

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

5-6 (449)

SEPTEMBER – DECEMBER 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество в глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік. Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 6 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/arhiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

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 Владимир 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

ТЕЛЬТАЕВ 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 углекислотной химии (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: 6 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/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

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: 6 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, 2021

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

ISSN 2224-5286

Volume 5-6, Number 449 (2021), 22-29

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.72>

УДК 662.62

Исаева А.Н.¹, Корганбаев Б.Н.¹, Голубев В.Г.¹, Ещенко Л.С.², Жумадуллаев Д.К.^{1*}¹Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;²Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь.

E-mail: daulet_ospl@mail.ru

ОБЪЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЧАСТИЦАХ ТУМАНА И КАПЛЯХ В АППАРАТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА

Аннотация. Проведен краткий анализ существующих способов конденсации и особенности проведения объемной конденсации в среде, содержащей частицы тумана и капли жидкости. Проведены теоретические исследования процесса зародышеобразования в объеме теплообменного аппарата, Получены теоретические зависимости и дифференциальные уравнения, описывающие работу зародышеобразования, кинетический анализ, а также и теоретическое рассмотрение основных закономерностей влияния заряженных частиц и неконденсирующегося газа на интенсивность зародышеобразования в объеме аппарата в процессе конденсации паров. Получена характерная зависимость равновесного давления пара над поверхностью заряженной частицы от ее радиуса и определен теоретический поток конденсирующихся в объёме аппарата паров. Получено выражение для расчета количества микроскопических центров гетерогенной конденсации в объеме парогазовой смеси и зависимость количества центров объемной конденсации в единице объема от пересыщения при различной насыщенности тумана и капель жидкости в парогазовой смеси.

Ключевые слова: объемная конденсация, частицы тумана, капли жидкости, пересыщение, центров гетерогенной конденсации.

Введение. Конденсация паров из парогазовых смесей широко используется в различных процессах химической промышленности. Конденсация может быть организована непосредственно в объеме аппарата, например на каплях распыленной жидкости, частицах тумана, либо на охлаждаемых поверхностях. Второй способ ведения процесса имеет преимущества с точки зрения лучшей управляемости, а также возможности уменьшения количества загрязненных отходов производства, поскольку поступающая в систему конденсации парогазовая смесь часто содержит пыль или капли тумана, которые захватываются конденсатом и способствует образованию трудноразделимого шлама. Данная проблема характерна для производств фосфора и серы, для электрорудотермических и других тепломассообменных процессов, отличающихся одновременной конденсацией паров в объеме аппарата, заполненного парогазовой смесью, содержащей частицы тумана и капли распыленной жидкости, а также на охлаждаемых поверхностях [1,2].

При конденсации в объеме пар конденсируется на центрах конденсации, имеющихся в парогазовой смеси или спонтанно образующихся в ней. В этом случае в объеме смеси центрами конденсации служат взвешенные в газовой смеси капли жидкости, частицы тумана, ионы или поверхности спонтанно возникающих в результате флуктуаций зародышей [1,2].

Материалы и методы исследования. Если образование капель фазы конденсата происходит на посторонних частицах или газовых ионах, процесс называется гетерогенной конденсацией. Гетерогенная конденсация имеет две основные стадии: достижение паром состояния пересыщения и его конденсация на ядрах конденсации с ростом их до размеров капель тумана. Если образование капель происходит в результате конденсации пара на самопроизвольно образующихся зародышах, процесс называют гомогенной или спонтанной конденсацией. Процесс гомогенной конденсации пара состоит из следующих стадий: пересыщение пара, образование зародышей и конденсация пара на поверхности зародышей. В любом случае конденсация в объёме парогазовой смеси происходит на поверхности мелких частиц тумана и каплях (рисунок 1).

Для проведения исследований использованы математические численные методы с применением ЭВМ.

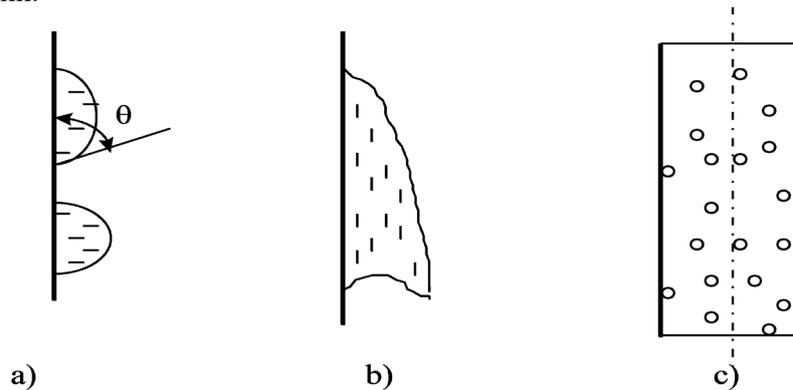
Результат исследования. Таким образом, основными факторами, которые управляют процессом объемной конденсации являются степень пересыщения и дисперсный состав тумана и капель [1,3,4]. На поверхности, содержащихся в смеси частиц тумана и капель жидкости мономолекулярная пленка конденсированной фазы, может образовываться даже ниже давления насыщенного пара, переходя затем в полимолекулярную, которая при дальнейшем насыщении может достигать значительной толщины [5, 6]. Это особенно характерно для паров некоторых веществ (нефтей, масел и т.д.). Если краевой угол смачивания, образуемый капелькой новой фазы и твердой поверхностью, меньше 180° , то работа образования зародыша на поверхности всегда меньше, чем работа образования при гомогенной конденсации. При полном смачивании работа образования теоретически равна нулю [7-10]. Казалось бы необходимо учитывать, что для выпуклой стенки работа образования зародыша больше, а для вогнутой - меньше, чем для плоской стенки. Однако размеры значительной доли включений фазы в виде частиц тумана и частиц жидкости в парогазовой смеси таковы [11], что по сравнению с радиусом микроскопических капелек новой фазы в момент зародышеобразования поверхность частицы можно рассматривать как практически плоскую (рисунок 1).

Тогда работу зародышеобразования можно представить в виде [12]

$$A_* = \frac{1}{3} \pi r_*^2 \sigma_{l/m} (2 - 2 \cos \varphi - \sin^2 \varphi \cos \varphi), \quad (1)$$

где r_* - радиус зародыша новой фазы; $\sigma_{l/m}$ - удельная свободная граничная энергия на поверхности раздела жидкость- твердое; φ - краевой угол смачивания.

Кроме того, нужно учитывать, что форма частиц в парогазовой фазе, как правило, далека от сферической. Поэтому на многих из таких частиц происходит капиллярная конденсация. Таким образом, гомогенное образование зародышей вносит весьма небольшой вклад в общую интенсивность объемной конденсации.



а)- капельная конденсация; б)- пленочная конденсация; с)- конденсация в объеме

Рисунок 1 - Различные режимы конденсации пара.

Однако реальная ситуация все же сложнее. Действительно, при расчёте скорости образования зародышей новой фазы J в единице объема старой фазы необходимо исходить из работы образования зародыша. Но эта работа зависит от поверхности зародыша и различна для различных фракций.

Кинетический анализ, основанный на методах статистической механики, приводит к следующему соотношению [13].

$$J dt = Z_1 \frac{\exp(\lambda/kT)}{\tau_e} \sqrt{3 A_e / \pi kT} \exp(- A_e / kT) dt, \quad (2)$$

где: Z_1 - количество мономолекулярных частиц в единице объема конденсирующейся фазы,

λ - теплота испарения, приходящаяся на одну молекулу,

k - постоянная Больцмана,

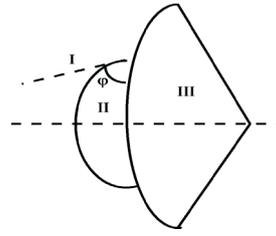
T - температура среды,

τ_e - время построения зародыша [14],

$A_e = \sigma O_e / 3$ - работа образования зародыша,

σ - коэффициент поверхностного натяжения,

O_e - поверхность зародыша.



I- парогазовая смесь; II- капля конденсирующейся фазы; III- частица тумана или капля жидкости.

Рисунок 2- Схема зародышеобразования при гетерогенной конденсации.

С другой стороны, работу образования зародыша можно определить по формуле [15]:

$$A_e = \frac{4}{3} \frac{\omega \sigma^3 v_{II}^2}{(\mu_I - \mu_{II})^2},$$

где μ_I и μ_{II} - гиббсовские термодинамические потенциалы фаз,
 v_{II} -удельный молекулярный объем конденсированной фазы,
 ω -геометрический фактор.

Отсюда следует, что для образования центра конденсации на поверхности частицы тумана и капли жидкости необходимо, чтобы при данной температуре среды и парциальном давлении пара поверхность этой частицы была достаточной для адсорбции слоя жидкости с тем же термодинамическим потенциалом, что и материнская фаза. Образование такой капельки из молекул исходной фазы связано с затратой максимальной работы [12].

Отсюда следует соотношение

$$n_e (\mu_g - \mu_{ls}) = kT \ln(P_g / P_{ls})^{n_e}, \quad (3)$$

где n_e -число молекул в молекулярном комплексе,

$(\mu_g - \mu_{ls})$ -разность термодинамических потенциалов в двух фазах при температуре среды,

P_g -парциальное давление пара конденсирующегося компонента в парогазовой смеси,

P_{ls} -равновесное давление пара.

Используя соотношение (1), приходим к уравнению:

$$Jdt = Z_1 \frac{\exp(\lambda/kT)}{\tau_e} \sqrt{3A_e/\pi kT} (P_g/P_s)^{n_e} \exp(-\sigma O_e/kT) dt \quad (4)$$

Полученное соотношение можно упростить с помощью методов работы [12]. В результате получаем

$$Jdt = C_2 \exp(-A_e/kT) dt, \quad (5)$$

где C_2 приблизительно равно числу двойных соударений молекул пара в единицу времени. Оценка этого параметра может быть получена с помощью методов статистической механики.

Другой аспект проблемы связан с тем обстоятельством, что частицы тумана и капельки жидкости, как правило, несут электрический заряд. Это заряд возникает в результате трения между частицами тумана, каплями жидкости и газом, в результате соударений этих частиц друг с другом, а также при обработке парогазовой смеси в электрофильтрах. В последнем случае оценки величины электрического заряда частиц можно получить из следующих соотношений [16]

$$W_0 = \frac{Eq}{6\pi\mu_g r}, \quad (6)$$

$$q_{\max} = E \left(1 + 2 \frac{\epsilon_{de} - 1}{\epsilon_{de} + 2}\right) r^2, \quad (7)$$

где W_0 - скорость движения частицы в электрическом поле,

E - разность потенциалов,

q - заряд частицы,

μ_g - в данной формуле динамическая вязкость газа,

ϵ_{de} - диэлектрическая постоянная.

Итак, если учесть заряд частиц, то работа образования заряженной капельки с радиусом r составляет:

$$G_r - G_\infty = \sigma O_{(r)} + (q^2/2r) \text{const}, \quad (8)$$

где $(G_r - G_\infty)$ - разность гиббсовых потенциалов,

$O_{(r)}$ - поверхность капельки.

Далее можно получить следующее соотношение [12]

$$(\mu_r - \mu_\infty)_l = kT \ln(P_r/P_s) = 2\sigma v_l/r - q^2 v_l/8\pi r^4. \quad (9)$$

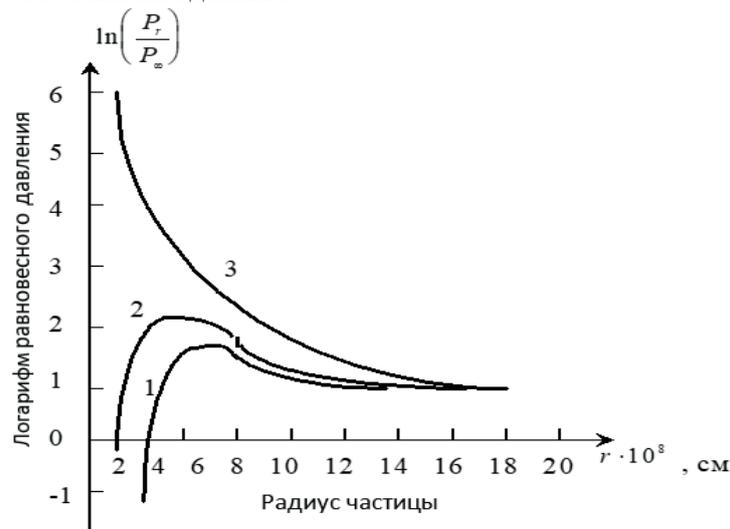
В частности, для конденсации паров воды

$$kT \ln \frac{P_r}{P_s} = \left(\frac{2\sigma}{r} - 0,46 \frac{q^2}{8\pi r^4} \right) v_l,$$

где v_l - объем, приходящийся на одну молекулу конденсирующейся фазы.

Соответствующая функция показана на рисунке 3. Важно отметить, что наличие максимума на кривой зависимости степени пересыщения от радиуса полностью обусловлено зарядом частицы.

Отсюда ясно, что игнорирование этого фактора может приводить к качественным ошибкам при расчетах, а потому должно быть обязательно учтено как при математическом моделировании процесса поверхностной конденсации, так и при проведении экспериментальных исследований и последующей интерпретации обработке опытных данных.



1,2 - заряженные частицы; 3- незаряженные частицы.

Рисунок 3 - Характерная зависимость равновесного давления пара над поверхностью заряженной частицы от ее радиуса.

Обсуждение. На рисунке 4 показана в логарифмических координатах теоретическая зависимость массового потока конденсирующихся в объеме паров за время пребывания парогазовой смеси в аппарате [17-20].

Таким образом, теоретическое рассмотрение основных закономерностей влияния заряженных частиц и неконденсирующегося газа на интенсивность зародышеобразования в объеме аппарата в процессе конденсации паров различных веществ позволяет рассчитать изменение основных параметров процесса конденсации, а именно: температуру смеси и охлаждающей поверхности, количество конденсата, образующегося в объеме аппарата и на охлаждаемой поверхности, а также давление смеси и парциальное давление паров.

Что касается более мелких частиц, то здесь принципиальную роль играет степень пересыщения пара и дисперсный состав частиц тумана и капель жидкости, поскольку центрами конденсации могут стать только частицы тумана и капли жидкости, имеющие характерный размер, превышающий критический радиус зародышей при гомогенной конденсации.

Пусть $F(\delta)$ - массовая функция распределения частиц тумана и каель жидкости в парогазовой смеси, таких что $\delta = O(r_*)$. Тогда общая масса таких частиц в единице объема $m(\delta) = qF(\delta)$, где q - заполненность или насыщенность таких частиц в парогазовой смеси. Согласно опытным данным [18-20] функция распределения капель жидкости и частиц тумана в парогазовых смесях лучше всего аппроксимируется логарифмически нормальным законом:

$$F(\delta) = \frac{1}{\ln \sigma \sqrt{2\pi}} \int_{\delta}^{\infty} \exp \left[- \ln^2 \left(\frac{\delta}{\langle \delta \rangle} \right) / 2 \ln^2 \sigma \right] \frac{d\delta}{\delta}, \quad (10)$$

где через $\ln \sigma$ обозначено среднеквадратическое отклонение логарифмов диаметров частиц тумана и капель жидкости от их среднего значения $\langle \delta \rangle$.

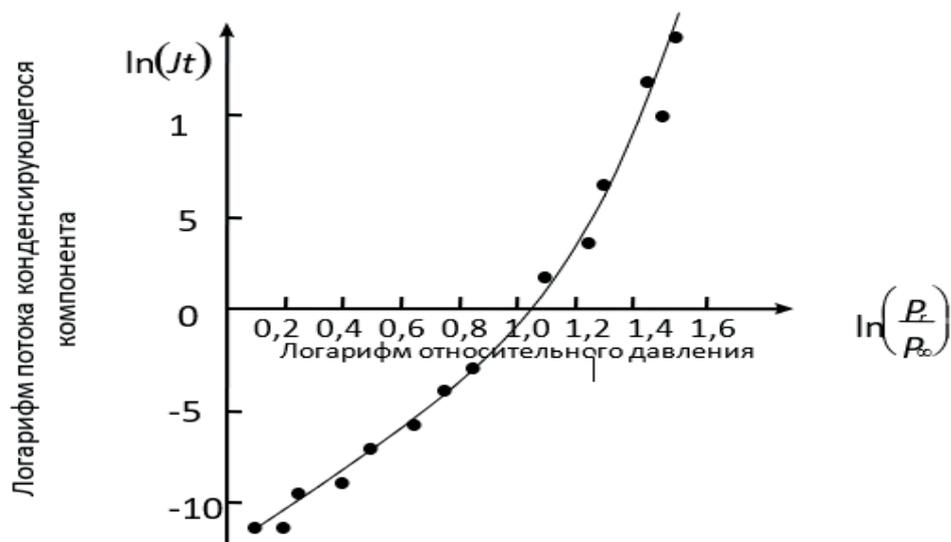
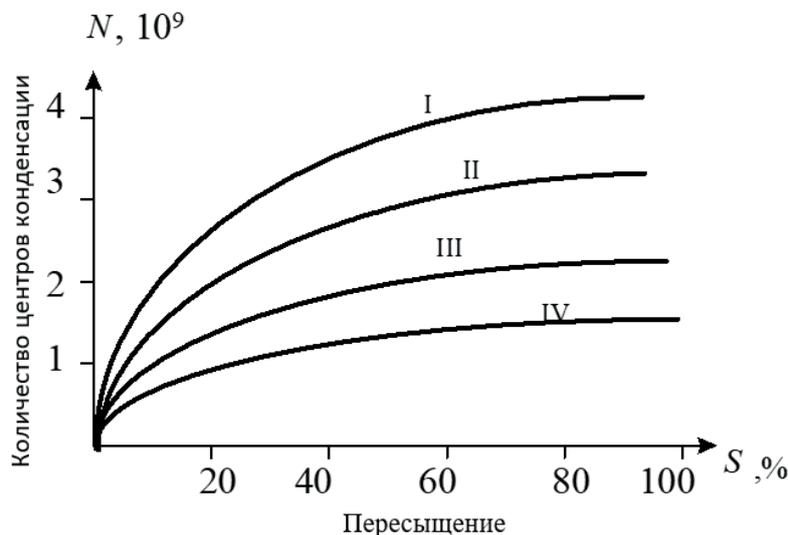


Рисунок 4-Теоретический поток конденсирующихся в объеме аппарата паров.

Таким образом, для расчёта количества микроскопических центров гетерогенной конденсации в объёме заполненной частицами тумана и каплями жидкости парогазовой смеси получаем выражение:

$$N_p = \frac{6g \left[\int_{F(S)}^{\infty} f(r) dr \right]^2}{\pi \rho_p \int_{F(S)}^{\infty} (2r)^3 f(r) dr}, \tag{11}$$

где g - заполненность или насыщенность парогазовой смеси,
 r - радиус частицы тумана или капли жидкости,
 $f(r)$ - функция распределения частиц тумана и капель жидкости по размерам,
 $F(S)$ - функция, описывающая зависимость критического размера от степени пересыщения.



I- $q_0 = 10^{-4} \text{г/м}^3$; II- $q = 0,6 q_0$; III- $q = 0,5 q_0$; IV- $q = 0,4 q_0$.

Рисунок 5 - Зависимость количества центров объёмной конденсации N в единице объема от пересыщения S при различной заполненности частицами тумана и каплями жидкости q парогазовой смеси.

На рисунке 6 представлены характерные данные седиментационного анализа частиц тумана и капель жидкости в парогазовом потоке.

Среднее квадратическое отклонение, измеренное в результате экспериментов $\sigma_{50} = 0,65 \text{ мкм}$.

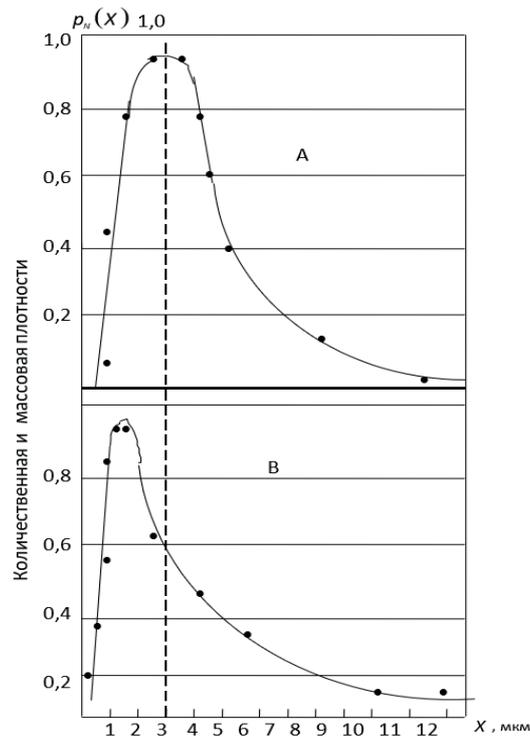


Рисунок 6 - Массовая (А) и количественная (В) плотности распределения.

Размер частиц и их долю определяли путем визуального наблюдения на электронном микроскопе ПРЭМ-20 и последующей графо-аналитической обработке.

Средне медианный размер частиц тумана и капель жидкости в подаваемом парогазовом потоке, рассчитанный по частичной плотности распределения составил 1,8 мкм.

Выводы. В ходе проведенных теоретических исследований объемной конденсации парогазовой смеси на частицах тумана и каплях в аппарате поверхностного типа был изучен процесс зародышеобразования в объеме аппарата. Выполнен кинетический анализ, позволивший получить теоретические зависимости и дифференциальные уравнения, описывающие работу зародышеобразования, а также теоретически рассмотреть основные закономерности влияния заряженных частиц и неконденсирующегося газа на интенсивность зародышеобразования в объеме аппарата в процессе конденсации паров. Получена характерная зависимость равновесного давления пара над поверхностью заряженной частицы от ее радиуса и определен теоретический поток конденсирующихся в объеме аппарата паров. Получено выражение для расчета количества микроскопических центров гетерогенной конденсации в объеме парогазовой смеси и зависимость количества центров объемной конденсации в единице объема от пересыщения при различной насыщенности тумана и капель жидкости в парогазовой смеси.

Исаева А.Н.¹, Корганбаев Б.Н.¹, Голубев В.Г.¹, Ещенко Л.С.², Жумадуллаев Д.К.^{1*}

¹ М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

² Беларусь мемлекеттік технологиялық университет, Минск, Беларусь.

E-mail: daulet_ospl@mail.ru

БЕТТІК ТИПТІ АППАРАТТАҒЫ ТҰМАННЫҢ ТАМШЫЛАРЫ МЕН БӨЛШЕКТЕРІНІҢ БУ-ГАЗ ҚОСПАСЫНДАҒЫ КӨЛЕМДІК КОНДЕНСАЦИЯСЫ

Аннотация. Қолданыстағы конденсация әдістеріне және құрамында тұман бөлшектері мен сұйық тамшылары бар ортадағы көлемдік конденсацияны жүргізу ерекшеліктеріне қысқаша талдау жасалды. Жылу алмастырғыштың көлеміндегі нуклеация процесінің теориялық зерттеулері жүргізілді. Ядролану жұмысын, кинетикалық талдауды сипаттайтын теориялық тәуелділіктермен дифференциалдық теңдеулер алынды. Сонымен қатар зарядталған бөлшектер мен конденсацияланбайтын газдың буконденсациясы процесінде аппарат көлеміндегі ядролану қарқындылығына әсер етуінің негізгі заңдылықтары теориялық тұрғыдан қарастырылды. Зарядталған бөлшектің бетіндегі тепе-теңдік бу

қысымының оның радиусына сипаттамалық тәуелділігі алынып, аппарат көлемінде конденсацияланатын булардың теориялық ағыны анықталды. Бу-газ қоспасындағы тұман мен сұйық тамшылардың әртүрлі қанығуларындағы көлем бірлігіндегі көлемдік конденсация орталықтарының санының аса қанығу тәуелдігін және бу-газ қоспасының көлемдік гетерогенді конденсацияның микроскопиялық орталықтарының санын есептеу үшін өрнек алынған.

Түйінді сөздер: көлемдік конденсация, тұман бөлшектері, сұйық тамшылары, аса қанығу, гетерогенді конденсация орталықтары.

Issayeva A.N.¹, Korganbayev B.N.¹, Golubev V.G.¹, Eschenko L.S.², Zhumadullayev D.K.^{1*}

¹ M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

² Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus.

E-mail: daulet_ospl@mail.ru

VOLUMETRIC CONDENSATION OF A VAPOR-GAS MIXTURE ON FOG PARTICLES AND DROPS IN A SURFACE-TYPE APPARATUS

Abstract. A brief analysis of the existing methods of condensation and the features of carrying out volumetric condensation in a medium containing particles of fog and liquid droplets is carried out. Theoretical studies of the nucleation process in the volume of the heat exchanger have been carried out. Theoretical dependencies and differential equations describing the work of nucleation, kinetic analysis are obtained. As well as a theoretical consideration of the basic laws of the influence of charged particles and non-condensable gas on the intensity of nucleation in the volume of the apparatus in the process of vapor condensation. A characteristic dependence of the equilibrium vapor pressure above the surface of a charged particle on its radius is obtained, and the theoretical flux of vapors condensing in the volume of the apparatus is determined. An expression is obtained for calculating the number of microscopic centers of heterogeneous condensation in the volume of a vapor-gas mixture and the dependence of the number of centers of volumetric condensation per unit volume on super saturation at different saturations of fog and liquid droplets in a vapor-gas mixture.

Key words: volumetric condensation, fog particles, liquid droplets, super saturation, centers of heterogeneous condensation.

Information about authors:

Issayeva Aikerim Nurlankyzy – Master, doctoral student of the Department of Ecology, M. Auezov South Kazakhstan University, e-mail: daulet_ospl@mail.ru, Orcid: 0000-0002-4833-1904;

Korganbayev Baurzhan Nogaybaevich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Machines and Equipment, M. Auezov South Kazakhstan University, e-mail: mr.bours@mail.ru, Orcid: 0000-0001-9428-2536;

Golubev Vladimir Grigorevich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Oil and gas business, M. Auezov South Kazakhstan University, e-mail: golubev_50@mail.ru, Orcid: 0000-0001-7370-3872;

Eschenko Lyudmila Semenovna – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Inorganic Materials Technology and General Chemical Technology», Belorussian State Technological University, e-mail: tnv-ocht@rambler.ru, Orcid: 0000-0002-7356-3942;

Zhumadullayev Daulet Koshkarovich – PhD, senior teacher of the Department of Technological Machines and Equipment, M. Auezov South Kazakhstan University, e-mail: daulet_ospl@mail.ru, Orcid: 0000-0002-6552-2817.

REFERENCES

- [1] Amelin A.G. (1972) Theoretical foundations of fog formation during vapor condensation. Chemistry. Moscow. (in Russ.).
- [2] Postnikov N.N. (1972) Thermal phosphoric acid. Nedra. Moscow. (in Russ.).
- [3] Isachenko V.P. (1977) Heat transfer during condensation. Energy. Moscow. (in Russ.).
- [4] Gran Kh., Lein B. (1969) Aerosols - dust, fumes and mists. Chemistry. Moscow. (in Russ.).
- [5] George M. Hidy. (1984) Aerosols. Academic Press. ISBN 9780323142519. DOI: 10.1016/B978-0-12-347260-1.X5001-6.

- [6] Cheryl A. Brown, George F. Jackson and David A. Brooks. (2000) Particle transport through a narrow tidal inlet due to tidal forcing and implications for larval transport, *J. of Geophysical Research*, 141-156. DOI: 10.1029 / 2000JC000211.
- [7] Folmer M. (1986) Kinetics of the formation of a new phase. Science. Moscow. (in Russ.).
- [8] Eduard Hála, Jiří Pick, Vojtěch Fried and Otakar Vilím (1967) Vapour – Liquid Equilibrium. Pergamon. ISBN 978-0-08-002973-3. DOI: 10.1016/C2013-0-01516-2.
- [9] Lighthill J. (1981) Waves in Liquids. Mir. Moscow. (in Russ.).
- [10] Brenner A.M., Almendinger G.G., Naidenov V.I., Dilman V.V., Golubev V.G. (1989) Non-stationary regimes of film condensation of vapor at low Reynolds numbers due to the dependence of the viscosity of the condensate on temperature [Nestacionarnye rezhimy plenochnoi kondensatscii para primarnykhchislakh Reinolda, obuslovlennye zavisimosti uviyazkosti kondensata ottemperatury]. Collection of Scientific Works of the 14th Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry [Sbornik nauchnykh Trudov 14 Mendeleevskogo sezdapooobshcheii prikladnoi khimii]: 2:219-223.
- [11] Golubev V.G., Musin N.A., Brenner A.M., Moldabekov Sh.M. (1986) Influence of the dust content of phosphorus-containing gas on the fogging process in surface-type condensers [Vliianie zapylenosti fosfor soderzhashchego gaza naprotcess tumanooobrazovaniia v kondensatorakh poverkhnostnogo tipa]. Modern devices for processing heterogeneous media [Sovremennye apparaty dlia obrabotki geterogennykh sred]:3-7.
- [12] Brenner A.M., Balabekov O.S. (1998) Modelling of heat and mass transfer between drops and gas nearby the unit packing, *Advanced Computational Methods in Engineering*, Shaker Publ, :267-275.
- [13] Adrian B. Burd S.B. Moran, George A. Jackson. (2000) A coupled adsorption - aggregation model of the POC th ratio of marine particles, *Deep - Sea Research I*, 47:103-120. DOI: 10.1016 / S0967-0637 (99) 00047-3.
- [14] George A. Jackson, Adrian B. Burd. (2002) A model for the distribution of particle flux in the mid-water column controlled by subsurface biotic interactions, *Deep-Sea Research II*, 49:193-217. DOI: 10.1016/S0967-0645(01)00100-X.
- [15] Ramkissoon H., Ramdath G., Comissiong D., Rahaman K. (2006) On thermal instabilities in a viscoelastic fluid, *International Journal of Non - Linear Mechanics*,:18-25. DOI: 10.1016/j.ijnonlinmec.2005.06.005.
- [16] M. Ali Akbar, M. Shamsul Alam, M.A. Sattar. (2006) KBM unified method for solving an nth order non-linear differential equation under some special conditions including the case of internal resonance, *International Journal of Non - Linear Mechanics*, :26-42. DOI: 10.1016 / j.ijnonlinmec.2005.02.006.
- [17] Adrian B. Burd and George A. Jackson. (2002) Modeling Steady - State Particle Size Spectra, *Environ. Sci. Technol.*, :323-327. DOI: 10.1021/es010982n.
- [18] Kraft M. (2005) Modelling of Particulate Processes, *KONA*, 23:18-35. DOI: 10.14356/kona.2005007.
- [19] Koch D.L., Cohen C. (2000) Turbulent Coagulation of Aerosol Particles, *Proceedings of the Fifth Microgravity Fluid Physics and Transport Phenomena Conference*, NASA Glenn Research Center, :1365-1367.
- [20] Crank J. (1975) The mathematics of diffusion. Oxford. ISBN 0-19-853344-6.

90-летие академика Национальной академии наук Республики Казахстан Е.А.БЕКТУРОВА



Исполнилось 90 лет со дня рождения и 65 лет научно-педагогической и общественной деятельности известного ученого в области физической химии высокомолекулярных соединений, академика НАН РК, лауреата Государственной премии Казахстана, заслуженного деятеля науки и техники Республики Казахстан, доктора химических наук, профессора Есена Абикеновича Бектурова.

Е.А. Бектуров родился 14 декабря 1931 года в г. Ташкенте.

В 1949 году он поступил на химический факультет Казахского государственного университета, где затем обучался в аспирантуре. В 1958 г. защитил кандидатскую, а в 1972 г. – докторскую диссертации, в 1976 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1958 г. по 2009 г. он работал

в Институте химических наук АН КазССР, где прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией. С 2010 по 2021 годы Е.А. Бектуров работал профессором Казахского Национального педагогического университета. В 1983 г. Е.А. Бектуров избран в члены-корреспонденты, а в 2003 г. – в академики Национальной Академии наук Республики Казахстан.

Основное научное направление Е.А. Бектурова связано с фундаментальными исследованиями в области физической химии полимеров: водорастворимые полимеры, полиэлектролиты, полиамфолиты, комплексы полимеров, полимерные катализаторы, ионопроводящие комплексы, гидрогели, наночастицы металлов, стабилизированные полимерами. По результатам исследований в изданиях Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья опубликовано более 800 работ, среди них 18 изобретений, 8 обзорных статей в журналах США, СССР, Энциклопедии полимерных материалов (США). Издано 32 монографии, 6 из них в ФРГ, Японии, Польше, России и 4 учебных пособия. Цикл работ Е.А. Бектурова с сотрудниками «Водорастворимые полимеры и их комплексы» в 1987 г. был удостоен Государственной премии Казахской ССР.

Исследования Е.А. Бектурова получили широкое признание в нашей стране и за рубежом. Публикации регулярно цитируются в монографиях и статьях ученых ближнего и дальнего зарубежья. Министерством науки и технической политики России Е.А. Бектуров был включён в базу данных «Лидеры науки СССР» в числе 6-ти наиболее цитируемых казахстанских ученых за период 1986-1991 гг. На монографии Е.А. Бектурова опубликовано 47 рецензий известных ученых в журналах СССР, США, ФРГ, Чехии, Румынии. Результаты исследований Е.А. Бектурова включены в ряд отечественных и зарубежных монографий, справочников и учебных пособий, а также стимулировали работы в некоторых лабораториях в нашей стране и за рубежом.

Е.А. Бектуровым внесен крупный вклад в развитие физической химии полимеров, создана широко известная в мире научная школа. Большое внимание Е.А. Бектуров уделяет подготовке высококвалифицированных кадров. Под его руководством защищено 35 кандидатских и 9 докторских диссертаций, в течение ряда лет прочитаны курсы лекций в Казахском и Вильнюсском университетах, Казахском химико-технологическом институте. Е.А. Бектуров – был членом специализированных Советов по защите докторских диссертаций, членом научно-консультативного совета журнала «Химия и технология воды» (Украина) и международного исследовательского совета Американского биографического Института (США).

Е.А. Бектуров неоднократно представлял казахстанскую науку за рубежом, выезжая для участия в качестве докладчика или члена оргкомитета в международных конференциях и симпозиумах, для чтения лекций и проведения совместных работ в ведущих научных центрах Японии, ФРГ, Чехии, Турции, Ирана, Голландии, Швейцарии, Италии, Канады.

Е.А. Бектуров – заслуженный деятель науки и техники Республики Казахстан (1993), лауреат Государственной премии Казахстана (1987), лауреат Международного фестиваля Хорезми (Иран) и Золотой медали ЮНЕСКО им. Нильса Бора (1997) за вклад в фундаментальную науку, лауреат премии К.И. Сатпаева (20), лауреат Государственной стипендии ученых, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники (2000), почетный профессор Павлодарского и Семипалатинского государственных университетов, лауреат общенациональной независимой премии «Тарлан» в номинации «Наука» (2003). По данным независимого агентства аккредитации и рейтинга Е.А. Бектуров вошёл в Топ-30 лучших преподавателей Вузов (2017 г.).

Е.А. Бектуров награжден медалями «За доблестный труд», «Ветеран Труда», «10 лет Конституции Республики Казахстан», «65, 70 и 75 лет Победы в Великой отечественной войне», а также грамотами Президиума АН КазССР.

Сердечно поздравляем Есена Абикеновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших успехов.

МАЗМҰНЫ

Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дәлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абилямгажанов А.З. ГАЗДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИННІҢ СУДАҒЫ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	6
Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н. 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛДЫ-3 C ₂₀ СУТЕКТЕНДІРУДІҢ НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ.....	14
Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К. БЕТТІК ТИПТІ АППАРАТТАҒЫ ТҰМАННЫҢ ТАМШЫЛАРЫ МЕН БӨЛШЕКТЕРІНІҢ БУ-ГАЗҚОСПАСЫНДАҒЫ КӨЛЕМДІК КОНДЕНСАЦИЯСЫ.....	22
Қожахметова А.М., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай Ө.П., Досбаева А.М. ТЫҢАЙТҚЫШ ҚОСПА РЕТІНДЕ АҚСАЙ КЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САПАЛЫ ФОСФОРИТТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	30
Кудайбергенова Б.М., Қосжанова Г.Ж., Қайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумағалиева Ш.Н. КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ КРИОГЕЛЬДЕРДІҢ ЦПБ-МЕН ӘРЕКЕТТЕСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	35
Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш. KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES ӨСІМДІГІНІҢ АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ.....	40
Мұстафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Қожамсүгіров К., Свидерский А7 ҚАПТАЛҒАН ВИТАМИНДІ ҚОСПАМЕН ФУНКЦИОНАЛДЫ БАЙЫТЫЛҒАН ЕТ ӨНІМІ.....	45
Павличенко Л., Рысмағамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х. ЕЛЕК ӨЗЕНІ АЛҚАБЫНЫҢ ЖЕР ҮСТІ СУЛАРЫНДАҒЫ БОР ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРІСІН БАҒАЛАУ (АҚТӨБЕ, ҚАЗАҚСТАН).....	53
Серикбаева А.М., Қалмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлықапова Р.Б., Базарбаев Х. ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ, ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	61
Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А., Жұман Н.И. ЖЫЛДЫҢ ЖАЗ МЕЗГІЛІНДЕ СҮТТЕГІ МОЧЕВИНА ҚЫШҚЫЛЫН АНЫҚТАУ.....	69
Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т. МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА Н-АЛКАНДАР МЕН БЕНЗИН ФРАКЦИЯЛАРЫН ӨНДЕУ.....	75
Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С. БИОЛОГИЯЛЫҚ ЫДЫРАЙТЫН ҮЛДІР МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУ ҮШІН НЕГІЗГІ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ШЫҒУ ТЕГІ ӘРТҮРЛІ КРАХМАЛДАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ МЕН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	84
Шаймерденова Г.С., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О. ЖАҒАТАС КЕН ОРНЫНЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ: ҚҰРАМЫ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ.....	93
Якияева М.А., Изтаев Б.А., Изтаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н. БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ СҰРЫПТЫҚ ҰНДАРДАН ЖАСАЛҒАН АШЫТҚЫСЫЗ ҚАМЫРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ.....	99
МЕРЕЙТОЙ Есен Әбікенұлы Бектұров 90 жаста!.....	112

СОДЕРЖАНИЕ

Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дэлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абиьлмагжанов А.З. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ.....	6
Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н. НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛА-3 С ₂₀	14
Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К. ОБЪЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЧАСТИЦАХ ТУМАНА И КАПЛЯХ В АППАРАТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА.....	22
Кожаметова А.М., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай О.П., Досбаева А.М. ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФОСФОРИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКСАЙ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА УДОБРЕНИЯ.....	30
Кудайбергенова Б.М., Косжанова Г.Ж., Кайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумагалиева Ш.Н. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КРИОГЕЛЕЙ С ЦПБ.....	35
Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш. АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES..	40
Мустафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Кожамсугиров К., Свицерский А. ФУНКЦИОНАЛЬНО ОБОГАЩЕННЫЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТ С ИНКАПСУЛИРОВАННОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКОЙ.....	45
Павличенко Л., Рысмагамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ БОРА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ИЛЕК (АКТОБЕ, КАЗАХСТАН).....	53
Серикбаева, А.М., Калмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлыкапова Р.Б., Базарбаев Х. ПОЛУЧЕНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ОРГАНОАЛОКСИДАМИ.....	61
Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А, Жұман Н.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВИНЫ В МОЛОКЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА.....	69
Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т. ПЕРЕРАБОТКА Н-АЛКАНОВ И БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	75
Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С. ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРАХМАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	84
Шаймерденова Г.С., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О. ЗАБАЛАНСОВОЕ ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАНАТАС: КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ.....	93
Якияева М.А., Изгаев Б.А., Изгаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЗДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО СОРТА.....	99
ЮБИЛЕЙ 90-летие Есена Абикиновича Бектурова!.....	112

CONTENTS

Akurpekova A.K., Nefedov A.N., Dalelhanuly O., Tastemirova A.T., Abilmagzhanov A.Z. STUDY OF AQUEOUS SOLUTIONS OF METHYLDIETHANOLAMINE USED FOR GAS PURIFICATION.....	6
Jumekeyeva A.I., Akhmetova S.N., Bukharbayeva F.U., Aubakirov T.A., Zhanbekov KH.N. NICKEL - PALLADIUM CATALYSTS FOR HYDROGENATION OF 3, 7, 11, 15-TETRAMETHYLHEXADECYN-1-OL-3 C ₂₀	14
Issayeva A.N., Korganbayev B.N., Golubev V.G., Eschenko L.S., Zhumadullayev D.K. VOLUMETRIC CONDENSATION OF A VAPOR-GAS MIXTURE ON FOG PARTICLES AND DROPS IN A SURFACE-TYPE APPARATUS.....	22
Kozhakhmetova A.M., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Baiysbay O.P., Dosbayeva A.M. RESEARCH OF THE COMPOSITION OF LOW-RATED PHOSPHORITES OF THE AKSAY DEPOSIT AS A COMPONENT OF FERTILIZER.....	30
Kudaibergenova B.M., Koszhanova G.Zh., Kairalapova G.Zh., Iminova R.S., Zhumagalieva Sh.N. REGULARITIES OF INTERACTION OF COMPOSITE CRYOGELS WITH CPB.....	35
Kemelbek M, Samir A.R, Burasheva G.Sh AMINO ACID AND FATTY ACID CONTENTS OF THE PLANT KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES.....	40
Mustafaeva A., Iskineyeva A., Fazylov S., Kozhamsugirov K., Sviderskiy A. FUNCTIONALLY ENRICHED MEAT PRODUCT WITH INCAPSULATED VITAMIN SUPPLEMENT.....	45
Pavlichenko L., Rysmagambetova A., Tanybayeva A., Solodova E., Rodrigo Ilarri J. ASSESSMENT OF BORON CONTENT CHANGES IN THE SURFACE WATER OF THE ILEK RIVER VALLEY (AKTOBE, KAZAKHSTAN).....	53
Serikbayeva A.M., Kalmakhanova M.S., Massalimova B.K., Zharlykapova R.B., Bazarbaev H. PREPARATION AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC MODIFIED CLAYS WITH GRAFTED ORGANOALKOXIDES.....	61
Sakieva Z.Zh., Zholmyrzayeva R.N., Boranbayeva T.K., Abish Zh.A., Zhuman N.I. DETERMINATION OF UREA IN MILK.....	69
Tuktin B.T., Tenizbaeva A.S., Temirova A.M., Saidilda G.T. PROCESSING OF N-ALKANES AND GASOLINE FRACTIONS ON MODIFIED ZEOLITE CATALYSTS.....	75
Ospankulova G.Kh., Toimbaeva D.B., Ermekov E.E., Saduakhasova S.A., Aidarkhanova G.S. STUDIES OF THE MORPHOLOGY AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF STARCHES OF VARIOUS ORIGINS AS THE MAIN RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF BIODEGRADABLE FILM MATERIALS.....	84
Shaimerdenova G.S., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Mussirepova E.B., Tastanbekova B.O. OFF-BALANCE PHOSPHATE RAW MATERIALS OF THE ZHANATAS DEPOSIT: COMPREHENSIVE STUDY OF COMPOSITION AND STRUCTURE.....	93
Yakiyayeva M.A., Iztayev B.A., Iztayev A.I., Tursunbayeva Sh.A., Rakhymbayeva M.N. STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF YEASTLESS DOUGH FROM WHEAT FLOUR OF THE FIRST AND SECOND GRADES.....	99
ANNIVERSARY	
90th anniversary of Yesen Abikenovich Bekturov!.....	112

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

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

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

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

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 10.12.2021.

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

4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5-6.