

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2023 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

РАМАЗАНОВ Тілеккабыл Сәбитұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корея биоғылым және биотехнология ғылымизерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының менгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының менгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

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

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЬМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМУҚАНОВ Дастан Асылбекұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

ҚАЛИМҰЛДАЕВ Максат Нұрәліұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

БОШКАЕВ Қуантай Ағвазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

QUEVEDO Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ93VPR00025418** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19 <http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэжон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

АБНОВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарной медицины ТОО «Научнопроизводственный центр животноводства и ветеринарии» (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛНМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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 № KZ93VPYU00025418, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19 <http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023 Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

EDITOR IN CHIEF:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

EDITORIAL BOARD:

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

SANG-SOO Kwak, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19 <http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 2. Number 346 (2023), 34-41
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.208>
ГРНТИ 81.09.03

© **L.K. Tastanova, A.Z. Bekeshev, G.S. Basbayeva***, 2023
K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.
E-mail: basbayevag@gmail.com

INVESTIGATION OF THE THERMAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON EPOXY RESIN MODIFIED WITH TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES

Tastanova L.K. — PhD, Associate professor of the department “Chemistry and Chemical Technology”, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: lyazzatt@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9236-5909>;
Bekeshev A.Z. — Associate professor of the department of Physics, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: amirbek2401@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7038-4631>;
Basbayeva G.S. — master of technical sciences, innovation department specialist, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: basbayevag@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2893-8386>.

Abstract. In the course of the research, polymer composite materials reinforced with nanosized titanium dioxide in various amounts (0.01 %, 0.05 %, 0.1 %, 0.5 %, 1 %) based on epoxy resin were obtained. When analyzing images of composite materials obtained using a scanning electron microscope, it was noted that as a result of particle agglomeration, as the amount of nanosized filler increases, polydisperse agglomerates 1–10 μm in size are formed. The formation of such agglomerates is explained by the high surface energy of nanoparticles and their high chemical activity. In addition, to further improve the properties of composites, filling with nanofillers requires special treatment to prevent or prevent pre-agglomeration (adding functionalizing additives, annealing at a very high temperature, etc.). The resulting materials were tested for Martens heat resistance and Charpy impact resistance. Based on the research results, it was concluded that nanostructured fillers significantly improve the thermophysical properties of the composite material. During the study of the properties of nanocomposites based on epoxy resin, the effective rate of adding fillers was determined. It was confirmed that the introduction of a nanostructured filler into the polymer matrix allows to obtain a composite material with improved thermal properties up to 16 % compared to pure epoxy resin. It was assumed that the obtained material will be used for bactericidal purposes in biomedicine, ecology, electric power industry and many other fields.

Keywords: nanocomposites, epoxy resin, amine curing agents, agglomeration, titanium dioxide nanoparticles, thermal resistance

© **Л.К. Тастанова, А.З. Бекешев, Г. С. Басбаева***, 2023
Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті.
E-mail: basbayevag@gmail.com

ТИТАН ДИОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЭПОКСИДТІ ШАЙЫР НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУ-ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Зерттеу барысында эпоксидті шайыр негізінде наноөлшемді титан диоксидімен әр түрлі мөлшерде (0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, 1 %) армиленген полимерлі композитті материалдар алынды. Композитті материалдардың сканерлеуші электронды микроскоп арқылы алынған суреттеріне талдау жасалынып, наноөлшемді толтырғыштың мөлшері ұлғайған сайын, бөлшектердің агломерациясы нәтижесінде, өлшемдері 1–10 мкм жететін полидисперсті агломераттар түзілгені байқалды. Мұндай агломераттардың пайда болуы наноөлшектердің жоғары беттік энергиясымен және олардың жоғары химиялық белсенділігімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, композиттердің қасиеттерін одан әрі жақсарту мақсатында нанотолықтырғыштармен толтыру — алдын-ала агломерацияның алдын алу немесе болдырмау үшін арнайы өңдеуді қажет етеді (Функционалдаушы

агенттер қосу, өте жоғары температурада күйдіру, т.б.) Алынған материалдардың Мартенс бойынша жылуға тұрақтылығы, Шарпи бойынша соққыға төзімділігі сыналды. Зерттеу нәтижелері бойынша, нанокұрылымды толтырғыштар композитті материалдың жылу-физикалық қасиеттерін айтарлықтай жақсартады деген тұжырым жасалды. Эпоксидті шайыр негізіндегі нанокompозиттердің қасиеттерін зерттеу барысында толтырғыштарды қосудың тиімді мөлшерлемесі анықталды. Полимер матрицасына нанокұрылымды толтырғышты енгізу — таза эпоксидті шайырмен салыстырғанда жылулық қасиеті 16 %-ға дейін жақсартылған композитті материал алуға мүмкіндік беретініне көз жеткізілді. Алынған материал бактерицидтік мақсатта биомедицина, экология, электроэнергетика және т.б. көптеген салаларда қолданыс табады деген болжам жасалды.

Түйін сөздер: нанокompозиттер, эпоксидті шайыр, аминді қатайтқыштар, агломерация, титан диоксиді нанобөлшектері, жылуға тұрақтылық

©Л.К. Тастанова, А.З. Бекешев, Г.С. Басбаева*, 2023

E-mail: basbayevag@gmail.com

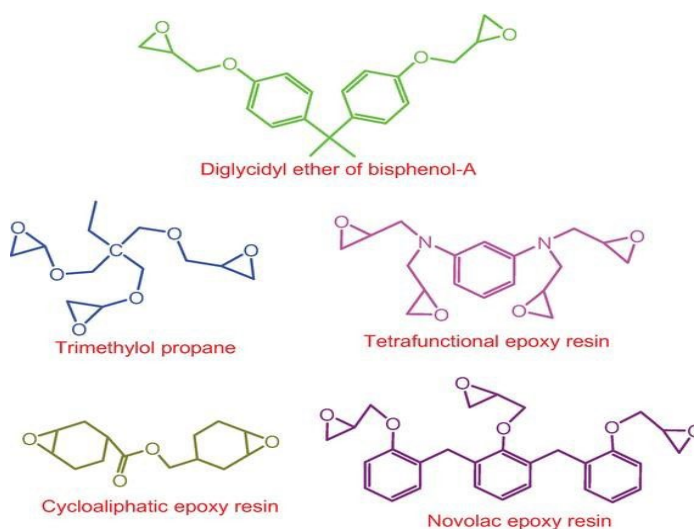
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА

Аннотация. В ходе исследований были получены полимерные композиционные материалы, армированные наноразмерным диоксидом титана в различных количествах (0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, 1 %) на основе эпоксидной смолы. При анализе изображений композиционных материалов, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа, было замечено, что в результате агломерации частиц по мере увеличения количества наноразмерного наполнителя образуются полидисперсные агломераты размером 1–10 мкм. Образование таких агломератов объясняется высокой поверхностной энергией наночастиц и их высокой химической активностью. Кроме того, для дальнейшего улучшения свойств композитов наполнение нанонаполнителями требует специальной обработки для предотвращения или предупреждения предварительной агломерации (добавление функционализирующих добавок, отжиг при очень высокой температуре и т.д.). Полученные материалы были испытаны на термостойкость по Мартенсу и ударпрочность по Шарпи. По результатам исследований сделан вывод, что наноструктурированные наполнители значительно улучшают теплофизические свойства композиционного материала. В ходе исследования свойств нанокompозитов на основе эпоксидной смолы было определено эффективное количество введения наполнителей. Подтверждено, что введение в полимерную матрицу наноструктурированного наполнителя позволяет получить композиционный материал с улучшенными теплофизическими свойствами до 16 % по сравнению с чистой эпоксидной смолой. Предполагалось, что полученный материал найдет применение в бактерицидных целях в биомедицине, экологии, электроэнергетике и во многих других областях.

Ключевые слова: нанокompозиты, эпоксидная смола, аминовые отвердители, агломерация, наночастицы диоксида титана, термостойкость

Кіріспе

Эпоксидті шайырлар термореактивті полимер болып табылады, олар қатайту реакциялары арқылы әр түрлі қатайтатын агенттердің көмегімен өңделеді. Олардың қасиеттері эпоксидті шайырлар мен қатайтатын агенттер түрінің нақты комбинациясына байланысты. Тамаша механикалық қасиеттеріне, көптеген негіздерге жоғары жабысқақтығына және жақсы жылу және химиялық төзімділігіне байланысты қазіргі уақытта эпоксидті шайырлар талшықты арматураланған материалдар, әмбебап желімдер ретінде кең ауқымда қолданылады (Jin, 2015). Эпоксидтің химиялық құрылымына байланысты олар тамаша электрлік қасиеттерге, термиялық тұрақтылыққа, ультракүлгін тұрақтылыққа және ауа райына төзімділікке ие болуы мүмкін. Сзықтық эпоксидті шайырлардан басқа, олар циклоалифатты, үш функционалды және тетра функционалды эпоксидті шайырлар болуы мүмкін (1-суретте көрсетілген) (Chen, 2004).



Сурет 1. Әртүрлі құрылымды эпоксидті шайырлар

Композиттегі эпоксидті шайырдың рөлі толтырғышқа күшті біркелкі беру және бүкіл композиттік жүйенің тұтастығын қорғау болып табылады (Abdellaoui, 2019). Эпоксидті шайырлар тек қана жабындар үшін қолданылмайды, Бисфенол А (немесе F) және эпихлоргидрин негізіндегі эпоксидті шайырлар бөлме температурасында алифаттық полифункционалды аминдермен және полиамидтермен өңделген, кемелерге, мұнай бұрғыларына және резервуарларға, сондай-ақ су құбырларына арналған ауыр жабындарда қолданылады (Oldring, 2001). Қатайтатын заттардың молекулалық құрылымы алынатын композитті материалдың құрылымы мен қасиеттеріне әсер етеді (Ahmad, 2010).

Амин қатайтқыштары эпоксидті шайырларды каталитикалық механизм арқылы немесе эпоксидті молекулалар арқылы көпірмен байланыстырады. Жалпы алғанда, біріншілік және қайталама аминдер реактивті қатайтқыш ретінде әрекет етеді, ал үшінші реттік аминдер каталитикалық болады (Pascualt, 2013).

(Sevaeva, 2019) жұмыста ЭД-20 маркалы эпоксидті шайыр негізіндегі композитті материал алу үшін қатырғыш агент ретінде 20-200°C температура интервалында вакуумды айдау арқылы алынған полиэтилнполиамин (ПЭПА) фракциялары қолданылады. Айдау барысында 5 түрлі фракция алынады, олардың сипаттамалары 2-кестеде берілген.

ПЭПА фракцияларының хромато-масса-спектрометриялық және газ-хроматографиялық талдауы нәтижесінде 1-фракция құрамы бойынша су, 2-фракцияның негізгі компоненті диэтилентриамин (мас. 90-нан астам %) болатыны анықталды. 3-фракция массасының 98 % астамы 6:4 қатынасында диэтилентриамин мен аминоэтилпиперазиннің тұрады. 4 және 5 фракцияларда алифатты және ароматты аминдердің қоспасы бар. Осылайша, 2-фракцияны қатайтқыш ретінде пайдалану тығыз торлы үлгілерді алуға мүмкіндік береді; 3-фракциямен өңделген композициялар ең жоғары ыстыққа төзімділікке ие.

Кесте 2 – ПЭПА қатырғышының фракционды құрамы

Фракцияномеры	Сыртқы бейнесі	Температуралық интервал, °С	Фракцияның құрамы, % масс.	pH
1	Түссіз, мөлдір, тұтқырлығы төмен сұйықтық	55–75	2,07	7
2	Түссіз, мөлдір, тұтқырлығы төмен сұйықтық	75–110	1,70	11
3	Ашық сары түсті, мөлдір, тұтқырлығы төмен сұйықтық	120–160	14,2	10
4	Сары түсті, мөлдір, тұтқырлығы төмен сұйықтық	165–172	17,28	9,5
5	Сары түсті, мөлдір, тұтқыр сұйықтық	182–200	9,50	9
Кубтыққалдық	Қанық сұры түсті, тұтқырлығы жоғары сұйықтық	> 200	54,42	9

Қатайтқыштар мұрынның, тамақтың, көздің шырышты қабығын тітіркендіреді. Амин буларымен ұзақ байланыс ішкі ағзалардың зақымдалуына әкелуі мүмкін. Аминдер, тіпті аз мөлшерде және концентрацияда болса да, жүйке жүйесіне әсер етеді. Эпоксидті полимерлерді және олардың негізіндегі материалдарды механикалық өңдеу кезінде пайда болатын шаң шырышты қабықтардың, терінің және тыныс алу жолдарының тітіркенуін тудырады. Эпоксидті композициялардың улы

компоненттерінің зиянды әсерін болдырмау және азайту үшін сақтық шараларын сақтау қажет (Kinloch, 2003).

Толтырғыш термині әдетте композитте жеке фазаны құрайтын қатты қоспаларға қолданылады және маңызды жүктеме деңгейлерінде қолданылады. Толтырғыштар алғашқыда негізінен шығындарды азайту үшін қатты еріткіштер ретінде пайдаланылған кезден бастап айтарлықтай прогреске жетті. Бүгінгі күні олар полимерге экономикалық мақсатта емес, оның физикалық (әдетте механикалық) қасиеттерін өзгерту үшін жиі енгізіледі (Kinloch, 2003).

Құрамдастардың бірінің нанометрлік диапазондағы өлшемі бар нанокомпозиттердің әлеуеті туралы көптеген мәлімдемелер жасалды, бірақ кейбір маңызды материалдар комбинациясы үшін тәжірибелік деректер аз шығарылды (Kinloch, 2006). Бөлшектердің өлшемі кішірейген сайын, бірлік көлемге келетін беттің ұлғаюына байланысты құрамдас бөлікте аралық аудан (фаза) артады. Екінші фазалық материалды (толтырғыштарды) эпоксидті матрицаны күшейту мақсатында (10–9 м) пайдалану арқылы, композицияның қасиеттерінің көптеген жақсартулары байқалады, бұл негізінен жақсартылған фазааралық байланысқа байланысты. Жетілдірілген композиттерді жасаудың тиімді әдісі эпоксидті матрицаға эпоксидті және наноматериалдардың артықшылықтарын біріктіретін нанотолтырғыштарды енгізу болып табылады (Bulychev, 2019).

Оптикалық, термиялық, фотокаталитикалық және электрофизикалық қасиеттеріне байланысты титан диоксиді нанотолтырғыш ретінде перспективалы материалдардың бірі болып табылады. Нанодисперсті TiO_2 қолдану әлеуеті өте жоғары: титан диоксиді және оның негізіндегі материалдар пластмассадағы қоспа, ультракүлгін сәулелерді блокатор, күн батареяларында энергия түрлендіргіш, бактериялардың фотокаталитикалық ыдырауы және улы заттардың фотохимиялық ыдырауы үшін агент ретінде пайдаланылуы мүмкін. ағынды суларды тазартуға арналған химиялық заттар. Титан диоксиді (TiO_2) нанобөлшектері өздерінің химиялық инерттілігіне, төмен уыттылығына, фотокаталитикалық белсенділігіне, жоғары сыну көрсеткішіне және басқа да пайдалы қасиеттеріне байланысты көптеген зерттеушілердің назарын аударды және тамақ, бояу және лак өнеркәсібінде және т.б. TiO_2 нанобөлшектерін енгізу эпоксидті шайырдың кейбір қасиеттерін жақсартатынын көрсетті. Бірақ эпоксидті шайырдың әрекеттесу процесі мен катаю механизмі толық түсінілмеген (Bekeshev, 2020). Титан диоксиді улы емес, сондықтан косметикалық өнімдерде (күннен қорғайтын кремдер, ерін далабы, дене ұнтағы, сабын, інжу эссенциясының пигменттері, тіспасталары), сонымен қатар арнайы фармацевтикада қолданылады. Титан диоксиді тіпті тамақ өнімдерінде, мысалы, салямиді орауда қолданылады. Титан диоксидінің фотокаталитикалық сипаттамалары нанотехнологияның пайда болуына байланысты айтарлықтай жақсарды. Нано-масштапта титан диоксиді бөлшектерінің бетінің ауданы ғана күрт артып қана қоймайды, сонымен қатар ол оптикалық қасиеттерге және өлшемді кванттауға басқа әсерлерді көрсетеді. Тотығу-тотықсыздану потенциалы артып, өлшемі кішірейген сайын фотокаталитикалық реакция жылдамдығының жоғарылауы байқалады.

(Bekeshev, 2021) жұмыста минералды толықтырғыш ретінде ұнтақталған охраны пайдаланып, эпоксидті шайыр негізінде композитті материалдар алынды. Алдымен, бимодальды таралу әдісімен охраның композиттік құрамы зерттеліп, көп мөлшерде темір алюминий, никель оксидтерін және аз мөлшерде титан оксиді болатыны анықталды. Жүргізілген зерттеулер модифицирлеуші қоспа ретінде охраның ең ұтымды қосылу мөлшері массаның 0,5 бөлігін құрайтынын көрсетті, өйткені бұл зерттелетін физикалық-механикалық қасиеттердің жоғары мәндерін қамтамасыз етеді: иілу кернеуі 30 %-ға және иілу модулі 58 %-ға, беріктік 75 %-ға және созылу модулі 20 %-ға артады, соққыға төзімділік 83 %-ға артады.

(Rezaei, 2009) жұмыста диоритті толтырғыш ретінде қолдана отырып, зерттеулер жүргізілген. Диорит – қол жетімді ғана емес, құрамында әр түрлі металл оксидтері (соның ішінде титан диоксиді – 2,4 %) болуына байланысты таңдалған. Диоритті эпоксидті композиттерге қосу олардың термиялық қасиеттерін, жылуға тұрақтылығын жақсартатыны, жанғыштығын азайтатыны байқалған.

Титан оксиді сияқты жарыққа сезімтал химиялық қосылысқа жарық түскенде фотокатализ деп аталатын құбылыс орын алады. Жарық титан диоксидімен соқтығысқанда, химиялық реакция жақын аймақта қайталанады және органикалық токсиндердің, иістердің және т.б. ыдырауды тудырады. Бұл реакция көптеген құнды нәтижелерге ие (Rezaei, 2009).

Материалдар

ЭД-20 маркалы Эпоксид-диан шайыры – Ерохітахх компаниясы өндірген сары, қоңыр түсті мөлдір, тұтқыр сұйықтық.

Полиэтиленполиаминдер (ПЭПА) – механикалық қоспалары жоқ ашық сарыдан қою қоңырға дейінгі майлы сұйықтық.

Титан диоксиді нанобөлшектері (ультрадисперсті титан диоксиді) – диаметрі 100 нм-ден аз

титан диоксиді бөлшектері, ақ түсті ұнтақ.

Нанобөлшектермен толтырылған композитті материал алу әдістемесі. Эпоксидті шайырға 100:15 қатынасында ПЭПА қосылған, және 0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, 1 % мөлшерінде титан диоксиді нанобөлшектері қосылған композитті материалдар дайындалды. Ол үшін қажетті мөлшерде өлшенген реактивтерді пластик ыдысқа құйып, 5 мин үздіксіз араластырған соң, силикон формаларға құйылды. Композиттердің қату режимі – 24 сағ бөлме температурасында ұстаған соң, физика-механикалық қасиеттерін жақсарту үшін 1 сағат 90°C және 1 сағат 120°C-та кептіргіш шкафта ұсталды. Дайын композиттердің қасиеттерін зерттеу үшін бөлме температурасына дейін суытылды.

Зерттеу әдістері

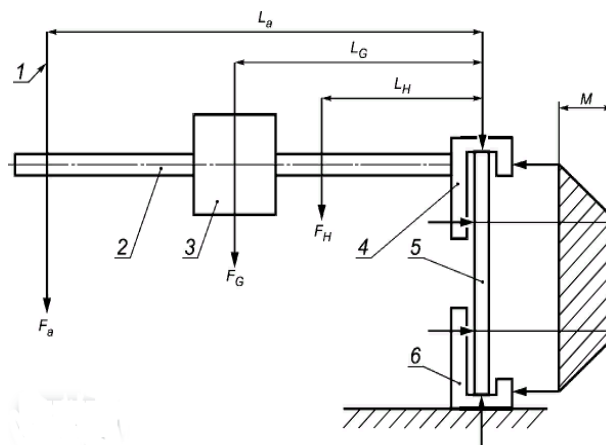
Сканерлеуші электронды микроскоп. Phenom G2 PRO маркалы электронды сканерлеуші микроскопта алынған композитті материалдардың құрылымы, толтырғыш бөлшектерінің өлшемі мен агломераттардың құрылысы зерттелді.

Мартенс бойынша жылутұрақтылықты анықтау. Бұл жұмыста қатайтылған эпоксидті композициялардың термофизикалық қасиеттерін зерттеу үшін Мартенс (ГОСТ 21341-75) бойынша ыстыққа төзімділікті өлшеудің белгілі әдісі қолданылды. Әдістің мәні белгілі бір статикалық кернеумен жүктелген сынақ үлгісінің үлгіге бекітілген жүктемесі бар рычагтың ұшы 6 ± 1 мм төмендейтіндей деформацияланатын температураны анықтау болып табылады.

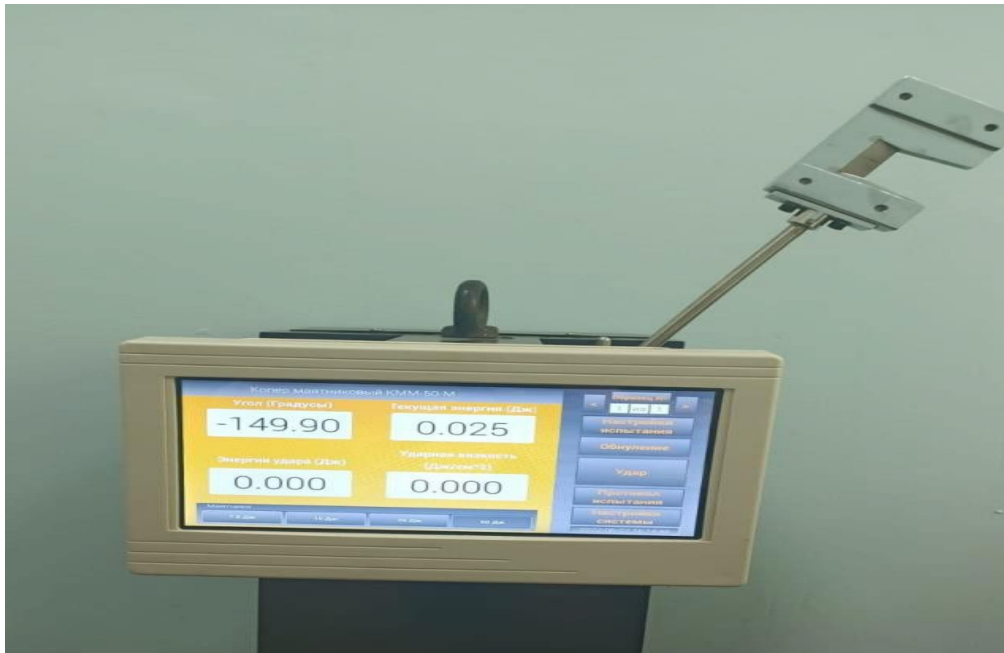
Мартенс бойынша ыстыққа төзімділікті анықтауға арналған құрылғы қысқыш құрылғыдан, деформация индикаторынан, температураны өлшеу және басқару жүйесі бар жылыту шкафынан тұрады. ГОСТ 21341-75 талаптарына сәйкес сынақ үлгісі өлшемдері 10x15x120мм, температураның көтерілу жылдамдығы $50 \pm 5^\circ\text{C}$, иілудің бекітілген кернеуі $5 \pm 0,5$ МПа болатын тік бұрышты арқалық түрінде болуы керек.

Мартенс бойынша жылуға төзімділік – деформация 6 ± 1 мм-ге жеткен кезде анықталады. 2-суретте көрсетілгендей құрылғы жинақталып, ГОСТ 21341 бойынша сынақ жүргізілді.

Шарпи бойынша соққыға тұрақтылықты анықтау әдісі. Ойығы бар үлгінің соққы күші a , кДж/м - ойық астындағы үлгінің бастапқы көлденең қимасының ауданына бөлінген ойық сыналған үлгінің сынуы кезінде жұтылатын соққы энергиясы. Әдістің мәні сынақта жатыр, онда екі тіректе жатқан үлгі тұрақты жылдамдықпен маятниктің соққысына ұшырайды («жалпақ» немесе «жиекте» соғылған кезде) және соққы сызығы ортасында болады. тіректер арасында және ойығы бар үлгілер үшін ойыққа тікелей қарама-қарсы. Сынақ үшін ГОСТ 10708 бойынша «КММ-50-М» маркалы маятникті соғу сынағыштары (копер) (3-сурет) пайдаланылды, олар үлгіні бұзуға жұмсалған соққы энергиясын өлшейді және маятниктің бастапқы потенциалдық энергиясы мен маятник бұзылғаннан кейін қалған энергия арасындағы айырмашылық ретінде анықталады.

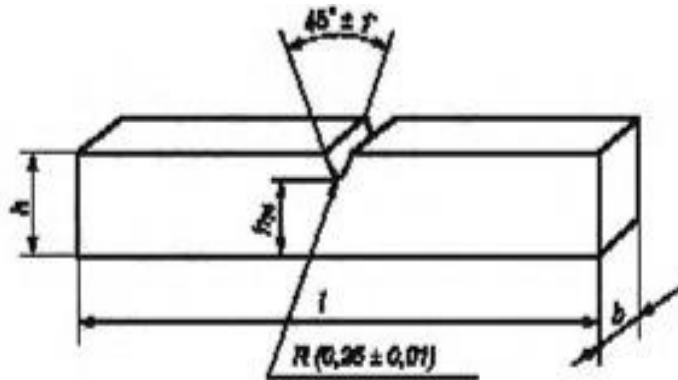


Сурет 2. Мартенс бойынша жытұрақтылықты анықтауға арналғанқондырғыны жинау схемасы



Сурет 3. «КММ-50-М» маркалы маятникті копер

Сынақ үшін 80x10x4 мм өлшеммен V-пішінді ойығы бар үлгілер алынды (4-сурет). Үлгілердің ені мен қалыңдығын, сондай-ақ ойық астындағы үлгілердің қалыңдығын немесе енін өлшеу үлгілердің өлшемдерін миллиметрмен дәлдікпен өлшеуді қамтамасыз ететін ГОСТ 6507 бойынша микрометрмен жүзеге асырылды. Сынау алдында үлгілер нормативтік құжаттың немесе материалға арналған техникалық құжаттаманың талаптарына сәйкес ГОСТ 12423 бойынша атмосфера 23/50 жағдайында кондицияланды.



Сурет 4. V-пішінді ойығы бар үлгілер

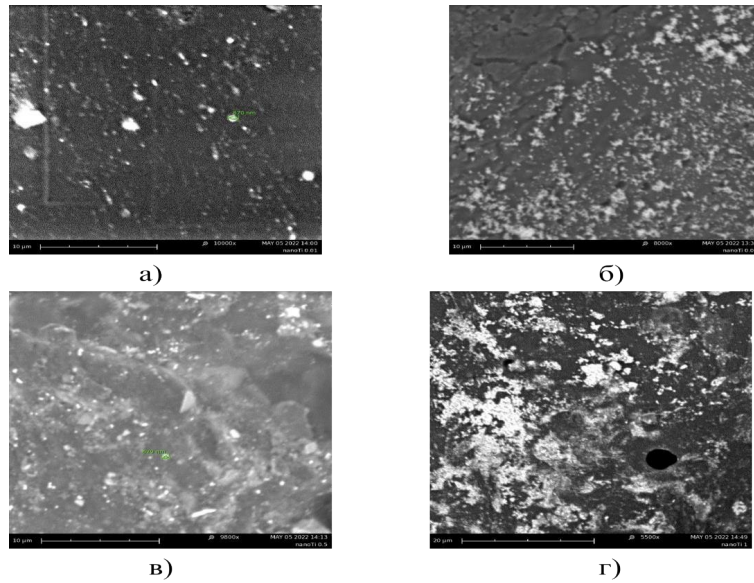
Кесілген үлгі маятниктің соғуын сынаушының тіректеріне маятник пышағы соққысы ойыққа қарама-қарсы үлгінің ойықсыз жазықтығына түсетіндей етіп орналастырылады. Маятникті алдын ала белгіленген биіктікке көтеріп, бекітіліп, содан кейін абайлап (серпілмей) маятник босатылады. Үлгі жұтқан соққы энергиясы жазылады және үйкеліске қажетті түзетулер енгізіледі. Ойығы бар үлгінің Шарпи бойынша соққы күші a , кДж/м², келесі формуламен есептеледі:

$$a = \frac{A_k}{b \cdot S_N}$$

мұндағы A_k – ойығы бар үлгіні бұзуға қажетті соққы энергиясы, Дж; b – үлгінің ені, мм; S_N – соққының бағытына параллель үлгінің өлшемі, мм.

Нәтижелер және оларды талдау

5-суретте 0,01 %, 0,05 %, 0,5 %, 1 % мөлшерде ТДН қосылған үлгілердің микрофотографиялары келтірілген

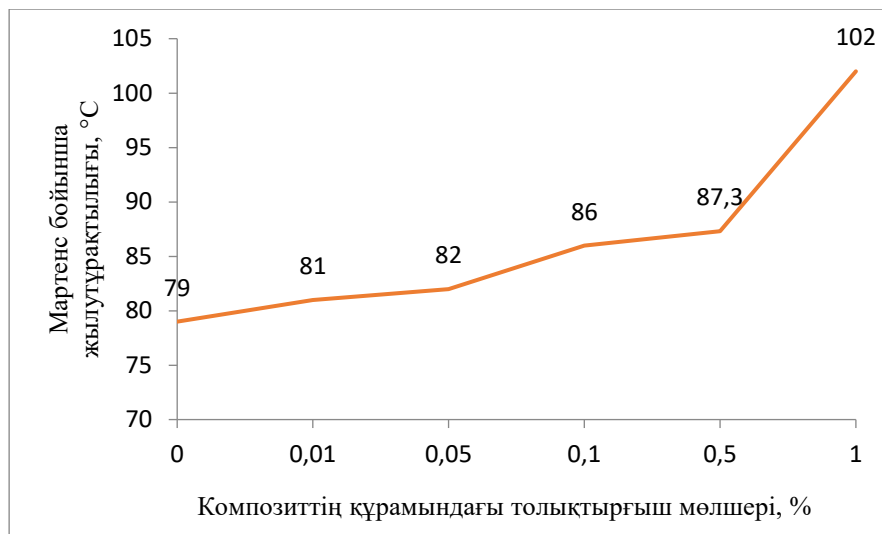


Сурет 5. Композиттердің СЭМ фотографиялары: а- ЭД-20 + ПЭПА + 0,01 % н-TiO₂; б – ЭД-20 + ПЭПА + 0,05 % н-TiO₂; в – ЭД-20 + ПЭПА + 0,5 % н-TiO₂; г – ЭД-20 + ПЭПА + 1 % н-TiO₂

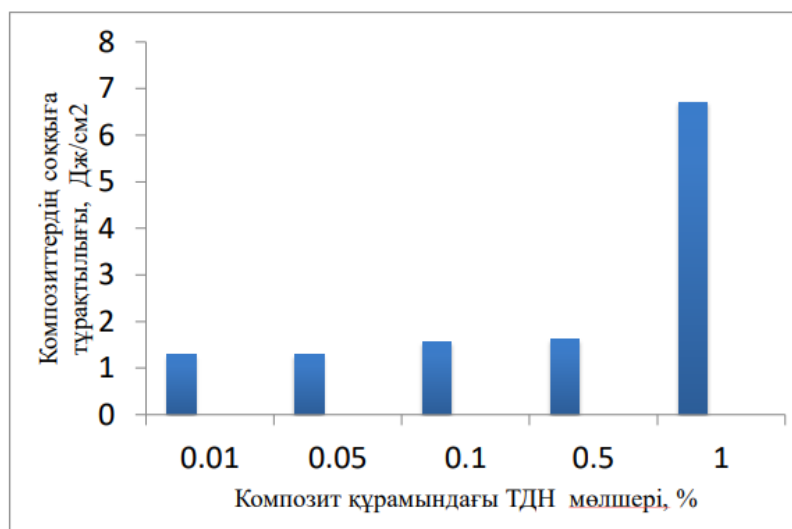
Суреттен композиттердің құрамында наноөлшемді фракциялар да, өлшемдері 1–10 мкм жететін бөлшектер агломераттары да бар полидисперстік екенін көрсетеді. Композит құрамындағы н-TiO₂ мөлшері артқан сайын, агломераттар түзіле бастағанын байқауға болады. Мұндай агломераттардың пайда болуы нанобөлшектердің жоғары беттік энергиясымен және олардың жоғары химиялық белсенділігімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, композиттердің қасиеттердің одан әрі жақсарту мақсатында нанотолықтырғыштармен толтыру — алдын-ала агломерацияның алдын алу немесе болдырмау үшін арнайы өңдеуді қажет етеді (Функционалдаушы агенттер қосу, өте жоғары температурада күйдіру, т.б.)

6-суретте наноқұрылымды толтырғыштармен армиленген эпоксидті композиттердің Мартенс бойынша жылуға тұрақтылық мәндері көрсетілген. Суреттен көрінгендей, эпоксидті матрица құрамына 1 % н-TiO₂ қосу арқылы композиттердің жылуға тұрақтылығын айтарлықтай мөлшерде арттыруға болатыны байқалады.

7-суретте композиттердің соққы күші — құрамындағы ТДН мөлшеріне тәуелділік графигі көрсетілген. Сурет бойынша ТДН-мен эпоксидті композиттерді армирлеу – механикалық қасиеттері жақсартылған материалдар алуға мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға болады.



Сурет 6. Композитті материалдардың жылуға тұрақтылығының композит құрамына тәуелділік графигі



Сурет 7. Композиттердің соққыға тұрақтылығы – құрамындағы ТДН мөлшеріне тәуелділік графигі.

Қорытынды

1. Бұл жұмыста әртүрлі мөлшерде полимер матрицасына нанокұрылымды толтырғыштарды енгізу арқылы қалыптау әдісімен композиттер алынды. Алынған материалдардың Мартенс бойынша жылуға төзімділігі және Шарпидің соққыға төзімділігі зерттелді. Нанокұрылымды титан оксиді бөлшектерін өте аз мөлшерде полимер матрицасына енгізу — композитті материалдың жылулық қасиеттерін 13–16 %-ға дейін жақсартуға мүмкіндік береді.

2. Алынған композициялық материалдардың құрылымын сканерлеуші электронды микроскопта зерттеу барысында құрамы 1 % ТДН-мен толтырылған композиттерде агломераттардың түзілуі анықталды, бұл композиттік материалдардың қасиеттеріне кері әсер етуі мүмкін.

3. Микроқұрылымды толтырғыштар мөлшері артқан сайын, композитті материалдардың жылуға тұрақтылық қабілеті жоғарылайды.

REFERENCES

- Jin F.L., Li X., Park S.J., 2015 — Synthesis and application of epoxy resins: A review, *J. Ind. Eng. Chem.* 29:1–11. DOI:10.1016/j.jiec.2015.03.026.
- Chen Y. et al., 2004 — Thermal and mechanical properties of tetrafunctional epoxy resin toughened with epoxidized soybean oil, *Mater. Sci. Eng.* 374(1):109–114. DOI:10.1016/j.msea.2004.01.002.
- Abdellaoui H. et al., 2019 — Investigation of the deformation behavior of epoxy-based composite materials, *Fail. Anal. Biocomposites, Fibre-Reinforced Compos. Hybrid Compos.* Pp. 29–49. DOI:10.1016/B978-0-08-102293-1.00002-4.
- Oldring P., 2001 — *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. 3rd ed., Academic Press Inc., California, USA. ISBN-10: 0122274105.
- Ahmad Z., Ansell M.P., Smedley D., 2010 — Effect of nano- and micro-particle additions on moisture absorption in thixotropic room temperature cure epoxybased adhesives for bonded-in timber connections, *Int. J. Adhes. Adhes.* 30(6):448–455. DOI:10.1016/j.ijadhadh.2010.04.001.
- Pascual J.-P., Williams R.J.J., 2013 — *Handbook of Polymer Synthesis, Characterization, and Processing*. ISBN: 9780470630327.
- Sevaeva G.S., Andreev A.N., Olihova Yu.V., 2019 — The study of the properties of composite materials based on epoxy resin and fractions of polyethylenepolyamine, *Advances in the field of chemistry and chemical technologies*, 33:82–84.
- Epoxy resins and materials based on them: Catalog, 1981 — Cherkasy, NIITEKHIM.
- DeArmitt C., Rothon R., 2017 — *Fillers (Including Fiber Reinforcements)*, Brydson's Plastics Materials. Pp. 169–204. DOI:10.1016/B978-0-323-35824-8.00008-6.
- Kinloch A.J., Taylor A.C., 2003 — Mechanical and fracture properties of epoxy/inorganic micro- and nano-composites, *J. Mater. Sci. Lett.*, 22:1439–1441. DOI/10.1023/A:1025719715808.
- Kinloch A.J., Taylor A.C., 2006 — The mechanical properties and fracture behaviour of epoxy-inorganic micro- and nano-composites, *J. Mater. Sci.*, 22:1439–1441. DOI:10.1023/A:1025719715808.
- Bulychev N.A., Ivanov A.V., 2019 — Nanostructure of Organic/Inorganic Composite Materials Based on Polymer Hydrogels, *Int. J. Nanotechnol.*, 16:344–355. DOI:10.1504/IJNT.2019.106610.
- Bekeshev A., Mostovoy A., Tastanova L., Kadykova Y., Kalganova S., Lopukhova M., 2020 — Reinforcement of Epoxy Composites with Application of Finely-ground Ochre and Electrophysical Method of the Composition Modification, *Polymers*, 12:1437. DOI:10.3390/polym12071437.
- Bekeshev A., Mostovoy A., Kadykova Y., Akhmetova M., Tastanova L., Lopukhova M., 2021 — Development and Analysis of the Physicochemical and Mechanical Properties of Diorite-Reinforced Epoxy Composites, *Polymers*, 13:2421. DOI:10.3390/polym13152421.
- Rezaei B., Mosaddeghi H., 2009 — Applications of Titanium Dioxide Nanoparticles, *Nano-Technology in Environments Conference*. 2009. 46.

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

- А.А. Жадыранова**
КОСМОЛОГИЯДА РҮТНОН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАСЫН ҚОЛДАНУ.....5
- К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан**
STEM ЖОБАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ БОЛАШАҚ ФИЗИКА МАМАНДАРЫН ДАЯРЛАУДАҒЫ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....19
- А.Н. Қарымбай, Н.А. Сандибаева, С.Т. Тоқтауғалиева**
ОРТА МЕКТЕП ФИЗИКА КУРСЫНДА ОҚЫТУДА КҮРДЕЛІЛІК ДӘРЕЖЕСІ ӘРТҮРЛІ
ТАПСЫРМАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....27
- Л.К. Тастанова, А.З. Бекешев, Г.С. Басбаева**
ТИТАН ДИОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЭПОКСИДТІ
ШАЙЫР НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУ-ФИЗИКАЛЫҚ
ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....34
- З.С. Утемағанбетов, Г.Н. Нигметова, Б.Т. Урбиснинова, К.С. Астемесова, Г.К. Турлыбекова**
АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ И РАСШИРЕННЫЙ ВАРИАНТ МЕТОДА ПРОГОНКИ (АЛГОРИТМ
ТОМАСА) ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 1-ОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....42

ХИМИЯ

- Х.Әкімжанова, А.Сабитова, Б.Мұсабаева, Б. Баяхметова**
МОЙЫЛДЫ ЖӘНЕ ТҰЗҚАЛА ТҰЗДЫ КӨЛДЕРІНІҢ ТАБИҒИ БАЛШЫҒЫНЫҢ ӘЛЕУЕТТІ
ТАБИҒИ РЕСУРС РЕТІНДЕГІ ХИМИЯЛЫҚ-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ.....58
- А. Асанов, С.А. Мамешова, А.А. Асанов**
ОҢТҮСТІК Өңір САЗДЫ МИНЕРАЛДАРЫНЫҢ КОЛЛОИДТЫ-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ
РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....75
- Б. Имангалиева, Г. Рахметова, Б. Досанова, Р. Жаналиева**
ТҮРМЫСТЫҚ ЖАҒДАЙДА ТАБИҒИ ЗАТТАРДАН САБЫН ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ...94
- А.С. Искакова, З.Ж. Сейдахметова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Н. Аралбаева**
ЖАРТЫЛАЙ ҚАНЫҚПАҒАН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ЖҰМСАҚ
ІРІМШІКТІҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.....108
- А.Б. Қайыңбек, М.А. Дюсебаева, С.А. Сыдықбаева, С.С. Асканбаев, Г.Е. Берганаева**
«ЛИКАМЕРО» БИДАЙ СОРТЫНЫҢ СО₂-СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ
САРАПТАМАСЫ..... 118
- Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова, Ж.Е. Шаихова**
КӨЛІКТЕРДЕН ШЫҒАТЫН ГАЗДАРМЕН АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ БЕТКІ
ҚАБАТЫНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН КӨМІРТЕГІ ТОТЫҒЫНЫҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ
БОЙЫНША АНЫҚТАУ.....127

Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Г.А. Такибаева МАЙ ӨНЕРКӘСІБІ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ЭЛАСТОМЕРЛІК КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	139
Б.Е. Савденбекова, Д.Т. Рахматуллаева, Ж.Б. Бекисанова ТИТАНДЫ ИМПЛАНТАТ БЕТІНДЕ КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ЖАБЫН АЛУ.....	153
Н.С. Таласбаева, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, А.О. Айдарова, G.G. Xanthopoulou МЕТАННЫҢ СИНТЕЗ-ГАЗҒА ДЕЙІН КАТАЛИТИКАЛЫҚ ТОТЫҒУЫ.....	166
Б.Р. Таусарова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Г.Ж. Джаманбаева, С.С. Егеубаева МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІ БАР ЦЕЛЛЮЛОЗДЫ ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫН МОДИФИКАЦИЯЛАУ, ҚАСИЕТТЕРІ МЕН АЛЫНУЫ.....	180
ҚР ҰҒА академик Н.С. Буктуковты 75 жасымен құттықтау.....	194

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- А.А. Жалдыранова**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ RUTHON В КОСМОЛОГИИ.....5
- К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан**
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ STEM В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФИЗИКЕ.....19
- А.Н. Карымбай, Н.А. Сандибаева, С.Т. Токтаугалиева**
СТРУКТУРА ЗАДАНИЙ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ НА КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.....27
- Л.К. Тастанова, А.З. Бекешев, Г.С. Басбаева***
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА.....34
- З.С. Утемаганбетов, Г.Н. Нигметова, Б.Т. Урбиснинова, К.С. Астемесова, Г.К. Турлыбекова**
АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ И РАСШИРЕННЫЙ ВАРИАНТ МЕТОДА ПРОГОНКИ (АЛГОРИТМ ТОМАСА) ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 1-ОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....42

ХИМИЯ

- Х. Акимжанова, А. Сабитова, Б. Мусабаева, Б. Баяхметова**
ХИМИЧЕСКАЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ ГРЯЗЕЙ СОЛЕННЫХ ОЗЕР МОЙЫЛДЫ И ТУЗКАЛА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО РЕСУРСА.....58
- А. Асанов, С.А. Мамешева, А.А. Асанов**
КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА.....75
- Б. Имангалиева, Г.А. Рахметова, Б.Б. Досанова, Р. Жаналиева**
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЫЛА ИЗ ПРИРОДНЫХ ВЕЩЕСТВ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ.....94
- А.С. Искакова, З.Ж. Сейдахметова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Н. Аралбаева**
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВО МЯГКОГО СЫРА, ОБОГАЩЕННОГО ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫМИ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ.....108
- А.Б. Кайыпбек, М.А. Дюсебаева, С.А. Сыдыкбаева, С.С.ьАсканбаев, Г.Е. Берганаева**
ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CO₂-ЭКСТРАКТА СОРТА ПШЕНИЦЫ "ЛИКАМЕРО".....118
- Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова, Ж.Е. Шанхова**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА.....127

Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Г.А. Такибаева ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	139
Б.Е. Савденбекова, Д.Т. Рахматуллаева, Ж.Б. Бекисанова ПОЛУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА НА ТИТАНОВОМ ИМПЛАНТЕ.....	153
Н.С. Таласбаева, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, А.О. Айдарова, G.G. Xanthopoulou КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ МЕТАНА В СИНТЕЗ-ГАЗ.....	166
Б.Р. Таусарова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Г.Ж. Джаманбаева, С.С. Егеубаева МОДИФИКАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ, ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА.....	180
Поздравления академика НАН РК Буктукова Н.С.....	194

CONTENTS

PHYSICAL SCIENCES

A.A. Zhadyranova USING PYTHON SOFTWARE IN COSMOLOGY.....	5
K. Kelesbaev, Sh. Ramankulov, M. Nurizinova, A. Pattaev, N. Mussakhan FEATURES OF STEAM PROJECT TRAINING IN THE PREPARATION OF FUTURE SPECIALISTS IN PHYSICS.....	19
A.N. Karymbai, N.A. Sandybayeva, S.T. Toktaugalieva THE STRUCTURE OF TASKS OF DIFFERENT DEGREES OF COMPLEXITY WHEN STUDYING IN A HIGH SCHOOL PHYSICS COURSE.....	27
L.K. Tastanova, A.Z. Bekeshev, G.S. Basbayeva INVESTIGATION OF THE THERMAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON EPOXY RESIN MODIFIED WITH TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES.....	34
Z. Utemaganbetov, G. Nigmatova, B. Urbisinoва, K. Astemessova, G. Turlybekova ALTERNATIVE AND EXTENDED VERSION OF RUN METHOD (THOMAS ALGORITHM) OF NUMERICAL SOLUTION OF 1-OY EDGE PROBLEM FOR LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF SECOND ORDER.....	42

CHEMISTRY

Kh. Akimzhanova, A. Sabitova, B. Mussabayeva, B. Bayahmetova CHEMICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NATURAL MUD OF THE SALT LAKES MOIYLDY AND TUZKALA AS A POTENTIAL NATURAL RESOURCE.....	58
A. Assanov, S.A. Mameshova, A.A. Assanov COLLOID-CHEMICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CLAY MINERALS OF THE SOUTHERN REGION.....	75
B. Imangaliyeva, G. Rakhmetova, B. Dossanova, R. Zhanaliyeva TECHNOLOGY OF MANUFACTURING SOAP FROM NATURAL SUBSTANCES IN DOMESTIC CONDITIONS.....	94
A.S. Iskakova, Z. Zh. Seidakhmetova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.N. Aralbaeva STUDY OF THE QUALITY OF SOFT CHEESE ENRICHED WITH POLYUNSATURATED FATTY ACIDS.....	108
A.B. Kaiyngbek, M.A. Dyusebaeva, S.A. Sydykbayeva, S.S. Askanbaev, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL STUDY OF CO ₂ -EXTRACT VARIETIES OF WHEAT "LICAMERO".....	118
L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova, J.E. Shaikhova DETERMINATION OF GROUND-LEVEL AIR POLLUTION BY VEHICLE EXHAUST GASES BASED ON CARBON MONOXIDE CONCENTRATIONS.....	127

G.N.Kalmatayeva, G.F. Sagitova, V.I. Trusov, S.A. Sakibayeva, G.A. Takibayeva THE EFFECT OF WASTE FROM THE FAT AND OIL INDUSTRY ON THE PROPERTIES OF ELASTOMERIC COMPOSITIONS.....	139
B.E. Savdenbekova, D.T. Rakhmatullayeva, Zh.B. Bekisanova OBTAINING OF ANTIBACTERIAL COATING WITH SILVER NANOPARTICLES ON A TITANIUM IMPLANT.....	153
N.S. Talasbayeva, T.S. Baizhumanova, S.A. Tungatarova, A.O. Aidarova, G.G. Xanthopoulou CATALYTIC OXIDATION OF METHANE TO SYNTHESIS GAS.....	166
B.R. Taussarova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova, S.S. Yegeubayeva, G.J. Jamanbayeva MODIFICATION OF CELLULOSE TEXTILE MATERIALS WITH COPPER NANOPARTICLES, PRODUCTION AND PROPERTIES.....	180
Congratulations to academician N.S. Buktukov on his 75th birthday.....	194

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](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 work described 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 originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print) <http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

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

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой* Подписано в печать 30.06.2023.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.