, относящиеся к группам $\text{N-H}$
	1141, 1086	1142, 1080	1141, 1084	1138, 1086	1143, 1082	1139, 1084	1145, 1084	1135, 1086	Валентные колебания, относящиеся к группе $-\text{C-N}$
	1037	1028	1030	1028	1027	1027	1033	1035	Валентные колебания, относящиеся к группам $\text{C-O}$
	1199,	1197,	1195,	1197,	1204,	1197	1202	1200	Валентные колебания, относящиеся к группам $\text{C-C}$
	799	752	740	746	721	713	743, 797	759	Деформационные колебания, относящиеся к группам $\text{C-C}$
	950, 879, 687, 565	950, 879	950, 887, 801	947, 879	946, 879	956, 883	953, 883	947, 889, 804	Деформационные колебания, относящиеся к группам $-\text{C-H}$

Как видно из таблицы, изменение в ИК спектрах растворов и исходного МДЭА могут быть связаны с изменениями частот колебаний групп  $\text{C-OH}$  и  $\text{C-N}$ , которые в свою очередь обусловлены взаимодействием МДЭА и воды.

В тоже время видно, что растворы МДЭА сохраняют высокую стабильность в условиях эксперимента (диапазон температур  $70-130\text{ }^\circ\text{C}$ ), что обуславливает адекватность их применения в целях аминовой очистки от сероводорода и двуокиси углерода.

**Акурпекова А.К.\*, Нефедов А.Н., Дәлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абилямагжанов А.З.**

Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты АҚ, Алматы, Қазақстан.

E-mail: a.akurpekova@ifce.kz

### ГАЗДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИННІҢ СУДАҒЫ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Табиғи газды агрессивті компоненттерден, атап айтқанда күкіртсутектен тазартудың ең жақсы әдістерінің бірі амин ерітінділерін қолданатын абсорбциялық әдіс болып табылады. Физикалық абсорбенттермен газды тазарту процестері этаноламин ерітінділерін қолдануға негізделген процестерге

қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Олар физикалық абсорбенттердің газдан  $H_2S$  және  $CO_2$  күкірт органикалық қоспаларымен – меркаптандармен, көміртек сульфиді, күкірт көміртегімен бір мезгілде алуға және кейбір жағдайларда газды кептіруге мүмкіндік береді.

Этаноламиндер (метилдиэтанолламин МДЭА) оттегімен реакцияларда бірнеше жолмен ыдырауға ұшырайды. Бұл жұмыста біз 40% МДЭА температура мен әсер ету уақытының ИҚ-спектрлер көрсеткішіне әсерін зерттедік. ИҚ-спектрлеріне сәйкес  $3369\text{ см}^{-1}$ -де байқалатын жолақ МДЭА гидроксил топтарының созылу тербелісіне жатады.  $\nu$  (C-H) тербелістерінен болатын жолақтар  $888\text{-}2950\text{ см}^{-1}$  диапазонында табылды.  $2103, 1945, 1890\text{ см}^{-1}$  жолақтар  $NH^{3+}, NH^{2+}, NH^+$  топтарының созылу тербелістерінің диапазонына жатады.  $1252, 1081\text{ см}^{-1}$  жолақтары –C-N топтарының созылу тербелістеріне жатады. Температуралық зерттеулер 40% МДЭА ерітінділерін тот баспайтын болаттан жасалған ыдыстарда 3 атм қысымда қыздыру арқылы жүзеге асырылды. Ерітінділердің ИҚ-спектрлерінің және бастапқы МДЭА-ның өзгеруі C-OH және C-N топтарының тербеліс жиіліктерінің өзгеруімен байланысты болуы мүмкін, бұл өз кезегінде МДЭА мен судың әрекеттесуінен туындайды. Көрсетілгендей, 40% МДЭА ерітіндісі  $70\text{-}130^\circ\text{C}$  температура диапазонында тұрақты болып қалады, бұл оларды күкіртсутек пен көмірқышқыл газынан аминді тазарту үшін қолданудың сәйкестігін анықтайды.

**Түйінді сөздер:** метилдиэтанолламин, коррозия, мұнай өңдеу зауыты, көмірқышқыл газы, күкіртсутек, газды тазарту.

**Akurpekova A.K.\*, Nefedov A.N., Dalelhanuly O., Tastemirova A.T., Abilmagzhanov A.Z.**

JCS D.V. Sokolsky Institute of Fuel Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.akurpekova@ifce.kz

## STUDY OF AQUEOUS SOLUTIONS OF METHYLDIETHANOLAMINE USED FOR GAS PURIFICATION

**Annotation.** One of the best methods of natural gas purification from aggressive components, in particular from hydrogen sulfide, is the absorption method using amine solutions. Gas purification processes with physical absorbents have a number of advantages over processes based on the use of ethanolamine solutions. They consist in the fact that physical absorbents make it possible to extract from the gas simultaneously with  $H_2S$  and  $CO_2$  organosulfur impurities - mercaptans, carbon sulfide, carbon disulfide, and in some cases dry the gas.

It is known that ethanolamines (methyldiethanolamine MDEA) are subject to degradation in reactions with oxygen in several ways. In this work, we studied the effect of temperature and exposure time of 40% MDEA on the form of IR spectra. According to the IR spectra, the band observed at  $3369\text{ cm}^{-1}$  is attributed to the stretching vibrations of the hydroxyl groups of MDEA. Bands due to  $\nu$  (C-H) vibrations were found in the range  $888\text{-}2950\text{ cm}^{-1}$ . The bands at  $2103, 1945, 1890\text{ cm}^{-1}$  fall into the range of stretching vibrations of  $NH^{3+}, NH^{2+}, NH^+$  groups.  $1252, 1081\text{ cm}^{-1}$  bands refer to stretching vibrations of –C-N groups. Temperature studies were carried out by heating 40% MDEA solutions in stainless steel vessels at a pressure of 3 atm. Changes in the IR spectra of solutions and the initial MDEA can be associated with changes in the vibration frequencies of the C-OH and C-N groups, which, in turn, are caused by the interaction of MDEA and water. It is shown that 40% MDEA solution remains stable in the temperature range  $70\text{-}130^\circ\text{C}$ , which determines the adequacy of their use for amine purification from hydrogen sulfide and carbon dioxide.

**Key words:** Methyldiethanolamine, corrosion, oil refinery, carbon dioxide, hydrogen sulfide, gas purification.

### Information about authors:

**Altynai Akurpekova** – Ph.D. in Chemistry, Lead Engineer of the Competence Center for Corrosion Problems of the D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. E-mail: a.akurpekova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8021-4644>;

**Alexander Nikolaevich Nefedov** – Ph.D. in Chemistry, Head of the Competence Center for Corrosion Problems of the D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. E-mail: a.nefedov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9070-0398>;

**Dalelhanuly Orken** – Engineer of the Competence Center for Corrosion Problems of the D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. E-mail: o.dalelhanuly@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5856-3488>;

**Tastemirova Aidana Turgalievna** – Engineer of the Competence Center for Corrosion Problems of the D.V.Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. E-mail: a.tastemirova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7990-8454>;

**Arlan Zainutallaevich Abilmagzhanov** – Ph.D. in Chemistry, deputy General Director D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. E-mail: a.abilmagzhanov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2931-9640>.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Абдуллаева Ш.Ш. (2016) Защита от коррозии оборудований аминовой очисткой газов (Наука и образование сегодня) 2:31-32.

[2] Петров И.В., Павлов М.Л., Спащенко А.Ю., Гуськов Б.О. (2013) Совершенствование технологии аминовой сероочистки газов (Нефтегазовое дело) 4:145-149.

[3] Шухтуев Р.А., Чуракова С.К., Маннанов Т.И. (2018) Исследование эффективности и энергозатрат в процессах абсорбционной очистки кислых газов. (Башкирский химический журнал) 3:102-109.

[4] Захаров Н.М., Огрызков М.Ю., Шорстов К.В. (2017) Совершенствование процесса очистки метилдиэтанолamina (Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции) 176-180.

[5] Мазгаров А.М. (2015) Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода. (Казань Ун-т). 70.

[6] Шкляр Р.Л., Мамаев А.В., Сиротин С.А. (2015) Неселективная абсорбция кислых газов водным раствором метилдиэтанолamina (Вести газовой науки) 1:17-21.

[7] Грушевенко Е.А., Баженов С.Д., Василевский В.П., Новицкий Э.Г., Волков А.В. (2018) Исследование двухступенчатой электродиализной очистки моноэтанолamina от термостабильных солей (Журнал прикладной химии) 4:533-541.

[8] Баженов С.Д., Новицкий Э.Г., Василевский В.П., Грушевенко Е.А., Биенко А.А., Волков А.В. (2019) Термостабильные соли и методы их выделения из алканолaminовых абсорбентов диоксида углерода (Журнал прикладной химии) 8:957-979.

[9] Ширкунов А.С., Уханов С.Е., Хайруллина А.А. (2019) Оценка возможности снижения объёмов утилизации алканолaminов на нефтеперерабатывающих предприятиях Химия. Экология. Урбанистик 2:456-460.

[10] Панжиев О.Х., Кенжаев Б.Н., Завкиев М.З (2020) Повышение эффективности очистки газа регенерации на установках аминовой сероочистки (Universum: Химия и биология). 12:89-94.

[11] Коренченко О.В., Харламова М.Д. (2017) Эффективность применения метилдиэтанолamina в процессе аминовой очистки газов (Международный научно-исследовательский журнал) 2: 94-98.

[12] Костенко А., Банников Л., Нестеренко С. (2017) Исследование коррозионной активности растворов моноэтанолamina (Электронный ресурс) <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/13727/1/177>.

[13] Голубева И.А., Дашкина А.В., Шульга И.В. (2020) Актуальные проблемы аминовой очистки природных газов, анализ и пути решения (Нефтехимия) 1:51-56.

[14] Сенджикене Э., Макаревичене В., Чютелите Р. (2012) Сорбционные возможности суспензии доломита и метилдиэтанолamina при очистке газа от диоксида углерода Журнал прикладной химии 12:2024-2028.

[15] Набоков С.В., Жильцов И.Н. (2017) Активированные растворы n-метилдиэтанолamina для процессов очистки природных газов от кислых компонентов (Технологии нефти и газа) 4:8-13.

[16] Широков С.Н., Гераськин В.И., Емелькина В.А., Алимова М.С., Мировская Е.А. (2008) Борьба с коррозией в аминовых системах (Экспозиция) 10:36-38.

[17] Черкасова Е.И., Ситдыкова К.Н., Салахов И.И. (2019) Пути повышения абсорбирующей способности реагента аминовой очистки газа (Булатовские чтения) 4:150-152.

[18] Ибрагимов И.М., Приходько С.В. (2013) Применение наноструктурных аминовых сорбентов для улавливания диоксида углерода из дымовых газов котельных установок (Энергосбережение и водоподготовка) 2:44-45.

[19] Набоков С.В., Петкина Н.П. (2015) Абсорбенты для очистки газов от H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>: опыт и перспективы применения этанолaminов на газоперерабатывающих заводах ОАО «Газпром». (Современные технологии переработки и использования газа) 1:3-8.

[20] Михайленко Ю.А. (2014) Спектроскопическое изучение комплекса Ni(II) с N-метилдиэтанолaminом, Ползуновский вестник 3:81-82.

## REFERENCES

- [1] Abdullaeva Sh.Sh. (2016) Corrosion protection of equipment by amine gas cleaning (Science and education today) 2:31-32 (in Russ.).
- [2] Petrov I.V., Pavlov M.L., Spashchenko A.Yu., Guskov B.O. (2013) Improvement of the technology of amine desulfurization of gases (Oil and gas business) 4:145-149 (in Russ.).
- [3] Shukhtuev R.A., Churakova S.K., Mannanov T.I. (2018) Research of efficiency and energy expenditure in acid gas absorption process (Bashkir Chemical Journal) 3:102-109 (in Russ.).
- [4] Zakharov N.M., Ogryzkov M.Yu., Shorstov K.V. (2017) Improvement of methyldiethanolamine purification process (In the collection: The latest trends in science and education. Collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference) 176-180 (in Russ.).
- [5] Mazgarov A.M. (2015) Technologies for cleaning associated petroleum gas from hydrogen sulfide. Kazan. un-t. -70 p. (in Russ.).
- [6] Shklyar R.L., Mamaev A.V., Sirotin S.A. (2015) Non-selective absorption of acid gases by an aqueous solution of methyldiethanolamine (News of gas science) (in Russ.).
- [7] Grushevenko E.A., Bazhenov S.D., Vasilevsky V.P., Novitsky E.G., Volkov A.V. (2018) Study of two-stage electro dialysis purification of monoethanolamine from thermostable salts (Journal of Applied Chemistry). 4:533-541 (in Russ.).
- [8] Bazhenov S.D., Novitsky E.G., Vasilevsky V.P., Grushevenko E.A., Bienko A.A., Volkov A.V. (2019) Ther-mos table salts and methods of their isolation from alkanolamine absorbents of carbon dioxide (Journal of Applied Chemistry) 8:957-979 (in Russ.).
- [9] Shirkunov A.S., Ukhanov S.E., Khairullina A.A. (2019) Assessment of the Possibility of Reducing the Utilization of Alkanolamines at Oil Refineries (Chemistry. Ecology. Urban studies) 2:456-460 (in Russ.).
- [10] Panzhiev O.Kh., Kenzhaev B.N., Zavkiev M.Z. Increasing the efficiency of regeneration gas cleaning at amine desulfurization units (Universum: chemistry and biology) 12:89-94 (in Russ.).
- [11] Korenchenko O.V., Kharlamova M.D. (2017) Efficiency of methyldiethanolamine application in the process of amine gas purification (International research journal) 2: 94-98 (in Russ.).
- [12] Kostenko A., Bannikov L., Nesterenko S. (2017) Research corrosiveness monoethanolamine solutions (Electronic resource) <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/13727/1/177> (in Russ.).
- [13] Golubeva I.A., Dashkina A.V., Shulga I.V. (2020) Current problems of amine purification of natural gases, analysis and ways of solution (Petrochemistry) (in Russ.).
- [14] Senjikene E., Makarevichene V., Chyutelite R. (2012) Sorption possibilities of dolomite and methyldiethanolamine suspension in purification of gas from carbon dioxide (Journal of Applied Chemistry) 12:2024-2028 (in Russ.).
- [15] Nabokov S.V., Zhiltsov I.N. (2017) Activated solutions of n-methyldiethanolamine for purification of natural gases from acidic components (Oil and gas technologies) 4:8-13 (in Russ.).
- [16] Shirokov S.N., Geraskin V.I., Emelkina V.A., Alimova M.S., Mirovskaya E.A. (2008) Combating Corrosion in Amine Systems (Exposure) 10: 36-38. (in Russ.).
- [17] Cherkasova E.I., Sitdykova K.N., Salakhov I.I. (2019) Ways to increase the absorption capacity of the amine gas purification reagent (Bulatov readings) 4:150-152 (in Russ.).
- [18] Ibragimov I.M., Prikhodko S.V. (2013) Application of nanostructural amine sorbents for capturing carbon dioxide from fume gases of boiler plants (Energy saving and water treatment) 2:44-45 (in Russ.).
- [19] Nabokov S.V., Petkina N.P. (2015) Absorbents for purification of gases from H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub>: experience and prospects of application of ethanolamines at gas processing plants JSC "Gazprom" (Scientific and technical collection Vestigazovoy nauki) 1:3-8 (in Russ.).
- [20] Mikhailenko Yu.A. (2014) Spectroscopic study of the Ni (II) complex with n-methyldiethanolamine (Polzunovsky Bulletin) 3:81-82 (in Russ.).

## 90-летие академика Национальной академии наук Республики Казахстан Е.А.БЕКТУРОВА



Исполнилось 90 лет со дня рождения и 65 лет научно-педагогической и общественной деятельности известного ученого в области физической химии высокомолекулярных соединений, академика НАН РК, лауреата Государственной премии Казахстана, заслуженного деятеля науки и техники Республики Казахстан, доктора химических наук, профессора Есена Абикеновича Бектурова.

Е.А. Бектуров родился 14 декабря 1931 года в г. Ташкенте.

В 1949 году он поступил на химический факультет Казахского государственного университета, где затем обучался в аспирантуре. В 1958 г. защитил кандидатскую, а в 1972 г. – докторскую диссертации, в 1976 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1958 г. по 2009 г. он работал

в Институте химических наук АН КазССР, где прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией. С 2010 по 2021 годы Е.А. Бектуров работал профессором Казахского Национального педагогического университета. В 1983 г. Е.А. Бектуров избран в члены-корреспонденты, а в 2003 г. – в академики Национальной Академии наук Республики Казахстан.

Основное научное направление Е.А. Бектурова связано с фундаментальными исследованиями в области физической химии полимеров: водорастворимые полимеры, полиэлектролиты, полиамфолиты, комплексы полимеров, полимерные катализаторы, ионопроводящие комплексы, гидрогели, наночастицы металлов, стабилизированные полимерами. По результатам исследований в изданиях Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья опубликовано более 800 работ, среди них 18 изобретений, 8 обзорных статей в журналах США, СССР, Энциклопедии полимерных материалов (США). Издано 32 монографии, 6 из них в ФРГ, Японии, Польше, России и 4 учебных пособия. Цикл работ Е.А. Бектурова с сотрудниками «Водорастворимые полимеры и их комплексы» в 1987 г. был удостоен Государственной премии Казахской ССР.

Исследования Е.А. Бектурова получили широкое признание в нашей стране и за рубежом. Публикации регулярно цитируются в монографиях и статьях ученых ближнего и дальнего зарубежья. Министерством науки и технической политики России Е.А. Бектуров был включён в базу данных «Лидеры науки СССР» в числе 6-ти наиболее цитируемых казахстанских ученых за период 1986-1991 гг. На монографии Е.А. Бектурова опубликовано 47 рецензий известных ученых в журналах СССР, США, ФРГ, Чехии, Румынии. Результаты исследований Е.А. Бектурова включены в ряд отечественных и зарубежных монографий, справочников и учебных пособий, а также стимулировали работы в некоторых лабораториях в нашей стране и за рубежом.

Е.А. Бектуровым внесен крупный вклад в развитие физической химии полимеров, создана широко известная в мире научная школа. Большое внимание Е.А. Бектуров уделяет подготовке высококвалифицированных кадров. Под его руководством защищено 35 кандидатских и 9 докторских диссертаций, в течение ряда лет прочитаны курсы лекций в Казахском и Вильнюсском университетах, Казахском химико-технологическом институте. Е.А. Бектуров – был членом специализированных Советов по защите докторских диссертаций, членом научно-консультативного совета журнала «Химия и технология воды» (Украина) и международного исследовательского совета Американского биографического Института (США).

Е.А. Бектуров неоднократно представлял казахстанскую науку за рубежом, выезжая для участия в качестве докладчика или члена оргкомитета в международных конференциях и симпозиумах, для чтения лекций и проведения совместных работ в ведущих научных центрах Японии, ФРГ, Чехии, Турции, Ирана, Голландии, Швейцарии, Италии, Канады.

Е.А. Бектуров – заслуженный деятель науки и техники Республики Казахстан (1993), лауреат Государственной премии Казахстана (1987), лауреат Международного фестиваля Хорезми (Иран) и Золотой медали ЮНЕСКО им. Нильса Бора (1997) за вклад в фундаментальную науку, лауреат премии К.И. Сатпаева (20), лауреат Государственной стипендии ученых, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники (2000), почетный профессор Павлодарского и Семипалатинского государственных университетов, лауреат общенациональной независимой премии «Тарлан» в номинации «Наука» (2003). По данным независимого агентства аккредитации и рейтинга Е.А. Бектуров вошёл в Топ-30 лучших преподавателей Вузов (2017 г.).

Е.А. Бектуров награжден медалями «За доблестный труд», «Ветеран Труда», «10 лет Конституции Республики Казахстан», «65, 70 и 75 лет Победы в Великой отечественной войне», а также грамотами Президиума АН КазССР.

Сердечно поздравляем Есена Абикеновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших успехов.

## МАЗМҰНЫ

<b>Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дәлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абилямжанов А.З.</b> ГАЗДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИННИҢ СУДАҒЫ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	6
<b>Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н.</b> 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛДЫ-3 C <sub>20</sub> СУТЕКТЕНДІРУДІҢ НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ.....	14
<b>Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К.</b> БЕТТІК ТИПТІ АППАРАТТАҒЫ ТҰМАННЫҢ ТАМШЫЛАРЫ МЕН БӨЛШЕКТЕРІНІҢ БУ-ГАЗҚОСПАСЫНДАҒЫ КӨЛЕМДІК КОНДЕНСАЦИЯСЫ.....	22
<b>Қожахметова А.М., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай Ө.П., Досбаева А.М.</b> ТЫҢАЙТҚЫШ ҚОСПА РЕТІНДЕ АҚСАЙ КЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САПАЛЫ ФОСФОРИТТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	30
<b>Кудайбергенова Б.М., Қосжанова Г.Ж., Қайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумағалиева Ш.Н.</b> КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ КРИОГЕЛЬДЕРДІҢ ЦПБ-МЕН ӘРЕКЕТТЕСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	35
<b>Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш.</b> KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES ӨСІМДІГІНІҢ АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ.....	40
<b>Мұстафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Қожамсүгіров К., Свидерский А7</b> ҚАПТАЛҒАН ВИТАМИНДІ ҚОСПАМЕН ФУНКЦИОНАЛДЫ БАЙЫТЫЛҒАН ЕТ ӨНІМІ.....	45
<b>Павличенко Л., Рысмағамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х.</b> ЕЛЕК ӨЗЕНІ АЛҚАБЫНЫҢ ЖЕР ҮСТІ СУЛАРЫНДАҒЫ БОР ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРІСІН БАҒАЛАУ (АҚТӨБЕ, ҚАЗАҚСТАН).....	53
<b>Серикбаева А.М., Қалмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлықапова Р.Б., Базарбаев Х.</b> ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ, ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	61
<b>Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А., Жұман Н.И.</b> ЖЫЛДЫҢ ЖАЗ МЕЗГІЛІНДЕ СҮТТЕГІ МОЧЕВИНАҚЫШҚЫЛЫН АНЫҚТАУ.....	69
<b>Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т.</b> МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА Н-АЛКАНДАР МЕН БЕНЗИН ФРАКЦИЯЛАРЫН ӨНДЕУ.....	75
<b>Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С.</b> БИОЛОГИЯЛЫҚ ЫДЫРАЙТЫН ҮЛДІР МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУ ҮШІН НЕГІЗГІ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ШЫҒУ ТЕГІ ӘРТҮРЛІ КРАХМАЛДАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ МЕН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	84
<b>Шаймерденова Г.С., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О.</b> ЖАҒАТАС КЕН ОРНЫНЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ: ҚҰРАМЫ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ.....	93
<b>Якияева М.А., Изтаев Б.А., Изтаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н.</b> БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ СҰРЫПТЫҚ ҰНДАРДАН ЖАСАЛҒАН АШЫТҚЫСЫЗ ҚАМЫРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ.....	99
<b>МЕРЕЙТОЙ</b> Есен Әбікенұлы Бектұров 90 жаста!.....	112



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дэлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абиьлмагжанов А.З.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ.....	6
<b>Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н.</b> НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛА-3 С <sub>20</sub> .....	14
<b>Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К.</b> ОБЪЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЧАСТИЦАХ ТУМАНА И КАПЛЯХ В АППАРАТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА.....	22
<b>Кожаметова А.М., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай О.П., Досбаева А.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФОСФОРИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКСАЙ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА УДОБРЕНИЯ.....	30
<b>Кудайбергенова Б.М., Косжанова Г.Ж., Кайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумагалиева Ш.Н.</b> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КРИОГЕЛЕЙ С ЦПБ.....	35
<b>Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш.</b> АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES...	40
<b>Мустафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Кожамсугиров К., Свицерский А.</b> ФУНКЦИОНАЛЬНО ОБОГАЩЕННЫЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТ С ИНКАПСУЛИРОВАННОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКОЙ.....	45
<b>Павличенко Л., Рысмагамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х.</b> ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ БОРА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ИЛЕК (АКТОБЕ, КАЗАХСТАН).....	53
<b>Серикбаева, А.М., Калмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлыкапова Р.Б., Базарбаев Х.</b> ПОЛУЧЕНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ОРГАНОАЛОКСИДАМИ.....	61
<b>Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А, Жұман Н.И.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВИНЫ В МОЛОКЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА.....	69
<b>Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т.</b> ПЕРЕРАБОТКА Н-АЛКАНОВ И БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	75
<b>Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРАХМАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	84
<b>Шаймерденова Г.С., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О.</b> ЗАБАЛАНСОВОЕ ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАНАТАС: КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ.....	93
<b>Якияева М.А., Изгаев Б.А., Изгаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЗДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО СОРТА.....	99
<b>ЮБИЛЕЙ</b> 90-летие Есена Абикиновича Бектурова!.....	112

CONTENTS

<b>Akurpekova A.K., Nefedov A.N., Dalelhanuly O., Tastemirova A.T., Abilmagzhanov A.Z.</b> STUDY OF AQUEOUS SOLUTIONS OF METHYLDIETHANOLAMINE USED FOR GAS PURIFICATION.....	6
<b>Jumekeyeva A.I., Akhmetova S.N., Bukharbayeva F.U., Aubakirov T.A., Zhanbekov KH.N.</b> NICKEL - PALLADIUM CATALYSTS FOR HYDROGENATION OF 3, 7, 11, 15-TETRAMETHYLHEXADECYN-1-OL-3 C <sub>20</sub> .....	14
<b>Issayeva A.N., Korganbayev B.N., Golubev V.G., Eschenko L.S., Zhumadullayev D.K.</b> VOLUMETRIC CONDENSATION OF A VAPOR-GAS MIXTURE ON FOG PARTICLES AND DROPS IN A SURFACE-TYPE APPARATUS.....	22
<b>Kozhakhmetova A.M., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Baiysbay O.P., Dosbayeva A.M.</b> RESEARCH OF THE COMPOSITION OF LOW-RATED PHOSPHORITES OF THE AKSAY DEPOSIT AS A COMPONENT OF FERTILIZER.....	30
<b>Kudaibergenova B.M., Koszhanova G.Zh., Kairalapova G.Zh., Iminova R.S., Zhumagalieva Sh.N.</b> REGULARITIES OF INTERACTION OF COMPOSITE CRYOGELS WITH CPB.....	35
<b>Kemelbek M, Samir A.R, Burasheva G.Sh</b> AMINO ACID AND FATTY ACID CONTENTS OF THE PLANT KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES.....	40
<b>Mustafaeva A., Iskineyeva A., Fazylov S., Kozhamsugirov K., Sviderskiy A.</b> FUNCTIONALLY ENRICHED MEAT PRODUCT WITH INCAPSULATED VITAMIN SUPPLEMENT.....	45
<b>Pavlichenko L., Rysmagambetova A., Tanybayeva A., Solodova E., Rodrigo Ilarri J.</b> ASSESSMENT OF BORON CONTENT CHANGES IN THE SURFACE WATER OF THE ILEK RIVER VALLEY (AKTOBE, KAZAKHSTAN).....	53
<b>Serikbayeva A.M., Kalmakhanova M.S., Massalimova B.K., Zharlykapova R.B., Bazarbaev H.</b> PREPARATION AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC MODIFIED CLAYS WITH GRAFTED ORGANOALKOXIDES.....	61
<b>Sakieva Z.Zh., Zholmyrzayeva R.N., Boranbayeva T.K., Abish Zh.A., Zhuman N.I.</b> DETERMINATION OF UREA IN MILK.....	69
<b>Tuktin B.T., Tenizbaeva A.S., Temirova A.M., Saidilda G.T.</b> PROCESSING OF N-ALKANES AND GASOLINE FRACTIONS ON MODIFIED ZEOLITE CATALYSTS.....	75
<b>Ospankulova G.Kh., Toimbaeva D.B., Ermekov E.E., Saduakhasova S.A., Aidarkhanova G.S.</b> STUDIES OF THE MORPHOLOGY AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF STARCHES OF VARIOUS ORIGINS AS THE MAIN RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF BIODEGRADABLE FILM MATERIALS.....	84
<b>Shaimerdenova G.S., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Mussirepova E.B., Tastanbekova B.O.</b> OFF-BALANCE PHOSPHATE RAW MATERIALS OF THE ZHANATAS DEPOSIT: COMPREHENSIVE STUDY OF COMPOSITION AND STRUCTURE.....	93
<b>Yakiyayeva M.A., Iztayev B.A., Iztayev A.I., Tursunbayeva Sh.A., Rakhymbayeva M.N.</b> STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF YEASTLESS DOUGH FROM WHEAT FLOUR OF THE FIRST AND SECOND GRADES.....	99
<b>ANNIVERSARY</b>	
90th anniversary of Yesen Abikenovich Bekturov!.....	112

## **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)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 10.12.2021.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5-6.