

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
4 (461)

OCTOBER – DECEMBER 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

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 4. Number 461 (2024), 186–194

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.260>

UDC 547.447

**M.Y. Khakimov, D.T. Abduletip*, P.I. Urkimbayeva, G.S. Irmukhametova,
Z.A. Kenessova, 2024.**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

*E-mail: abduletipovad@gmail.com

OBTAINING HYDROGEL DRESSINGS BASED ON COPOLYMERS OF POLYVINYL ALCOHOL, 2-HYDROXYETHYL ACRYLATE, AND N-VINYLCAPROLACTAM WITH A BACTERIOCIDAL EFFECT

M.Khakimov – Master’s student, 1st year, e-mail: mkmov01@gmail.com, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0009-0002-6177-4715>;

D.Abduletip – Master of Engineering and Technical Sciences, Almaty, Kazakhstan, e-mail: abduletipovad@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4604-3418>;

P.Urkimbayeva – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Almaty, Kazakhstan, e-mail: urkimbayeva.perizat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7775-0238>;

G.Irmukhametova – Associate professor, Candidate of Chemical Sciences, Almaty, Kazakhstan, e-mail: galiya.yrmukhametova@kaznu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1264-7974>;

Z.Kenessova – PhD, Senior Lecturer, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zarina.kenesova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2768-824X>.

Abstract. Currently, polymer-based wound dressings are effective dosage forms, which accelerate wound healing, can prevent penetration of microorganisms, possess sufficient air permeability, elasticity, absence of allergic effects. The aim of work is to synthesize hydrogel dressings, based on the crosslinked copolymers of N-vinylcaprolactam, 2-hydroxyethylacrylate and polyvinyl alcohol, with of CuO (II) nanoparticles; to study their main characteristics. Hydrogel dressings were obtained by crosslinking using radiation. Main physico-mechanical and bacteriostatic properties were studied using IR spectroscopic and gravimetric analysis methods, as well as mechanical property testing and the diffusion method to determine bacteriostatic activity. Hydrogel dressings based on PVA-HEA:NVCL of various compositions were obtained. It was found that with a decrease in the concentration of CuO (II) nanoparticles in the composition of dressings, the gel yield increases. At the concentration of nanoparticles of 0.075%, the maximum degree of swelling in water (4.19 g/g) and saline (4.14 g/g) is observed. It has been established that with an increase in the concentration of nanoparticles, the strain limit decreases, the mechanical properties are due to an increase in the hydrogel crosslink density. Samples of dressings with a concentration of nanoparticles of 0.1% have a slight bacteriostatic effect against the test strain of *Escherichia coli* and *Staphylococcus*

aureus in comparison with the control sample; the inhibition zone averaged 12 ± 1 mm. It has been established that hydrogel dressings with a ratio of PVA-HEA:NVCL = 60-20:20 and 60-30:10 mol.% with a concentration of nanoparticles of 0.1% have no significant bacteriostatic effect.

Keywords: hydrogel dressings, 2-hydroxyethyl acrylate, N-vinylcaprolactam, polyvinyl alcohol, radiation exposure, copper oxide nanoparticles, bacteriostatic effect.

**М.Я. Хакимов, Д.Т. Абдулетип*, П.И. Уркимбаева, Г.С. Ирмухаметова,
З.А. Кенесова, 2024.**

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан.

*E-mail: abduletipovad@gmail.com

ПОЛИВИНИЛ СПИРТІ, 2-ГИДРОКСИЭТИЛ-АКРИЛАТ ЖӘНЕ N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРЛЕРДЕН БАКТЕРИЦИДТІК ҚАСИЕТІ БАР ГИДРОГЕЛЬДІ ТАҢҒЫШТАРДЫ АЛУ

М.Я. Хакимов – магистрант, 1 курс, Алматы, Қазақстан, e-mail: mkmov01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6177-4715>;

Д.Т. Абдулетип – Техника ғылымдарының магистрі, Алматы, Қазақстан, e-mail: abduletipovad@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4604-3418>;

П.И. Уркимбаева – х.ғ.к, доценті, Алматы, Қазақстан, e-mail: urkimbayeva.perizat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7775-0238>;

Г.С. Ирмухаметова – қауымдастырылған профессор, х.ғ.к, Алматы, Қазақстан, e-mail: galiya.yrnuhametova@kaznu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1264-7974>;

З.А. Кенесова – PhD, аға оқытушы, Алматы, Қазақстан, e-mail: zarina.kenesova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2768-824X>.

Аннотация. Қазіргі уақытта полимер негізіндегі таңғыштары жараның жазылуын тездететін, микроорганизмдердің енуіне жол бермеуге қабілетті, жеткілікті ауа өткізгіштігімен, серпімділігімен және аллергиялық әсерлері жоқ тиімді дәрілік формалар болып табылады. Осы күнге дейін барлық талаптарға сай полимерлі таңғыш алынбаған. Бұл жұмыстың мақсаты мыс (II) оксидінің нанобөлшектерін қосу арқылы поливинил спиртімен N-винилкапролактама мен 2-гидроксиэтилакрилаттың сополимерлері негізінде гидрогельді таңғыш материалдарды синтездеу және олардың қасиеттерін зерттеу. Гидрогельді таңғыштар радиациялық сәулеленуді қолдана отырып, тәгу әдісі арқылы алынды. Олардың негізгі физика-механикалық және бактериостатикалық қасиеттері зерттелді. Әр түрлі құрамдағы ПВС-ГЭА:NBKЛ негізіндегі гидрогельді таңғыштар алынды. Таңғыштардың құрамындағы мыс (II) оксидінің нанобөлшектерінің концентрациясының төмендеуімен гель шығым артатыны анықталды. Нанобөлшектердің 0.075% концентрациясында суда (4.19 г/г) және физиологиялық ерітіндіде (4.14 г/г) ісінудің максималды дәрежесі байқалады. Мыс (II) оксидінің нанобөлшектерінің концентрациясының жоғарылауымен деформация шегі, сондай-ақ гидрогельдің тігілу тығыздығының жоғарылауына байланысты механикалық қасиеттері төмендейтіні анықталды. Нанобөлшектер

концентрациясы 0.1% болатын таңғыш үлгілері мыс (II) оксиді нанобөлшектері жоқ бақылау үлгісімен салыстырғанда *Escherichia coli* және *Staphylococcus aureus* сынақ штаммына қатысты шамалы бактериостатикалық әсерге ие, басу аймағы орта есеппен 12 ± 1 мм құрады. ПВС-ГЭА:NBKЛ = 60-20:20 және 60-30:10 қатынасында мыс (II) оксиді нанобөлшектерінің концентрациясы 0.1% болатын гидрогельді таңғыштардың шамалы бактериостатикалық әсері бар екені анықталды.

Түйін сөздер: гидрогельді таңғыш материалдар, 2-гидроксиэтил акрилат, N-винилкапролактама, поливинил спирті, радиациялық сәулелендіру, мыс оксидінің нанобөлшектері, бактериостатикалық әсері.

**М.Я. Хакимов, Д.Т. Абдулетип*, П.И. Уркимбаева, Г.С. Ирмухаметова,
З.А. Кенесова, 2024.**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
E-mail: abduletipovad@gmail.com

ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОГЕЛЕВЫХ ПОВЯЗОК НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА, 2-ГИДРОКСИЭТИЛАКРИЛАТА И N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМА С БАКТЕРИЦИДНЫМ ДЕЙСТВИЕМ

М.Я. Хакимов – магистрант, 1-й курс, Алматы, Казахстан, e-mail: mkmov01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6177-4715>;

Д.Т. Абдулетип – магистр техники и технических наук, Алматы, Казахстан, e-mail: abduletipovad@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4604-3418>;

П.И. Уркимбаева – кандидат химических наук, доцент, Алматы, Казахстан, e-mail: urkimbayeva.perizat@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7775-0238;

Г.С. Ирмухаметова – ассоциированный профессор, к.х.н., Алматы, Казахстан, e-mail: galiya.yrmuhametova@kaznu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1264-7974>;

З.А. Кенесова – PhD, ст. преподаватель, Алматы, Казахстан, e-mail: zarina.kenesova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2768-824X>.

Аннотация. В настоящее время раневые повязки на полимерной основе являются эффективными лекарственными формами ускоряющие заживление ран, способные предотвращать проникновение микроорганизмов, обладающие достаточной проницаемостью для воздуха, эластичностью и отсутствием аллергических действий. К настоящему времени так и не получили раневую повязку, отвечающую всем предъявляемым требованиям. *Целью данной работы* является синтез гидрогелевых повязок на основе сшитых сополимеров N-винилкапролактама - 2-гидроксиэтилакрилата с поливиниловым спиртом с добавлением наночастиц оксида меди (II) и изучение их основных характеристик. Гидрогелевые повязки получали методом сшивки с использованием радиационного излучения. Исследованы их основные физико-механические и бактериостатические свойства с помощью ИК-спектроскопического, гравиметрического методов анализа, а также испытаний механических свойств и диффузного метода для

определения бактериостатического действия. Получены гидрогелевые повязки на основе ПВС-ГЭА: NBКЛ различного состава. Обнаружено, что с уменьшением концентрации наночастиц CuO (II) в составе повязок, гель выход увеличивается. При концентрации наночастиц 0.075 % наблюдается максимальная степень набухания в воде (4.19 г/г) и физиологическом растворе (4.14 г/г). Установлено, что с увеличением концентрации наночастиц CuO (II), уменьшается предел деформации, а также механические свойства, что обусловлено повышением плотности сшивки гидрогеля. Образцы повязок с концентрацией наночастиц 0.1%, обладают незначительным бактериостатическим действием в отношении тест-штамма *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* в сравнении с контрольным образцом без наночастиц оксида меди (II), зона подавления составила в среднем 12 ± 1 мм. Установлено, что гидрогелевые повязки при соотношении ПВС-ГЭА: NBКЛ = 60-20:20 и 60-30:10 моль% с концентрацией наночастиц CuO (II) 0.1%, обладают незначительным бактериостатическим действием.

Ключевые слова: гидрогелевые повязки, 2-гидроксиэтилакрилат, N-винилкапролактан, поливиниловый спирт, радиационное облучение, наночастицы оксида меди (II), бактериостатическое действие.

Введение

В настоящее время раневые повязки на полимерной основе являются эффективными лекарственными формами ускоряющие заживление ран, способные предотвращать проникновение микроорганизмов, обладающие достаточной проницаемостью для воздуха, эластичностью и отсутствием аллергических действий (Легонькова, др., 2015). Эксплуатационные свойства синтетических полимерных повязок определяются полимерной основой, а терапевтические – правильно подобранным лекарственным веществом (Макаренко, др., 2016). К настоящему времени не получили раневую повязку, отвечающую всем предъявляемым требованиям. В связи с чем, исследования в области создания и изучения свойств раневых повязок являются весьма актуальными. В работе (Kamoun, et al, 2017) повязки на основе поливинилового спирта – поливинилпирролидона (ПВП), сшитые радиационным излучением, улучшают защитную функцию покрова кожи и защищают от различных микробов. Поливиниловый спирт имеет хорошую биосовместимость и механические свойства, что позволят широко применять его в биомедицинских целях в качестве матрицы для гидрогелевых повязок.

Интересным с точки зрения применения в качестве полимерной основы является использование сополимеров на основе N-винилкапролактама (NBКЛ), широко использующихся в различных сферах (Cortez-Lemus, et al, 2016). Соплимеры на основе NBКЛ благодаря их доступности и ценным физико-химическим и биологическим свойствам являются значимыми (Sofia, et al, 2015). Добавление к NBКЛ небольшого количества (20-25 моль %) более гидрофильного сомономера увеличивает термочувствительность полимера (Рорков, et al, 2007). В качестве сополимера можно использовать 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) - гидрофильный

мономер, широко используемый в медицине (Aguilar, et al, 2014). Однако, ГЭА не является термочувствительным полимером, что создает ограничения в его применении. Данный недостаток преодолевается путем полимеризации ГЭА с гидрофобными мономерами такими как NBKЛ или бутилакрилат (Khutoryanskaya, et al, 2008). Так в работе (Sawpan, et al, 2002) получены гидрогели из сополимеров ГЭА и гидроксипропилакрилата в водном растворе методом радиационной сшивки, где полученные повязки показали улучшенные физические и механические свойства.

С увеличением инфекции вокруг, растет потребность создания новых и эффективных антибактериальных средств, к примеру использование наночастиц (НЧ) золота, меди, цинка, серебра и оксидов металлов (оксида меди, оксида цинка) открывает широкие возможности (Zhou, et al, 2011). В исследовании (Liu, et al, 2012) показано применение НЧ цинка (ZnO) в пищевой промышленности, определено эффективное ингибирование размножения бактерии при использовании данных НЧ. В работе (Jadhav, et al, 2011) показана зависимость антибактериальных свойств Cu от диаметра НЧ синтезированных разными способами, выяснилось, что размеры в 5-10 нм достаточны для антибактериальных свойств проявляемых наночастицами. НЧ серебра проявляют ограниченное действие к некоторым грамположительным и грамотрицательным бактериям, в отличие от НЧ CuO (II) (Wu, et al, 2014).

Целью данной работы является синтез гидрогелевых повязок на основе сшитых сополимеров N-винилкапролактама - 2-гидроксиэтилакрилата с поливиниловым спиртом с добавлением наночастиц оксида меди (II) и изучение их основных характеристик. Добавление наночастиц CuO (II) обусловлено проявлением антибактериальной активности у последних (Miao, et al, 2016).

Материалы и методы

Исходные материалы: НЧ оксида двухвалентной меди (CuO) (Sigma-Aldrich); NBKЛс содержанием основного продукта 98 % (NBKЛ; Sigma-Aldrich); 2-ГЭА с содержанием основного продукта 96 % (ГЭА; SigmaAldrich); ПВС (Sigma-Aldrich) с ММ=145000 (Merck) степень гидролиза 98 %, остаточное содержание ацетатных групп 3.0-13.0; ДАК (98%, Sigma-Aldrich) использовали без дополнительной очистки.

Синтез гидрогелевых повязок. Гидрогелевые повязки получали методом сшивки с использованием радиационного излучения. Линейные сополимеры ГЭА-NBKЛ были синтезированы методом свободно-радикальной полимеризации в спиртовом растворе (смесь изопропилового и этилового спирта (1:1)). В качестве вещественного инициатора использовали - динитрил азобисизомаэляной кислоты (ДАК). Далее проводилась реакция синтезированных сополимеров с ПВС. Для этого была приготовлена реакционная смесь, состоящая из водных растворов ПВС, сополимера и агар-агара. Смесь размешивали, постепенно добавляя все исходные составные части, до однородной массы. Далее полученную смесь разливали в полиэтиленовые емкости. Добавляли в емкости наночастицы оксида меди (II).

После помещали в ультразвуковую ванну («Bandelin DT 255 Н», Германия) для равномерного распределения наночастиц по смеси. Полиэтиленовые емкости герметично закрывались, затем отправлялись на радиационную установку «ЭЛВ-4» для облучения.

Физико-химические и механические методы анализа полимеров. ИК - спектры регистрировались на ИК спектрометре «PerkinElmer Spectrum 65 FT-IR» в области 400-4000 см^{-1} в водном растворе.

Гель-выход полимера определялся путем отмывки образца полимера в воде в течение нескольких дней. Выход гель-фракции рассчитывается после того, как высушили образец до постоянного веса в вакуумно-сушильном шкафу (шкаф вакуумно-сушильный «BINDER VD 53», Германия).

Кинетику набухания гидрогелей изучали методом гравиметрии. Предварительно взвешенные сухие гидрогели (круглые образцы круглой формы $d=1$ см массой $\sim 0.02-0.08$ г) помещали в дистиллированную воду и изотонический 0.9 масс. % -ный раствор NaCl.

Метод испытания на растяжение. Для испытания на разрыв подготавливались образцы длиной не более 120 мм, шириной 10 мм, толщиной 5 мм. Испытание проводилось на универсальной испытательной машине «Tinius Olsen 10ST».

Определение антимикробной активности. Определение антимикробной активности осуществляли диско-диффузионным методом, согласно методике (Weinstein, et al, 2010).

Результаты и обсуждение

В данной работе синтезированы гидрогелевые повязки на основе сшитых сополимеров 2-гидроксиэтилакрилата-N-винилкапролактама на поливиниловый спирт.

В работе синтезирован ряд гидрогелевых полимерных материалов на основе ПВС-ГЭА:NBKЛ с наночастицами оксида меди (II) различного состава. Варьировалось соотношение сополимеров ГЭА и NBKЛ, а также концентрация наночастиц в составе повязки. Состав синтезированных повязок представлен в таблице 1. Для получения повязок различного состава ПВС-ГЭА:NBKЛ, для которых определены степень набухания, выход гель-фракции гидрогеля, предел прочности при растяжении, модуль Юнга и бактериостатическое действие.

В ИК-спектрах синтезированных повязок наблюдались полосы поглощения в области 2900, 1200 и 800 см^{-1} , характерные для колебаний алифатических групп -CH, -CH₂ и C-O групп ПВС, соответственно. Пик в области 3300 см^{-1} принадлежит -ОН группе ПВС. Также имеются интенсивные колебания карбонильной группы, характерные для NBKЛ и ГЭА при 1600 и 1700 см^{-1} . Наличие группы гидроксиэтилового эфира ГЭА было подтверждено наличием серии двойных пиков колебания C-O и C-O-C в области 1100 и 1000 см^{-1} , соответственно. Причем уменьшение содержания NBKЛ в исходной смеси приводит к увеличению высоты пика поглощения эфирной группы ГЭА. В то же время наблюдается смещение

спектра поглощения карбонильной группы с 1600 до 1550 см^{-1} и амидной группы с 1500 до 1430 см^{-1} .

В работе для полученных повязок различного состава ПВС-ГЭА:NBKЛ определен выход гель-фракции гидрогеля. По данным геля выхода наблюдается его максимальное значение для гидрогеля ПВС-ГЭА:NBKЛ=60-30:10%, равное 7.62%. Установлено, что с увеличением концентрации наночастиц CuO в составе повязок, гель выход уменьшается. Это связано с тем, что реакционная способность ПВС с линейными сополимерами понижается вследствие образования комплекса между функциональными группами ПВС с наночастицами CuO (II), что препятствует образованию гидрогеля.

Из данных, представленных в таблице 1 видно, что равновесная степень набухания достигается по истечению 24 ч. Однако, значение степени набухания сильно зависят от концентрации НЧ CuO. Так при концентрации наночастиц 0.075% наблюдается максимальная степень набухания в воде и физиологическом растворе, равная 4.19 и 4.14 г/г, в то время как для повязок с концентрацией наночастиц 0.15% $\alpha = 3.2$ и 3.42 г/г, соответственно.

Таблица 1 – Основные характеристики гидрогелевых повязок на основе ПВС-ГЭА:NBKЛ (при дозе облучения 40 кГр) с наночастицами оксида меди

Состав повязки [ПВС-ГЭА:NBKЛ], моль. %	CuO, %	Гель выход (%)	α , г/г (дистиллированная вода)	α , г/г (изотонический раствор)	Удлинение, %	Модуль Юнга
60-10:30	0	6.5	2.2	2.1	101	0.0802
	0.075	4.1	2.0	2.2	102	0.091
	0.1	4.0	1.7	2.0	100	0.0798
	0.15	4.2	1.5	1.8	94	0.0763
60-20:20	0	6.8	2.56	2.52	104	0.0879
	0.075	4.2	2.73	2.48	127	0.114
	0.1	4.1	2.62	2.63	99,9	0.123
	0.15	4.7	2.93	2.69	120	0.113
60-30:10	0	7.6	4.3	4.33	133	0.0998
	0.075	6.7	4.19	4.14	115	0.119
	0.1	5.5	3.91	3.71	115	0.0985
	0.15	4.8	3.2	3.42	122	0.0941

Для синтезированных повязок изучены механические свойства – предел прочности на растяжение, модуль упругости и максимальное удлинение при растяжении. На основании экспериментальных данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что взаимодействия между макромолекулами ГЭА играют роль дополнительных узлов в структуре материала, что и вызывает повышение прочностных характеристик образцов гидрогелевых повязок. Наблюдается, что с увеличением концентрации наночастиц CuO, уменьшается предел деформации.

Повязка состава ПВС-ГЭА:NBKЛ=60-30:10 моль.%, показывает удлинение при растяжении до 133%. Такие механические свойства обусловлены, вероятно, повышением плотности сшивки гидрогеля.

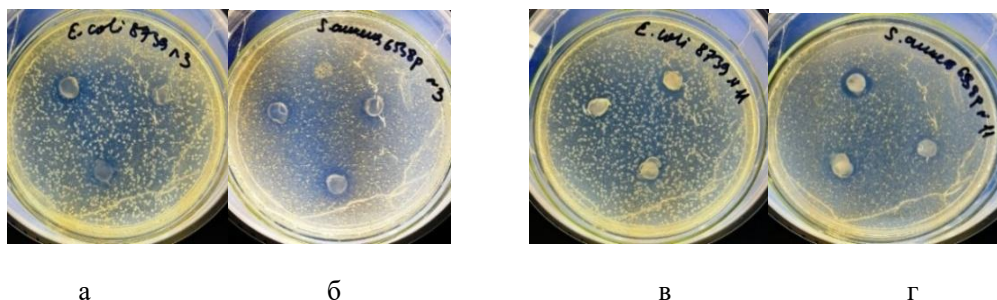
В таблице 2 представлены результаты антимикробной активности гидрогелевых повязок с наночастицами меди в отношении *Escherichia coli* ATCC 8739 и *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-р полученные диско-диффузионным методом.

Таблица 2 – Бактериостатическое действие гидрогелевых повязок на основе ПВС-ГЭА:NBKЛ с наночастицами CuO (II)

Штаммы микроорганизмов	[ПВС-ГЭА: NBKЛ], моль.%						Ампициллин
	60-10:30		60-20:20		60-30:10		
	(б/н)*	0.10%	(б/н)*	0.10%	(б/н)*	0.10%	
	Зона подавления, мм						
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	6±0	6±0	6±0	12±1	6±0	9.33±0.57	27±1
Результат	У**	У**	У**	Ч***	У**	Ч***	Ч***
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538-р	6±0	6±0	6±0	13.33±0.57	6±0	12±1	45±1
Результат	У**	У**	У**	Ч***	У**	Ч***	Ч***

* б/н – без наночастиц CuO (II), ** "У" – устойчив, *** "Ч" – чувствителен

Учет результатов проводился путем визуальной оценки присутствия или отсутствия зоны угнетения роста тест-штамма в пробах, в сравнении с контрольным образцом (питательная среда с тест-штаммом без препарата) и в положительном контроле (с ампициллином). Из данных таблицы 2 видно, что образцы 60-20:20 и 60-30:10 моль.% с концентрацией наночастиц 0.1%, обладают незначительным бактериостатическим действием в отношении тест-штамма *Escherichia coli* ATCC 8739 и *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-р в сравнении с контрольным образцом без наночастиц меди (б/н), зона подавления составила в среднем 12±1 мм. Однако в сравнении с положительным контролем (ампициллином), опытные образцы гелей с наночастицами CuO высокой активностью не обладают (рисунок 1).



а

б

в

г

[НЧ] = 0.1%; [ПВС-ГЭА: NBKЛ] = 60-30:10 моль.% (а, б);
[ПВС-ГЭА: NBKЛ] = 60-20:20 моль.% (в, г)

Рис. 1. Результаты антимикробной активности гидрогелевых повязок в отношении *Escherichiacoli* (а, в) и *Staphylococcus aureus* (б, г)

Заключение

Получены гидрогелевые повязки на основе ПВС-ГЭА:NBKJ различного состава. Состав гидрогелевых повязок был определен с помощью ИК-спектроскопии. Физико-химические характеристики повязок изучались с помощью физико-химических методов определения золь-гель выхода, кинетики набухания, также были изучены механические свойства и бактериостатическое действие. Образцы повязок с концентрацией наночастиц 0.1%, обладают бактериостатическим действием в отношении тест-штамма *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

References

- Aguilar M.R., Roman J.S.(2014). Smart Polymers and their Applications. J. Chem. Inf. Mod. Vol.9. No.53, pp.1-540.
- Cortez-Lemus N.A., Licea-Claverie A. (2016). Poly(N-vinylcaprolactam), a comprehensive review on a thermoresponsive polymer becoming popular // Prog. Polym. Sci. Vol.51, 1-51.
- Jadhav S., Gaikwad S., Nimse M., Rajbhoj A. (2011).Copper Oxide Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Their Antibacterial Activity. J. Cluster Sci. Vol. 2, 121–129.
- Kamoun E.A., Kenawy E.R.S., Chen X.(2017). A review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. Vol.3. No.3? pp.217–233.
- Khutoryanskaya O. V., Mayeva Z.A., Mun G.A., Khutoryanskiy V. V.(2008). Designing temperature-responsive biocompatible copolymers and hydrogels based on 2-hydroxyethyl(meth)acrylates. Biomacromol. Vol.12. No. 3, pp. 3353–3361.
- Legonkova O.A., Vasilyev V.G., Asanova L.Y. (2015). Sorption and physico-mechanical properties of biomaterials used as dressings. Pharmaceutical Chemistry. Vol.10, pp. 7-13.
- Liu Y., Kim H. I. (2002). Characterization and antibacterial properties of genipin-crosslinked chitosan/poly(ethylene glycol)/ZnO/Ag nanocomposites. Carbohydr. Polym. No. 1, pp.111–116.
- Makarenko M.V., Kurchenko V.P., Usanov S.A. (2016), Modern approaches to the development of wound coatings. Physiological, biochemical and molecular bases of the functioning of biosystems. Vol. 11, pp.273-279.
- Miao L., Wang C., Hou J., Wang P., Ao Y., Li Y., Geng N., Yao Y., Lv B., Yang Y., You G., Xu Y. (2016). Aggregation and removal of copper oxide (CuO) nanoparticles in wastewater environment and their effects on the microbial activities of wastewater biofilms // Bioresour. Technol. No.216, pp.537–544..
- Popkov Y.M., Nakhmanovich B.I., Chibirova F.K., Bune E.V., Arest-Yakubovich A.A. (2007). Copolymerization in N-vinylcaprolactam-N-vinylpyrrolidone and N,N-diethylacrylamide-N,N-dimethylacrylamide systems: The effect of composition and spatial structure of copolymers on their thermal sensitivity. Polym. Sci. - Ser. B. Vol. 6, No.49, pp. 155–158.
- Sawpan M.A., Khan M.A., Abedin M.Z. (2002). Surface modification of jute yarn by photografting of low-glass transition temperature monomers. J. Appl. Polym. Sci. No. 6, pp. 993–1000.
- Sofia S.J., Merrill E.W. (2015).Protein Adsorption on Poly(ethylene oxide)-Grafted Silicon Surface ACS Symp. Vol. 20. No. 680, pp.342–360. .
- Weinstein M.P.,Lewis J.S. (2010). Performance Standards for Antimicrobial Disc Susceptibility Test. CLSI. Vol. 1.
- Wu J., Zheng Y., Song W., Luan J., Wen X., Wu Z., Chen X., Wang Q., Guo S. (2014). In situ synthesis of silver-nanoparticles/bacterial cellulose composites for slow-released antimicrobial wound dressing v Carbohydr. Polym. Vol. 1, pp.762–771.
- Zhou W., Ma Y., Yang H., Ding Y., Luo X. (2011). A label-free biosensor based on silver nanoparticles array for clinical detection of serum p53 in head and neck squamous cell carcinoma. Int. J. Nanomed. Vol. 6, pp.381–386.

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

- Г.Е. Азимбаева, Г.Н. Кудайбергенова, А.К. Камысбаева, Н.М. Курбанбаева, Ш. Балқашбай**
ТОПИНАМБУР ЖӘНЕ ГЕОРГИН ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ
МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....5
- Ж.С. Байзакова, Е.В. Солодова, А.Т. Кожабергенов, С. Қозықан, Л.К. Бупебаева**
ЕТ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІН ТЕХНОХИМИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ШАРАЛАРЫ.....16
- Г.Ж. Байсалова, А.Б. Жунусова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Иманғалиева**
PSORALEA DRUPACEA ВВЕ ТАМЫРЫНАН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ
КЕШЕНДЕРДІ ЭКСТРАКЦИЯЛАУ ҮДЕРІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....34
- Ә.С. Дәулетбаев, Қ.А. Қадирбеков, А.Д. Алтынбек, М.Ш. Сулейменова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина**
УРАН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ КАТИОНДЫҚ ЖӘНЕ АНИОНДЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ
КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....43
- Н. Жумашева, М. Турсынбек, Ф. Султанов, А. Ментбаева, Л. Кудреева, Ж. Бакенов**
ЛИТИЙ-КҮКІРТТІ АККУМУЛЯТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН НИКЕЛЬ
ОКСИДІНІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР КҮРІШ ҚАУЫЗЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН
КЕУЕКТІ ГРАФЕН ТӘРІЗДІ КӨМІРТЕКТІ КОМПОЗИТ.....58
- Д.Т. Касымова, Г.Е. Жусупова**
LIMONIUM GMELINII ӨСІМДІГІНЕН АЛЫНҒАН ӨСІМДІК ЭКСТРАКТТАРЫ
БАР ЖЕРГІЛІКТІ ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН ГЕЛЬДЕРДІ ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ
БАҒАЛАУ.....75
- Б.К. Кенжалиев, Т.С. Өмірбек, А.Н. Беркинбаева, Ш. Сәулебекқызы, Н.М. Төлегенова,**
МИКРОТОЛҚЫНДЫ ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ ӨНДІРІСТІК КЛИНКЕРДЕН
МЫРЫШТЫ АЛУ: ФАЗАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ
ШАЙМАЛАУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....94

Д.М. Кенжебеков, А.Е. Хусанов, И. Иристаев, А. Жолшыбек, Д.Ж. Джанабаев БҰРАЛҒАН ПРОФИЛЬДІ ЖОЛАҚ ТҮРІНДЕГІ АҒЫН ИНТЕНСИФИКАТОРЫМЕН «ҚҰБЫР ІШІНДЕГІ ҚҰБЫР» ЖЫЛУАЛМАСУ АППАРАТЫН МУЛЬТИФИЗИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	111
М.К. Құрманалиев, Ж.Е. Шаихова, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Әбілқасова, С.Т. Дауметова СІЛТІЛІК МЕТАЛЛ ИОНДАРЫН ЭКСТРАКЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА ТАҢДАМАЛЫ СОРБЕНТТЕР.....	129
Д.С. Сейтбеков , Е.С. Ихсанов, Koji Matsuoka КАСПИЙ СОРТАҢЫ ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНЕН ЛИОФИЛИЗАЦИЯ ӘДІСІМЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР КЕШЕНІН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	138
С.К. Смаилов, Е.Ж. Габдуллина, Ж.Т. Лесова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова ТҮЙЕ ТІКЕНЕКТІ (<i>ALHAGI KIRGISORUM S.</i>) ӨСІМДІКТЕРДІҢ ПОЛИФЕНОЛДЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТІ.....	152
Л. Султанова, Г.Мусина, А. Аманжолова, К.Ерланова, М.Аяпберген НАТРИЙ ДИТИОФОСФАТЫНЫҢ МАРГАНЕЦ РУДАЛАРЫНЫҢ ҮЛГІЛЕРІНЕ ҚАТЫСТЫ ФЛОТАЦИЯЛЫҚ ҚАБІЛЕТІНЕ ЖИНАҒЫШТАР ШЫҒЫМЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	165
А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, А.Ж. Аликулов N-(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛ)-N-(2-ЦИАНОЭТИЛ) АМИН (ВОЭЦЭА) НЕГІЗІНДЕГІ ГИДРОГЕЛЬДІҢ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУ ТЕМПЕРАТУРАСЫН БЕТТІК АКТИВТІ ЗАТТАРМЕН РЕТТЕУ.....	175
М.Я. Хакимов, Д.Т.Абдулетип, П.И. Уркимбаева, Г.С. Ирмухаметова, З.А. Кенесова, ПОЛИВИНИЛ СПИРТІ, 2-ГИДРОКСИЭТИЛ-АКРИЛАТ ЖӘНЕ N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРЛЕРДЕН БАКТЕРИЦИДТІК ҚАСИЕТІ БАР ГИДРОГЕЛЬДІ ТАҢҒЫШТАРДЫ АЛУ.....	186
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ ӨНЕРКӘСПТІК КӘСПОРЫНДАРДЫҢ ТҮТІН МҰРЖАЛАРЫНА БЕЙТАРАПТАНДЫРУ МОДУЛЬДЕРІН ОРНАТУҒА АРНАЛҒАН ӘМБЕБАП БЕКІТКІШ ЖИНАҒЫ.....	195

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

- Г.Е. Азимбаева, Г.Н. Кудайбергенова, А.К. Камысбаева, Н.М. Курбанбаева, Ш. Балқашбай**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ
ТОПИНАМБУРА И ГЕОРГИН.....5
- Ж.С. Байзакова, Е.В. Солодова, А.Т. Кожабергенов, С. Козыкан, Л.К. Бупебаева**
МЕРЫ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ
ПРОИЗВОДСТВА МЯСА.....16
- Г.Ж. Байсалова, А.Б. Жунусова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Имангалиева**
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ИЗ КОРНЕЙ PSORALEA DRUPACEA VGE.....34
- А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, А.Д. Алтынбек, М.Ш. Сулейменова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина**
ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИК КАТИОННОГО И
АНИОННОГО СОСТАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА.....43
- Н. Жумашева, М. Турсынбек, Ф. Султанов, А. Ментбаева, Л. Кудреева, Ж. Бакенов**
ПОРИСТЫЙ ГРАФЕНОПОДОБНЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ КОМПОЗИТ НА
ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ С НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА НИКЕЛЯ
ДЛЯ ЛИТИЙ-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.....58
- Д.Т. Касымова, Г.Е. Жусупова**
РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ГЕЛЕЙ ДЛЯ МЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ С
РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ ИЗ РАСТЕНИЙ ВИДА LIMONIUM
GMELINIИ.....75
- Б.К. Кенжалиев, Т.С. Омирбек, А.Н. Беркинбаева, Ш. Саулебеккызы, Н.М. Толегенова**
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛИНКЕРА С ПОМОЩЬЮ
МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКИ: ОПТИМИЗАЦИЯ ФАЗОВЫХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....94

- Д.М. Кенжебеков, А.Е. Хусанов, И. Иристаев, А. Жолшыбек,
Д.Ж. Джанабаев**
МУЛЬТИФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННОГО
АППАРАТА «ТРУБА В ТРУБЕ» С ИНТЕНСИФИКАТОРОМ ПОТОКА В
ВИДЕ ВИТОЙ ПРОФИЛИРОВАННОЙ ЛЕНТЫ.....111
- М.К. Курманалиев, Ж.Е. Шаихова, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Абилкасова,
С.Т. Дауметова**
НОВЫЕ СЕЛЕКТИВНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
ИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ.....129
- Д.С. Сейтбеков, Е.С. Ихсанов, Koji Matsuoka**
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ЛИОФИЛИЗАЦИИ ИЗ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ
СОЛЯНОКОЛОСНИКА ПРИКАСПИЙСКОГО.....138
- С.К. Смаилов, Е.Ж. Габдуллина, Ж.Т. Лесова, Э.К. Асембаева,
Д.Е. Нурмуханбетова**
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ
РАСТЕНИЙ ВЕРБЛЮЖЬЕЙ КОЛЮЧКИ (ALHAGI KIRGISORUM S).....152
- Л. Султанова, Г. Мусина, А. Аманжолова, К. Ерланова, М. Аяпберген**
ВЛИЯНИЕ ВЫХОДА НАКОПИТЕЛЕЙ НА ФЛОТАЦИОННУЮ
СПОСОБНОСТЬ ДИТИОФОСФАТА НАТРИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ
К ОБРАЗЦАМ МАРГАНЦЕВЫХ РУД.....165
- А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, А.Ж. Аликулов**
РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ГИДРОГЕЛЯ
НА ОСНОВЕ N-(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛА)-N-(2-ЦИАНОЭТИЛА) АМИНА
(ВОЭЦЭА) ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ.....175
- М.Я. Хакимов, Д.Т. Абдулетип, П.И. Уркимбаева, Г.С. Ирмухаметова,
З.А. Кенесова**
ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОГЕЛЕВЫХ ПОВЯЗОК НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ
ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА, 2-ГИДРОКСИЭТИЛАКРИЛАТА И
N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМА С БАКТЕРИЦИДНЫМ
ДЕЙСТВИЕМ.....186
- Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова**
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УЗЕЛ КРЕПЕЖА ДЛЯ УСТАНОВКИ МОДУЛЕЙ
НЕЙТРАЛИЗАЦИИ В ДЫМОТВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ.....195

CONTENTS

CHEMISTRY

G.E. Azimbayeva, G.N. Kudaibergenova, A.K. Kamysbayeva, N.M. Kurbanbayeva, Sh. Zh. Balkhashbay DETERMINATION OF FATTY ACIDS IN THE COMPOSITION OF JERUSALEM ARTICHOKE AND DAHLIA LEAVES.....	5
Zh.S. Baizakova, E.V. Solodova, A.T. Kozhabergenov, S. Kozykan, L.K. Bupebaeva TECHNOCHEMICAL CONTROL MEASURES IN THE PROCESS OF MEAT PRODUCTION.....	16
G.Zh. Baisalova, A.B. Zhunisova, A.B. Shukirbekova, B.B. Torsykbaeva, B.S. Imangaliyeva OPTIMIZATION OF THE EXTRACTION PROCESS OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPLEXES FROM PSORALEA DRUPACEA BGE ROOTS.....	34
A.S. Dauletbayev, K.A. Kadirbekov, A.D. Altynbek, M.Sh. Suleimenova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina STUDY OF CONCENTRATION AND CHARACTERISTICS OF CATION AND ANION COMPOSITION IN URANIUM PRODUCTION.....	43
N. Zhumasheva, M. Tursynbek, F. Sultanov, A. Mentbaeva, L. Kudreyeva, Z. Bakenov RICE HUSK-BASED POROUS GRAPHENE-LIKE CARBON COMPOSITE WITH NICKEL OXIDE NANOPARTICLES FOR LITHIUM-SULFUR BATTERIES.....	58
D.T. Kassymova, G.E. Zhusupova DEVELOPMENT AND EVALUATION OF TOPICAL HERBAL GELS WITH PLANT EXTRACTS FROM LIMONIUM GMELINII.....	75
B.K. Kenzhaliyev, T.S. Omirbek, A.N. Berkinbayeva, Sh. Saulebekkyzy, N.M. Tolegenova MICROWAVE-ASSISTED ZINC EXTRACTION FROM INDUSTRIAL CLINKER: OPTIMIZING PHASE TRANSFORMATIONS AND ENHANCING LEACHING EFFICIENCY.....	94
D.M. Kenzhebekov, A.Ye. Khussanov, I. Iristaev1, A. Zholshybek, D.Zh. Dzhanabayev MULTIPHYSICAL MODELING OF A PIPE-IN-PIPE HEAT EXCHANGER WITH A FLOW INTENSIFIER IN THE FORM OF A TWISTED PROFILED STRIP.....	111

M.K. Kurmanaliev, Zh.E. Shaikhova, Zh.D. Alimkulova, S.O.Abilkasova, S.T. Daumetova NEW SELECTIVE SORBENTS FOR THE EXTRACTION OF ALKALI METAL IONS.....	129
D.S. Seitbekov, E.S. Ihsanov, Koji Matsuoka TECHNOLOGY FOR OBTAINING A COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES BY LYOPHILIZATION FROM THE ABOVEGROUND PART OF THE HALOSTACHYS CASPICA.....	138
S.K. Smailov, E.Zh. Gabdullina, J.T. Lesova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova BIOLOGICAL ACTIVITY OF POLYPHENOLIC COMPOUND FROM ALHAGY (ALHAGI KIRGISORUM S) PLANTS.....	152
L. Sultanova, G.Musina, A. Amanzholova, K.Erlanova, M.Ayapbergen THE EFFECT OF STORAGE YIELD ON THE FLOTATION CAPACITY OF SODIUM DITHIOPHOSPHATE IN RELATION TO SAMPLES OF MANGANESE ORES	165
A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullayeva, G.S. Irmukhametova, A.Z. Alikulov REGULATION OF THE PHASE TRANSITION TEMPERATURE OF A HYDROGEL BASED ON N-(2-VINYLOXYETHYL)-N-(2-CYANOETHYL) AMINE (VOECEA) WITH SURFACTANTS.....	175
M.Y. Khakimov, D.T.Abduletip, P.I. Urkimbayeva, G.S. Irmukhametova, Z.A. Kenessova OBTAINING HYDROGEL DRESSINGS BASED ON COPOLYMERS OF POLYVINYL ALCOHOL, 2-HYDROXYETHYL ACRYLATE, AND N-VINYLCAPROLACTAM WITH A BACTERIOCIDAL EFFECT.....	186
B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova UNIVERSAL FASTENER ASSEMBLY FOR INSTALLATION OF NEUTRALIZATION MODULES IN INDUSTRIAL FLUES IN DECARBONIZATION TECHNOLOGY.....	195

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). 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://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 17.12.2024.

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

13,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.