

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

2017 • 1

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



Бас редакторы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Боос Э.Г. проф., академик (Қазақстан)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйцик 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, 2017

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 Вуйцик 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)
Сагаев 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, 2017 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)**Ilolov 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)**Severskyi 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, 2017

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

G.E. Sakhmetova¹, A.M. Brener¹, O.S. Balabekov²

¹ M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent;

² South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent

17-07-70@mail.ru

MATHEMATICAL MODELLING OF THE SCALE-UP PHENOMENON IN PURIFICATION OF WET TYRE TOWERS

Abstract. The aim of this work is to develop a model approach to the description of scale-up effect in the large scale packing towers of wet-type, applying to the co-current and counter current regimes. The basic idea is to average the dependences of the specific volumetric mass transfer coefficient for some typical cross sections of the apparatus. The whole height of the tower should be divided into several consecutive cells which vary in different mass-transfer coefficients averaged over the cross section of the columns. Determination of the height characteristics of each cell is carried out on the basis of solving the hydrodynamic model, and the volumetric mass transfer coefficient corresponding to the average one in each cell is produced by the experimental data obtained from small laboratory installation.

Keywords: biogas, gas mixture, separation, purification column, chemisorption cleaning, mass transfer, scale effect, concentration.

УДК 628.336.6

Г.Е. Сахметова¹, А.М. Бренер¹, О.С. Балабеков²

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент;

²Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, г. Шымкент

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА В ОЧИСТНЫХ КОЛОННАХ МОКРОГО ТИПА

Аннотация. Целью работы является разработка модельного подхода к описанию масштабного эффекта в колонных аппаратах мокрого типа для случаев режима противотока и прямотока. Основная идея работы заключается в усреднении зависимости объемного коэффициента массообмена по некоторым характерным поперечным сечениям аппарата. При этом высота аппарата разбивается на несколько последовательных ячеек, отличающихся различными усредненными по сечению колонны коэффициентами массообмена. Определение характерной высоты каждой такой ячейки определяется на основании решения задач гидродинамического моделирования, а значение соответствующего усредненного в каждой ячейке объемного коэффициента массообмена производится по экспериментальным данным, полученным на малогабаритных лабораторных установках.

Ключевые слова: биогаз, газовая смесь, сепарация, очистная колонна, хемосорбционная очистка, массообмен, масштабный эффект, концентрация.

1. Введение

Очистные колонны мокрого типа, реализующие инженерное оформление процессов абсорбции хемосорбции, получили широкое распространение в промышленности [1, 2]. Находят они также применение и в технологических схемах разделения биогаза на компоненты [3].

Сейчас известно несколько способов разделения биогаза на компоненты:

- адсорбционный способ, основанный на селективной адсорбции углекислого газа при пропускании биогаза через слой адсорбента. Этот метод требует предварительного сжатия смеси до давления 2–5 МПа [3];
- объемное растворение углекислого газа в жидких химических средах. При этом предусматривается пропускание биогаза под давлением до 2 МПа через жидкую среду [2, 3];
- способ мембранных технологий, основанный на различии коэффициентов диффузии газов через некоторые полимерные материалы. В этом способе разделение осуществляется путем продавливания биогаза, находящегося при высоком давлении, через мембрану, обладающую избирательной проницаемостью [3].

Процесс взаимодействия фаз в колонных аппаратах оформляется в виде двух основных схем: в режиме противотока и режиме прямотока [4]. Если речь идет об очистке биогаза в хемосорбционных колоннах, то, как правило, используемые в настоящее время биогазовые смеси, подвергаемые очистке, содержат не менее 70% метана [3]. Поэтому процесс осуществляется в режиме противотока, т.к. основным компонентом биогаза является метан, плотность которого составляет порядка 0.68 кг/м³.

В то же время, при большой начальной концентрации таких компонентов, как диоксид углерода, сероводород и при наличии других тяжелых газов плотность газовой смеси может превысить плотность воздуха при нормальных условиях. Такая проблема может стать актуальной, когда нужно будет извлекать метан из более бедных по составу газовых смесей. Тогда в ряде случаев целесообразно использование режима прямотока.

Кроме того, использование хемосорбционной очистки в колонных аппаратах в схемах сепарации биогаза может позволить добиться более высокой селективности на стадии мембранного разделения [3] и получить, помимо биогаза, некоторые полезные побочные продукты, например, аммиачную воду и другие.

В то же время, при проектировании схем сепарации биогаза возникает проблема масштабного перехода при проектировании очистного аппарата. Хотя эта проблема в целом хорошо известна [5], однако в случае наличия нескольких стадий сепарационного процесса в аппаратах различного типа, она приобретает особое значение. Как уже было выше отмечено, такая многостадийная обработка биогаза может стать актуальной при глубокой очистке, что является важной задачей также с точки зрения охраны окружающей среды.

В настоящей статье рассмотрен модельный подход к описанию масштабного эффекта в колонных аппаратах мокрого типа для случаев режима противотока и прямотока.

2. Математическая модель

С точки зрения масштабирования аппаратов, наиболее актуальными типами аппаратов являются аппараты насадочного типа, т.к. в них может быть организовано более равномерное распределение взаимодействующих жидкой и газовой фаз. В таких аппаратах зонами локализации наиболее интенсивного массообмена являются области насадочных тел, смоченных жидкостью и обтекаемых газовым потоком [6, 7].

Характер распределения жидкости по насадочному слою и картина его обтекания газовым потоком достаточно сложны [6, 7, 8]. Однако, полагая в дальнейшем, что габариты колонны и ее диаметр намного больше характерных размеров насадочных тел, будем описывать процессы распределения фаз в аппарате и процессы массообмена уравнениями непрерывного взаимодействия фаз.

Схемы потоков для режимов противотока и прямотока показаны на рисунке 1. Рассмотрим далее оба режима.

2.1 Противоток жидкой и газовой фаз

Уравнение массообмена в абсорбере

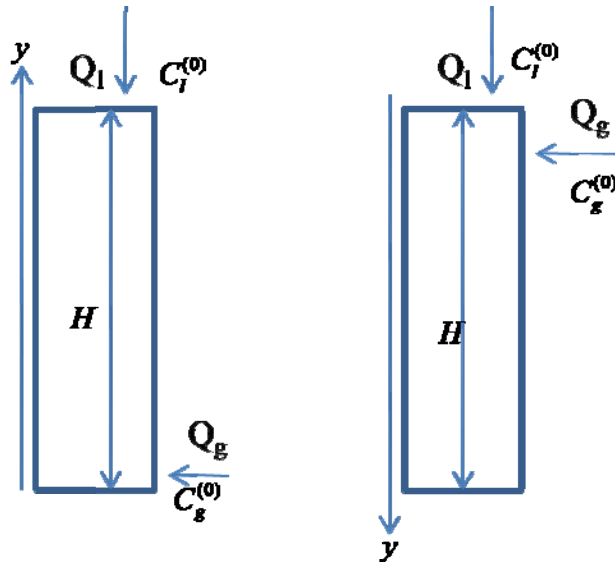
$$K_v F dy = -Q_g \frac{dC_g}{C_g - C_g^*} \quad (1)$$

Используя закон Генри [9] получаем

$$K_v F dy = \frac{Q_g dC_g}{\beta C_l - C_g} \quad (2)$$

Уравнение рабочей линии процесса для режима противотока (рис. 1 а)

$$C_g = \frac{Q_l}{Q_g} (C_l - C_l^{(0)}) + C_g^{(H)} \quad (3)$$



а) Противоток б) Прямоток

Рисунок 1- Схема потоков в колонном аппарате

Используя соотношения (1), (2) и уравнение рабочей линии (3), после преобразований получаем интегральное уравнение массообмена [9]

$$\int_0^y K_v ds d\omega = \frac{Q_l}{\lambda - 1} \ln \left(\frac{C_g (\lambda - 1) - \lambda (1 - \eta) C_g^{(0)} + \beta C_l^{(0)}}{C_g^{(0)} (\lambda - 1) - \lambda C_g^{(0)} + \beta C_l^{(0)}} \right) \quad (4)$$

В соотношении (4) введены следующие контрольные параметры процесса: абсорбционный фактор λ [4] и степень абсорбции η

$$\lambda = \frac{Q_l}{\beta Q_g}, \quad \eta = \frac{C_g^{(0)} - C_g^{(H)}}{C_g^{(0)}} \quad (5)$$

Важной особенностью формулы (4) является явное использование идеи о масштабном эффекте. Это выражается в том, что объемный коэффициент массообмена полагается зависящим от области его измерения, локализованной в сечении и в зависимости от высоты сечения.

Отсюда следует формула для расчета распределения концентрации улавливаемого компонента по высоте колонны

$$C_g = \frac{C_g^{(0)}}{1-\lambda} \left[(1-\lambda\eta) \exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} \int_0^y \int_0^y K_v ds d\omega\right) - \lambda(1-\eta) \right] + \frac{\beta C_l^{(0)}}{1-\lambda} \left[1 - \exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} \int_0^y \int_0^y K_v ds d\omega\right) - \lambda(1-\eta) \right] \quad (6)$$

Если в начальном сечении в орошающей жидкости отсутствует в растворенном или химически связанном виде улавливаемый компонент, то из (5) получаем более простое выражение

$$C_g = \frac{C_g^{(0)}}{1-\lambda} \left[(1-\lambda\eta) \exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} \int_0^y \int_0^y K_v ds d\omega\right) - \lambda(1-\eta) \right] \quad (7)$$

Идея дальнейшего упрощения полученной модели основывается на соображениях, впервые предложенных в работах [7, 9]. А именно, подобно тому, как это делается в диффузионной модели перемешивания [7], положим, что произведено усреднение зависимости среднего объемного коэффициента массообмена по некоторым характерным поперечным сечениям аппарата. Тогда всю высоту аппарата можно разбить на несколько последовательных ячеек, отличающихся различными усредненными по сечению колонны коэффициентами массообмена.

Определение характерной высоты каждой такой ячейки определяется на основании решения задач гидродинамического моделирования [8], а значение соответствующего усредненного в каждой ячейке объемного коэффициента массообмена производится по экспериментальным данным, полученным на малогабаритных лабораторных установках [9]. Таким образом, осуществляется декомпозиция сложной сопряженной модели на основании полуэмпирических соображений.

Используя последовательно эту идеологию, приходим к формулам для расчета степени абсорбции в колонном аппарате с учетом неравномерности распределения потоков по сечению и по высоте колонны:

$$\eta = \frac{\exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} F \sum_{i=1}^n \bar{K}_{g(i)} H_i\right) - 1}{\lambda \exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} F \sum_{i=1}^n \bar{K}_{g(i)} H_i\right) - 1} - \frac{\beta C_l^{(0)} \exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} F \sum_{i=1}^n \bar{K}_{g(i)} H_i\right) - 1}{C_g^{(0)} \lambda \exp\left(\frac{\lambda-1}{Q_g} F \sum_{i=1}^n \bar{K}_{g(i)} H_i\right) - 1} \quad (8)$$

В соотношении (8) средние коэффициенты массообмена определяются в характерных ячейках по соотношениям [9]

$$\bar{K}_{g(i)} = \frac{\int_{F_i}^{F_{i+1}} \int_{h_i}^{h_{i+1}} K_v ds d\omega}{F} \quad (9)$$

Высота каждой характерной ячейки, соответственно

$$H_i = h_{i+1} - h_i \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n H_i = H \quad (11)$$

где

Из выражения (8) видно, что можно ввести интегральный фактор масштабного эффекта в виде

$$\Phi = \frac{\lambda - 1}{Q_g} F \sum_{i=1}^n \bar{K}_{g(i)} H_i \quad (12)$$

Тогда выражение для расчета полной степени абсорбции при противотоке приобретает компактный вид

$$\eta_{\downarrow} = \frac{\exp(\Phi) - 1}{\lambda \exp(\Phi) - 1} \frac{\beta C_l^{(0)}}{C_g^{(0)}} \frac{\exp(\Phi) - 1}{\lambda \exp(\Phi) - 1} \quad (13)$$

2.2 Прямоток жидкой и газовой фаз

Случай прямотока отличается прежде всего уравнением рабочей линии процесса абсорбции

$$C_g = -\frac{Q_l}{Q_g} (C_l - C_l^{(0)}) + C_g^{(0)} \quad (14)$$

Интегральное уравнение массообмена приобретает вид

$$\int_F^y K_v ds d\omega = \frac{Q_l}{1 - \lambda} \ln \left(\frac{C_g (1 - \lambda) + \lambda C_g^{(0)} + \beta C_l^{(0)}}{C_g^{(0)} (1 - \lambda) + \lambda C_g^{(0)} + \beta C_l^{(0)}} \right) \quad (15)$$

Интегральный фактор масштабного эффекта имеет тот же вид (12).

Выражение для расчета полной степени абсорбции приобретает вид

$$\eta_{\uparrow} = -\frac{\exp(\Phi) - 1}{\lambda \exp(\Phi) - 1} + \frac{\beta C_l^{(0)}}{C_g^{(0)}} \frac{\exp(\Phi) - 1}{\lambda \exp(\Phi) - 1} \quad (16)$$

Полученные выражения имеют особенность при $\lambda = 1$. Вместе с тем, такая ситуация является крайне маловероятной, но в этом редком случае необходимые формулы получаются путем несложного предельного перехода [9].

Заключение

Предложенная математическая модель масштабного перехода в процессе расчета степени улавливания газовых компонентов из газовых смесей может быть использована в качестве основы инженерной методики расчета крупногабаритных колонных аппаратов мокрого типа, т.к. позволяет произвести декомпозицию модели, рассматривая отдельно гидродинамические характеристики насадочного аппарата, и, используя опытные данные, полученные на малогабаритных лабораторных установках.

Эта модель обладает достаточной гибкостью и легко может быть адаптирована как для описания физической абсорбции в крупногабаритных колонных аппаратах, так и хемосорбции, что особенно важно для оптимального проектирования очистных аппаратов, используемых в сложных многостадийных схемах газовой сепарации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Семененко И.В., Кравец В.А. Комплексная переработка отходов животноводства с получением органических удобрений и биогаза // Труды I Международной конференции «Энергия из биомассы». – Киев, 2002.
- [2] Назаренко В.А. Обогащение биогаза метаном с помощью мембранного сепаратора // Научно-технический бюллетень по электрификации сельского хозяйства. – 1989. – №1. – С.56-62.
- [3] Стребков Д.С., Ковалев А.А. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства. // Техника и оборудование для села - 2006. - №11. - С.28-30
- [4] Рамм В. М. Абсорбция газов, М. Химия, 1976.

- [5] Розен А. М. Масштабный переход в химической технологии, М. Химия, 1980.
- [6] Brenner A.M., Bolgov N.P., Sokolov N.M., Tarat E.Ya. The application of random walk methods to the modelling of liquid distribution over the regular shelf packing/ *Theor. Found. of Chem. Eng.*, Vol. 15, No1, 1981, P. 62-67.
- [7] Brenner A.M. Adaptation of random walk methods to the modelling of liquid distribution in packed columns/ *Advances in Fluid Mechanics IV/Eds. Rahman M., Satish M.G.*, 2002, P. 291-300.
- [8] Balabekov B.Ch., Brenner A.M., Balabekov O.S. Numerical modeling of heat and mass transfer processes upon the flowing of regular structures by gas-drop flow/ *Theor. Found. of Chem. Eng.*, Vol. 50, No3, 2016, P. 273-285.
- [9] Бренер А.М., Болгов Н.П., Тарат Э.Я., Соколов Н.М., Орымбетов Э. О расчете степени абсорбции в аппарате с регулярной полочной насадкой/ *Экологическая технология и очистка промышленных выбросов/ Под ред. Тарата Э.Я., Туболкина А.Ф.*, 1980, Ленинград, С. 42-57.

REFERENCES

- [1] Semenenko I.V., Kravec V.A. Complex processing of animal waste with the receipt of organic fertilizers and biogas . *Proceedings of the I International conference "Biomass for Energy".Kiev*, 2002. (in Russ.)
- [2] Nasarenko V.A. The enrichment of biogas methane using a membrane separator . *Scientific and technical Bulletin of rural electrification* 1989, №1.56-62. (in Russ.)
- [3] Strebkov D.S., Kovalev A.A. Biogas plant for processing animal waste. *Machinery and equipment for the village*. 2006, №11.28-30 (in Russ.)
- [4] Ramm V. M. Absorption of gases , М.: Himija,1976. (in Russ.)
- [5] Rosen A. M. Large-scale transition in chemical technology, М.: Himija,1980. (in Russ.)
- [6] Brenner A.M., Bolgov N.P., Sokolov N.M., Tarat E.Ya. The application of random walk methods to the modelling of liquid distribution over the regular shelf packing/ *Theor. Found. of Chem. Eng.*, Vol. 15, No1, 1981, P. 62-67. (in Eng.)
- [7] Brenner A.M. Adaptation of random walk methods to the modelling of liquid distribution in packed columns. *Advances in Fluid Mechanics IV.Eds. Rahman M., Satish M.G.*, 2002, P. 291-300. (in Eng.)
- [8] Balabekov B.Ch., Brenner A.M.,Balabekov O.S. Numerical modeling of heat and mass transfer processes upon the flowing of regular structures by gas-drop flow.*Theor. Found. of Chem. Eng.*,Vol.50,No3,2016,273-285 (in Eng.)
- [9] Brenner A.M., Bolgov N.P., Tarat E.Ya., Sokolov N.M., Orimbetov Ya . On the calculation of the degree of absorption in the apparatus with a regular nozzle shelf. *Environmental technology and treatment of industrial emissions*. Leningrad.1980, 42-57. (in Russ.)

Г.Е. Сахметова¹, А.М. Бренер¹, О.С. Балабеков²

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы, Қазақстан

²Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент қаласы, Қазақстан

СУЛЫ ТИПТІ ТАЗАЛАЙТЫН БАҒАНАЛАРДА АУҚЫМДЫ ӘСЕРІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аннотация. Жұмыстың мақсаты - тура және қарсы ағымдағы режимде сулы типті бағаналы аппараттарда ауқымды әсерін сипаттау үшін моделді тәсілді өңдеу. Жұмыстың негізгі идеясы, ол аппаратын кейбір типтік көлденең қимасы бойынша орташа көлемді массаалмасу коэффициентінің байланысын орташалау болып табылады. Аппаратың биіктігі бірнеше тізбектелген ұяшықтарына бөлінеді және бағананың қимасы бойынша орташаланған массаалмасу коэффициентімен ерекшеленеді. Әрбір осындай ұяшықтың тән биіктігін анықтауы гидродинамикалық модельдеу шешу негізінде анықталады және әр ұяшығында орташаланған көлемді масса коэффициентінің мәні шағын зертханалық қондырғыларда эксперименттік деректермен өндіріледі.

Түйін сөздер: биогаз, газ қоспасы, ажырату, тазарту бағана, хемосорбциялық тазалау, массаалмасу, ауқымды әсері, шоғырлануы.

Сведения об авторах:

Сахметова Гульмира Едиловна - PhD докторант по специальности технологические машины и оборудование. Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, Республика Казахстан г. Шымкент;

Бренер Арнольд Михайлович - д.т.н., профессор. Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, Республика Казахстан г.Шымкент;

Балабеков Оразалы Сатимбекович - д.т.н., Академик НАН РК. Южно-Казахстанского государственного педагогического института, Республика Казахстан г. Шымкент

МАЗМҰНЫ

Астрофизика

Буртебаев Н., Зазулин Д.М., Керимкулов Ж.К., Бактыбаев М., Буртебаева Дж., Алимов Д.К., Насурлла М. Астрофизикалық энергияларда $^{16}\text{O}(\text{p},\text{p})^{16}\text{O}$ серпімді шашырау процесінің дифференциалдық қималары бойынша жаңа өлшеулер..... 5

Техникалық ғылымдар

Полецук О.Х., Яркова А.Г., Адырбекова Г.М., Журхабаева Л.А., Саидахметов П.А. Тығыздықтың функционал теориясын қолданып триазолоксидтердің түзілу реакциясының механизмін зерттеу..... 11

Қартбаев Т.С. Тұлғаның аутентификациясы аясындағы есептерді шешудегі нейрожелілік технологияларды қолдану..... 19

Биология

Өсікбаева С.Ө., Орынбаева З.С., Төлеуханов С.Т. Қатерлі қуық асты ісігіне табиғи полифенолдар қосылыстарының әсер ету механизмдері..... 23

Медицина

Ожикенова А.К., Құрақбаев Қ.Қ., Қаратаев М., Ожикенов Қ.А. Күндізгі стационардағы төсек орындарының пайдалануды бақылау және талдау..... 31

Қоғамдық ғылымдар

Абдрахманов Т.Қ., Қалдыбай Қ.Қ. Буддизмнің философиялық және этикалық құндылықтары..... 35

Техникалық ғылымдар

Удербаяева А.Е., Машеков С.А., Абсадықов Б.Н. Алюминий қорытпаларының профильдер өндірісіне талдау..... 42

Высоцкая Н.А., Кабылбекова Б.Н., Курбанбеков К.Т., Джаксылықова Р.Б., Аманбаева К.Б., Шапалов Ш.К. Жылудың қамту жүйелерінің құбырларындағы шөккен қақтардың құрамы және олардың жуғыш ерітінділер тандаудағы рөлі..... 47

Қартбаев Т.С. Тұлғаның аутентификациясы аясындағы есептерді шешудегі нейрожелілік технологияларды қолдану..... 52

Касимов Б.С., Тайсариева Қ.Н. Радиэлектрондық құрылғылардың баспа платаларының сенімділігін аппараттық түрде жүзеге асыру..... 57

Сахметова Г.Е., Бренер А.М., Балабеков О.С. Сулы типті тазалайтын бағаналарда ауқымды әсерінің математикалық модельдеу..... 62

Химия

Нүркенов О.А., Фазылов С.Д., Ғазалиев А.М., Сәтбаева Ж.Б., Амерханова Ш.К., Кәріпова Г.Ж. Изоникотин қышқылы гидразиді туындыларының синтезі мен қасиеттері..... 68

Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М. ф саны және сандардың дағдылы қатары 79

Мусабекова Л.М., Қалбаева А.Т., Балабеков О.С., Құрақбаева С.Ж., Ельбергеннова Ф.Ж. Химиялық реакторлардағы концентрациялық осцилляциялар және жылжымалы фронттар. Математикалық үлгілер және оларды талдау..... 86

Мусабекова Л.М., Қалбаева А.Т., Балабеков О.С., Құрақбаева С.Ж., Усенова А.Ж. Химиялық реакторлардағы концентрациялық осцилляциялар және жылжымалы фронттар. Сандық эксперимент..... 96

Насиров Р. Д.И. Менделеевтің периодтық системасындағы IV - периодының байланыстырушы d - элементтері... 107

Биология

Мырқасымова А.С. Қырыққабаттың күн көбелектің жапырақты ағаштар үшін зиянкестігі (*Mamestra Brassicae* (Linnaeus, 1758) 112

Бахтиярова Ш.К., Қалекешов А.М., Макашев Е.К., Жақсымов Б.И., Қорғанбаева А.А., Капышева У.Н. Маңғыстау облысы тұрғындарының қалқанша безінің функционалдық ерекшеліктері..... 118

Махан А.Ж., Анарбекова А.І., Абидаева Р.А., Дауылбай А.Д., Рысбаева Г.С. Цианобактерия *Spirulina*-ның биологиялық сипаттамасы мен биотехнологиядағы рөлі..... 124

Өсікбаева С.Ө., Орынбаева З.С., Төлеуханов С.Т. Қатерлі қуық асты ісігіне табиғи полифенолдар қосылыстарының әсер ету механизмдері..... 130

Скиба Ю.А., Исмагулова Г.А., Чиркин А.П., Жидкеева Р.Е., Мальцева Э.Р., Бисенбай А.О., Березовский Д.В., Кузнецов А.Н., Сыздықов М.С., Айтхожина Н.А. Бруцеллез қоздырушыларының эпидемиологиялық бақылауын жетілдіруге арналған Қазақстан аумағында айналымда жүрген *Brucella SPP* штамдарының молекулалық-генетикалық типтелуі..... 141

Чиркин А.П., Есімбекова М.А., Мукин К.Б., Исмагулова Г.А. Оңтүстік және оңтүстік-шығыс қазақстандық *Aegilops Cylindrica* және *Aegilops Tauschii* популяцияларының филогенетикалық талдауы..... 150

Аграрлық ғылым

Салхов Т.Қ. Астана қаласының маңындағы геоэкожүйелеріндегі топырақ жамылғысының физикалық қасиеттері..... 156

Қоғамдық ғылымдар

Куртджемпе И., Дервиш Л. Триполиға италиян әскерлерінің шабуылы, Мұстафа Кемаль және оның жауынгерлерінің жаумен күреске шығуы..... 161

Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө. Мемлекет және құқық теориясы методологиясы және пәні мәселесіне..... 172

Картаева Т.Е. Түйенің қазақтардың тіршілікқашы жүйесіндегі рөлі..... 179

Кокұмбаева Б., Сағиқызы А. «Мәңгілік ел» – рухани эволюцияның жаңа сатысы 193

Пралиев Б.С. Қазақстанның монокалаларындағы инновациялық кәсіпкерліктің даму мәселелері..... 199

СОДЕРЖАНИЕ

Астрофизика	
<i>Буртебаев Н., Зазулин Д.М., Керимкулов Ж.К., Бактыбаев М., Буртебаева Дж., Алимов Д.К., Насурлла М.</i> Новые измерения дифференциальных сечений процесса упругого рассеяния $^{16}\text{O}(p,p)^{16}\text{O}$ при астрофизических энергиях.....	5
Технические науки	
<i>Полещук О. Х., Яркова А. Г., Адырбекова Г.М., Журхабаева Л.А., Саидахметов П.А.</i> Исследование механизма реакции образования триазолоксидов с использованием теории функционала плотности.....	11
<i>Картбаев Т.С.</i> Использование нейросетевых технологий при решении задач в области аутентификации личности.....	19
Биология	
<i>Осикбаева С.О., Орынбаева З.С., Тулеуханов С.Т.</i> Механизмы действия полифенольных соединений на раковые клетки простаты.....	23
Медицина	
<i>Ожикенова А.К., Куракбаев К.К., Каратаев М., Ожикенов К.А.</i> Мониторинг и анализ использования коечного фонда дневных стационаров.....	31
Общественные науки	
<i>Абдрасилов Т.К., Калдыбай К. К.</i> Философский и этические ценности буддизма.....	35

Технические науки	
<i>Удербаяева А.Е., Машеков С.А., Абсадыков Б.Н.</i> Анализ производства профилей из алюминиевых сплавов.....	42
<i>Высоцкая Н.А., Кабылбекова Б.Н., Курбанбеков К.Т., Джаксылыкова Р.Б., Аманбаева К.Б., Шапалов Ш.К.</i> Состав накипных отложений в трубах систем теплоснабжения, их роль в подборе промывных растворов.....	47
<i>Картбаев Т.С.</i> Использование нейросетевых технологий при решении задач в области аутентификации личности.....	52
<i>Касимов Б. С., Тайсариева К.Н.</i> Аппаратная реализация надежности печатных плат радиоэлектронных средств	57
<i>Сахметова Г.Е., Бренер А.М., Балабеков О.С.</i> Математическое моделирование масштабного эффекта в очистных колоннах мокрого типа.....	62
Химия	
<i>Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Газалиев А.М., Сатпаева Ж.Б., Амерханова Ш.К., Карипова Г.Ж.</i> Синтез и свойства производных гидразида изоникотиновой кислоты.....	68
<i>Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Число ϕ и натуральный ряд чисел.....	79
<i>Мусабекова Л.М., Калбаева А.Т., Балабеков О.С., Куракбаева С.Д., Ельбергеннова Г.Ж.</i> Концентрационные осцилляции и подвижные фронты в химических реакторах. Математические модели и их анализ.....	86
<i>Мусабекова Л.М., Калбаева А.Т., Балабеков О.С., Куракбаева С.Д., Усенова А.Ж.</i> Концентрационные осцилляции и подвижные фронты в химических реакторах. Численный эксперимент.....	96
<i>Насиров Р.</i> О связывающих d-элементах I-VIII групп 4-го периода периодической системы Д.И. Менделеев.....	107
Биология	
<i>Мыркасимова А.</i> Вредононость капустной совки (<i>Mamestra Brassicae</i> (Linnaeus, 1758) для лиственных деревьев..	112
<i>Бахтиярова Ш.К., Калекешов А.М., Макашев Е.К., Жаксымов Б.И., Корганбаева А.А., Капышева У.Н.</i> Функциональные особенности щитовидной железы у населения мангистауской области.....	118
<i>Махан А.Ж., Анарбекова А.И., Абидаева Р.А., Дауылбай А.Д., Рысбаева Г.С.</i> Цианобактерии <i>Spirulina</i> биологическое описание и роль в биотехнологии.....	124
<i>Осикбаева С.О., Орынбаева З.С., Тулеуханов С.Т.</i> Механизмы действия полифенольных соединений на раковые клетки простаты	130
<i>Скиба Ю.А., Исмагулова Г.А., Чиркин А.П., Жидкеева Р.Е., Мальцева Э.Р., Бисенбай А.О., Березовский Д.В., Кузнецов А.Н., Сыздыков М.С., Айтхожина Н.А.</i> Молекулярно-генетическое типирование штаммов <i>Brucella</i> SPP., циркулирующих в Казахстане для усовершенствования эпидемиологического мониторинга возбудителей бруцеллеза.....	141
<i>Чиркин А.П., Есимбекова М.А., Мукин К.Б., Исмагулова Г.А.</i> Филогенетический анализ популяций <i>Aegilops cylindrica</i> и <i>Aegilops Tauschii</i> южного и юго-восточного Казахстана.....	150
Аграрные науки	
<i>Салихов Т.К.</i> Физические свойства почвенного покрова геозкосистем пригорода Астаны.....	156
Общественные науки	
<i>Куртджемпе И., Дервиш Л.</i> Нападение итальянцев на Триполи, участие Мустафы Кемалея и его соратников в борьбе с врагом.....	161
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> К вопросу о предмете и методологии теории государства и права	172
<i>Картаева Т. Е.</i> Роль верблюда в системе жизнеобеспечения казахов	179
<i>Кокумбаева Б.Д., Сагикызы А.</i> «Мәңгілік Ел» как новая ступень духовной эволюции	193
<i>Прашев Б.С.</i> Проблемы развития инновационного предпринимательства в моногородах Казахстана.....	199

CONTENT

Astrophysics	
<i>Burtebayev N., Zazulin D.M., Kerimkulov Zh.K., Baktybayev M., Burtebayeva J., Alimov D.K., Nassurilla M.</i> New measurements of differential cross section for elastic scattering process of $^{16}\text{O}(p,p)^{16}\text{O}$ at astrophysical energies.....	5
Technical sciences	
<i>Poleshchuk O.Kh., Yarkova A.G., Adyrbekova G.M., Zhurhabayeva L. A., Saidakhmetov P.A.</i> Study of the mechanism of the reaction of triazolide's formation of using the density functional theory.....	11
<i>Kartbayev T.S.</i> Using the neural network technology in solving the tasks of personal identification	19
Biology	
<i>Ossikbayeva S.O., Orynbayeva Z.S., Tuleukhanov S.T.</i> The mechanism of polyphenolic compounds on prostate cancer.....	23
Medicine	
<i>Ozhikenova A.K., Kurakbayev K.K., Karataev M., Ozhikenov K.A.</i> Monitoring and analysis of bedspace use in day hospitals.....	31
Social sciences	
<i>Abdrasilov T.K., Kaldybay K.K.</i> Philosophical and ethical values of buddhism.....	35

Technical sciences	
<i>Uderbaeva A.E., Mashekov S.A., Absadykov B.N.</i> Analysis of the production of aluminum alloy.....	42
<i>Vysotskaya N. A., Kabylbekovab.N., Kurbanbekov K. T., Dzhaksylykova R. B., Amanbayev K. B., Shapalov Sh.K.</i> Structure of furring deposits in pipes of systems heat supply systems, its role in selection of washing solutions.....	47
<i>Kartbayev T.S.</i> Using the neural network technology in solving the tasks of personal identification	52
<i>Kassimov B. S., Taissariyeva K. N.</i> Apparatus realized reliability of radio electronic facilities' print boards.....	57
<i>Sakhmetova G.E., Brener A.M., Balabekov O.S.</i> Mathematical modelling of the scale-up phenomenon in purification of wet tyre towers	62
Chemistry	
<i>Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Gazaliev, A.M. Satpaeva Zh.B., Amerkhanova Zh.K., Karipova G.Zh.</i> Synthesis and properties derivatives of hydrazide isonicotinic acid.....	68
<i>Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.</i> Number ϕ and natural series of numbers.....	79
<i>Musabekova L.M., Kalbayeva A.T., Balabekov O.S., Kurakbayeva S.D., Elbergenova G.Zh.</i> Concentration oscillations and moving fronts in the chemical reactors. Mathematical models and their analysis.....	86
<i>Musabekova L.M., Kalbayeva A.T., Balabekov O.S., Kurakbayeva S.D., Usenova A.Zh.</i> Concentration oscillations and moving fronts in the chemical reactors. Numerical experiment.....	96
<i>Nasirov R.</i> Binding d-elements of the 4th period I-VIII groups of the periodic system.....	107
Biology	
<i>Myrkasimova A.C.</i> Deleterious of cabbage moth (<i>Mamestra Brassicae</i> (Linnaeus, 1758) for deciduous trees.....	112
<i>Бахтиярова Ш.К., Қалекешов А.М., Макашев Е.К., Жақсымов Б.И., Қорғанбаева А.А., Капышева У.Н.</i> Маңғыстау облысы тұрғындарының қалқанша безінің функционалдық ерекшеліктері.....	118
<i>Makhan A.Zh., Anarbekova A.I., Abildaeva R.A., Dauilbai A.D., Rysbayeva G.S.</i> Cyanobacteria <i>Spirulina</i> : biological characteristics and the role in biotechnology.....	124
<i>Ossikbayeva S.O., Orynbayeva Z.S., Tuleukhanov S.T.</i> The mechanism of polyphenolic compounds on prostate cancer.....	130
<i>Skiba Y. A., Ismagulova G. A., Chirkin A. P., Zhidkeeva R.E., Maltseva E. R., Bissenbay A.O., Berezovsky D.V., Kuznetsov A. N., Syzdykov M. S., Aitkhozhina N.A.</i> Molecular-genetic typing of <i>brucella</i> SPP. strains circulating in Kazakhstan for the improvement of epidemiological monitoring of brucellosis causative agents.....	141
<i>Chirkin A.P., Yessimbekova M.A., Mukin K.B., Ismagulova G.A.</i> Phylogenetic analysis of <i>Aegilops cylindrica</i> and <i>Aegilops Tauschii</i> populations inhabiting the territory of southern and south-eastern Kazakhstan.....	150
Agricultural sciences	
<i>Salikhov T.K.</i> The physical properties of soil geoecosystems of Astana suburb	156
Social Sciences	
<i>Kurtcephe İ., Dervish L.</i> The italian attack on Tripoli, the part of Mustafa Kemal and his associates in the fight with the Enemy.....	161
<i>Ayupova Z.K., Kussaino D.U.</i> To the question of the subject and methodology of the theory of the state and the law.....	172
<i>Kartaeva T.E.</i> The role of camel in the life of the Kazakhs.....	179
<i>Kokumbayeva B.D., Sagikyzy A.</i> Маңғілік Ел (Мәңгілік Ел) as a new stage of spirit evolution.....	193
<i>Praliev B.S.</i> Problems of development of innovative business in monocities of Kazakhstan.....	199

**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, А.Е. Бейсебаева*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.02.2017.

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

13 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19