

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

2016 • 6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.
PUBLISHED SINCE 1944



Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Боос Э.Г. проф., академик (Қазақстан)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйчик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Белорус)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Тәжікстан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Қазақстан)
Нараев В.Н. проф. (Ресей)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Ұлыбритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Ұлыбритания)
Омбаев А.М. проф. (Қазақстан)
Өтелбаев М.О. проф., академик (Қазақстан)
Садыбеков М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сатаев М.И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Северский И.В. проф., академик (Қазақстан)
Сикорски Марек проф. (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Харин С.Н. проф., академик (Қазақстан)
Чечин Л.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Қытай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.
берілген №5540-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz>, reports-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

Адекенов С.М. проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)
Боос Э.Г. проф., академик (Казахстан)
Величкин В.И. проф., чл.-корр. (Россия)
Вольдемар Вуйчик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Беларусь)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Таджикистан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Нараев В.Н. проф. (Россия)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Великобритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Великобритания)
Омбаев А.М. проф. (Казахстан)
Отелбаев М.О. проф., академик (Казахстан)
Садыбеков М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сатаев М.И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Северский И.В. проф., академик (Казахстан)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Харин С.Н. проф., академик (Казахстан)
Чечин Л.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Китай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

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

E d i t o r i n c h i e fdoctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov****E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskiy I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> reports-science.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

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

ISSN 2224-5227

Volume 6, Number 310 (2016), 106 – 114

UDC 628.336.6

**B.M. Kaldybaeva¹, A.E. Khusanov¹, E.A. Dmitriev²,
D.S. Sabyrkhanov¹, A.Zh. Abilmagzhanov³**

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

²Mendeleev Russian University of Chemical Engineering, Moscow, Russia;

³Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. D.Sokolskogo, Kazakhstan

E-mail: husanov@inbox.ru, kaldybaeva.b@mail.ru

**CALCULATION OF THE BUBBLE DIAMETER, TAKING INTO
ACCOUNT THE HYDRODYNAMIC CONDITIONS AND STRUCTURAL
FEATURES IN THE CHEMISORPTION APPARATUS**

Abstract. In this article the objects of study are combined membrane-absorption processes with chemical reactions and chemisorption installation to clean multi-component gas mixtures. The subject of research were the hydrodynamic patterns, processes of bubbles in hemosorbere and combinations of membrane-chemisorption processes.

The results of this work are the theoretical calculation of the diameter of the bubbles formed, taking into account the hydrodynamic conditions and design parameters hemosorbere. In view of this equation and using the values for the diameter of the bubbles can be calculated in hemosorbere contact surface interacting phases.

The methodological base were modern diagnostic methods for the study of the structural components of the liquid phase methods of physical research for advanced mass transfer coefficients during simultaneous absorption of hydrogen sulfide and carbon dioxide, sodium hydroxide, mathematical modeling methods.

Key words: chemisorption unit, ceramic membranes, the surface of contact between the phases, diameter of the bubbles, fluid dynamics, mathematical modeling, mass transfer, liquid, gas.

УДК 628.336.6

**Б.М.Калдыбаева¹, А.Е.Хусанов¹, Е.А.Дмитриев²,
Д.С.Сабырханов¹, А.З. Абилямагжанов³**

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова, г.Шымкент, Казахстан, ,

²Российский химико-технологический университет им. Д.Менделеева, г.Москва, Россия

³Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.Сокольского, Казахстан

**РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ С УЧЕТОМ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И КОНСТРУКЦИОННЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ В ХЕМОСОРБЦИОННОМ АППАРАТЕ**

Аннотация: В этой статье объектами исследования являются совмещенные мембранно-абсорбционные процессы с химической реакцией и хемосорбционные установки для очистки многокомпонентных газовых смесей. Предметом исследований явились гидродинамические закономерности, процессы образования пузырьков в хемосорбере и совмещенные мембранно-хемосорбционные процессы.

Результатами данной работы являются теоретический расчет диаметра образующихся пузырьков с учетом гидродинамической обстановки и конструкционных параметров хемосорбера. С учетом полученного уравнения и используя значения для диаметра пузырьков в хемосорбере можно рассчитать поверхность контакта взаимодействующих фаз.

Методологической базой явились современные методы диагностики для исследования структурных составляющих жидкой фазы, методы физических исследований для получения опытных коэффициентов массоотдачи при одновременном поглощении сероводорода и двуокиси углерода гидроксидом натрия, методы математического моделирования.

Ключевые слова: хемосорбционный аппарат, керамические мембраны, поверхность контакта фаз, диаметр пузырьков, гидродинамика, математические моделирование, массообмен, жидкость, газ.

Введение

При осуществлении процессов, в основе которых лежит контакт между газом и жидкостью, такие как абсорбционная очистка газов, проведение химических реакций между газовой и жидкой фазами, одним из ключевых параметров является поверхность контакта взаимодействующих фаз. Величина поверхности непосредственно зависит от размеров образующихся пузырьков – чем меньше диаметр, тем больше величина поверхности раздела фаз. Публикации, которые в последнее время появились [1-3], отмечают то, что при диспергировании газа через пористые мембраны образуются микропузырьки, имеющие размеры от 0.5 до 150 мкм. Такие свойства микропузырьков могли быть использованы при проектировании мембранных модулей (по типу кожухотрубного) и благодаря высокой удельной поверхности контакта фаз имели бы значительно меньшие размеры по сравнению с обычными барботажными аппаратами. При этом не наблюдаются недостатки, связанные с ограничением нагрузок по газу и жидкости. Кроме того, имеются указания и на другие преимущества тонкого диспергирования газа перед обычным барботажом. Большой интерес представляет сравнение полученных результатов с мембранными контакторами, применение которых к процессам абсорбционной очистки газов в настоящее время активно исследуется. Однако, несмотря на свою практическую значимость, детальные исследования гидромеханики процесса образования микропузырьков и межфазного массообмена в аппаратах с керамической мембраной до настоящего времени отсутствуют. Как видно из приведенного обзора, исследование очистки газа его диспергированием с образованием пузырей в настоящее время ещё нельзя считать завершённой, так как комплексный подход – физическое и математическое моделирование, а также разработка конструкции хемосорбционного аппарата, как ожидается, позволит получить новые и важные результаты в этой области.

Математическое моделирование механики диспергирования газов в разрабатываемой технологии и установление зависимости основных массообменных параметров – удельной поверхности контакта фаз, межфазного потока поглощаемого вещества сероводорода и двуокиси углерода и др., коэффициентов массоотдачи, от скорости жидкости и от концентрации активной части поглотителя в хемосорбционных процессах до конца не исследованы.

В связи с этим разработка и внедрение перспективной, безотходной и высокоэффективной технологии очистки газовых смесей особенно актуальны.

Методы исследования

Исследования авторов работ [4-6] посвящена разработке математической модели механики образования микропузырьков при инерционном воздействии жидкой фазы. При рассмотрении действующих сил не учитывалась подъемная архимедова сила, так как в данном случае она пренебрежимо мала по сравнению с тангенциальной силой трения и нормальной составляющей сил бокового давления пузырьков.

Для получения уравнения, связывающего диаметр образующихся микропузырьков со скоростью жидкости, характеристиками мембраны и физическими свойствами жидкой фазы был рассмотрен баланс сил действующих на микропузырек в момент его роста на отверстии поры.

Поскольку пузырьки при наличии в жидкости ПАВ имеют поверхность, аналогичную твердой, при определении коэффициента гидравлического трения пузырьки рассматривались как зернистая шероховатость и в случае малого газосодержания ($\sim 5\%$) с достаточной точностью может быть использована формула Блазиуса $\lambda = 0,316/\text{Re}^{0,25}$ [7,8]. Число пузырьков, расположенных по периметру мембраны, приближенно определялось исходя из диаметра пузырька в момент отрыва

как $\frac{\pi d_m l}{d}$.

Поскольку тангенциальная и нормальная силы реакции поверхностного натяжения пропорциональны соответствующим действующим тангенциальной и нормальной силам, получено выражение для диаметра пузырька [4-6]:

$$d = \left[\frac{\sigma d_0 (16\lambda\rho\omega^2 + 64\pi k\omega^n)}{(\lambda\rho\omega^2)^2 + 64(k\omega^n)^2} \right]^{0.5}. \quad (1)$$

Как показывали расчеты, ввиду преобладания нормальных сил над тангенциальными, с достаточной степенью точности можно использовать силу реакции поверхностного натяжения в виде $\pi\sigma d_0$. С учетом этого, получена упрощенная формула для расчета диаметра пузырька [4-6]:

$$d = \frac{5.013\sqrt{\sigma d_0}}{[(\lambda\rho\omega^2)^2 + 64(k\omega^n)^2]^{0.25}}. \quad (2)$$

Следует отметить, что в полученной математической модели фигурирует средний диаметр пор, что может вносить некоторую ошибку, так при этом не учитывается распределение размеров пор. Указанный подход мы будем использовать в дальнейшем для сравнения и проверки адекватности полученных результатов.

Результаты исследования

Образование пузырьков в хемосорбере происходит в результате ее смешения с газовой фазой и жидкостью. Представить четко механизм образования газовых пузырьков довольно затруднительно. Можно только предположить, что интенсивность смешения или роста образования пузырьков и их размер определяются гидродинамическим фактором, геометрией рабочей поверхности устройства и параметрами работы аппарата [9].

Тогда число образующихся пузырьков можно представить в виде зависимости

$$\frac{dN_1}{d\tau} = N_{nop} a \frac{Re}{\sigma}, \quad (3)$$

где N_1 - число образующихся пузырьков; N_{nop} – количество пор; a – коэффициент равный 1, Н/(с·м); Re – число Рейнольдса; τ – время пребывания газожидкостной фазы в хемосорбере; σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, Н/м.

После интегрирования получим выражение для расчета числа образующихся пузырьков

$$N_1 = a \frac{Re}{\sigma} \tau N_{nop}. \quad (4)$$

При работе хемосорбера происходит как образование, так и разрушение пузырьков в результате их объединения, обусловленного разностью диаметров и внутренних давлений. Принимая такой механизм уменьшения количества пузырьков, будем считать, что число их определяется зависимостью

$$\frac{dN_2}{d\tau} = b \frac{\tau}{\Delta p}, \quad (5)$$

где b – коэффициент, Н/с²·м²; N_2 – число разрушающихся пузырьков; Δp – перепад давления в хемосорбере, Н/м².

После интегрирования получим выражение для расчета числа разрушающихся пузырьков

$$N_2 = \frac{1}{2} b \frac{\tau^2}{\Delta p}, \quad (6)$$

Тогда количество образованных пузырьков

$$dN = dN_1 - dN_2. \quad (7)$$

Из уравнений (4) и (6) определяем число пузырьков:

$$N = N_1 - N_2 = a \frac{Re}{\sigma} \tau N_{nop} - \frac{1}{2} b \frac{\tau^2}{\Delta p} . \quad (8)$$

В свою очередь число пузырьков в жидкости [9]

$$N = \frac{3V_{ж}\varphi}{8d^3\pi} , \quad (9)$$

где $V_{ж}$ – объем жидкой фазы в аппарате, m^3 ; d – средний диаметр пузырьков в жидкости, м; φ – газосодержание.

$$Re = \frac{d_{экв}\omega}{\nu} , \quad (10)$$

где $d_{экв}$ – эквивалентный диаметр проходного сечения, м; ω – скорость потока, м /с; ν – кинематический коэффициент вязкости жидкости, m^2/c .

$$d_{экв} = 4R_c : \quad (11)$$

$$R_c = \frac{F}{\Pi} , \quad (12)$$

где F – проходное сечение мембраны, m^2 ; Π – периметр проходного сечения, м; R_c – радиус гидравлический, м, которые могут быть рассчитаны следующим образом:

- для конструкции хемосорбера с мембранным модулем гидравлический радиус рассчитывается:

$$R_c = \frac{D_{мем}}{4} , \quad (13)$$

где $D_{мем}$ - диаметр мембраны, м – проходное сечение мембраны:

$$F = \frac{\pi D_{мем}^2}{4} , \quad (14)$$

Подставляя (13) и (14) в (12), получим уравнение для периметра проходного сечения аппарата:

$$\Pi = \pi D_{мем} , \quad (15)$$

тогда эквивалентный диаметр в уравнении (11) будет выглядеть следующим образом:

$$d_{экв} = D_{мем} . \quad (16)$$

Подставляя (16) в (10), получим:

$$Re = \frac{D_{мем}\omega}{\nu} . \quad (17)$$

Расход жидкости

$$Q_{жс} = \frac{V_{жс}}{\tau} . \quad (18)$$

Из уравнений (8), (9) и (18) определяем диаметр пузырьков:

$$d = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_{ж}\Delta p \sigma v \varphi}{2a N_{пор} D_{мем} \omega \Delta p - \sigma b \tau v}}, \quad (19)$$

где K – поправочный коэффициент, определяемый сравнением полученных данных по формуле (19) с результатами полученными на основе уравнения (2).

Далее рассмотрим величину газосодержания в мембранном контакторе, знание которого очень важно для исследования массообменных характеристик процесса. От величины газосодержания зависит удельная поверхность фаз, причем для барботажного слоя, содержащего пузырьки диаметром d , удельная поверхность контакта определяется как:

$$a = \frac{6\varphi}{d}. \quad (20)$$

Тогда с учетом уравнения (19) уравнения для расчета a будет выглядеть следующим образом:

$$a = 9,677 \varphi^{\frac{2}{3}} \sqrt[3]{\frac{2a N_{пор} D_{мем} \omega \Delta p - \sigma b \tau v}{Q_{ж} \Delta p \sigma v}}. \quad (21)$$

Газосодержание φ в данном случае будет определяться как отношение расхода газа, поступающего в аппарат, к суммарному расходу газа и жидкости:

$$\varphi = \frac{V_G}{V_G + V_L} = \frac{1}{1 + (V_L/V_G)}. \quad (22)$$

Расход газовой фазы можно выразить через поток газа через поверхность мембраны J ($\text{м}^3/\text{м}^2 \text{ с}$) как:

$$V_G = J \cdot A \cdot t, \quad (23)$$

где A – площадь поверхности мембраны (м^2), а t – время (с). Тогда:

$$\varphi = \frac{1}{1 + (V_G / (J \cdot A \cdot t))}. \quad (24)$$

Из выражения (24) можно видеть, что газосодержание, а, следовательно, и удельная поверхность контакта фаз, возрастают с увеличением газового потока.

Еще одним важным параметром, который определяет поток газа через мембрану, является коэффициент k , учитывающий долю активных (принимающих участие в процессе образования пузырьков) пор [4-6], этот коэффициент может быть выражен как:

$$k = \frac{J \mu_G R_m}{\Delta P_{эф}}. \quad (25)$$

Рассмотрим пористую керамическую мембрану. Исходя из величины пористости мембраны близкой к 50%, можно оценить величину расстояния между порами. Если принять, что поры мембраны расположены по сторонам квадратов, то отношение расстояния между центрами пор z к диаметру поры d_0 можно выразить формулой (при пористости мембраны равной 50%) [4-6]:

$$\frac{z}{d_0} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{N}{N-1}, \quad (26)$$

где N – число пор на стороне квадрата, z – расстояние между порами мембраны. При больших

величинах N отношение $\frac{z}{d_0}$ стремиться к $\sqrt{\frac{\pi}{2}}$.

В нашем случае, форма мембранного элемента является цилиндром, поэтому для цилиндрической поверхности уравнение (26) можно записать в следующем виде:

$$\frac{z}{d_0} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sqrt{\frac{N_L \cdot N_R}{(N_L - 1) \cdot (N_R - 1)}}, \quad (27)$$

где N_L – число пор расположенных по длине цилиндра, N_R – число пор расположенных по окружности цилиндра.

Так, при $N = 100$ расстояние между центрами пор составляет $1.266d_0$, а расстояние между краями соседних пор соответственно $0.266d_0$. При столь малых расстояниях между порами рост размеров пузырьков приводит к уменьшению толщины прослойки жидкости между ними. Поскольку на поверхности мембраны присутствуют поры разных размеров, а скорость роста пузырьков пропорциональна d^4 , а так же если принять во внимание, что давление внутри пузырька обратно пропорционально диаметру пузырька, это приводит к тому, что на поверхности мембраны присутствуют пузырьки, диаметры которых очень сильно отличаются друг от друга: под пузырьками большого диаметра расположены пузырьки очень малых диаметров. В ходе роста, поверхности пузырьков большого и малого диаметров сближаются. Соответственно толщина прослойки жидкости между ними уменьшается.

Обсуждение результатов

При уменьшении толщины прослойки жидкости возникают силы электростатического отталкивания при больших толщинах и силы взаимного притяжения при меньших толщинах. При очень сильном сближении поверхности снова возникают силы отталкивания. Это приводит к появлению взаимного механического давления пузырьков, а так же к появлению электростатических сил отталкивания двойных электрических слоев, образующихся в результате адсорбции на поверхности пузырьков молекул ионогенного ПАВ диссоциирующих в воде [10,11]. Когда сила взаимного притяжения становится существенно больше сил электростатического отталкивания, между большими пузырьками и маленькими пузырьками, находящимися под ними, возможно образование так называемых черных ньютоновских пленок. Причем при отрыве больших пузырьков от поверхности мембран, маленькие пузырьки могут оставаться на поверхностях больших. Это явление мы наблюдали при диспергировании воздуха через микропоры плоской, горизонтально расположенной мембраны, когда отрыв пузырьков осуществлялся за счет архимедовой силы. При этом на пузырьках, образованных на крупных порах диаметром 1 – 2 мм наблюдалось заполнение части поверхности этих пузырьков мелкими пузырьками диаметром 10 – 20 мкм. Как показывают расчеты, а так же фотографии, на мелких пузырьках диаметром менее 150 мкм такой эффект невозможен. Рост маленьких пузырьков, находящихся под большими, приводит к возникновению нормальных и тангенциальных сил давления: маленькие пузырьки вытесняют большие. Тангенциальные силы бокового давления в силу симметрии будут взаимно компенсироваться. Некомпенсированными остаются нормальные силы взаимного давления пузырьков и силы трения между потоком жидкости и пузырьками. Следует отметить важное значение нормальных сил давления пузырьков меньшего размера на большие пузырьки, размер которых соответствует моменту отрыва от поверхности [11–14].

Выводы

Уравнение (19) позволяет сделать предварительный расчет среднего размера пузырьков в газожидкостном потоке в зависимости от технологических параметров устройства и условий работы хемосорбера. В приведенном уравнении учитывается конструкционные размеры мембраны, что дает более уточненные результаты для размеров образующихся микропузырьков.

Значение коэффициента b определяется путем сравнения данных из экспериментов и получаемых из уравнения (19).

От величины газосодержания зависит удельная поверхность фаз, причем для барботажного слоя, содержащего пузырьки диаметром d , удельная поверхность контакта зависит от размера образующихся пузырьков.

Источник финансирования исследований

Статья подготовлена на основе гранта Министерство образования и науки Республики Казахстан по бюджетной программе «Грантовое финансирование научных исследований», по приоритету «Возобновляемые источники энергии (ветро-и гидроэнергетика, биотопливо и фотоэлектричество)» по теме: «Разработка технологии и моделирование процесса микробарботажной очистки биогаза с целью получения высококонцентрированного метана из возобновляемых источников энергии» на 2013-2015 г.г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kukizaki, M. Size control of nanobubbles generated from SPG membranes / Kukizaki M., Goto M. // Journal of membrane science.-2006.-№ 281.-P.386-396.
- [2] Kukizaki, M. Microbubble formation using asymmetric Shirasu-porous-glass (SPG) membranes and porous ceramic membranes – A comparative study / Kukizaki M. // Colloids and surfaces.- A.: Physicochem. Eng. Aspects, 2009.- Vol. 340-P.20-31.
- [3] Kukizaki, M. Spontaneous formation behavior of uniform-sized microbubbles from SPG membranes in the absence of water-phase flow / Kukizaki M., Goto M.. Colloids and surfaces.- A.: Physicochem. Eng. Aspects,2006.-№14097.
- [4] Трушин, А.М., Дмитриев Е.А., Акимов В.В. Механика образования микропузырьков при диспергировании через поры микрофильтрационных мембран / Трушин А.М., Дмитриев Е.А., Акимов В.В. // Теор. основы хим. технол., 2011, т. 45, №1, - С.28-34.
- [5] Демченко, Б.И. Исследование влияния поверхностного натяжения и некоторых других факторов на массопередачу в жидкой фазе при абсорбции газов: Дис. ... канд.техн.наук. / Демченко, Б.И. – Москва, 1971.-124с.
- [6] Richardson J.F. Coulson J.M. Chemical Engineering. sixth edition.- Oxford: Butterworth-Heinemann. -1999.-Vol. 1. - 895p.
- [7] Hanratty, T.J. Fluidization and sedimentation of spherical particles / Hanratty T.J., Bandukwala A. // AIChE J. 1957. V. 3.№ 2. P. 293.
- [8] Trushin, A.M. Determining the velocity of the hindered motion of spherical gas particles through liquid in a gravity field / Trushin A.M., Dmitriev E.A., Nosyrev M.A., Tarasova T.A., Kuznetsova I.K. // Theor. Found. Chem. Eng. 2013. V. 47. № 4. P. 368.
- [9] Тихомиров, В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения / В.К.Тихомиров – М.:Химия. -1975. - 264с.
- [10] Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Интеллект. 2008.
- [11] A.M. Trushin, E.A. Dmitriev, M.A. Nosyrev, A.E. Khusanov, B.M. Kaldybaeva. General Method of Measurement of Velocity of Laminar Constrained Motion of Spherical Solid and Gas Particles in Liquids /Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2013, Vol. 47, No. 6, pp. 730–733. DOI: 10.1134/S0040579513060110 © Pleiades Publishing, Ltd., 2013. Thomson Reuters Impact Factor 0.673 Springer
- [12] Хусанов, А. Разработка технологии очистки биогаза микробарботажным способом с целью получения высококонцентрированного метана из возобновляемых источников энергии / Хусанов А., Дмитриев Е., Калдыбаева Б., Сатаев М., Сабырханов Д., Саипов А., Мырзакулова А. // Тр.межд.науч.-практ.конф. «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию ЮКГУ им.М.Ауэзова. - 2013.- Т.8.-С.247-250
- [13] Хусанов, А. Мембраналы микробарботажды жанасу құрылғысында биогаз құрамындағы көмірқышқыл газын тазалауды зерттеу / Хусанов А., Сатаев М., Дмитриев Е., Калдыбаева Б., Мырзакулова А., Азимов А., Корманбаев Б. // Тр.межд.науч.-практ.конф. «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию ЮКГУ им.М.Ауэзова. - 2013.- Т.8.- С.250-253
- [14] Калдыбаева, Б.М. Микробарботажды аппарата биогазды СО₂ және Н₂С-тен тазартудың технологиясын құрудың жолдары / Калдыбаева Б.М., Мырзакулова А.М., Дмитриев Е.А., Корманбаев Б.Н., Хусанов А.Е., Сабырханов Д. // Тр.межд.науч.-практ.конф. «АУЭЗОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 12: «Роль регионального университета в развитии инновационных направлений науки, образования и культуры», посвященная 70-летию Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова - 2013.- Т.3.- С.150-153

REFERENCES

- [1] Kukizaki M. Size control of nanobubbles generated from SPG membranes / Kukizaki M., Goto M. // Journal of membrane science, **2006**. № 281. P. 386-396. (in Eng)
- [2] Kukizaki M. Microbubble formation using asymmetric Shirasu-porous-glass (SPG) membranes and porous ceramic membranes – A comparative study / Kukizaki M. // Colloids and surfaces. A.: Physicochem. Eng. Aspects, **2009**. Vol. 340-P.20-31. (in Eng)

- [3] Kukizaki M. Spontaneous formation behavior of uniform-sized microbubbles from SPG membranes in the absence of water-phase flow / Kukizaki M., Goto M. Colloids and surfaces. A.: Physicochem. Eng. Aspects, **2006**. №14097 (in Eng).
- [4] Trushin AM, EA Dmitriev, VV Akimov Mechanics formation of microbubbles when dispersed through the pores of the membrane microfiltration / Trushin AM, EA Dmitriev, VV Akimov // Theor. chemical bases. rehnol. **2011**, ie 45, №1. P.28-34. (in Russ).
- [5] BI Demchenko Investigation of the effect of surface tension and other factors on the mass transfer in the liquid phase at a gas absorption: Dis. Candidate of Science / Demchenko BI - Moscow, **1971**. 124p. (in Russ).
- [6] Richardson J.F. Coulson J.M. Chemical Engineering. sixth edition. Oxford: Butterworth-Heinemann. **1999**. Vol. 1. 895p. (in Eng).
- [7] Hanratty, T.J. Fluidization and sedimentation of spherical particles / Hanratty T.J., Bandukwala A. // AIChE J. **1957**. V. 3. № 2. P. 293. (in Eng).
- [8] Trushin, A.M. Determining the velocity of the hindered motion of spherical gas particles through liquid in a gravity field / Trushin A.M., Dmitriev E.A., Nosyrev M.A., Tarasova T.A., Kuznetsova I.K. // Theor. Found. Chem. Eng. **2013**. V. 47. № 4. P. 368. (in Eng)
- [9] Tikhomirov VK Foam. Theory and practice of their preparation and of destroying / V.K.Tihomirov. M. Chemistry. **1975**. 264 p. (in Russ).
- [10] Roldugin VI. Physical Chemistry of Surfaces. Dolgoprudnyy: Intelligence. **2008** (in Russ).
- [11] A.M. Trushin, E.A. Dmitriev, M.A. Nosyrev, A.E. Khusanov, B.M. Kaldybaeva. General Method of Measurement of Velocity of Laminar Constrained Motion of Spherical Solid and Gas Particles in Liquids /Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2013, Vol. 47, No. 6, pp. 730–733. DOI: 10.1134/S0040579513060110 © Pleiades Publishing, Ltd., **2013**. Thomson Reuters Impact Factor 0.673 Springer. (in Eng).
- [12] Khusanov A. biogas purification technology Development mikrobarbotazhnym way to obtain high-concentration methane from renewable energy sources / Khusanov A. Dmitriev, E., B. Kaldybaeva Satan M. Sabyrhanov D., A. Saipov, Myrzakulova A. // Proc. mezhd.nauch.-practical conference. "The development of science, education and culture of independent Kazakhstan in conditions of the global challenges of our time", dedicated to the 70th anniversary of SKSU im.M.Auezova. **2013**. T.8. P.247-250 (in Russ).
- [13] Khusanov A. Membranaly mikrobarbotazhdy zhanasu qyrylrysynda biogas qyramyndary komyrkyshty gazyn tazalaudy zertteu / Khusanov A. Satan M., E. Dmitriev, Kaldybaeva B. Myrzakulova A. Azimov A., B. Korganbaev // Tr. mezhd. nauch. prakt. konf. "The development of science, education and culture of independent Kazakhstan in conditions of the global challenges of our time", dedicated to the 70th anniversary of SKSU im.M.Auezova. **2013**. T.8. P. 250-253 (in Russ).
- [14] Kaldybaeva BM. Mikrobarbotazhdy apparatasy biogazdy CO₂ zhane H₂S-ten tazartudy tehnologiyasyn qyrudy Zholdary "/ Kaldybaeva BM Myrzakulova AM, Dmitriev EA, Korganbaev BN HusanovA.E., Sabyrhanov D. // Tr. mezhd.nauch.-practical conference. "Auezov READINGS - 12:" The role of regional university in the development of innovative directions of science, education and culture ", dedicated to the 70th anniversary of South Kazakhstan State University. M.Auezov. **2013**. T.3. P.150-153. (in Russ).

УДК 628.336.6

Б.М. Калдыбаева¹, А.Е.Хусанов¹, Е.А.Дмитриев², Д.С.Сабырханов¹, А.З. Абилямагжанов³

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

² Д.Менделеев атындағы Ресей химия-технологиялық университеті, Москва қ., РФ;

³ Д.Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты, Алматы қ., Қазақстан

ХЕМОСОРБЦИЯЛЫҚ АППАРАТТА ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫ ЖӘНЕ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП АҒЫНДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ЕСЕПТЕУ

Аннотация. Бұл мақалада зерттеу объектісі ретінде химиялық реакциямен бірге үйлестірілген мембраналы-абсорбциялық процестер және көпкомпонентті газды қоспаларды тазартуға арналған хемосорбциялық қондырғылар қарастырылған. Зерттеу көзі гидродинамикалық, хемосорберде көпіршіктердің түзілуі заңдылықтары және үйлестірілген мембраналы-абсорбциялық процестер болып табылады.

Бұл жұмыстың нәтижесі түзілетін көпіршіктердің диаметрлерін гидродинамикалық жағдай мен хемосорбердің конструкциялық ерекшеліктерін ескере отырып теория жүзінде есептеу болып табылады. Алынған теңдеуді және хемосорбердегі көпіршік диаметрлерін анықтай отырып, ондағы әсерлесуші фазалардың жанасу бетін есептеуге болады.

Жұмыс барысында сұйық фазасының құрамын зерттеудің заманауи әдістері мен математикалық модельдеу қолданған.

Кілттік сөздер: хемосорбциялық аппарат, керамикалық мембрана, фазалардың жанасу беті, көпіршік диаметрі, гидродинамика, математикалық моделдеу, массаалмасу, сұйық, газ.

Сведения об авторах:

Калдыбаева Ботагоз Мырзахметовна – PhD докторант по специальности технологические машины и оборудование, 38 лет;

Занимается разработкой и расчетом совмещенных процессов и многофункциональных массообменных аппаратов и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области массообменных процессов. Имеет 5 патентов и является автором 52 публикаций в различных изданиях, включая учебники и учебные пособия;

Хусанов Алишер Евадиллович – кандидат технических наук. Возраст 39 лет;

Научный задел – теоретические и экспериментальные исследования в области массообменных процессов, разработка математической модели очистки биогаза в микробарботажном аппарате на основе теоретической и экспериментальной информации, полученной в модельных исследованиях, разработка пылегазоочистных и тепломассообменных аппаратов с активной гидродинамикой. Опубликовано 106 научных работ, получены 6 патентов, предварительных и инновационных патентов РК;

Сабырханов Дархан Сабырханович – доктор технических наук, профессор, возраст 61 лет;

Научное направление – закономерности изотропной турбулентности и вихревого движения взаимодействующих потоков для создания теоретических основ массообменных процессов. Имеет более 50 авторских свидетельств и патентов и является автором более чем 300 публикаций в различных изданиях, включая учебники и монографии. Под руководством Сабырханова Д.С. подготовлено 8 кандидатов наук и 1 доктор наук;

Дмитриев Евгений Александрович – доктор технических наук, профессор, возраст 59 лет;

Научное направление – массообменные процессы, гидродинамика и массообмен, энерго-и ресурсосбережение, разработка методов и установки очистки водноорганических смесей на основе принципа интеграции процессов химической технологии, которые могут быть использованы при разработке технологии. Опубликовано 134 научных работ, получены 24 патента, предварительных патентов РФ, касающихся темы проекта;

Абильмагжанов Арлан Зайнуталлаевич – кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора Института топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, возраст 35 лет;

Имеет более 10 патентов и является автором 50 публикаций в различных изданиях, включая учебники и учебные пособия.

МАЗМҰНЫ
Химия

<i>Шадин Н.А., Anderson J. A., Закарина Н.А., Волкова Л.Д.</i> Ауыр вакуумдық газойль крекингіндегі монтмориллонитте алюминиймен пилларирленген цеолитқұрамды (HY+HZSM-5) катализатор.....	5
--	---

Әлеуметтік ғылымдар

<i>Құрманов Н.А., Сатбаева А.Ж., Рахимбекова А.Е., Махатова А.Б.</i> Адами потенциалының даму индексі: заманауи әлемдегі Қазақстанның орны.....	14
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Система оплаты и стимулирования труда на предприятиях реального сектора Казахстана.....	20
<i>Турабаев Г.К., Несіпбеков Е.Н.</i> Білім беру ұйымдарының даму процесінің құрамдасы ретіндегі кадрлық резервпен жұмыс жасау.....	27

Физика

<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Инерциялық термоядролық синтез плазмасының транспорттық қасиеттері	34
<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Инерциялық термоядролық синтез плазмасының транспорттық қасиеттері.....	43

Химия

<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Өзіндік ұйымдастыру үрдістерінің түсінігінде Больцман-Шеннон энтропиясының рөлі.....	53
<i>Комекова Н.М., Козлов В.А., Жұрынов М.Ж.</i> Қара сланецтен ванадийді күкүрт қышқылды атмосферлі-автоклавты шаймалау	62
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Абдувалиева У.А.</i> Молибден электродының натрий гидроксиді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті.....	70

Жер туралы ғылымдар

<i>Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Молдабаева Г.Ж., Метакса А.С.</i> Байкал көлі – көмірсутектердің табиғи реакторы..	77
--	----

Биология

<i>Хакімжанов А.А., Мамытова Н.С., Бескемпірова Ж.Д., Тілеген Б., Дәлелханқызы А., Кузовлев В.А., Айтхожина Н.Ө.</i> Бидайдың хитиназалық кешені және оның кейбір қасиеттері	85
--	----

Техникалық ғылымдар

<i>Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Жакипов Ж., Туриканов Т.С., Оразалин А., Матенов Н.</i> Парниктік газдар шығарындыларын азайту автоматтандырылған басқару жүйесін жану процесі биогаз математикалық модельдерін әзірлеу.....	94
<i>Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абылмағжанов А.З.</i> Хемосорбциялық аппаратта гидродинамикалық жағдайды және конструкциялық ерекшеліктерін ескере отырып ағындардың құрамын есептеу.....	106

Қоғамдық ғылымдар

<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Қазақ мәдениетіндегі білім беру жүйесінің бастаулары мәселесіне	115
<i>Даулетбаков Б.Д., Примжарова К.К., Қонырбеков М.Ж.</i> Қазақстан республикасы өңірлерінде интеллектуалды әлеуетпен қамтамасыз ету саласындағы инновациялық қызмет деңгейін модельдеу және бағалау.....	122
<i>Қалдыбай Қ.Қ., Абдрасилов Т.Қ., Насимов М.Ө.</i> Заманауи қазақ ойшылдарының дінтанулық мұраларындағы адам мәселесі.....	131
<i>Магай Т.П.</i> Трансформация бизнес-білім беру: инновациялық тәсіл.....	141
<i>Мырзағалиева А.Б., Туктасинова А.А., Самарханова Т.Н., Акзамбек А.М.</i> Алтай қасқыржидегін (<i>Daphnealtaicarpall.</i>) <i>In vitro</i> мәдениетіне енгізу.....	151
<i>Ордабаева М.</i> Қазақстандағы емдік-сауықтыру туризм үрдістерінің мәселелер мен ағымдары.....	161
<i>Саткалиева Т.С.</i> Қазақстан энергетикалық секторының даму үрдістері	167
<i>Берік А.Б.</i> Психикалық дамуы тежелген балаларды психологиялық қолдау.....	176

СОДЕРЖАНИЕ

Химия

<i>Шадин Н.А., Anderson J. A., Закарина Н.А., Волкова Л.Д.</i> Цеолитсодержащий (HY+HZSM-5) катализатор на пилларированном Al - монтмориллоните в крекинге утяжеленного вакуумного газойля.....	5
---	---

Социальные науки

<i>Курманов Н.А., Сатбаева А.Ж., Рахимбекова А.Е., Махатова А.Б.</i> Индекс развития человеческого потенциала: место Казахстана в современном мире.....	14
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Система оплаты и стимулирования труда на предприятиях реального сектора Казахстана.....	20
<i>Турабаев Г.К., Несипбеков Е.Н.</i> Работа с кадровым резервом как составляющая процесса развития образовательных организаций.....	27

Физика

<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Транспортные свойства плазмы инерционного термоядерного синтеза.....	34
<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Транспортные свойства плазмы инерционного термоядерного синтеза.....	43

Химия

<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Роль энтропии Больцмана-Шеннона в понимании процессов самоорганизации.....	53
<i>Комекова Н.М., Козлов В.А., Журинов М.Ж.</i> Сернокислотное атмосферно-автоклавное выщелачивание ванадия из черных сланцев.....	62
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Абдувалиева У.А.</i> Электрохимическое поведение молибденового электрода в растворе гидроксида натрия.....	70

Науки о Земле

<i>Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Молдабаева Г.Ж., Метакса А.С.</i> Озеро Байкал – природный реактор углеводородов.....	77
---	----

Биология

<i>Хакимжанов А.А., Мамытова Н.С., Бескемпирова Ж.Д., Тилеген Б., Далелханкызы А., Кузовлев В.А., Айтхожина Н.А.</i> Хитиновый комплекс пшеницы и некоторые его свойства.....	85
---	----

Технические науки

<i>Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Жакипов Ж., Туриканов Т.С., Оразалин А., Матенов Н.</i> Разработка математической модели для автоматизированной системы управления процессом сжигания биогаза для снижения выброса парниковых газов.....	94
<i>Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абилямагжанов А.З.</i> Расчет структуры потоков с учетом гидродинамической обстановки и конструктивных особенностей в хемосорбционном аппарате.....	106

Общественные науки

<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> К вопросу об истоках системы образования в казахской культуре.....	115
<i>Даулетбаков Б.Д., Примжарова К.К., Конырбеков М.Ж.</i> Моделирование и оценка уровня инновационной деятельности в сфере обеспечения интеллектуальным потенциалом регионов республики Казахстан.....	122
<i>Калдыбай К. К., Абдрасилов Т.К., Насимов М.О.</i> Проблема человека в религиозном наследии современных казахских мыслителей.....	131
<i>Магай Т.П.</i> Трансформация бизнес-образования: инновационный подход.....	141
<i>Мырзагалиева А.Б., Туктасинова А.А., Самарханов Т.Н., Акзамбек А.М.</i> Введение в культуру <i>In vitro</i> волчеягодника Алтайского (<i>Daphnealtaicapall</i>).....	151
<i>Ордабаева М.</i> Современные проблемы и тенденции развития лечебно-оздоровительного туризма в Казахстане.....	161
<i>Саткалиева Т.С.</i> Тенденции развития энергетического сектора РК.....	167
<i>Берик А.Б.</i> Психологическое сопровождение детей с задержкой психического развития.....	176

CONTENT

Chemistry

- Shadin N.A., Anderson J. A., Zakarina N. A., Volkova L.D.* Zeolite containing (HY+HZSM-5) catalyst on pillared Al-montmorillonite for cracking of weighted vacuum gas oil..... 5

Social sciences

- Kurmanov N., Satbayeva A., Rakhimbekova A., Makhatova A.* Human development index: place of Kazakhstan in the modern world..... 14
- Panzabekova A.Zh., Tyurabayev G.K.* The system of payment and stimulation of labor at real sector enterprises of Kazakhstan 20
- Tyurabayev G.K., Nesipbekov Ye. N.* Work with personnel pool as a constituent of educational organizations development process 27

Physics

- Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Issanova M.K., Tikhonov A., Kaikanov M.* Transport properties of inertial confinement fusion plasmas..... 34
- Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Issanova M.K., Tikhonov A., Kaikanov M.* Transport properties of inertial confinement fusion plasmas..... 43

Chemistry

- Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* The role of the boltzmann-Shannon entropy in understanding the processes of self-organization..... 53
- Komekova N.M., Kozlov V.A., Zhurinov M.Zh.* Sulfuric acid atmospheric pressure leaching of vanadium black shale..... 62
- Bayeshov A.B., Adaybekova A.A., Abduvaliyeva U.A.* Electrochemical behavior of electrodes of molybdenum in sodium hydroxide solution..... 70

Earth sciences

- Metaksa G.P., Chekushina T.V., Moldabaeva G.Zh., Metaksa A.S.* Lake Baikal - natural reactor of hydrocarbons..... 77

Biologiya

- Khakimzhanov A.A., Mamytova N.S., Beskempirova Zh.D., Tilegen B., Dalelhankhyzy A., Kuzovlev V.A., Aitkhozhina N.A.* Wheat chitinase complex and some of its properties..... 85

Technical sciences

- Zhirnova O.V., Toigozhinova A.Zh., Zhakipov Zh., Turikanov T.S., Orazalin A., Matenov N.* Development of mathematical models for automated control system combustion process biogas to reduce greenhouse gas emissions..... 94
- Kaldybaeva B.M., Khusanov A. E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Abilmagzhanov A.Zh.* Calculation of the bubble diameter, taking into account the hydrodynamic conditions and structural features in the chemisorption apparatus..... 106

Social Sciences

- Ayupova Z.K., Kussainov D.U.* To the question about the sources of the system of education in kazakh culture..... 115
- Dauletbaev B.D., Primzharova K.K., Konyrbekov M. Zh.* Modeling and assessment of the level of innovative activity in the sphere of intellectual potential of regions of the republic of Kazakhstan..... 122
- Kaldybay K.K., Abdrassilov T.K., Nassimov M.O.* The problem of human in the religious heritage of modern kazakh thinkers..... 131
- Magay T.P.* Transformation of business education: an innovative approach..... 141
- Myrzagaliev A.B., Tuktassinova A.A., Samarkhanov T.N., Akzambek A.M.* In vitro introduction of daphne *Altaica pall*..... 151
- Ordabayeva M.* Current issues and trends of the medical and health tourism in Kazakhstan..... 161
- Satkalieva T.* Trends in energy sector of Kazakhstan..... 167
- Berik A.B.* Psychological support of children with mental retardation..... 176

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 09.12.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
5,5 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.