

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»

## NEWS

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), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, 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/arithiv>

© 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), 42–52

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.235>

УДК 669.822.3 + 535.34-1

ГРПТИ 31.19.15

© **A.S. Dauletbayev**<sup>1\*</sup>, **K.A. Kadirbekov**<sup>2</sup>, **S.O. Abilkasova**<sup>1</sup>,  
**L.M. Kalimoldina**<sup>1</sup>, **A.D. Altynbek**<sup>3</sup>, 2024.

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

<sup>2</sup>«A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences» JSC, Almaty, Kazakhstan;

<sup>3</sup>«Semizbay-U» LLP of NAC «Kazatomprom», Astana, Kazakhstan

E-mail: [aklakz@mail.ru](mailto:aklakz@mail.ru)

## APPLICATION OF ULTRAFLOCCULATION METHOD FOR PURIFICATION OF RECYCLING SOLUTIONS IN URANIUM MINING INDUSTRIES

**A.S. Dauletbayev** — Almaty Technological University, senior lecturer of the Department of «Chemistry, Chemical Technology and Ecology», E-mail: [aklakz@mail.ru](mailto:aklakz@mail.ru). <https://orcid.org/0009-0007-8657-5495>;

**K.A. Kadyrbekov** — «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences» JSC, Associate Professor, Head of Laboratory of Oil Chemistry and Petrochemical Synthesis, Doctor of Chemical Sciences, E-mail: [kkairati@mail.ru](mailto:kkairati@mail.ru). <https://orcid.org/0000-0003-3141-7661>;

**S.O. Abilkasova** — Almaty Technological University, senior lecturer of the Department «Chemistry, chemical technology and ecology», Candidate of Chemical Sciences, E-mail: [sandy\\_ao@mail.ru](mailto:sandy_ao@mail.ru) Orcid ID 0000-0001-8322-4592;

**L.M. Kalimoldina** — Almaty Technological University, senior lecturer of the Department of «Chemistry, Chemical Technology and Ecology», Candidate of Technical Sciences, E-mail: [kalimoldina.laila@mail.ru](mailto:kalimoldina.laila@mail.ru). Orcid ID 0000-0003-4397-9629;

**A.D. Altynbek** — «Semyzbay-U» LLP, National atomic company Kazatomprom, Astana, Senior Manager of Companies. E-mail: [akmurat.a@mail.ru](mailto:akmurat.a@mail.ru).

**Abstract.** The interaction of polyacrylamide flocculants with colloidal structures of uranium mining circulating solutions was studied on the apparatus “Ultra-floc tester”. The influence of the nature of polymer flocculants and their dosage on the degree of purification of recycled solutions of the Irkol mine, uranium mining enterprise Semizbay-U was studied. For the first time the dependence of flocculation efficiency on the intensity of hydrodynamic treatment of the circulating solution on the apparatus “Ultra-floc tester” was determined. The velocity modes of ultraflocculation turnover are investigated. Based on the fundamental principles of colloidal-hydrodynamic theory of dispersed systems, it is shown that the use of strictly non-uniform hydrodynamic fields allows to achieve not only higher rates of suspension flocculation, but also a significant improvement in the quality of solid phase separation. It is experimentally proved that the new method of “ultraflocculation” in the purification of uranium industry recycle

solutions provides a number of advantages necessary in the technological process of production: increase in the productivity of thickeners and pressure filters, decrease in the content of solid particles, increase in the rate of purification, reduction in the consumption of flocculant. The optimum parameters of the hydrodynamic treatment mode of the circulating solution in the process of ultraflocculation depending on its dispersed composition and dosage of flocculant are determined.

**Keywords:** Ultraflocculation, colloidal particles, polymeric flocculants, recycled solutions, ultra-floc tester.

© **Ә.С. Дәулетбаев<sup>1\*</sup>, К.А. Кадирбеков<sup>2</sup>, С.О. Абилкасова<sup>1</sup>, Л.М. Калимолдина<sup>1</sup>, А.Д. Алтынбек<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>«Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты АҚ»  
Алматы, Қазақстан;

<sup>3</sup>«Семізбай-У» ЖШС «Казатомөнеркәсіп» ҰАК, Астана, Қазақстан.  
E-mail: aklakz@mail.ru

## УРАН ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚАЙТАРЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУ ҮШІН УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИЯЛЫҚ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ

**Ә.С. Дәулетбаев** — Алматы технологиялық университеті, «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының сениор-лекторы, E-mail: aklakz@mail.ru, Orcid ID 0009-0007-8657-5495;

**К.А. Қадирбеков** — «Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Мұнай химиясы және мұнай химиялық синтез зертханасының меңгерушісі, доцент, химия ғылымдарының докторы, E-mail: kkairati@mail.ru, Orcid ID 0000-0003-3141-7661;

**С.О. Абилкасова** — Алматы технологиялық университеті, «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының сениор-лекторы, техника ғылымдарының кандидаты, E-mail: sandy\_ao@mail.ru, Orcid ID 0000-0001-8322-4592;

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

**А.Д.Алтынбек** — «Семізбай-У» ЖШС, Қазатомөнеркәсіп ұлттық атом компаниясы, Астана қ., компанияның аға менеджері E-mail: akmurat.a@mail.ru.

**Аннотация.** Полиакриламидті флокулянттардың айналымдағы уран өндіру ерітінділерінің коллоидты құрылымдарымен әрекеттесуі «Ультра-флок тестер» аппаратының көмегімен зерттелді. Полимерлі флокулянттардың табиғаты мен олардың мөлшерлерінің Иіркөлкенішімен «Семізбай-У» уран өндіру кәсіпорнының айналымдағы ерітінділерін тазарту дәрежесіне әсерін зерттеу жүргізілді. Алғаш рет флокуляция тиімділігінің «Ультра-флок тестер» аппаратының көмегімен айналымдағы ерітіндінің гидродинамикалық өңдеу қарқындылығына тәуелділігі анықталды. Ультрофлокуляциялық айналымның жылдамдық режимдері зерттелді. Дисперсті жүйелердің коллоидты-гидродинамикалық теориясының іргелі принциптеріне сүйене отырып, қатаң біркелкі емес гидродинамикалық өрістерді қолдану суспензияның флокуляциясының жоғары қарқынына қол жеткізуге ғана емес, сонымен қатар олардың сапасын айтарлықтай жақсартуға

мүмкіндік беретіні көрсетілген. Уран өнеркәсібінің айналымдағы ерітінділерін тазартудағы «ультралокуляцияның» жаңа әдісі өндіріс процесінде қажетті бірқатар артықшылықтарды беретіні эксперименталды түрде дәлелденді: қоюландырғыштар мен қысымды сүзгілердің өнімділігін арттыру, қатты бөлшектердің құрамын азайту, тазарту жылдамдығын арттыру, флокулянтты тұтынуды азайту. Айналымдағы ерітіндіні ультрафлокуляциялық процесс кезінде гидродинамикалық өңдеудің оңтайлы параметрлері оның дисперсті құрамына және флокулянттың дозасына байланысты анықталды.

**Түйін сөздер:** ультрафлокуляция, коллоидты бөлшектер, полимер флокулянттары, айналымдағы ерітінділер, ультрафлокулянтты сынаушы.

© А.С. Даулетбаев<sup>1\*</sup>, К.А. Кадирбеков<sup>2</sup>, С.О. Абилкасова<sup>1</sup>,  
Л.М. Калимолдина<sup>1</sup>, А.Д. Алтынбек<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Алматы, Казахстан.

<sup>3</sup>ТОО «Семизбай-У» НАК «Казатомпром», Астана, Казахстан;

E-mail: aklakz@mail.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ В УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННОСТЯХ

**А.С. Даулетбаев** — Алматинский технологический университет, старший преподаватель кафедры «Химия, химическая технология и экология», E-mail: aklakz@mail.ru ORCID ID 0009-0007-8657-5495;

**К.А. Кадирбеков** — АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», доцент, заведующий лабораторией химии нефти и нефтехимического синтеза, д.х.н., E-mail: kkairati@mail.ru ORCID ID 0000-0003-3141-7661;

**С.О. Абилкасова** — Алматинский технологический университет, сениор-лектор кафедры «Химия, химическая технология и экология», к.т.н., E-mail: sandy\_ao@mail.ru ORCID ID 0000-0001-8322-4592;

**Л.М. Калимолдина** — Алматинский технологический университет, сениор-лектор кафедры «Химия, химическая технология и экология», к.т.н., E-mail: kalimoldina.laila@mail.ru. ORCID ID 0000-0003-4397-9629;

**А.Д. Алтынбек** — ТОО «Семизбай-У» НАК «Казатомпром», Астана, старший менеджер компании, E-mail: akmurat.a@mail.ru.

**Аннотация.** Изучено взаимодействие полиакриламидных флокулянтов с коллоидными структурами оборотных растворов добычи урана на аппарате «Ультра-флок тестер». Проведено исследование влияния природы полимерных флокулянтов и их дозировки на степень очистки оборотных растворов рудника «Ирколь», уранодобывающего предприятия Семизбай-У. Впервые определены зависимости эффективности флокуляции от интенсивности гидродинамической обработки оборотного раствора на аппарате «Ультра-флок тестер». Исследованы скоростные режимы оборота ультрафлокуляции. Исходя из основополагающих принципов коллоидно-гидродинамической теории дисперсных систем, показано,

что применение строго неравномерных гидродинамических полей позволяет достигать не только более высоких скоростей флокуляции суспензии, но и значительного улучшения качества разделения твердой фазы. Экспериментально доказано, что новый метод «ультрафлокуляция» в очистке оборотных растворов урановой промышленности обеспечивает ряд преимуществ, необходимых в технологическом процессе производства: повышение производительности загустителей и напорных фильтров, снижение содержания твердых частиц, увеличение скорости очистки, сокращение расхода флокулянта. Определены оптимальные параметры режима гидродинамической обработки оборотного раствора в процессе ультрафлокуляции в зависимости от его дисперсного состава и дозировки флокулянта.

**Ключевые слова:** ультрафлокуляция, коллоидные частицы, полимерные флокулянты, оборотные растворы, ультра-флок тестер

### Введение

С развитием теории ортокинетической коагуляции (флокуляции) на основе увеличения скорости сдвига появилась новая технология обработки разбавленных суспензий — так называемый метод «ультрафлокуляция» (UF) (Adamantiades 2009; Rulev, et al, 1997). Основное отличие ультрафлокуляций от традиционной флокуляции состоит в том, что при процессе ультрафлокуляций (UFC) применяемые неоднородные гидродинамические поля в 5...30 раз выше, что соответствует средним скоростям сдвига  $G = 1000...3000 \text{ s}^{-1}$ . Применение ультрафлокуляции особенно эффективно для обработки относительно концентрированных суспензий высокомолекулярными полимерами, флокулянтами (Rulyov, 1999; Nickolaj, 2008; Hogg, 1993, et al, 2009).

В очередных исследованиях было показано, что правильный выбор флокулянтов в первую очередь зависит от химических факторов, таких как минеральный состав и химические свойства раствора. Однако, эффективность флокулянта в значительной степени определяется от физических факторов, как интенсивность перемешивания и скорость добавления флокулянта (Кемельбаева, 2010). Различные условия перемешивания и добавления полимера могут приводить к разным размерам флокул и разными скоростями их оседания (Tan, 2020; Rulyov, 2006).

Исходя из этого, проведено исследование действия флокулянтов на кислые оборотные растворы применяющих в уранодобывающих рудниках по методу подземного скважинного выщелачивания с применением аппарата Ультра-флок тестер. Определены оптимальные параметры режима гидродинамической обработки оборотного раствора в процессе ее ультрафлокуляции в зависимости от ее дисперсного состава и концентрации флокулянта. Уранодобывающих предприятиях ежедневно образуются слабокислотные оборотные растворы в больших объемах, обычно их отстаивают в емкостях и повторно возвращают в технологический цикл для многократного использования в процессе выщелачивания руды. Однако даже при наличии узла механической очистки



не удастся достичь необходимой степени осветления и очистки, которая бы удовлетворила требования к составу оборотных растворов (Tusupbaev, 2020; Рулёв, 2008).

Применение метода ультрафлокуляции в уранодобывающих промышленностях для очистки оборотных растворов является эффективным подходом. Этот метод основан на использовании специализированных химических агентов, способных быстро и эффективно образовывать большие флокки, которые легко отделяются от раствора. Такой процесс не только повышает качество очистки, но и уменьшает временные и финансовые затраты на обработку и обеспечивает соблюдение экологических стандартов. Применение ультрафлокуляции в данном контексте способствует оптимизации производственных процессов и улучшению устойчивости экосистем. Одним из эффективных способов очистки оборотных растворов от тонких дисперсий и коллоидов является флокуляция с полимерами (полиэлектролитами). Полимеры флокулирующие – химические соединения, которые при введении в дисперсные системы могут образовывать механические связи между частицами твердой фазы и вызывать ускоренное осаждение частиц (Rulyov, 1999. Colloids). Однако, флокулянты имеют один существенный недостаток – их молекулы, в силу огромной молекулярной массы, обладают очень низкой подвижностью, что создает трудности при смешивании исходного раствора флокулянта с суспензией и равномерном распределении его молекул в объёме обрабатываемой суспензии и, следовательно, на поверхности частиц (Matis, 2001; Rulyov, 2004). Для преодоления описанных трудностей при использовании флокулянтов, как показано в соответствующих исследованиях, можно применять специальную гидродинамическую обработку суспензии в процессе добавления флокулянта. Этот процесс, известный как ультрафлокуляция, позволяет быстро и равномерно распределить молекулы флокулянта по всему объёму суспензии и создать оптимальные условия для быстрого формирования плотных и прочных флокулов (Рулев, и др., 2011).

### **Материалы и методы**

Все эксперименты по определению эффективности флокуляции (относительного размера флокулов) от концентрации флокулянта и интенсивности гидродинамической обработки суспензии осуществлялись с помощью прибора «Ультра-флок тестер» производства фирмы «Турбофлотсервис», функциональная схема и фото которого представлены на рис. 2 и 3.

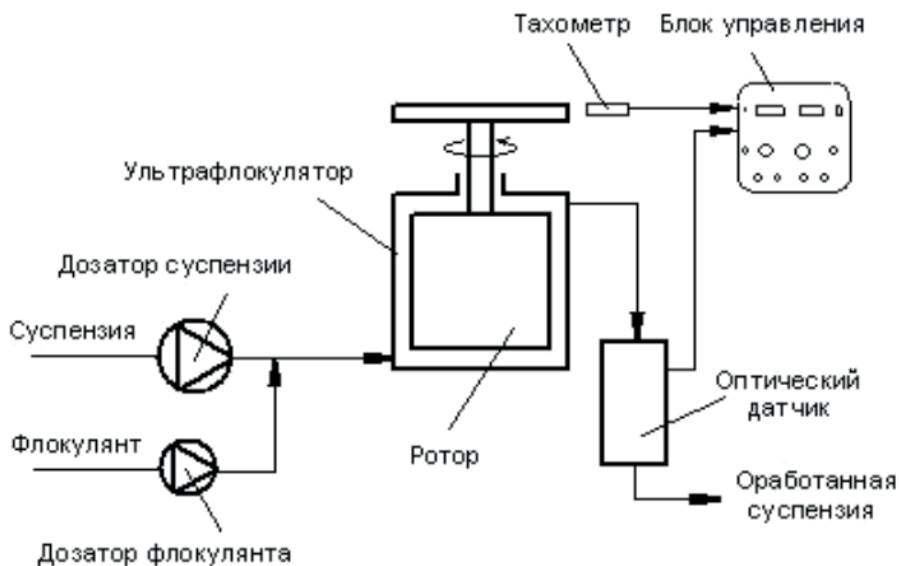


Рисунок 2 – Функциональная схема прибора для изучения процесса ультрафлокуляции «Ультра-флок тестер»

Данный аппарат по вышеприведенной схеме (рис.1 и 2) работает следующим образом: исследуемая суспензия и раствор флокулянта с помощью дозирующих насосов непрерывно смешиваются и подаются во флокулятор, где они подвергаются интенсивной гидродинамической обработке в течение 5-7 секунд.

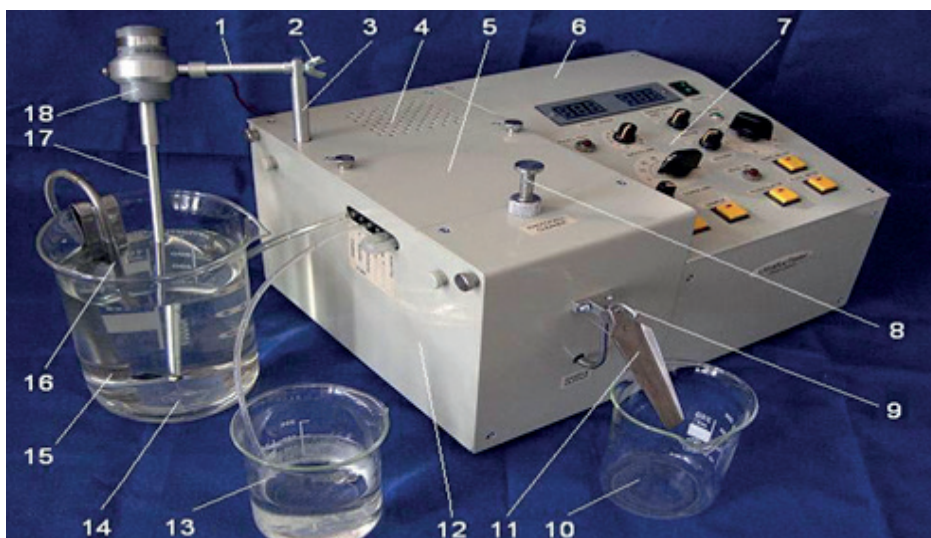


Рисунок 3 – Фото прибора для изучения процесса ультрафлокуляции «Ультра-флок тестер»

Для оценки относительного размера флокул, формирующихся в процессе обработки суспензии во флокуляторе, в приборе применен метод, впервые предложенный и теоретически обоснованный. Согласно данному методу, суспензия, выходящая из флокулятора, фильтруется через фильтровальные бумаги, после чего проводятся анализы остатков примесей в оборотных растворах.

Анализ проводили со флокулянтами Chinaflok, Magnafloc, Superfloc и Praestol (конкретные марки представлены в таблице – 1). Для этого, оборотный раствор обрабатывался в проточном режиме во флокуляторе прибора «Ультрафлок Тестер» в течение 5 секунд и направлялся в пробирку с высотой 15 см и емкостью 20 мл. Осредненный градиент скорости среды составляли 1000, 5000 и 10 000 об/мин. Эксперименты проводились согласно методике проведения опытов с применением аппарата Ультра-флок тестер. Уран обозначается как «Металл» в данной статье.

Таблица 1 – Характеристика использованных флокулянтов

Наименование	Обозначение в отчете	Характеристика завода изготовителя
Магнафлок (Magnafloc) LT24 слабокатионный	Магнафлок	Молекулярная масса – средняя (около 6 млн.) Насыпная плотность – 0,75 г/см <sup>3</sup> Вязкость приготовленного раствора (0,05 г/л) – 1,091 мм <sup>2</sup> /с
Суперфлок (Superfloc) C 494 катионный	Суперфлок	Молекулярная масса – 3,5-4 млн. Насыпная плотность – 0,75 г/см <sup>3</sup> Вязкость приготовленного раствора (0,05 г/л) – 1,260 мм <sup>2</sup> /с
Праестол (Praestol) 650TR катионный	Праестол	Молекулярная масса – около 6 млн. Насыпная плотность – 0,65 г/см <sup>3</sup> Вязкость приготовленного раствора (0,1 г/л) – 2,020 мм <sup>2</sup> /с Вязкость приготовленного раствора (0,05 г/л) – 1,415 мм <sup>2</sup> /с
Chinaflok катионный	Chinaflok	Молекулярная масса – от 3 до 7 млн Насыпная плотность – фактически измеренная - 0,69 г/см <sup>3</sup> Вязкость приготовленного раствора (0,1 г/л) – 1,665 мм <sup>2</sup> /с Вязкость приготовленного раствора (0,05 г/л) – 1,245 мм <sup>2</sup> /с

## Результаты и обсуждение

Результаты исследования зависимости эффективности флокуляции оборотного раствора от градиента скорости среды при добавлении флокулянта Chinaflok в количестве 5 мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования оборотного раствора с флокулянтном Chinaflok 5 мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера

Chinaflok 5 мг/л	Кремний, мг/л	Металл, мг/л	Алюминий, мг/л	Железо, мг/л	Кальций, мг/л	Магний, мг/л
Исходный ОР	66	43	427	400	205	330
Ультра-флок 1000 об/мин	47	42	310	269	133	218
Ультра-флок 5000 об/мин	54	42	366	327	166	278
Ультра-флок 10000 об/мин	51	42	364	331	166	281

Как видно из таблицы 2 и рисунка 4, на всех скоростных режимах наблюдается снижение концентрации железа, кремния, алюминия и других, при этом наилучшие показатели наблюдаются при режиме скорости 1 000 об/мин. Увеличение скорости перемешивания оборотного раствора до 5 000 об/мин уменьшает степень удаления определяемых элементов почти в 2 раза, а дальнейшее повышение скоростного режима прибора не приведет к заметному изменению достигнутого содержания изученных элементов. Наоборот, при проведении процесса со скоростью 10 000 об/мин наблюдается некоторый рост содержания кремния по сравнению с предыдущим экспериментом на Ультра-флок тестере.

Из сказанного выше, следует, что для данного оборотного раствора, где концентрация выделенных взвешенных частиц составляет около 100 мг/л, оптимальное значение градиента скорости лежит в диапазоне ниже 1 000 об/мин. В более высоких диапазонах скорости (при градиенте скорости 5 000, особенно при 10 000 об/мин) происходила снижение эффективности флокуляции, так как в нашем случае чрезмерная турбулентность способствовало к разрушению флокул.

Результаты исследования оборотного раствора при добавлении флокулянта Магнафлок 5мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, на всех скоростных режимах наблюдается снижение концентрации всех элементов. В тоже время, незначительные увеличения степеней удаления заметны при высоких (10 000 об/мин) режимах скорости, в частности, алюминия и кремния. Самые высокие степени удаления по сравнению с другими элементами у железа, наблюдаются при 1 000 и 10 000 об/мин.

Таблица 3 - Результаты исследования оборотного раствора при добавлении флокулянта Магнафлок 5 мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера.

<b>Магнафлок 5 мг/л</b>	<b>Кремний, мг/л</b>	<b>Металл, мг/л</b>	<b>Алюминий, мг/л</b>	<b>Железо, мг/л</b>	<b>Кальций, мг/л</b>	<b>Магний, мг/л</b>
Исходный ОР	66	43	427	400	205	330
Ультра-флок 1000 об/мин	63	42	380	247	200	320
Ультра-флок 5000 об/мин	65	42	383	382	200	320
Ультра-флок 10000 об/мин	62	38	371	230	198	300

Следует обратить внимание на тот факт, что согласно данным элементного анализа, содержание железа (возможно, коллоидов соединений железа) в оборотном растворе наибольшее, возможно они представляют более крупные частицы (средние и грубодисперсные частицы) взвешенных веществ. Видимо, при значительной концентрации твердого, эффективность флокуляции данного компонента дисперсной фазы очень сильно зависит от градиента скорости в области его больших значений. Из представленных данных следует, что при заданной времени обработки (при 5-6 сек) максимальное значение эффективности флокуляции железа достигается при более высоких значениях градиента скорости.

Однако, дисперсная фаза оборотного раствора состоит не только от соединении железа, но от частиц многих других элементов. С этой позиции эффективность

флокуляции всех дисперсных частиц оборотного раствора, в совокупности, в присутствии флокулянта Магнафлок в зависимости от изменения градиента скорости среды не очень отчетливый.

Результаты исследования оборотного раствора при добавлении флокулянта Суперфлок 5 мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследования оборотного раствора при добавлении флокулянта Суперфлок 5 мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера

Суперфлок 5 мг/л	Кремний, мг/л	Металл, мг/л	Алюминий, мг/л	Железо, мг/л	Кальций, мг/л	Магний, мг/л
Исходный ОР	66	43	427	400	205	330
Ультра-флок 1000 об/мин	55	41	379	231	200	295
Ультра-флок 5000 об/мин	65	42	381	249	200	310
Ультра-флок 10000 об/мин	57	39	368	231	190	289

Как видно из таблицы 4, на всех скоростных режимах наблюдается снижение концентрации изученных элементов. При этом нет значительных различий в степени удаления металлов отразницы режимов скорости, за исключением кремния, который плохо удаляется при 5 000 об/мин. Самые высокие степени удаления по сравнению с другими элементами опять у железа, при всех режимах скорости.

Результаты исследования оборотного раствора при добавлении флокулянта Праестол количестве 5 мг/л при различных режимах скорости «Ультра-флок тестер» представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты исследования оборотного раствора при добавлении флокулянта Праестол 5 мг/л при различных режимах скорости ультра-флок тестера

Праестол 5 мг/л	Кремний, мг/л	Металл, мг/л	Алюминий, мг/л	Железо, мг/л	Кальций, мг/л	Магний, мг/л
Исходный ОР	66	43	427	400	205	330
Ультра-флок 1000 об/мин	50	37	352	275	155	249
Ультра-флок 5000 об/мин	50	37	353	282	166	267
Ультра-флок 10000 об/мин	55	42	388	321	178	287

Следовательно, на всех скоростных режимах наблюдается снижение концентрации всех элементов, при этом лучше всех флокулируются железо и кремний. Заметно также, что эффективность флокулянта Праестол по сравнению флокулянтами Суперфлок и Магнафлок высокая.

Из представленных данных следует, что максимум степени флокуляции в зависимости от градиента скорости среды находится вблизи значения 1 000 об/мин. С увеличением градиента скорости гидродинамической обработки наблюдается лишь некоторое снижение степени удаления отдельных компонентов дисперсной фазы, т.е. существенного изменения картины эффективности флокуляции не

происходит. Такое поведение дисперсных частиц можно объяснить тем, что, при высоких значениях градиента скорости среды крупные частицы подвержены к дроблению на более мелкие флокулы, чем мелкие частицы.

### **Заключение**

Проведено сравнительное исследование влияния природы флокулянта и его количества на степень очистки оборотных растворов рудника «Ирколь» уранодобывающего предприятия от взвешенных частиц при сепарации их с применением аппарата Ультра-флок тестер. Определены оптимальные параметры режима гидродинамической обработки оборотного раствора. Доказано, что оптимальное значение градиента скорости лежит в диапазоне 1000 об/мин. Установлено, что по данному параметру эффективность флокулянтов Chinaflok и Праестол по сравнению с флокулянтами Суперфлок и Магнафлок высокая. Установлено, что при всех дозах на аппарате Ультра-флок тестер лучшие показатели у флокулянта Chinaflok по сравнению с флокулянтом Праестол. Доказано, что правильный подбор режима ультрафлокуляционной обработки (градиента скорости и расхода флокулянта) позволяет значительно снизить содержание загрязняющих компонентов в оборотном растворе. Установлено, что наилучший универсальный и практичный флокулянт Chinaflok при оптимальной дозировке на Ультра-флок тестере снижает концентрацию дисперсных фаз в оборотном растворе: кремния на 28%, алюминия на 27%, железа на 32%, магния на 34%, кальция на 35%. Показано, что при высоких скоростях перемешивания (1000 об/мин и выше) гидродинамической обработки оборотного раствора на аппарате «Ультра-флок тестер» наблюдаются разрушения крупных флокул.

### **Литература**

- Adamantiades, A. and Kessides, I. 2009. Nuclear Power for sustainable development: current status and future prospects, *Energy Policy*, —37, —12, —5149–5166.
- Hogg, R., Brunnaul, P., Suharyono, H., 1993. Chemical and physical variables in polymer-induced flocculation, *Mineral and Metallurg. Processing* —10, —81-85
- Matis, K. A., & Zouboulis, A. I., 2001. Flotation techniques in water technology for metals recovery: The impact of speciation. *Separation science and technology*, 36(16), 3777-3800.
- Nickolaj N., Rulyov N., Vladimir Ja. Korolyov, 2008. Ultra-flocculation in wastewater treatment, *Proceedings of the 11th international mineral processing symposium* —21-23 October, Belek-Antalya, Turkey —869-874
- Owen, A.T., Nguyen, T.V. Fawell, P.D., 2009. The effect of flocculant solution transport and addition conditions on feedwell performance in gravity thickeners, *Int. J. Mineral Processing* —93, —115-127
- Rulev N.N., Karas S.V., 1990. Hydrodynamic destruction of disperse systems, *Khimiya i Tekhnologiya Vody*, —12, —887-890.
- Rulyov N.N., 1997. Hydrodynamic destruction of waste emulsions in the process of its separation through ultra-flocculation and microflotation, *Proceedings of 2-nd World congress on emulsion*, Bordeaux, France, —23-26 Sept., — 2, —3-2-25.
- Rulyov N.N. 1999, Hydrodynamic destruction of waste emulsions in the process of their separation through ultra-flocculation and micro-flotation”, *Colloids & Surfaces A*, —152, —11-15
- Rulyov N.N. 1999. Application of ultra-flocculation and turbulent micro-flotation to the removal of fine contaminants from water”, *Colloids & Surfaces A*, —151, — 283-291.
- Rulyov N.N. 1999. *Colloids and Surfaces, A*. —151, — N2. —283, —291, —24.
- Rulyov N.N. 2004. Ultra-flocculation: Theory, Experiment, Applications: In book "Particle Size Enlargement in Mineral Processing", Montreal (Canada), —197-214.

Rulyov N.N., Korolyov B.Y., Kovalchuk N.M. 2006. Application of the ultra-flocculation for improvements of fine coal concentrate dewatering // *Coal Preparation.*, —V. 26., —P. 17-32.3

Tan, Y., Meng, X., Jiang, Z., Han, C., & Guo, M. , 2022. Research on flocculant selection for classified fine tailings based on micro-characterization of floc structure characteristics. *Materials*, —15(7), —2460.

Tusupbaev, N. K., Medyanik, N. L., Esengaziev, A. M., Bilyalova, S. M., & Ertaev, M. A., 2020. Stimulation of thickening and dewatering of tailings slime by ultra-flocculation. *Journal of mining science*, —56, —642-647.

Кемельбаева А.С., Дуйсебаев Б.О., Сайкиева С.Х., Алыбаев Ж.А. 2010. Метод очистки урансодержащих растворов от кремниевой кислоты. *Известия НАН РК. Серия Химическая.* — 5. —65-68, —13.

Рулёв Н.Н. 2008. «Новые направления в развитии технологии очистки природной воды от тонкодисперсных лиофильных примесей флокуляцией и флотацией» ISSN 0204-3556. *Химия и технология воды*, —30, —4

Рулев Н.Н., Лукьянова В.В. 2011. Интенсификация процесса сгущения хвостов флотации ультрафлокуляцией. *Сб. матер. VIII Конгр. обогатителей стран СНГ*, —Т.1, —23-26.

### References

Adamantides, A. and Kessides, I. 2009. Nuclear Power for sustainable development: current status and future prospects, *Energy Policy*, —37, —12, —5149–5166.

Hogg, R., Brunnaul, P., Suharyono, H., 1993. Chemical and physical variables in polymer-induced flocculation, *Mineral and Metallurg. Processing* —10, —81-85

Matis, K. A., & Zouboulis, A. I., 2001. Flotation techniques in water technology for metals recovery: The impact of speciation. *Separation science and technology*, —36(16), —3777-3800.

Nickolaj N., Rulyov N., Vladimir Ja. Korolyov, 2008. Ultra-flocculation in wastewater treatment, *Proceedings of the 11th international mineral processing symposium* —21-23 October, Belek-Antalya, Turkey —869-874

Owen, A.T., Nguyen, T.V. Fawell, P.D., 2009. The effect of flocculant solution transport and addition conditions on feedwell performance in gravity thickeners, *Int. J. Mineral Processing* —93, —115-127

Rulev N.N., Karas S.V., 1990. Hydrodynamic destruction of disperse systems, *Khimiya i Tekhnolytya Vody*, —12, —887-890.

Rulyov N.N., 1997. Hydrodynamic destruction of waste emulsions in the process of its separation through ultra-flocculation and microflotation, *Proceedings of 2-nd World congress on emulsion, Bordeaux, France*, —23-26 Sept., — 2, —3-2-25.

Rulyov N.N. 1999, Hydrodynamic destruction of waste emulsions in the process of their separation through ultra-flocculation and micro-flotation”, *Colloids & Surfaces A*, —152, —11-15

Rulyov N.N. 1999. Application of ultra-flocculation and turbulent micro-flotation to the removal of fine contaminants from water”, *Colloids & Surfaces A*, —151, — 283-291.

Rulyov N.N. 1999. *Colloids and Surfaces, A*. —151, — N2. —283, —291, —24.

Rulyov N.N. 2004. Ultra-flocculation: Theory, Experiment, Applications: In book "Particle Size Enlargement in Mineral Processing", Montreal (Canada), —197-214.

Rulyov N.N., Korolyov B.Y., Kovalchuk N.M. 2006. Application of the ultra-flocculation for improvements of fine coal concentrate dewatering // *Coal Preparation.*, —26., — 17-32.3

Tan, Y., Meng, X., Jiang, Z., Han, C., & Guo, M. , 2022. Research on flocculant selection for classified fine tailings based on micro-characterization of floc structure characteristics. *Materials*, —15(7), —2460.

Tusupbaev, N. K., Medyanik, N. L., Esengaziev, A. M., Bilyalova, S. M., & Ertaev, M. A., 2020. Stimulation of thickening and dewatering of tailings slime by ultra-flocculation. *Journal of mining science*, —56, — 642-647.

Kemelbaeva A.S., Duysebaev B.O., Saikieva S.H., Alybaev J.A. 2010. Method of purification of uranium-containing solutions from silicic acid. *Izvestiya NAS RK. Series Chemical.* — 5, —65-68., —13.

Rulev N.N. 2008. New directions in the development of natural water purification technology from fine lyophilic impurities by flocculation and flotation ISSN 0204-3556. *Chemistry and technology of water*, —30, —4

Rulev N.N., Lukyanova V.V. 2011. Intensification of the process of flotation tailings thickening by ultraflocculation. *Sb. матер. VIII Congr. of enrichment specialists of CIS countries*, —V.1, —23-26.

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. Taiekenova, S.A. Kurguzikova, D.K. Beisenbaev</b> DETERMINATION OF AMINE CONCENTRATION BY POTENTIOMETRIC AND CONDUCTOMETRIC TITRATION METHODS.....	161
<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. Қыдырәлиева**  
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 КЕНІШНІҢ 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. Сұлтанәева**  
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.....161
- М. Тоқтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**  
*PETROSIMONIA BRACHIATA* ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӨДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....175
- М.Т. Турдиев, Б.Қ. Қасенов, А. Нұхұлы, Ж.И. Сағынтаева, Ш.Б. Қасенова, Е.Е. Қуанышбеков, М. Стоев**  
ЖАҢА ЛАНТАН ЖӘНЕ СІЛТІЛІ-ЖЕР МЕТАЛДАРЫ ЦИРКОН МАНГАНИТТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ МЕН РЕНТГЕНОГРАФИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕСЕПТЕУ.....186

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

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

- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берикбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейткан**  
ПОЛУЧЕНИЕ НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....113
- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.О. Муқанғалиева, Д.Р. Магомедов**  
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ РУД В КАЗАХСТАНЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**  
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО СЛОЖНОГО ФЕРРИТА.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**  
ВКЛЮЧЕНИЕ АЗУЛЕНОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ В ОСНОВУ СОПРЯЖЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ: УЛУЧШЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайкенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АМИНОВ МЕТОДАМИ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО И КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ.....161
- 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.