

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ  
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН»

## N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF  
KAZAKHSTAN

**SERIES**  
**CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**3 (460)**

**JULY – SEPTEMBER 2024**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

### **Бас редактор:**

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

### **Редакция алқасы:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ISSN 2224-5286 (Print)**

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

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

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

### Главный редактор:

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

### Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

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

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

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

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

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

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

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

#### **Editorial board:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**

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

**ISSN 2224-5286 (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

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

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

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

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

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

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY  
ISSN 2224–5286

Volume 3. Number 460 (2024), 160–174  
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.244>

UDC: 665.63-404; 665.631.64

**A.N. Nefedov, A.K. Akurpekova, A.T. Taikenova, S.A. Kurguzikova,  
D.K. Beisenbaev, 2024.**

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

E-mail: [a.nefedov@ifce.kz](mailto:a.nefedov@ifce.kz), [a.akurpekova@ifce.kz](mailto:a.akurpekova@ifce.kz)

## **DETERMINATION OF AMINE CONCENTRATION BY POTENTIOMETRIC AND CONDUCTOMETRIC TITRATION METHODS**

**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](mailto:a.nefedov@ifce.kz), <https://orcid.org/0000-0002-9070-0398>;

**Altynai Kadyrzhanovna 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](mailto:a.akurpekova@ifce.kz), <https://orcid.org/0000-0002-8021-4644>;

**Arailym Tolegenkyzy Taikenova** - Senior Engineer of the Competence Center for Corrosion Problems of the D.V.Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, E-mail: [a.taykenova@ifce.kz](mailto:a.taykenova@ifce.kz), <https://orcid.org/0000-0002-8354-1704>;

**Svetlana Andreevna Kurguzikova** - Lead Engineer of the Competence Center for Corrosion Problems of the D.V.Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, E-mail: [s.kurguzikova@ifce.kz](mailto:s.kurguzikova@ifce.kz), <https://orcid.org/0009-0003-1906-0820>;

**Dauren Kayyrgazinovich Beysenbaev** - Head of Certification Department Center for Corrosion Problems of the D.V.Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistr, E-mail: [d.beissenbayev@ifce.kz](mailto:d.beissenbayev@ifce.kz), <https://orcid.org/0009-0005-3783-9832>.

**Abstract.** Hydrocarbon gas streams generated during oil refining, as well as natural gases and associated gases from oil fields, may contain compounds such as hydrogen sulfide and carbon dioxide, which must be removed in order to reduce the corrosiveness of gaseous environments. The most widely used are absorption methods for purifying hydrocarbon gases from H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub>, which use chemical and physical absorbents and their combinations. Alkanolamines are the most widely used chemisorbents. The most well-known alkanolamines used in gas purification processes from H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub> are: monoethanolamine (MEA), diethanolamine (DEA), methyldiethanolamine (MDEA)

The paper proposes methods for determining the concentration of amines in aqueous solutions using conductometry and potentiometric titration. A comparison of two analysis methods is carried out. To determine alkanolamines in aqueous solutions with percentage concentrations (5-40%), potentiometric titration is possible, since

alkanolamines are weak bases with an alkaline reaction of their aqueous solutions. The difficulty of determining alkanolamines arises when solutions contain other substances that have an alkaline reaction and thus overestimate the content of alkanolamines. During potentiometric titration, despite the linear dependence, the calculated DEA content in the solution is higher than its actual value. Accurate determination of DEA concentration by potentiometric method is possible for solutions with no more than 5% alkanolamine content. The method for determining DHEA concentration by measuring conductivity is more sensitive. The concentration of DHEA can be determined by conductometric titration in the range from 1 to 12% DHEA.

**Key words:** Diethanolamine, methyldiethanolamine, titrator, conductometer, concentration, hydrogen sulfide, carbon dioxide.

**А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайкенова, С.А. Кургузикова,  
Д.К. Бейсенбаев**

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

E-mail: a.nefedov@ifce.kz, a.akurpekova@ifce.kz

## **ПОТЕНЦИОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНДУКТОМЕТРИЯЛЫҚ ТИТРЛЕУ ӘДІСТЕРІМЕН АМИН КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ**

**Нефедов А.Н.** химия ғылымдарының кандидаты, коррозия мәселелері бойынша құзыреттілік Орталығының жетекшісі, отын, катализ және электрохимия институты. Д.В. Сокольский. 050010. Алматы, Қазақстан, E-mail: a.nefedov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9070-0398>;

**Акурпекова А.К.** химия ғылымдарының кандидаты, коррозия мәселелері бойынша құзыреттілік орталығының жетекші инженері, отын, катализ және электрохимия институты. Д.В. Сокольский. 050010. Алматы, Қазақстан, E-mail: a.akurpekova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8021-4644>;

**Тайкенова А.Т.** - коррозия мәселелері бойынша құзыреттілік орталығының аға инженері, отын, катализ және электрохимия институты. Д.В. Сокольский. 050010. Алматы, Қазақстан, E-mail: a.taykenova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8354-1704>;

**Кургузикова С.А.** - коррозия мәселелері бойынша құзыреттілік орталығының жетекші инженері, отын, катализ және электрохимия институты. Д. В. Сокольский, 050010. Алматы, Қазақстан, E-mail: s.kurguzikova@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0003-1906-0820>;

**Бейсенбаев Д.К.** - коррозия мәселелері жөніндегі құзыреттілік орталығының, отын, катализ және электрохимия институтының сертификаттау бөлімінің меңгерушісі. Д.В. Сокольский. 050010. Алматы, Қазақстан, E-mail: d.beissenbaev@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0005-3783-9832>.

**Аннотация.** Мұнай өңдеу кезінде түзілетін көмірсутекті газ ағындары, сондай-ақ мұнай кен орындарынан алынатын табиғи газдар мен ілеспе газдар құрамында күкіртті сутегі және көмірқышқыл газы сияқты қосылыстар болуы мүмкін, олар газ тәрізді орталардың коррозиясын азайту үшін жойылуы керек. Көбінесе химиялық және физикалық абсорбенттерді және олардың комбинацияларын пайдаланатын көмірсутек газдарын H<sub>2</sub>S және CO<sub>2</sub>-ден тазарту үшін абсорбциялық әдістер кеңінен қолданылады. Алканоламиндер ең көп қолданылатын хемосорбенттер болып табылады. H<sub>2</sub>S және CO<sub>2</sub> газды тазарту процестерінде қолданылатын ең танымал алканоламиндер: моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА)

Жұмыста кондуктометрия және потенциометриялық титрлеу арқылы сулы ерітінділердегі аминдердің концентрациясын анықтау әдістері ұсынылған. Екі талдау әдісін салыстыру жүргізіледі. Пайыздық концентрациясы бар сулы ерітінділердегі (5-40%) алканоламиндерді анықтау үшін потенциометриялық титрлеуге болады, өйткені алканоламиндер сулы ерітінділерінің сілтілі реакциясы бар әлсіз негіздер болып табылады. Алканоламиндерді анықтаудың қиындығы ерітінділерде сілтілі реакциясы бар басқа заттар болған кезде туындайды және осылайша алканоламиндердің мазмұнын асыра бағалайды. Потенциометриялық титрлеу кезінде сызықтық тәуелділікке қарамастан ерітіндідегі есептелген ДЭА мөлшері оның нақты мәнінен жоғары болады. ДЭА концентрациясын потенциометриялық әдіспен дәл анықтау алканоламин мөлшері 5%-дан аспайтын ерітінділер үшін мүмкін. Өткізгіштікті өлшеу арқылы ДЭА концентрациясын анықтау әдісі неғұрлым сезімтал. ДЭА концентрациясын 1-ден 12% диапазонында кондуктометриялық титрлеу арқылы анықтауға болады.

**Түйін сөздер:** Диэтаноламин, метилдиэтаноламин, титратор, кондуктометр, концентрация, күкірттісутек, көмірқышқыл газы.

**А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайкенова, С.А. Кургузикова,  
Д.К. Бейсенбаев,**

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

E-mail: a.nefedov@ifce.kz, a.akurpekova@ifce.kz

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АМИНОВ МЕТОДАМИ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО И КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ**

**Нефедов А.Н.** – кандидат химических наук, руководитель Центра компетенции по проблемам коррозии, Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: a.nefedov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9070-0398>;

**Акурпекова А.К.** – кандидат химических наук, ведущий инженер Центра компетенции по проблемам коррозии, Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: a.akurpekova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8021-4644>;

**Тайкенова А.Т.** – старший инженер Центра компетенции по проблемам коррозии Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: a.taykenova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8354-1704>;

**Кургузикова С.А.** – ведущий инженер Центра компетенции по проблемам коррозии, Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: s.kurguzikova@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0003-1906-0820>;

**Бейсенбаев Д.К.** – заведующий отделом сертификации Центра компетенции по проблемам коррозии, Института топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: d.beissenbaev@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0005-3783-9832>.

**Аннотация.** 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 алканол амины. Наиболее известными алканол аминами, используемыми в процессах очистки газа от  $H_2S$  и  $CO_2$ , являются: моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА).

В работе предлагаются методики определения концентрации аминов в водных растворах методами кондуктометрии и потенциметрического титрования. Проводится сравнение двух методов анализа. Для определения алканол аминов в водных растворах, имеющих процентные концентрации (5-40%), возможно потенциметрическое титрование, т. к. алканол амины являются слабыми основаниями с щелочной реакцией их водных растворов. Сложность определения алканол аминов возникает при содержании в растворах других веществ, имеющих щелочную реакцию и завышающих таким образом содержание алканол аминов. При потенциметрическом титровании, несмотря на линейную зависимость, расчетное содержание ДЭА в растворе получается выше, чем его фактическое значение. Точное определение концентрации ДЭА потенциметрическим методом возможно для растворов не выше 5% содержания алканол амина. Метод определения концентрации ДЭА путем измерения проводимости более чувствительный. Концентрация ДЭА может быть определена методом кондуктометрического титрования в диапазоне от 1 до 12% ДЭА.

**Ключевые слова:** диэтаноламин, метилдиэтаноламин, титратор, кондуктометр, концентрация, сероводород, диоксид углерод

## **Введение**

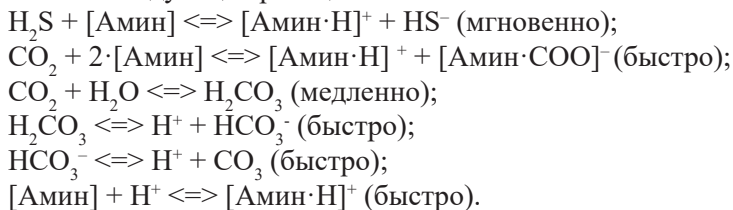
Важнейшим этапом подготовки природных газов к переработке является очистка от кислых примесей, в первую очередь, от сероводорода и диоксида углерода, в результате чего образуются товарный газ и кислые газы – сырье для производства газовой серы. Для очистки газов от кислых примесей широко применяют алканол амины, так как они обладают низкой вязкостью, эффективно очищают газ в широком диапазоне парциальных давлений  $H_2S$  и  $CO_2$ , почти не абсорбируют углеводороды (УВ) (Golubeva, 2020; Shirokov, 2008; Grushevenko, 2018; Nabokov, 2015; Abdullaeva 2016). Обычно аминовая очистка газа проводится с помощью процесса Griboto1, в котором задействуется абсорбционная колонна и рекуператор. В абсорбционной колонне аминовый раствор поглощает сероводород и углекислый газ, преобразуя серосодержащий газ в нейтральный. Обогащенный амин постепенно направляется на рекуператор, где сероводород и углекислый газ отделяются, а чистый амин возвращается в абсорбционную колонну (Bazhenov, 2019; Shukhtuev, 2018; Zakharov, 2017; Ibragimov 2013).

Сероводород, также как и диоксид углерода, в присутствии воды образует кислоты, которые вызывают химическую и электрохимическую коррозию металлов (Khasanov 2015; Ostapenko 2014). При определенных условиях сероводород



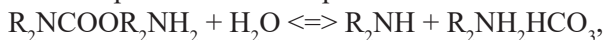
является причиной сульфидного растрескивания металлов. Присутствие значительного количества диоксида углерода в газе снижает его теплоту сгорания, которая также регламентируется. Эти причины привели к разработке и промышленной реализации множества способов очистки углеводородных газов от кислых компонентов (Nabokov, 2015).

Механизм поглощения  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$  водными растворами аминов рассмотрен в работах (Chakma, 1984; Al-Chawas 1989; Nasteka, 1995; Blauwhoff, 1983; Koul, 1968; Stryuchkov, 1984). Алканол амины, будучи щелочами, легко вступают в реакцию с кислыми газами  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{CO}_2$ ), образуя водорастворимые соли. При этом протекают следующие реакции:



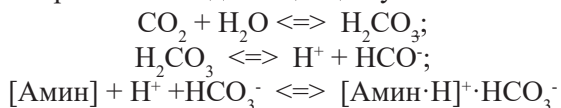
Все амины реагируют с  $\text{H}_2\text{S}$  одинаковым образом с образованием гидросульфида или сульфида амина, причем реакция классифицируется как мгновенная. Первичные и вторичные амины могут реагировать с  $\text{CO}_2$  с образованием карбамата (соли замещенной карбаминовой кислоты – амин- $\text{COO}\cdot\text{H}^+$ ), которая трактуется как быстрая реакция второго порядка. Кроме того, с  $\text{CO}_2$  образуются карбонаты и бикарбонаты аминов, но образованию их предшествует медленная реакция растворения  $\text{CO}_2$  в воде с образованием угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Считается, что при умеренных степенях карбонизации амина (до 0,5 моль  $\text{CO}_2$ /моль амина) преимущественно протекает реакция образования карбамата (Kobilov, 2017).

Карбаматы аминов – нестойкие соединения и в слабощелочной среде они медленно разлагаются с образованием бикарбоната.



где R –  $\text{HOCH}_2$   $\text{CH}_2$

У третичного алканол амина нет подвижного атома  $\text{H}^+$  в аминной группе, поэтому становится невозможным протекание прямой и быстрой реакции с  $\text{CO}_2$  по карбаматному типу, а взаимодействие осуществляется через предварительную и медленную стадию образования и диссоциации угольной кислоты:



Конечными продуктами реакции являются бикарбонат и карбонат. Таким образом, разница в скоростях реакции третичных аминов с  $\text{H}_2\text{S}$  (мгновенная реакция) и  $\text{CO}_2$  (медленная реакция) гораздо значительнее, чем для первичных и вторичных аминов. Это позволяет использовать на практике третичные амины для селективного извлечения  $\text{H}_2\text{S}$  из смеси его  $\text{CO}_2$ . Реакционная способность алканол аминов изменяется в ряду первичные > вторичные > третичные и коррелирует с их щёлочностью (Afanasyev, 1986).

Диоксид углерода образуется алканаминами различные побочные продукты. Часть из них на стадии регенерации абсорбента разрушается и снова выделяет алканаминами, другая часть не регенерируется, вызывая потери амина. Наибольшее количество нерегенерируемых соединений характерно для первичных аминов.

Меркаптаны, будучи кислотами, обратимо реагируют с алканаминами с образованием водорастворимых меркаптидов. Кислотность меркаптанов значительно ниже, чем  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$ , вследствие чего последние вытесняют меркаптаны из их соединений с аминами.

Меркаптиды – нестойкие соединения, легко разрушающиеся при нагревании. Сероокись углерода ( $\text{COS}$ ) может непосредственно вступать в реакцию с первичными вторичными аминами. При этом с первичными аминами образуются нерегенерируемые продукты, вторичные и третичные амины реагируют с  $\text{COS}$  обратимо. Аналогичным образом реагирует с алканаминами и сероуглерод ( $\text{CS}_2$ ). Побочные продукты он образует и с первичными и вторичными аминами. Сульфиды и дисульфиды с алканаминами не взаимодействуют. Наличие в газе второго компонента  $\text{H}_2\text{S}$  или  $\text{CO}_2$  снижает растворимость другого; соответственно увеличивается равновесное давление компонента над раствором.

Метилдиэтаноламин (МДЭА) применяется в основном для селективной очистки от  $\text{H}_2\text{S}$  в присутствии  $\text{CO}_2$ . Однако, когда требуется одновременное извлечение  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$  необходимо нивелировать фактор селективности. Для этого было предложено применять водные растворы МДЭА и ДЭА (Zaporozhets, 2016). Растворимость метана и этана в водных растворах ДЭА в пределах рабочих концентраций при парциальных давлениях в газе, имеющих место в большинстве практических случаев, близка к растворимости их в воде.

Растворимость углеводородов в водных растворах МДЭА ниже, чем в растворах МЭА и ДЭА при одинаковых концентрациях. Это является преимуществом МДЭА, благодаря которому снижается потеря производственного газа. Добавкой ДЭА к раствору МДЭА в различных соотношениях можно регулировать степень извлечения  $\text{CO}_2$  при практически полном удалении  $\text{H}_2\text{S}$ .

Растворимость углеводородов возрастает с увеличением концентрации амина в растворе, причём растворимость этана ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) зависит от концентрации сильнее, чем для метана ( $\text{CH}_4$ ). Регенерация использованного амина для повторного использования экономически и экологически целесообразна. Некоторые кислоты могут быть извлечены из растворов аминов нагреванием, высвобождая часть связанного амина со снижением коррозионной активности. Гидроксид натрия освобождает связанный амин, обновляя кислотную емкость амина, но не снижает концентрацию анионов кислот, поглощаемых раствором очистки.

Концентрацию аминов в растворах можно определить методом кондуктометрического титрования.

Кондуктометрический метод анализа основан на изучении зависимости между проводимостью раствора и концентрацией ионов в этом растворе. Электрическая проводимость (или электропроводность раствора электролита) является результатом диссоциации растворенного вещества и миграции

ионов под действием внешнего источника напряжения. В электрическом поле движущиеся в растворе ионы испытывают тормозящее действие со стороны молекул растворителя и окружающих противоположно заряженных ионов. Это так называемые релаксационный и электрофоретический эффекты. Результатом такого тормозящего действия является сопротивление раствора прохождению электрического тока. Электропроводность раствора определяется в основном числом, скоростью (подвижностью) мигрирующих ионов, количеством переносимых ими зарядов и зависит от температуры и природы растворителя.

При титровании кислотой (HCl) растворов аминов может определяться избыток  $\text{OH}^-$ , свободный амин и анионы слабых кислот.

При титровании основанием (NaOH) определяется связанный амин. Избыток  $\text{OH}^-$  может присутствовать, если NaOH добавлять к раствору амина в размере, который превышает эквивалентную сумму термостабильных солей амина.

Избыток  $\text{OH}^-$  первым вступает в реакцию при добавлении кислоты во время титрования. После того, как  $\text{OH}^-$  израсходован, кислотный титрант реагирует со свободным амином, затем с любым анионом слабой кислоты.

Методы регенерации могли бы быть более эффективными, если бы методы непосредственного измерения концентраций, связанных и свободных аминов, были бы доступны. Имеются аналитические методы определения общего амина титрованием сильной кислотой, но они как правило, не решают проблему контроля содержания амина в растворах для регенерации.

Концентрация амина, как правило, напрямую не определяется, но вычисляется из разницы двух больших количеств, общего и свободного амина, и может быть не точна. Титрование свободного амина часто практикуется таким образом, что анионы слабых кислот (например, ацетат и формиат) мешают определению, способствуя завышению концентрации свободного амина. Эта ситуация приводит к тому, что концентрации аминов определяются в размере более 100% от его количества, добавленного в систему.

Общая концентрация амина рассчитывается из суммы концентраций связанного и свободного аминов. Метод кондуктометрического титрования пригоден для определения концентрации амина от 100 частей на миллион до 95% масс. Уникальным для этого метода является отделение свободного амина от анионов слабой кислоты и определение избытка NaOH. В методе используется обычное оборудование для титрования, но используется проводимость (кондуктометрия), а не pH (потенциометрия), для обнаружения конечной точки титрования. Измерение проводимости более чувствительно, чем pH и часто обеспечивает более четкую фиксацию конечных точек и раскрывает дополнительные сведения о химии раствора амина. Этот метод можно использовать для определения концентрации амина в кислых растворах для очистки газа, для контроля концентрации амина на нефтеперерабатывающих заводах, для обнаружения амина в водные отходах или процесса последующей регенерации амина. (Arthur, 1990).

Принцип работы потенциометрического титрования заключается в следующем. Вблизи от точки эквивалентности обычно происходит сильное изменение или

даже скачок потенциала индикаторного электрода. Величина данного скачка будет зависеть силы кислоты или же основания, а также от концентрации раствора. Если же проводить титрование смесей различных кислот, то можно наблюдать несколько скачков заодно титрование. Данный способ получил довольно широкое распространение, а также имеет свои преимущества, которые выгодно выделяют его среди других методов анализа. Точку эквивалентности при потенциометрическом титровании определяют графическим методом на кривой титрования. Обычно используют одну из следующих видов кривых титрования: интегральную, дифференциальную или кривую Грана.

Цель настоящей работы – определение концентрации аминов методом кондуктометрического и потенциометрического титрования.

### Экспериментальная часть

Концентрацию аминов определяли методами кондуктометрическим и потенциометрическим титрованием. Для титрования использовали автоматический титратор АТП-02 и стационарный кондуктометр Hanna HI 4521. Образец раствора амина смешивают с водой и титруют 0,1 н HCl, в зависимости от потребления HCl рассчитывают концентрацию амина. ДЭА с разной концентрацией 1, 5, 7, 10, 12, 20, 30% смешивают с водой и измеряется электропроводность водного раствора. Исследования проводилась при температуре 20°C.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 показана дифференциальная кривая потенциометрического титрования для 10% раствора диэтанолamina. Точку эквивалентности находят по скачку потенциала на кривой титрования, который соответствует моменту завершения реакции (прибавляемое в дальнейшем количество титранта является избытком). Концентрация амина рассчитывается как следует из формулы:

$$[B] = V \cdot N / W \quad (1)$$

Где [B] = концентрация амина, мг-экв/г

V = объем титранта HCl в эквивалентной точке, мл

N = нормальность титранта HCl, мг-экв/мл

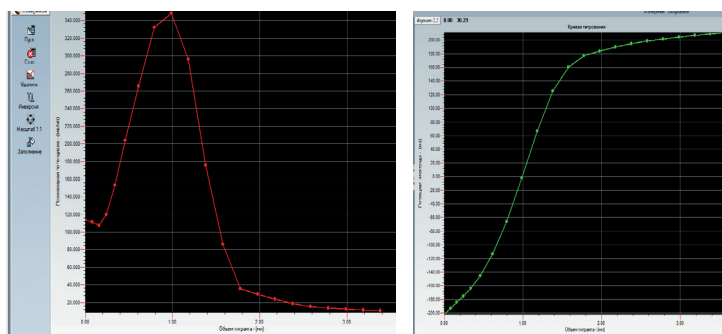
W = масса образца амина, г

Преобразование концентрации амина из мг-экв/г в вес. % достигается путем:

$$w \% = (\text{мг-экв/г}) \cdot M / 10 \quad (2)$$

Где M = эквивалентная масса амина, мг/м-экв= 119 для МДЭА, 61 для МЭА, 105 для ДЭА.

На рисунке 1 показаны дифференциальные и интегральные кривые потенциометрического титрования для 1% раствора диэтанолamina.



а) б)

Рисунок 1 - Кривые потенциметрического титрования:  
а — дифференциальная: б — интегральная/

Образец: 1% водный раствор ДЭА, Титрант: HCl 0,1н раствор

Для нахождения концентрации амина как титрант была выбрана соляная кислота с концентрацией 0,1н, и чтобы уменьшить расход титранта, было взято меньше раствора амина 1,01г. По графику определена эквивалентная точка  $V(\text{экв})=0,99\text{мл}$

$$[B] = \frac{0,99\text{мл} \cdot 0,1 \frac{\text{МГ-ЭКВ}}{\text{МЛ}}}{1,01\text{г}}$$

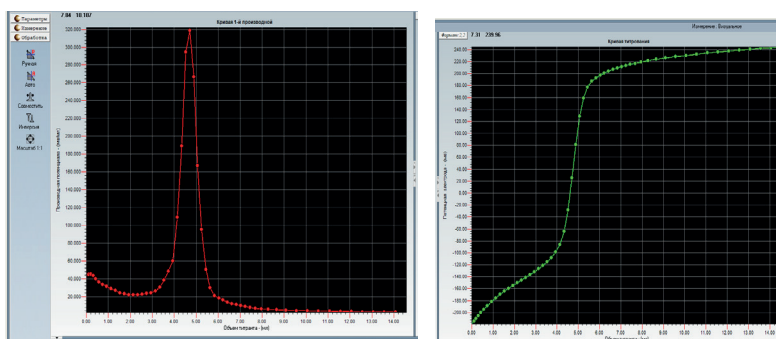
$[B]$  (концентрация амина, мг-экв/г) = 0,098

Преобразование концентрации амина из мг-экв/г в вес. % достигается путем:

$$w \% = \frac{0,098 \frac{\text{МГ-ЭКВ}}{\text{Г}} \cdot 105 \text{МГ/М-ЭКВ}}{10}$$

$w$  (концентрация амина) = 1,03%

На рисунке 2 показаны дифференциальные и интегральные кривые потенциметрического титрования для 5% раствора диэтанолamina



а) б)

Рисунок 2 - Кривые потенциметрического титрования:  
а — дифференциальная: б — интегральная.

Образец: 5% водный раствор ДЭА. Титрант: HCl 0,1н раствор

Для нахождения концентрации амина как титрант была выбрана соляная кислота с концентрацией 0,1н, и было взято раствор амина 0,96г. По графику определена эквивалентная точка  $V(\text{эkv})=4,71\text{мл}$

$$[B] = \frac{4,71\text{мл} \cdot 0,1 \frac{\text{мг-эkv}}{\text{мл}}}{0,96\text{г}}$$

$[B]$  (концентрация амина, мг-эkv/г) = 0,491

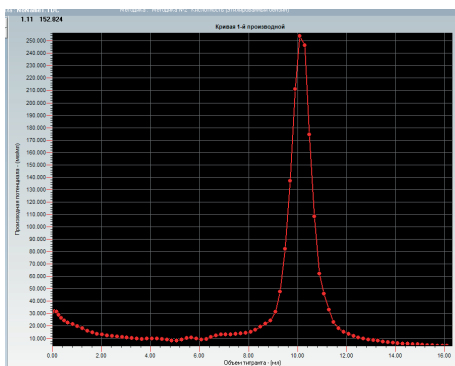
Преобразование

концентрации амина из мг-эkv/г в вес. % достигается путем:

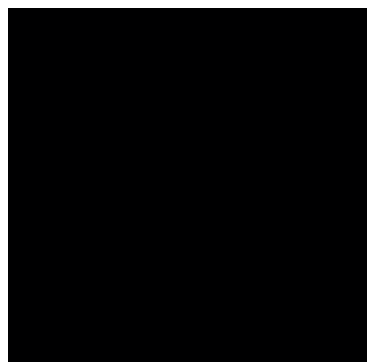
$$w \% = \frac{0,491 \frac{\text{мг-эkv}}{\text{г}} \cdot 105 \frac{\text{мг}}{\text{м-эkv}}}{10}$$

$w$  (концентрация амина) = 5,15%

На рисунке 3 показаны дифференциальные и интегральные кривые потенциометрического титрования для 10% раствора диэтанолamina.



а)



б)

Рисунок 3 - Кривые потенциометрического титрования:

а — дифференциальная; б — интегральная.

Образец: 10% водный раствор ДЭА, Титрант: HCl 0,1н раствор

Для нахождения концентрации амина как титрант была выбрана соляная кислота с концентрацией 0,1н, и было взято раствор амина 1,01г. По графику определена эквивалентная точка  $V(\text{эkv})=10,09\text{мл}$

$$[B] = \frac{10,09\text{мл} \cdot 0,1 \frac{\text{мг-эkv}}{\text{мл}}}{1,01\text{г}}$$

$[B]$  (концентрация амина, мг-эkv/г) = 0,999

Преобразование концентрации амина из мг-эkv/г в вес. % достигается путем:

$$w \% = \frac{0,999 \frac{\text{мг-эkv}}{\text{г}} \cdot 105 \frac{\text{мг}}{\text{м-эkv}}}{10}$$

$w$  (концентрация амина) = 10,49%

На рисунке 4 показаны дифференциальные и интегральные кривые потенциометрического титрования для 20% раствора диэтанолamina

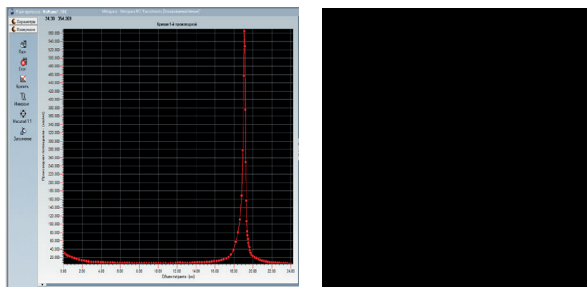


Рисунок 4 - Кривые потенциометрического титрования:  
 а — дифференциальная: б — интегральная.  
 Образец: 20% водный раствор ДЭА, Титрант: 0,1н раствор HCl

Для нахождения концентрации амина как титрант была выбрана соляная кислота с концентрацией 0,1н, и было взято раствор амина 0,99г. По графику определена эквивалентная точка  $V(\text{эkv})=19,02\text{мл}$ .

$$[B] = \frac{19,02\text{мл} + 0,1 \frac{\text{мг-эkv}}{\text{мл}}}{0,99\text{г}}$$

$$[B] \text{ (концентрация амина, мг-эkv/г)} = 1,92$$

Преобразование концентрации амина из мг-эkv/г в вес. % достигается путем:

$$w \% = \frac{1,92 \frac{\text{мг-эkv}}{\text{г}} \cdot 105 \frac{\text{мг}}{\text{мг-эkv}}}{10}$$

$$w \text{ (концентрация амина)} = 20,17\%$$

На рисунке 5 показаны дифференциальные и интегральные кривые потенциометрического титрования для 30% раствора диэтанолamina

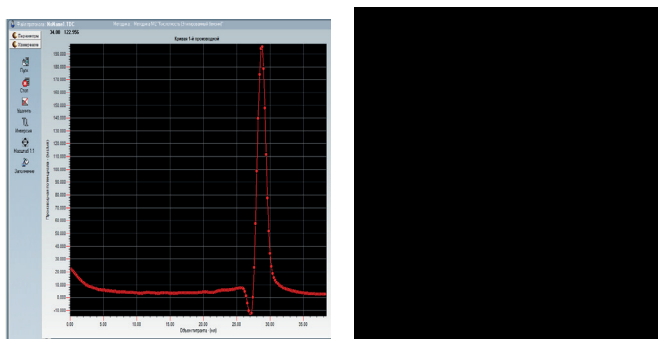


Рисунок 5 - Кривые потенциометрического титрования:  
 а — дифференциальная: б — интегральная.  
 Образец: 30% водный раствор ДЭА, Титрант: HCl 0,1н раствор

Для нахождения концентрации амина как титрант была выбрана соляная кислота с концентрацией 0,1н, и было взято меньше раствор амина 1,00г. По графику определена эквивалентная точка  $V(\text{эkv})=28,82\text{мл}$ .

$$[B] = \frac{28,82 \text{ мл} \cdot 0,1 \frac{\text{мг-экв}}{\text{мл}}}{1,00 \text{ г}}$$

[B] (концентрация амина, мг-экв/г) = 2,88.

Преобразование концентрации амина из мг-экв/г в вес. % достигается путем:

$$w \% = \frac{2,88 \frac{\text{мг-экв}}{\text{г}} \cdot 105 \text{ мг/м-экв}}{10}$$

w (концентрация амина) = 30,24%.

На рисунке 6 приведена зависимость концентрации ДЭА (от 1 до 30%) от объема титранта (HCl) в ДЭА точке эквивалентности.

Таким образом, потенциометрическое титрование демонстрирует линейную зависимость между концентрацией ДЭА и количеством 0,1н HCl, израсходованным на титрование.

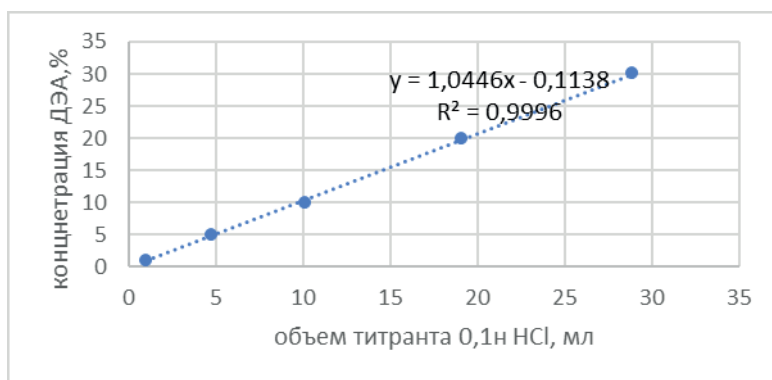


Рисунок 6 – Зависимость концентрации ДЭА от объема титранта HCl потенциометрическое титрование растворов ДЭА различной концентрации

Для определения алканоламинов в водных растворах, имеющих процентные концентрации (5-40%), возможно потенциометрическое титрование, т. к. алканоламины являются слабыми основаниями с щелочной реакцией их водных растворов. Сложность определения алканоламинов возникает при содержании в растворах других веществ, имеющих щелочную реакцию и завышающих таким образом содержание алканоламинов. Таким образом, метод потенциометрического титрования менее надежен, чем использование значений электропроводности растворов алканоламинов в процессе кондуктометрического титрования.

При потенциометрическом титровании, несмотря на линейную зависимость, при пересчете на процентное содержание ДЭА получается более 100%. Таким образом, расчетная концентрация амина не соответствует реальной, а является завышенной даже для чистого раствора ДЭА. Точное определение концентрации ДЭА возможно для растворов не выше 5% содержания алканолamina, для смешанных растворов метод потенциометрического титрования не является специфичным.

На рисунке 7 показана зависимость электропроводности растворов ДЭА от концентрации.



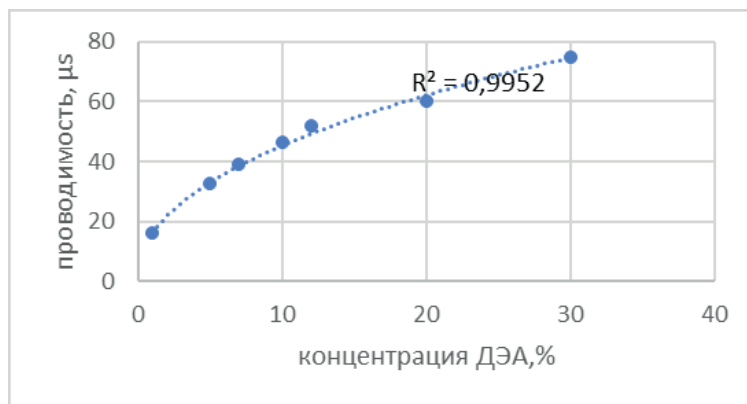


Рисунок 7 - Зависимость электропроводимости растворов ДЭА от концентрации

Как видно из рисунка 6 с ростом концентрации увеличивается электропроводимость ДЭА. Метод определения концентрации ДЭА путем измерения проводимости более чувствительный. Из графика на рисунка 6 видно, что более точно может быть определена концентрация при помощи кондуктометрического титрования для концентраций от 1 до 12% ДЭА. Измерение проводимости для определения концентрации амина к тому же раскрывает дополнительные сведения о химии раствора.

Кондуктометрический метод можно использовать для контроля концентрации амина на нефтеперерабатывающих заводах.

Таким образом, при потенциометрическом титровании, несмотря на линейную зависимость, при пересчете на процентное содержание ДЭА получается более 100%. Расчетная концентрация амина не соответствует реальной, а является завышенной даже для чистого раствора ДЭА. Точное определение концентрации ДЭА возможно для растворов не выше 5% содержания алканолamina. Метод определения концентрации ДЭА путем измерения проводимости более чувствительный. Более точно может быть определена концентрация при помощи кондуктометрического титрования для концентраций от 1 до 12% ДЭА.

#### Литература

- Абдуллаева Sh.Sh. (2016) Наука и образование сегодня [Электронный ресурс] 2:31-32.
- Аль-Чавас Н.А., Хагевише Д.П., Руир-Ибанкс Г., Сандалл О.С. (1989) Инженерный журнал, 34: 385-391.
- Артур Л. Каммингс, Фред К. Витч, Альфред Э. Келлер, Шейд М. Мекум и Роберт М. Каммиллер (1990) Метод анализа для определения связанных и свободных алканолaminов в растворах, загрязненных HSS <https://www.digitalrefining.com/article/1000273>.
- Афанасьев, А.И. Газовая промышленность [текст] / А.И. Афанасьев. Баженов С. Д., Новицкий Е. Г., Василевский В. П., Грушевенко Е. А., Биенко А. А., Волков А. В. (2019) Журнал прикладной химии [Электронный ресурс] 8:957-979.
- Блаухофф П.М.М., Ферстиг Г.Ф., Сваидж В.П.М. (1983) Химическая инженерия, наука 9: 1411-1436 (на английском языке).
- Голубева И. А., Дашкина А. В., Шульга И. В. (2020) Нефтехимия 1: 51-56.

Грушевенко Е. А., Баженов С. Д., Василевский В. П., Новицкий Е. Г., Волков А. В. (2018) Журнал прикладной химии [Электронный ресурс] 4:533-541.

Захаров Н.М., Огрызков М.Ю., Шорстов К.В. (2017) В сборнике: Последние тенденции в науке и образовании. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции "В сборнике: новые тенденции в науке и образовании. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. С. 176-180.

Запорожец П., Зиберт Г.К., Запорожец Е.Е., Андреева Н.Н., Зиберт А.Г., Вальпуллин И.М. (2016) Издательский центр Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина. № 322.

Ибрагимов, И.М. Энергосбережение и водоподготовка / И.М. Ибрагимов, С.В. Приходько // Энергосбережение и водоподготовка.

Кобилев, А. Б. (2017) Вопросы науки и образования [Электронный ресурс].  
Кул А.Л., Ризенфельд Ф.С. (1968) Очистка газов.

Майсен А., Чакма А. (1984) Переработка углеводородов. 6:21-26 (на английском языке).

Набоков С.В., Петкина Н.П. (2015) Новости газовой науки 1:3-8.

Набоков С.В., Петкина Н.П. (2015) Новости газовой науки [Электронный ресурс] 1:21-25.

Настека В.И. (1995) Дис. ... д-ра техн. наук. 57 (на русском языке).

Остапенко С.В., Пономаренко В.В., Степанов В.А., Туголуков А.В., Федосенко Д.В., Шуплик О.Ю. (2004) Патент РФ № 2223943.

Шухтуев Р. А., Чуракова С. К., Маннанов Т. И. (2018) Башкирский химический журнал. № 3:102-109.

Стрючков В.М., Афанасьев А.И., Шкляр Р.Л. (1984) Подготовка и переработка газа и газового конденсата: обзор [Электронный ресурс] / В.М. Стрючков, А.И. Афанасьев, Р.Л. Шкляр. Информация. – М.: ВНИИЭгазпром] 6: 60 (на русском языке).

Хасанов А.С., Саторов М.О., Ямалетдинова А.А. (2015) Молодой ученый. № 2. С.221-222.

## References

Golubeva I. A., Dashkina A. V., Shulga I. V. (2020) Petrochemistry [Neftehimija] 1: 51–56 (in Russ).

Shirokov S.N., Geraskin V.I., Emelkina V.A., Alimova M.S., Mirovskaya E.A. (2008) Exposition [Ekspozitsija] 10:36-38 (in Russ).

Grushevenko E. A., Bazhenov S. D., Vasilevsky V. P., Novitsky E. G., Volkov A. V. (2018) Journal of Applied Chemistry [Zhurnal prikladnoi khimii] 4:533-541 (in Russ).

Nabokov S.V., Petkina N.P. (2015) News of gas science 1:3-8 (in Russ).

Abdullaeva Sh.Sh. (2016) Science and education today [Nauka i obrazovanie segodnya] 2:31-32 (in Russ.).

Bazhenov S. D., Novitsky E. G., Vasilevsky V. P., Grushevenko E. A., Bienko A. A., Volkov A. V. (2019) Journal of Applied Chemistry [Zhurnal prikladnoi khimii] 8:957-979 (in Russ).

Shukhtuev R. A., Churakova S. K., Mannanov T. I. (2018) Bashkir Chemical Journal [Bashkirskij khimicheskij zhurnal] 3:102-109 (in Russ.).

Zakharov N.M., Ogryzkov M.Yu., Shorstov K.V. (2017) In the collection: The latest trends in science and education. Collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference [V sbornike: Novejshie tendenczii v nauke i obrazovanii. Sbornik statej po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii] 176-180 (in Russ.).

Ibragimov I.M., Prihodko S.V. (2013) Energy saving and water treatment [Energoberezhenie i vodopodgotovka] 2:44-45 (in Russ.).

Khasanov A.S., Satorov M.O., Yamaletdinova A.A. (2015) Young scientist [Molodoi uchënyi] 2:P.221-222 (in Russ.).

Ostapenko S.V., Ponomarenko V.V., Stepanov V.A., Tugolukov A.V., Fedosenko D.V., Shuplik O.Yu. (2004) RF patent No. 2223943 (in Russ.).

Nabokov S.V., Petkina N.P. (2015) News of gas science [Vesti gazovoi nauki] 1:21-25 (in Russ.).

Chakma A. Maisen A. (1984) Hydrocarbon Processing. 6:21–26 (in Eng).

Al-Chawas N.A., Hagewiesche D.P., Ruir-Ibanex G., Sandall O.C. (1989) Journal Engineering 34:385–391.

- Nasteka V.I. (1995) Dis. Doctor of Technical Sciences [Dis. d-ra tehničeskikh naýk] 57(in Russ.).
- Blauwhoff P.M.M., Versteeg G.F., Swaaij V.P.M. (1983) Chemical Engineering Science 9:1411-1436 (in Eng).
- Koul A.L., Riesenfeld F.S. (1968) Gas purification 392 (in Russ.).
- Stryuchkov V.M., Afanasyev A.I., Shklyar R.L. (1984) Preparation and processing of gas and gas condensate: review [Podgotovka i pererabotka gaza i gazovogo kondensata: obz. Informatsiia. – M.: VNIIEgazprom] 6: 60 (in Russ.).
- Kobilov, A. B. (2017) Questions of science and education [Voprosy naýki i obrazovaniia] 11:25-26 (in Russ).
- Afanasyev, A.I. (1986) Gas industry [Gazovaia promyshlennost] 4:20-21 (in Russ.).
- Zaporozhets P., Siebert G.K., Zaporozhets E.E., Andreeva N.N., Siebert A.G., Valpullin I.M. (2016) Publishing Center of the Russian State University of Oil and Gas named after I.M. Gubkina. 322 (in Russ.).
- Arthur L Cummings, Fred C Veatch, Alfred E Keller, Shade M Mecum and Robert M Kammiller (1990) Analysis method for determining bound and free alkanolamines in HSS contaminated solutions <https://www.digitalrefining.com/article/1000273>

CONTENTS

CHEMISTRY

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

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

## МАЗМҰНЫ

### ХИМИЯ

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

**К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева**  
МИРОВЫЕ ИННОВАЦИИ ЭКСТРАКТИВНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ТИТАНА.....5

**О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдыралиева**  
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ.....27

**А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек**  
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ В УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННОСТЯХ.....42

**Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубеков, С.Б. Ыбрай**  
СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КЛИНКЕРА РУДНИКА «АЧИСАЙ».....53

**Н.Б. Жумадильда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сапиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова**  
ЛИПОФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТРАВЫ HEDYSARUM SONGORICUM BONG.....68

**Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсыкбаева, И. Нурлыбаев, Н. Султанов**  
СИНТЕЗ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ КОРНЕЙ РАСТЕНИЯ «КРАСНАЯ СОЛОДКА» И ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....83

**Л.М. Калимолдина, С.О. Абилкасова, М.А. Кожайсакова, Ж.Р. Сырымova, А.А. Султанаева**  
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИТУМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....101



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

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

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

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

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

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 30.09.2024.

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

13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.