

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,
catalysis and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

1 (454)

JANUARY – MARCH 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

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

Редакция алқасы:

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

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

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

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

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

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

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

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

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар 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, 2023

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

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

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

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

АГАБЕКОВ 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>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

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

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

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

Editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Periodicity: 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, 2023

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

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.151>

Volume 1, Number 454 (2023) 105-114

UDC 661.938

© **M.D. Sabyrkhanov***, **A.A. Dosmakanbetova**, **N.T. Seitkhanov**, **G.D. Pazilova**,
L.A. Seitkasimova, 2023

M. Auezov South–Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: smd_1976@mail.ru

**DESCRIPTION OF NONLINEAR OSCILLATIONS OF A PERTURBED FILM
IN ITS COLLISION WITH LIQUID DROPS**

Sabyrkhanov Marat Darkhanovich — Candidate of Technical Sciences. M. Auezov South Kazakhstan University. Department of Technological Machines and Equipment. 160000. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: smd_1976@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0438-4262;

Dosmakanbetova Aibarsha Abilkasymovna — Candidate of Technical Sciences. M. Auezov South Kazakhstan University. Department of Technological Machines and Equipment. 160000. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: kalmurat.2002@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9385-6267;

Seitkhanov Nurlan Tulegenovich — Candidate of Technical Sciences. M. Auezov South Kazakhstan University. Department of Technological Machines and Equipment. 160000. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: ntseitkhanov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1734-3646;

Pazilova Gulzhan Dzholdasbekovna — Senior Lecturer. M. Auezov South Kazakhstan University. Department of Technological Machines and Equipment. 160000. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: gulzhan_1702@mail.ru. ORCID: 0009-0000-4796-7436;

Seitkasimova Lazzat Asanovna — Senior Lecturer. M. Auezov South Kazakhstan University. Department of Technological Machines and Equipment. 160000. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: lazzataasanovna_1976@mail.ru. ORCID: 0009-0008-2113-6675.

Abstract. The questions of the appearance of nonlinear oscillations of a perturbed liquid film upon its collision with a flow of drops falling on the surface are considered, taking into account resonance phenomena and viscous dissipation. Equations for the amplitude-frequency characteristics of the system and amplitude equations for nonlinear waves are derived. It is noted that the merging of several large waves can lead to the formation of disturbance waves. Based on the results of determining the amplitude of the waves on the film surface, the presence of the main peak, as well as the second and third maximums of the relative amplitude distribution function, which the researchers explain by the existence of both two- and three-dimensional large-amplitude waves, is shown. An analysis is given of the appearance of nonlinear oscillations of a perturbed liquid film upon its collision with a flow of droplets falling on the surface, taking into

account resonance phenomena and viscous dissipation. Equations for the amplitude-frequency characteristics of the system and amplitude equations for nonlinear waves are derived.

Keywords: impact, non-linear oscillations, liquid film, amplitude-frequency characteristics, droplet flow interactions, film thickness

© М.Д. Сабырханов*, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова,
Л.А. Сейткасимова, 2023

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: smd_1976@mail.ru

СҰЙЫҚ ТАМШЫЛАРМЕН СОҚТЫҒЫСҚАНДАҒЫ БҰЗЫЛҒАН ПЛЕНКАНЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ТЕРБЕЛІСТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

Сабырханов Марат Дарханович — техника ғылымдарының кандидаты. Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160000. Шымкент, Қазақстан

E-mail: smd_1976@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0438-4262;

Досмаканбетова Айбарша Абилкасымовна — техника ғылымдарының кандидаты. Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160000. Шымкент, Қазақстан

E-mail: kalmurat.2002@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9385-6267;

Сейтханов Нурлан Тулегенович — техника ғылымдарының кандидаты. Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160000. Шымкент, Қазақстан

E-mail: ntseitkhanov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1734-3646;

Пазилова Гульжан Джолдасбековна — аға оқытушы. Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160000. Шымкент, Қазақстан

E-mail: gulzhan_1702@mail.ru. ORCID: 0009-0000-4796-7436;

Сейткасимова Лаззат Асановна — аға оқытушы. Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160000. Шымкент, Қазақстан

E-mail: lazzataasanovna_1976@mail.ru. ORCID: 0009-0008-2113-6675.

Аннотация. Резонанстық құбылыстар мен тұтқыр диссипацияны ескере отырып, оның бетіне түсетін тамшылар ағынымен соқтығысқан кезде бұзылған сұйық қабықтың сызықты емес тербелістерінің пайда болуы мәселелері қарастырылады. Жүйенің амплитудалық-жиілік сипаттамаларының теңдеуі және сызықты емес толқындар үшін амплитудалық теңдеулері шығарылды. Бірнеше үлкен толқындардың қосылуы бұзылу толқындарының пайда болуына әкелуі мүмкін екендігі атап өтілген. Пленка бетіндегі толқындардың амплитудасын анықтау нәтижелеріне сүйене отырып, негізгі шыңның болуы, сондай-ақ салыстырмалы амплитудалық таралу функциясының екінші және үшінші максимумдарының болуы зерттеушілер екі- және екеуінің де болуымен түсіндіреді. үш өлшемді үлкен амплитудалы толқындар көрсетілген. Резонанстық құбылыстар мен тұтқыр диссипацияны ескере отырып, оның бетіне түсетін тамшылар ағынымен соқтығысқан кезде бұзылған сұйық қабықтың сызықты емес тербелістерінің пайда болуының талдауы берілген. Жүйенің амплитудалық-жиілік

сипаттамаларының тендеуі және сызықты емес толқындар үшін амплитудалық тендеулері шығарылды.

Түйін сөздер: соққы, сызықты емес тербеліс, сұйық қабықша, амплитудалық-жиілік сипаттамалары, тамшы ағынының әрекеттесуі, пленка қалыңдығы

© М.Д. Сабырханов*, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова,
Л.А. Сейткасимова, 2023

Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

E-mail: smd_1976@mail.ru

ОПИСАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ЕЕ СОУДАРЕНИИ С КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ

Сабырханов Марат Дарханович — кандидат технических наук, кафедра Технологические машины и оборудования. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. 160000. Шымкент, Казахстан
E-mail: smd_1976@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0438-4262;

Досмаканбетова Айбарша Абилкасымовна — кандидат технических наук, кафедра Технологические машины и оборудования. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. 160000. Шымкент, Казахстан
E-mail: kalmurat.2002@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9385-6267;

Сейтханов Нурлан Тулегенович — кандидат технических наук, кафедра Технологические машины и оборудования. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. 160000. Шымкент, Казахстан
E-mail: ntseitkhanov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1734-3646;

Пазилова Гульжан Джолдасбековна — старший преподаватель, кафедра Технологические машины и оборудования. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. 160000. Шымкент, Казахстан
E-mail: gulzhan_1702@mail.ru. ORCID: 0009-0000-4796-7436;

Сейткасимова Лаззат Асановна — старший преподаватель, кафедра Технологические машины и оборудования. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. 160000. Шымкент, Казахстан
E-mail: lazzataasanovna_1976@mail.ru. ORCID: 0009-0008-2113-6675.

Аннотация. Рассмотрены вопросы возникновения нелинейных колебаний возмущенной пленки жидкости при соударении ее с потоком падающих на поверхности капель с учетом резонансных явлений и вязкостной диссипации. Выведены уравнения амплитудно-частотных характеристик системы и амплитудные уравнения для нелинейных волн. Отмечается, что слияние нескольких крупных волн может привести к образованию волн возмущения. По результатам определения амплитуды волн на поверхности пленки показано наличие основного пика, также второго и третьего максимума функции распределения относительной амплитуды, которое исследователи объясняют существованием как двух-, так и трехмерных волн большой амплитуды. Дан анализ возникновению нелинейных колебаний возмущенной пленки жидкости при соударении ее с потоком падающих на поверхности капель с учетом резонансных явлений и вязкостной диссипации. Выведены уравнения амплитудно-частотных характеристик системы и амплитудные уравнения для нелинейных волн.

Ключевые слова: соударение, нелинейные колебание, пленка жидкости, амплитудно-частотные характеристики, взаимодействия потока капель, толщина пленки

Введение

Многие массообменные аппараты, работающие в газожидкостной системе, основаны на эффекте взаимодействия потока капель с пленкой жидкости (Sabyrkhanov, 2021: 236).

Проведение анализа и обобщения режимных параметров аппаратов для проведения массообменных процессов и пылеулавливания, выявление механизма образования, движения и взаимодействия газового и жидкостного потоков в контактной зоне аппарата. Необходимо исследовать процесс взаимодействия капель с пленочной жидкостью с учетом вяз-костной диссипации энергии в тонком слое.

Материалы и методы

Для описания явления, механизма образования, движения и взаимодействия газового и жидкостного потоков в контактной зоне допустим, что сила вынуждающего ударного взаимодействия потока капель может быть представлена в виде:

$$f = F\gamma \cos\omega^* t, \quad (1)$$

где: γ – число соударения, безразмерная величина; F – сила ударного взаимодействия единичной капли, Н; ω^* – частота соударения капель с поверхностью пленки, 1/с.

Частота обновления межфазной поверхности в рамках предлагаемой модели (Ismailov, 2014: 4566) может быть описана с помощью уравнения вынужденных колебаний Дюффинга для тонкого слоя жидкости (Ozmen, 2022).

Собственную частоту колебаний тонкого слоя жидкости оценим по соотношению:

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{gh}}{L}, \quad (2)$$

где L — характерный продольный размер жидкой пленки, м.

Тогда соответствующее уравнение вынужденных колебаний слоя запишем в виде:

$$m \frac{d^2(\Delta h)}{dt^2} + \omega_0^2 H + \varepsilon H^3 = F i \cos\omega^* t, \quad (3)$$

где: m — масса возмущаемой пленки жидкости, кг; t — текущее время, с.

Выразив амплитуду волн Δh через среднюю толщину пленки h амплитуду возмущенного движения пленки H как:

$$\Delta h = H \cdot h \quad (4)$$

уравнение (3) запишем как:

$$mh \frac{d^2 H}{dt^2} + \omega_0^2 mhH + Kh^3 H^3 = F\gamma \cos\omega^* t \quad (5)$$

Обсуждение

Анализ уравнения (5) проводится с помощью асимптотических методов. Применение метода многих масштабов показывает, что при этом в описываемой системе возникают главный резонанс (Chu, 1975: 587), наблюдаемый при $\omega^* \approx \omega_0$, так и ряд вторичных резонансов, характерных для нелинейного взаимодействия (Volnenko, 2022: 163).

Разделив обе части уравнения (5) на величину $\omega_0^2 mh$ получим следующее выражение:

$$\frac{1}{\omega_0^2} \frac{d^2 H}{dt^2} + H + \frac{Kh^2}{\omega_0^2} H^3 = \frac{F\gamma}{\omega_0^2 mh} \cos \omega^* t$$

Для упрощения анализа введем ряд замен переменных для приведения уравнений к безразмерному виду:

$$\tau = \omega_0 t; \quad \omega = \frac{\omega^*}{\omega_0}; \quad \delta = \frac{Kh^2}{\omega_0^2}; \quad \frac{F\gamma}{\omega_0^2 mh} = \tilde{F} \tag{6}$$

Тогда уравнение (3) приводится к следующему виду:

$$\frac{d^2 H}{d\tau^2} + H + \delta H^3 = \tilde{F} \cos \omega \tau. \tag{7}$$

Найдем вторичные резонансы описываемой системы методом многих масштабов. Для этого введем в дополнение к быстрому времени $T_0 = t$ еще медленное время $T_1 = \delta t$.

Приближенное аналитическое решение уравнения колебаний слоя будем искать в виде асимптотического разложения по малому параметру:

$$H = H_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \delta^n H_n. \tag{8}$$

Для нулевого и первого порядков разложения получаем следующие уравнения:

$$\frac{\partial^2}{\partial T_0^2} H_0 + H_0 = \tilde{F} \cos \omega T_0, \tag{9}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial T_0^2} H_1 + H_1 = -\frac{\partial^2}{\partial T_0 \partial T_1} H_0 - H_0^3. \tag{10}$$

Решение уравнения (9) можно записать в комплексной форме в виде (здесь i — символ мнимой единицы):

$$H_0 = A(T_1) \exp(i\omega T_0) + \Lambda \exp(i\omega T_0) + \text{комплексно сопряженные} \tag{11}$$

Далее комплексно-сопряженные слагаемые будем обозначать чертой сверху букв.

Для амплитуды свободных и вынужденных колебаний слоя соответственно получаем:

$$A = \frac{1}{2} a \exp(i\phi); \quad \Lambda = \frac{\bar{F}}{2(1-\omega^2)}. \quad (12)$$

Тогда уравнение (10) приобретает вид:

$$\frac{\partial^2}{\partial T_0^2} H_1 + H_1 = -2i \frac{\partial A}{\partial T_1} \exp(iT_0) + 2i \frac{\partial \bar{A}}{\partial T_1} \exp(-iT_0) - [A \exp(iT_0) + \Lambda \exp(i\omega T_0) + \bar{A} \exp(-iT_0) + \Lambda \exp(-i\omega T_0)]^3. \quad (13)$$

После раскрытия скобок и преобразований получаем:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial T_0^2} H_1 + H_1 = & - \left[2i \frac{\partial A}{\partial T_1} + 3(A\bar{A} + 2\Lambda^2)A \right] \exp(iT_0) - \\ & - (6A\bar{A} + 3\Lambda^2)\Lambda \exp(i\omega T_0) - A^3 \exp(3iT_0) - \Lambda^3 \exp(3i\omega T_0) - \\ & - 3A^2\Lambda \exp(i(\omega + 2)T_0) - 3\bar{A}^2\Lambda \exp(i(\omega - 2)T_0) - \\ & - 3A\Lambda^2 \exp(i(2\omega + 1)T_0) - 3A\Lambda^2 \exp(i(-2\omega + 1)T_0) + \\ & + \text{комплексно сопряженные} \end{aligned} \quad (14)$$

Анализ этого выражения позволяет выделить в качестве вторичных резонансов те значения приведенной частоты ω , при которых в подэкспоненциальном выражении оказывается значение, равное единице, т.е. наблюдается равенство частоты вынужденных и собственных колебаний слоя (Yeshanov, 2019: 382). При этом даже при малых начальных возмущениях может возникнуть колебание с большой амплитудой.

Таким образом, значения, соответствующие вторичным резонансам таковы:

$$\omega_p^{(1)} = 3; \quad \omega_p^{(2)} = 1/3; \quad \omega_p^{(3)} = 0. \quad (15)$$

В случае что соответствует большой частоте падающих на слой капель) исследуем поведение решений вблизи этого вторичного резонанса в виде:

$$\omega = 3 + \eta\delta, \quad (16)$$

где новый параметр η характеризует степень близости внешней частоты к значению вторичного резонанса.

Подставляя (16) в систему (9), (10), после ряда преобразований получаем уравнения для изменения амплитуды и фазы вынужденных колебаний слоя вблизи первого вторичного резонанса:

$$\frac{\partial a}{\partial T_1} = -\frac{3}{4}a^2\Lambda \sin(\eta T_1 - 3\phi); \quad (17)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial T_1} = -\frac{\eta}{3} + 3\Lambda^2 + \frac{3}{8}a^2 + \frac{3}{4}a\Lambda \cos(\eta T_1 - 3\phi). \quad (18)$$

Вид полученного решения показывает, что нетривиального стационарного решения ($a \neq 0$) в данном случае не существует.

Аналогичным методом можно произвести исследование остальных вторичных резонансов и также показать, что любое возмущение слоя приводит к нестационарному режиму обновления поверхности. Поэтому представляет особый интерес исследование устойчивости стационарного решения и определение условий распространения нелинейных волн в системе с учетом взаимодействия пленки жидкости с потоком падающих на неё капель.

Использование этих результатов позволяет рассчитать параметр обновления межфазной поверхности при взаимодействии капельного потока с пленкой жидкости по той же схеме, как это сделано выше, для случая одиночного взаимодействия. При этом в соответствующую формулу для расчета доли обновления межфазной поверхности S (Zhao, 2020: 1070) предлагается подставлять в качестве характерного времени взаимодействия величину:

$$\tau = \frac{1}{\omega_r}, \quad (19)$$

где: ω_r — наблюдаемая частота колебаний пленки, определяемая характером резонанса.

Однако более детальный анализ нелинейности в описываемой системе требует учета вязкости жидкости и вязкой диссипации энергии слоя.

Поэтому необходимо исследовать процесс взаимодействия капель с пленочной жидкостью с учетом вязкостной диссипации энергии в тонком слое. При этом будем считать, что порядок вязкостной диссипации оценивается тем же малым параметром, что и порядок нелинейности взаимодействия. Другое предположение не представляет особого научного интереса.

Результаты

Действительно, если вязкая диссипация сильна, то угасание колебательного движения слоя будет быстрым и существенного обновления межфазной поверхности в результате соударения капель также не будет наблюдаться.

Основное уравнение движения слоя (7) тогда преобразуется к виду:

$$\frac{d^2 H}{d\tau^2} + \hat{\mu}\delta \frac{dH}{d\tau} + H + \delta H^3 = \tilde{F} \cos \omega \tau, \quad (20)$$

где $\hat{\mu}$ — приведенная вязкость жидкости:

$$\hat{\mu} = \frac{\mu}{\rho S}. \quad (21)$$

Здесь: μ — вязкость жидкости, ρ — плотность, S — поперечное сечение пленки.

Подробный анализ уравнения (21) производится аналогично анализу уравнения (7) и тем же методом многомасштабных разложений. При этом получаем те же значения вторичных резонансов (15).

Однако в отличие от случая отсутствия диссипации энергии теперь возможны стационарные колебательные режимы движения пленки, обусловленные взаимодействием слоя с потоком капель.

Действительно, вместо уравнений (17) и (18) получаем систему:

$$\frac{\partial a}{\partial T_1} = -\frac{\hat{\mu}}{2}a - \frac{3}{4}a^2\Lambda \sin(\eta T_1 - 3\phi); \tag{22}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial T_1} = -\frac{\eta}{3} + 3\Lambda^2 + \frac{3}{8}a^2 + \frac{3}{4}a\Lambda \cos(\eta T_1 - 3\phi). \tag{23}$$

Для этой системы из условий стационарности и $\frac{\partial a}{\partial T_1} = 0$ и $\frac{\partial \phi}{\partial T_1} = 0$ получаем амплитудно-частотную характеристику системы: «пленка - капли»:

$$a^2 = \frac{8}{9}\left(\eta - \frac{27}{4}\Lambda^2\right) \pm \frac{8}{3}\sqrt{\frac{1}{4}\Lambda^2\left(2\eta - \frac{63}{4}\Lambda^2\right) - \frac{\hat{\mu}^2}{4}} \tag{24}$$

Из выражения (24) видно, действительные решения существуют только в случае выполнения неравенства:

$$\frac{2\eta}{\hat{\mu}} - \frac{63}{4}\frac{\Lambda^2}{\hat{\mu}} \geq \frac{\hat{\mu}}{\Lambda^2}. \tag{25}$$

Введем обозначения: $W = \frac{2\eta}{\hat{\mu}}$ и $X = \frac{\Lambda^2}{\hat{\mu}}$.

На рисунке 1 показано графическое решение неравенства (24).

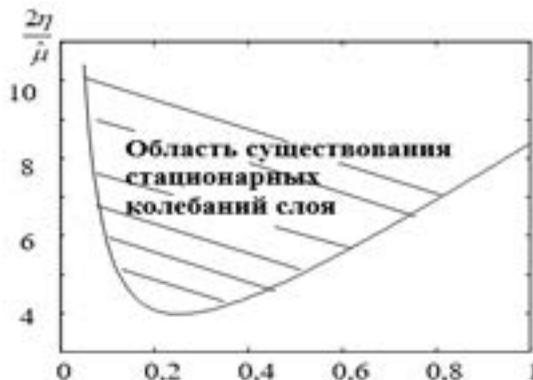


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика системы: «пленка – капли»
(Fig. 1. Amplitude-frequency characteristic of the system: “film – drops”)

Стационарные колебания возможны только при некотором отклонении частоты внешней силы, обусловленной столкновениями пленки с каплями, превышающем определенный предел, который находится в результате исследования функции $W = \frac{1}{2X} + \frac{63X}{8}$ находим:

$$\left(\frac{\eta}{\mu}\right)_{min} \approx 4,96. \quad (26)$$

Оценка амплитуды волн под воздействием внешней силы производится по максимальным значениям силы соударения.

В случае вторичного резонанса $\omega = \frac{1}{3}$ путем аналогичных соображений и выкладок приходим к следующей амплитудно-частотной характеристике:

$$\hat{\mu}^2 a^2 + \left(3\eta - 3\Lambda^2 - \frac{3}{8}a^2\right)^2 a^2 = \Lambda^6, \quad (27)$$

где

$$\omega = \frac{1}{3} + \eta\delta. \quad (28)$$

Вид уравнения (27) показывает, что в окрестности вторичного резонанса $\omega = \frac{1}{3}$ всегда существует стационарное решение. Случай резонанса $\omega = 0$ соответствует постоянной внешней силе и не представляет фактического интереса.

Заключение

Дан анализ возникновения нелинейных колебаний возмущенной пленки жидкости при соударении ее с потоком падающих на поверхности капель с учетом резонансных явлений и вязкостной диссипации. Выведены уравнения амплитудно-частотных характеристик системы и амплитудные уравнения для нелинейных волн.

Установлены условия возникновения нелинейных колебаний возмущенной пленки, при соударении ее с каплями жидкости и предложены уравнения для расчета амплитудно-частотных характеристик системы.

ЛИТЕРАТУРА

Chu K.J., Dukler A.E., 1975 — *Chu K.J., Dukler A.E.* Statistical characteristics of thin, wavy films III. Structure of the large waves and their resistance to gas flow. *AIChE Journal*, 21(3). Pp. 583–593. doi: 10.1002/aic.690210323.

Исмаилов Б., Исмаилов К., Урматова А., Койшиева Т., 2014 — *Исмаилов Б., Исмаилов К., Урматова А., Койшиева Т.* Математическое моделирование, динамический и массообменный расчет газокapельной смеси в многоступенчатых каналах массообменных аппаратов. *Прикладные математические науки*, 8, 4561–4570. doi: 10.12988/ams.2014.46471.

Ozmen K., 2022 — *Ozmen K.* Investigation of flow and heat transfer characteristics of impinging slot jets confined with inclined plates. *Heat and Mass Transfer*. doi: 10.1007/s00231-022-03279-y.

Сабырханов М.Д., 2021 — *Сабырханов М.Д.* Массообменные характеристики устройства с наклонными пластинами при активном взаимодействии капельных потоков с пленкой жидкости. VI Международная конференция «Промышленные технологии и инжиниринг», 234–240.

Волненко А.А., Абжапбаров А.А., Жумадуллаев Д.К., Корганбаев Б.Н., Сейтханов Н.Т., 2022 — *Волненко А.А., Абжапбаров А.А., Жумадуллаев Д.К., Корганбаев Б.Н., Сейтханов Н.Т.* Расчет гидродинамических параметров аппарата ударно-вихревого воздействия с регулярной трубчатой насадкой. Международный обзор машиностроения, 16(4), 163. doi: 10.15866/ireme.v16i4.22130.

Ешжанов А.А., Волненко А.А., Жумадуллаев Д.К., Корганбаев Б.Н., 2019 — *Ешжанов А.А., Волненко А.А., Жумадуллаев Д.К., Корганбаев Б.Н.* Расчет гидродинамических характеристик комбинированных аппаратов с регулярно-подвесной насадкой. Международный обзор машиностроения, 13(7), 382. doi: 10.15866/ireme.v13i7.16645.

Zhao Z., Wang M., Song L., Bao Y., 2020 — *Zhao Z., Wang M., Song L., Bao Y.* Splashing Simulation of Liquid Steel Drops during the Ruhrstahl Heraeus Vacuum Process. Metals, 10(8), 1070. doi: 10.3390/met10081070.

REFERENCES

Chu K.J., Dukler A.E., 1975 — *Chu K.J., Dukler A.E.* Statistical characteristics of thin, wavy films III. Structure of the large waves and their resistance to gas flow. AIChE Journal, 21(3). Pp. 583–593. doi: 10.1002/aic.690210323.

Ismailov B., Ismailov K., Urmatova A., Koysheva T., 2014 — *Ismailov B., Ismailov K., Urmatova A., Koysheva T.* Mathematical modelling, dynamic and mass-transfer calculation of gas-drop mixture in the mass-transfer apparatus multistage channels. Applied Mathematical Sciences, 8. Pp. 4561–4570. doi: 10.12988/ams.2014.46471.

Ozmen K., 2022 — *Ozmen K.* Investigation of flow and heat transfer characteristics of impinging slot jets confined with inclined plates. Heat and Mass Transfer. doi: 10.1007/s00231-022-03279-y.

Sabyrkhanov M.D., 2021 — *Sabyrkhanov M.D.* Mass transfer characteristics of a device with inclined plates with active interaction of droplet flows with a liquid film. VI International Conference «Industrial Technologies and Engineering». Pp. 234–240.

Volnenko A.A., Abzhapbarov A.A., Zhumadullayev D.K., Korganbayev B.N., Seitkhanov N.T., 2022 — *Volnenko A.A., Abzhapbarov A.A., Zhumadullayev D.K., Korganbayev B.N., Seitkhanov N.T.* Calculation of Hydrodynamic Parameters of the Apparatus of Shock-and-Vortex Action with a Regular Tubular Packing. International Review of Mechanical Engineering (IREME), 16(4), 163. doi: 10.15866/ireme.v16i4.22130.

Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Zhumadullayev D.K., Korganbayev B.N., 2019 — *Yeshzhanov A.A., Volnenko A.A., Zhumadullayev D.K., Korganbayev B.N.* Calculation of Hydrodynamic Characteristics of Combined Apparatuses with a Regular-Suspended Packing. International Review of Mechanical Engineering (IREME), 13(7), 382. doi: 10.15866/ireme.v13i7.16645.

Zhao Z., Wang M., Song L., Bao Y., 2020 — *Zhao Z., Wang M., Song L., Bao Y.* Splashing Simulation of Liquid Steel Drops during the Ruhrstahl Heraeus Vacuum Process. Metals, 10(8), 1070. doi: 10.3390/met10081070.

МАЗМҰНЫ

А.С. Әбсейт, Н.С. Елибаева, Г.Ғ. Әбдікәрім, Ж.С. Әбсейт, АСАНТНОРHYLLUM PUNGENS ӨСІМДІГІНДЕГІ ПОЛИСАХАРИДТЕРДІҢ САПАЛЫҚ ЖӘНЕ САНДЫҚ ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ.....	5
А. Бешов, А.К. Бешова, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска АЛЮМИНИЙ АМАЛЬГАМАСЫНЫҢ БЕТІНДЕГІ СУДАН СУТЕКТІ БӨЛУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕГІ ДЕПОЛЯРИЗАТОРЛАРДЫҢ РӨЛІ.....	15
И.М. Джелдыбаева, Ж. Қайырбеков, М.З. Есеналиева, С.М. Суймбаева ГЕКСЕН-1 ГИДРЛЕУ РЕАКЦИЯСЫНДА ПАЛЛАДИЙ ЖӘНЕ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ АКТИВТІЛІГІ МЕН ИЗОМЕРЛЕНУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ.....	27
Т.К. Джумадилов, Л.К. Ысқақ, Н.О. Мырзахметова AMBERLITE IR120 ЖӘНЕ АВ-17–8 ИОН АЛМАСУ ШАЙЫРЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ ИНТЕРПОЛИМЕР ЖҮЙЕСІМЕН ЦЕРИЙ ИОНДАРЫ СОРБЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	37
А.И. Кареева, А.Ә. Болысбек, И.А. Почиталкина, Е.Б. Райымбеков ШАРТҚА СӘЙКЕССІЗ ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ НЕГІЗІНДЕ НРК ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ ҮРДСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ.....	47
Қ.Б. Мұсабеков, О.В. Рожкова, Д.М-К. Артыкова (Ибраимова), М.Т. Ермеков, Ш.А. Мұздыбаева ҚАЗАҚСТАННЫҢ АТОМ ӨНЕРКӘСІБІ РАДИОАКТИВТІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ КӨМУ КЕЗІНДЕ БЕНТОНИТ САЗЫН ҚОРҒАНЫС ТОСҚАУЫЛЫ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ.....	66
М. Нажипқызы, А. Нұрғалин, А. Жапарова, А. Исанбекова, Ж. Роберт Митчелл «Al/DIATOMITE» НЕГІЗДІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАР.....	78
Н.Н. Нурғалиев, А.Н. Кливенко, А.Ж. Акимжанов, А.Н. Сабитова, Э.Т. Талғатов ОРГАНИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ АНАЭРОБТЫ АШЫТУ КЕЗІНДЕ БИОМЕТАН АЛУҒА АРНАЛҒАН БИОСТИМУЛЯТОРЛАР.....	88

М.Д. Сабырханов, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова, Л.А. Сейткасимова СҰЙЫҚ ТАМШЫЛАРМЕН СОҚТЫҒЫСҚАНДАҒЫ БҰЗЫЛҒАН ПЛЕНКАНЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ТЕРБЕЛІСТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ.....	105
А.М. Серікбаева, Ф.Ф. Роман, Х.Л. Диаз де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Қалмаханова ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ДМСО ЖӘНЕ ТЕОА ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ–ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	115
Б. Торсықбаева, Б. Имангалиева, Н. Ізтілеу ХИМИЯНЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУШЫ БАҒАЛАУ.....	129
А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, Б.Н. Кабылбекова, Л.Д. Айкозова, Н.А. Калиева ЛАЗАЛОЦИДТІҢ ПЕНТАДЕКАФТОР–1-ОКТАНОЛМЕН ЭФИРИН (LasF) СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ОНЫҢ БІР ВАЛЕНТТІ КАТИОНДАРМЕН КОМПЛЕКСТЕРІН ЖАРТЫЛАЙ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	144
А.А. Утебаева, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, Ж.А. Абиш, А.Ж. Айтбаева ҚАНДЫШӨП СЫҒЫНДЫЛАРЫНЫҢ (<i>Sanguisorba officinalis</i>) <i>Lactobacillus</i> ӨСУІНЕ ӘСЕРІ.....	156
С. Фазылов, О. Нүркенов, А. Сарсенбекова, А. Искинеева, А. Мендібаева РЕТИНОЛ АЦЕТАТЫНЫҢ β -ЦИКЛОДЕКСТРИНМЕН ҚОСЫЛҒАН КЕШЕНДЕРІНІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ЫДЫРАУЫ.....	168
Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова, Қ.Е. Кошпанова ШУ–САРЫСУ ПРОВИНЦИЯСЫНЫҢ ӨНДІРІСТІК СУЛАРЫНДАҒЫ ЛИТИЙ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ.....	183

СОДЕРЖАНИЕ

А.С. Абсейт, Н.С. Елибаева, Г.Г. Абдикарим, Ж.С. Абсейт ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В РАСТЕНИИ <i>ASANTHOPHYLLUM PUNGENS</i>	5
А. Бешов, А.К. Бешова, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска РОЛЬ ДЕПОЛЯРИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ АМАЛГАМЫ АЛЮМИНИЯ.....	15
И.М. Джелдыбаева, Ж. Каирбеков, М.З. Есеналиева, С.М. Суймбаева КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ИЗОМЕРИЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПАЛЛАДИЕВЫХ И НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ ГЕКСЕНА-1.....	27
Т.К. Джумадилов, Л.К. Ыскак, Н.О. Мырзахметова ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ ЦЕРИЯ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ AMBERLITE IR120 И АВ-17-8.....	37
А.И. Кареева, А.А. Болысбек, И.А. Почиталкина, Е.Б. Райымбеков ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НРК УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕКОНДИЦИОННОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ.....	47
К.Б. Мусабеков, О.В. Рожкова, Д.М-К. Артыкова (Ибраимова), М.Т. Ермеков, Ш.А. Муздыбаева ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА.....	66
М. Нажипкызы, А. Нургайн, А. Жапарова, А. Исанбекова, Ж. Роберт Митчелл КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ Al/DIATOMITE.....	78
Н.Н. Нурғалиев, А.Н. Кливенко, А.Ж. Акимжанов, А.Н. Сабитова, Э.Т. Талғатов БИОСТИМУЛЯТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕТАНА ПРИ АНАЭРОБНОМ БРОЖЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ.....	88

М.Д. Сабырханов, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова, Л.А. Сейткасимова ОПИСАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ЕЕ СОУДАРЕНИИ С КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ.....	105
А.М. Серикбаева, Ф.Ф. Роман, Х.Л. Диаз де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ДМСО И ТЕОА.....	115
Б. Торсыкбаева, Б. Имангалиева, Н. Изгілеу ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФОРМАТИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ.....	129
А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, Б.Н. Кабылбекова, Л.Д. Айкозова, Н.А. Калиева СИНТЕЗ ЭФИРА ЛАЗАЛОЦИДА С ПЕНТАДЕКАФТОР-1-ОКТАНОЛОМ (LasF) И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КОМПЛЕКСОВ С ОДНОВАЛЕНТНЫМИ КАТИОНАМИ.....	144
А.А. Утебаева, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, Ж.А. Абиш, А.Ж. Айтбаева ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ КРОВОХЛЕБКИ (<i>Sanguisorba officinalis</i>) НА РОСТ <i>Lactobacillus</i>	156
С. Фазылов, О. Нуркенов, А. Сарсенбекова, А. Искинеева, А. Мендибаева ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ РЕТИНОЛА АЦЕТАТА С β -ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ.....	168
Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова, К.Е. Кошпанова ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИТИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДАХ ШУ–САРЫСУЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	183

CONTENTS

A.S. Abseyt, N.S. Yelibayeva, G.G. Abdikarim, J.S. Abseyt DETERMINATION OF THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CONTENT OF POLYSACCHARIDES IN THE ACANTHOPHYLLUM PUNGENS PLANT.....	5
A. Bayeshov, A.K. Bayeshova, S. Molaigan, M.N. Turlybekova, B. Leska THE ROLE OF DEPOLARIZERS IN THE PROCESSES OF HYDROGEN RELEASE FROM WATER ON THE ALUMINUM AMALGAM SURFACE.....	15
I.M. Jeldybayeva, Zh. Kairbekov, M.Z. Yessenalieva, S.M. Suimbayeva CATALYTIC ACTIVITY AND ISOMERIZATION CAPACITY OF PALLADIUM AND NICKEL CATALYSTS IN 1-HEXENE HYDROGENATION REACTION.....	27
T.K. Jumadilov, L.K. Yskak, N.O. Myrzakhmetova FEATURES OF SORPTION OF CERIUM IONS BY THE INTERPOLYMER SYSTEM BASED ON AMBERLITE IR120 AND AB-17-8 ION-EXCHANGE RESINS.....	37
A.I. Kareeva, A.A. Bolysbek, I.A. Pochitalkina, Y.B. Raiymbekov THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE PROCESS OF PRODUCING NPK FERTILIZERS BASED ON SUBSTANDARD PHOSPHATE RAW MATERIALS.....	47
K.B. Musabekov, O.V. Rozhkova, D.M-K. Artykova (Ibraimova), M.T. Yermekov, Sh.A. Muzdybaeva APPLICATION OF BENTONITE CLAY AS A PROTECTIVE BARRIER IN THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE OF NUCLEAR INDUSTRY OF KAZAKHSTAN.....	66
M. Nazhipkyzy, A. Nurgain, A. Zhaparova, A. Issanbekova, G. Robert Mitchell Al/DIATOMITE BASED COMPOSITE MATERIALS.....	78
N.N. Nurgaliyev, A.Zh. Akimzhanov, A.N. Klivenko, A.S. Sabitova, E.T. Talgatov BIOSTIMULATORS FOR OBTAINING BIOMETHANE DURING ANAEROBIC FERMENTATION OF ORGANIC WASTE.....	88
M.D. Sabyrkhanov, A.A. Dosmakanbetova, N.T. Seitkhanov, G.D. Pazilova, L.A. Seitkasimova DESCRIPTION OF NONLINEAR OSCILLATIONS OF A PERTURBED FILM IN ITS COLLISION WITH LIQUID DROPS.....	105

A.M. Serikbayeva, F.F. Roman, J.L. Diaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova. B. Torsykbayeva, B. Imangaliyeva, N. Iztileu CHEMICAL RESEARCH METHODS AND FORMATIVE ASSESSMENT.....	115
B. Torsykbayeva, B. Imangaliyeva, N. Iztileu CHEMICAL RESEARCH METHODS AND FORMATIVE ASSESSMENT.....	129
A.S. Tukibayeva, R. Pankiewicz, B.N. Kabyzbekova, L.D. Aikozova, N.A. Kalieva SYNTHESIS LASALOCID ESTER WITH PENTADEC AFLUORO-1-OCTANOL (LasF) AND SEMIEMPIRICAL INVESTIGATION OF ITS COMPLEXES WITH MONOVALENT CATIONS.....	144
A.A. Utebaeva, R.S. Alibekov, E.A. Gabrilyants, Zh.A. Abish, A.Zh. Aitbayeva IMPACT OF BURNET (<i>Sanguisorba officinalis</i>) EXTRACTS FOR a <i>Lactobacillus</i> GROWTH.....	156
S. Fazylov, O. Nurkenov, A. Sarsenbekova, A. Iskineyeva, A. Mendibaeva THERMAL DECOMPOSITION OF INCLUSION COMPLEXES RETINOL ACETATE WITH β -CYCLODEXTRINS.....	168
D.B. Chensizbayev, D.K. Adenova, K.E. Koshpanova DETERMINATION OF LITHIUM CONCENTRATION IN INDUSTRIAL WATERS OF SHU-SARYSU PROVINCE BY ELECTROPHORESIS METHOD.....	183

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 сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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 31.03.2023.

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

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.