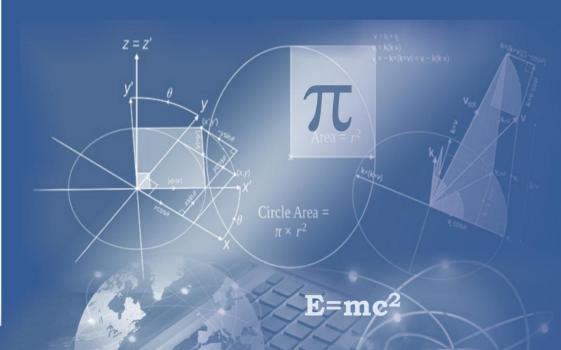


Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

Казахский национальный педагогический университет имени Абая

XАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы серия «Физико-математические науки»



Nº3(63)

2018

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Казахский национальный педагогический университет имени Абая Abai University

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы Серия «Физико-математические науки» "Physics & Mathematical Sciences" №3(63)

Абай	атындағы	Қазақ	ұлттық
педан	гогикалық	униве	рситеті

ХАБАРШЫ

"Физика-математика ғылымдары" сериясы № 3 (63)

Бас редактор ф.-м.ғ.д. А.С. Бердышев

Редакция алқасы: Бас ред. орынбасары: ф.-м.г.д. З.Г. Уалиев

Жауапты хатшылар: п.г.к. О.С. Ахметова

Редакциялық алқа мүшелері: Dr.Sci. Alimhan K. (Japan), Phd.d.Cabada A. (Spain), Phd.d. Ruzhansky M. (England), п.ғ.д., ҚР ҰҒА корр. мүшесі А.Е. Абылкасымова, т.г.д. Е.Амиргалиев, ф.-м.г.к. М.Ж. Бекпатшаев, п.г.д. Е.Ы. Бидайбеков, ф.-м.г.д. М.Т. Дженалиев, ф.-м.ғ.д. ҚР ҰҒА академигі М.Н. Калимолдаев, ϕ .-м.г.д. Б.А. Қожамқұлов, ϕ .-м.г.д. **Ф.Ф. Комаров** (Беларусь), ф.-м.ғ.д. ҚР ҰҒА корр. мүшесі В.Н. Косов, т.г.д. М.К. Құлбек, ф.-м.г.д. В.М. Лисицин (Ресей), п.г.д.Э.М. Мамбетакунов (Кырғыз Республикасы), ф.-м.г.д. С.Т. Мухамбетжанов, ф.-м.г.д. УР ҒА академигі А.Садуллаев (Узбекистан), д.п.н. Е.А. Седова (Ресей), ф.-м.г.д. А.Л. Семенов (Ресей), ф.-м.г.д. К.Б. Тлебаев, т.ғ.д. ҚР ҰҒА корр. мүшесі А.К. Тулешов, ф.-м.г.д. ҚР ҰҒА академигі

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2018

Г.У. Уалиев

Қазақстан Республикасының Ақпарат министрлігінде тіркелген № 4824 — Ж - 15.03.2004 (Журнал бір жылда 4 рет шығады) 2000 жылдан бастап шығады

Басуға 30.06.2018 ж. қол қойылды Пішімі $60x84^{-1}/_8$. Көлемі 45 е.б.т. Таралымы 300 дана. Тапсырыс 273

050010, Алматы қаласы, Достық даңғылы,13

Абай атындағы ҚазҰПУ-ің "Ұлағат" баспасы

Мазмұны Содержание

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Аодикаликова Г.А., Аитенова Г.М., Сартаоанов ж.А.	
Многопериодическое решение системы интегро-дифференциальных	_
уравнений в частных производных	5
Әбілқасымова А.Е., Тұяқов Е.А., Капарова Р.М., Дюсов М.С.	
математиканы оқыту әдістемесінен практикалық сабақтарда болашақ	
математика мұғалімдерінің әдістемелік дайындығын жетілдіру	12
Бейсебай П.Б., Мухамедиев Г.Х. Об одном методе нахождения частного	
решения линейного неоднородного уравнения с постоянными	
коэффициентами произвольного порядка	17
Бейсенби М.А., Башеева Ж.О., Сатыбалдина Д.К., Кишубаева А.Т.	
Синтез систем управления по выходу объекта градиентно-скоростным	
методом вектор функций Л.М.Ляпунова	28
Бектемесов М.А., Касенов С.Е., Әскербекова Ж.Ә. Итерационные	
методы решения прямой задачи для уравнения Гельмгольца	34
Джургабаев С.Е., Каримов С.А. Екі өлшемді үшін бигармониялы	4.0
тендеулердің шеттік есептерінің Грин функциялары	40
Жанузакова Д.Т., Коныркулжаева М.Н., Таирова А.Б. Представление	4.0
резольвенты диффернциального оператора на геометрическом графе	43
Искакова Н.Б., Маскеуова А., Саматова С. Об одном методе решения	
многоточечной краевой задачи для нагруженного обыкновенного	
дифференциального уравнения	49
Қайратқызы Ә., Нұрат И.Қ., Шайхова Г.Н. Дисперсиялық емес жүйе	7 0
тендеулерінің нақты шешімдері	58
Каратабанова С.Ж. Понятие обратной теоремы в математическом	
образовании	63
Karibayeva Y. Modeling of the Viral Diseases Spread Problem	66
Кульжумиева А.А., Жәшім Н.Б. Анализ существования периодического	
решения линейной однородной системы $D_{\scriptscriptstyle e}$ -уравнений третьего порядка	72
Мирзакулова А.Е., Дауылбаев М.Қ. Құрақ-тұрақты аргументті	
сингулярлы ауытқыған дифференциалдық теңдеу үшін коши есебі	70
шешімінің асимптотикалық жіктелуі	79
Мирзакулова А.Е. Сингулярлы ауытқыған жоғарғы ретті интегралды-	
дифференциалдық теңдеу үшін коши есебі шешімінің асимптотикалық	0.5
жіктелуі	85
Назарова К.Ж., Алиханова Б.Ж., Еркишева Ж.С. Сызықты	
дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін интегралдық шартты шеттік	02
есептің бірмәнді шешілуі және оның шешімін табудың алгоритмі	92
Нургабыл Д.Н., Алибекова К.А. Общая краевая задача для сингулярно	100
возмущенных дифференциальных уравнений	102
Сатыбалдиев О.С., Орынбасар А.М. Задачи оптимизации и их роль для	100
профессиональной подготовки будущего учителя математики	108
Сигаловский М.А. Дифференциальные свойства целевого функционала в	112
одной обратной локационной задаче гравиметрии	113
Султанов М.А. Приближенное численное решение прямой задачи	122
рассеяния	122
Султанов М.А., Бердышева Д.А., Ибрагимов Р., Ерназар А.С.	
Численное решение двумерной задачи продолжения гравитационных	107
полей методом сопряженных градиентов.	127
Sydykhov B.D. Alyaz A. Theoretical features of the future teacher preparation for the fermation of functional literacy of primary school students in the	
for the formation of functional literacy of primary school students in the integrated teaching of Mathematics and Physics.	135
Темирбекова Л.Н. Модифицированный метод приближенного решения	133
интегрального уравнения Фредгольма первого рода	140
Tulenov K.S., Dauitbek D. The noncommutative $H_E(\mathcal{A}; \ell_1)$ space	145
Turnov 15,0% Daniber D. The honcommutative 11 (10) 17 space	1+3

педагогический университет	линейных дифференциальных уравнений дробного порядка
имени Абая	Утемаганбетов З.С., Кулжагарова Б.Т., Рамазанова Х.С., Кощанова
ВЕСТНИК	Г.Р. Альтернативный и расширенный вариант метода прогонки численного решения 2-ой и 3-ей краевых задач для линейных
рия "Физико-математические науки"	дифференциальных уравнений второго порядка
муки № 3 (63)	Ysmagul R.S., Kolesnikova A.S. On one account system of integro-differential
312 3 (03)	equations in private derivatives of first order
Главный редактор	
$\partial.\phi$ м.н. А.С. Бер дышев	TANDANAA TANDANAANA ADAW MINA DI HACIII DA
Редакционная коллегия:	ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
Зам.главного редактора:	
<i>д.фм.н.</i> 3.Г. Уалиев	Айтжанов С.Е., Жанузакова Д.Т., Ашурова Г.Р., Беимбетова А.Б.
Ответ. секретарь:	Разрушение решений обратной задачи для уравнения теплопроводности
п.г.к. О.С. Ахметова	со степенной нелинейностью
	Акитай Б.Е., Жарқын Қ., Құрымбай Э. Физиканы оқытудағы тарихи
Члены редколлегии: Dr.Sci. Alimhan K. (Japan),	материалдардың ролі
Phd.d.Cabada A. (Spain),	Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Березовская И.Э.,
Phd.d. Ruzhansky M. (England),	Бекетаева М.Т. Проведение вычислительных экспериментов по физике
п.ғ.д., член-корр НАН РК	горения в высшем учебном заведении
А.Е. Абылкасымова,	Akhmetov B., Seitov A., Amanzholov T.E., Kaltayev A. Energy Performance
д.т.н. Е.Амиргалиев,	of Hybrid Thermal Energy Storage
к.фм.н. М.Ж. Бекпатшаев, д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков,	Баймолда Д., Чадраабал Ш. Табиғи минералдар құрамындағы темірді
о.п.н. Е.ы. Бидаиоеков, ∂.фм.н. М.Т. Дженалиев,	рфа және мессбауэр әдістерімен зерттеу
д.фм.н., академик НАН РК	Башкиров М.В., Айсаев Е.С. Интеллектуальные энергосистемы
М.Н. Калимолдаев,	Бисембаев К., Серикбаева Н.Б. Исследование устойчивости состояния
$\partial.\phi$ м.н. Б.А. Кожамкулов,	равновесия виброзащищаемых тел на опорах качения, со спрямленными
д.фм.н. Ф.Ф. Комаров	поверхностями, с учетом деформируемости основания Бисембаев К., Тезекеев С.М., Накыпбек Г.Р. Колебания физического
(Республика Беларусь),	маятника с вращающейся точкой подвеса, с неидеальным источником
д.фм.н, член-корр НАН РК В.Н. Косов,	энергии
д.н. косов, ∂.т.н. М.К. Кулбек,	Диярова Л.Д. Некоторые особенности движения двухслойной жидкости в
фм.н. В.М. Лисицин (Россия),	закрытых каналах
д.п.н. Э.М. Мамбетакунов	Жилисбаева К.С., Жилисбаев А.А., Исмаилова А.Ж. Математическое
(Киргизская Республика),	моделирование задачи магнитной стабилизации намагниченного спутника
.фм.н. С.Т. Мухамбетжанов,	на наклонной орбите
д.фм.н., академик АН РУ А.Садуллаев (Узбекистан),	Искакова К.А., Бидайбеков Е.Ы. Механизм образования оксида меди(II)
А.Садуллаев (Узоекистан), д.п.н. Е.А. Седова (Россия),	Искакова К.А. Получение тонких плёнок оксида меди
фм.н. А.Л. Семенов (Россия),	Kassenova L.G. Specificity of Calculating the Relative Humidity in the Physics
<i>д.фм.н.</i> К.Б. Тлебаев,	Training Course
д.т.н. А.К. Тулешов,	Kassenova L.G. Determination of the Gravity Acceleration of a Solid Body
д.фм.н., академик НАН РК	with a Physical Pendulum
Г.У. Уалиев	Кенжебаева М.О. Влияние подземной аномалии на гравитационное поле
© Казахский национальный	поверхности земли
© казахскии национальный педагогический университет	Косаева А.Б. Галактика динамикасының ерекшеліктері
им. Абая, 2018	Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В., Асембаева М.К. Опытный
	стенд для изучения массообменных характеристик многокомпонентных
арегистрирован в Министерстве	газовых смесей в наклонных каналах.
информации Республики Казахстан,	Косов В.Н., Молдабекова М.С., Мукамеденкызы В., Федоренко О.В.,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004	Хуандык А. Исследование влияния концентрации балластного газа
ериодичность – 4 номера в год)	(пропана) на распределение плотности смеси по длине канала
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Купчишин А.И., Таипова Б.Г., Лисицын В.М. Исследование свойств
Выходит с 2000 года	композитных материалов и их разрушение
Выходит с 2000 года Подписано в печать 30.06.2018 г.	

беспроводного устройства связи в системе контроля экспериментальной

гелиоустановки

292

297

Тираж 300 экз. Заказ 273. 050010, г. Алматы, пр. Достык,13, Издательство «Ұлағат» КазНПУ им. Абая

Формат $60x84^{-1}/_{8}$.

Об. 45 уч.-изд.л.

- 6 Столкновение Млечного Пути и Галактики Андромеды URL: // https://pikabu.ru/story/stolknovenie mlechnogo puti i galaktiki andromedyi 4279060.
- 7 <u>https://www.nkj.ru/archive/articles/8175/</u> Столкновение Галактик / Г.Николаев. По материалам журнала 'BildderWissenschaft'

УДК 533.15; 536.25 ГРНТИ 29.17.15; 29.17.35

B.H. $Kocoв^1$, C.A. $Kpacukoв^2$, O.B. Федоренко³, M.K. $Acembaeвa^4$

¹ д.ф.-м.н., профессор, Казахский Национальный Педагогический Университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

² к.тех.н., Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском Национальном Университете им. Аль-Фараби,г. Алматы, Казахстан ^{3,4} к.ф-м.н., Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском Национальном Университете им. Аль-Фараби,г. Алматы, Казахстан

ОПЫТНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МАССООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В НАКЛОННЫХ КАНАЛАХ

Аннотация

Задача создания новых, перспективных технологий разделения природных углеводородных смесей с использованием эффектов диффузионной неустойчивости требует комплексного подхода сочетающего в себе теоретические, экспериментальные и инженерные этапы разработки. Одним из перспективных способов управления эффектом разделения в газах, является работа при различных углах наклонна разделительных диффузионных-каналов.

Создан стенд для изучения диффузионных и конвективных особенностей массопереноса при различных углах наклона диффузионного канала. Представлены спроектированные и изготовленные элементы стенда, схемы и общий вид устройства, позволяющие изучать разделение компонентов в газовой смеси. Целью работ на представленном стенде является поиск оптимальных режимов разделения природных газовых смесей позволяющих получить оптимальные характеристики по коэффициентам разделения и расходам.

Ключевые слова: Газы, смеси, диффузия, конвекция, разделение, угол наклона.

Андатпа

 $B.H.\ Kocos^1$, С.А. $Kpacukos^2$, О.В. Федоренко 3 , М.К. $Acemбaesa^4$

ТӘЖІРИБЕЛІ СТЕНД ЗЕРДЕЛЕУ ҮШІН МАССА АЛМАСУ СИПАТТАМАЛАРЫН КӨПКОМПОНЕНТТІ ГАЗ КӨЛБЕУ КАНАЛДАР

¹ ф.-м.ғ.д., профессор, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

² тех. г.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Эксперименттік және теориялық физика Ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

3,4 ф.-м.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Эксперименттік және теориялық физика Ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

Диффузиялық орнықсыздық әсерін пайдалана отырып, табиғи көмірсутекті қоспаларды перспективалық бөлу технологияларының жаңа тапсырмаларын құру теориялық, эксперименттік және инженерлік әзірлеу кезеңдерінің үйлесіміндегі кешенді тәсілді талап етеді. Перспективалық әдістердің бірі газдардың бөліну эффектісімен әртүрлі көлбеу бұрыштарында диффузиялық каналда бөлуді басқару жұмысы болып табылады.

Әртүрлі көлбеу бұрышты диффузиялық каналда массатасымалдаудың диффузиялық және конвективтік ерекшеліктерін зерттеу үшін стенд құрылды. Сызбалар мен құрылғылардың жалпы түрі, газ қоспалары компоненттерін бөлуді зерттеуге мүмкіндік беретін стендтің жобаланған және дайындалған элементтері ұсынылды. Ұсынылған стендте жұмыстың мақсаты, табиғи газ қоспаларындағы бөлу коэффициенттері мен шығындарды бөліп алуға мүмкіндік беретін оңтайлы сипаттамаларын алу бойынша оңтайлы режимдерін іздеу болып табылады.

Түйін сөздер: Газдар, қоспалар, диффузия, конвекция, бөлу, көлбеу бұрышы.

Abstract

EXPERIMENTAL STAND FOR STUDYING THE MASS-EXCHANGE CHARACTERISTICS OF MULTICOMPONENT GAS MIXTURES IN INCLINED CHANNELS

Kosov V.N.¹, Krasikov S.A.², Fedorenko O.V.³, Asembayeva M.K.⁴

¹ Dr. Sci. (Phys.-Math), Professor, Abai University, Almaty, Kazakhstan

² Cand. Sci. (Engineering), SRI of Experimental and theoretical physics at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

^{3,4} Cand. Sci. (Phys.-Math), SRI of Experimental and theoretical physics at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The creation task of new, perspective technologies for the separation of natural hydrocarbon mixtures using the effects of diffusion instability requires a comprehensive approach combining the theoretical, experimental and engineering stages of development. One of the promissory ways to control the effect of separation in gases is to work at various inclination angles of the separation diffusion channels.

A stand for the study of diffusion and convectional features of mass transfer at different slope angles of the diffusion channel was created. The designed and manufactured stand elements, diagrams and general view of the device allowing studying the separation of components in a gas mixture are presented. The purpose of the works on the presented stand is to search for optimal separation modes of natural gas mixtures that allow to obtain optimal characteristics by separation coefficients and flow rates.

Key words: gases, mixtures, diffusion, convection, separation, slope angle.

Инновационные решения, связанные с очисткой природного газа, разделением на компоненты с заданными теплофизическими свойствами представляются актуальными для решения задач по развитию промышленно-энергетического комплекса Республики Казахстан, снижения экологической нагрузки на окружающую среду. Одним из способов разделения газовых смесей является термогравитационный метод [1]. Для достижения максимального эффекта разделения этим способом, как для промышленных, так и научных целей, необходима корректная информация об особенностях тепло-концентрационной конвекции и термодиффузионных характеристиках массопереноса. Если для изотопных или бинарных смесей опытные результаты и аналитические решения позволяют получить соответствующие данные [2], то в многокомпонентных системах возможно возникновение особых режимов смешения, существенно искажающих ожидаемый массоперенос. Примером могут являться результаты исследований по изучению конвективной неустойчивости в изотермических тройных газовых смесях, приводящие к синергетическому эффекту, связанному со значительным увеличением скорости смешения компонентов системы [3, 4]. Интенсивность суммарного массопереноса возрастает в десятки раз и реализуются условия, связанные с приоритетным переносом компонента с наибольшим молекулярным весом, что можно использовать для получения смеси, обогащенной компонентом с заданными теплофизическими свойствами.

Как показали проведенные в [5, 6] исследования, изотермическим смешением в газах можно управлять за счет изменения внешних параметров системы. К ним может относиться изменение угла наклона диффузионного канала, в котором происходит смешение газовой смеси. Для экспериментальной проверки данного предположения необходимо создать опытный стенд, позволяющий осуществлять измерения массообменных характеристик при различных углах наклона диффузионного канала и выявления областей с максимальным проявлением эффекта разделения.

В перспективе, развитие методов разделения углеводородных газовых смесей, основанных на принципах диффузионной неустойчивости, могут привести к созданию разделительных устройств с потребительскими свойствами близкими к абсорбционным [7]. Конструктивно устройства для разделения базовых смесей базируются на принципах, изложенных в патентах [8-10], и служат основой, на которой создаются конкретные устройства разделения.

Создание стенда базируется на базе двухколбового аппарата с диффузионным каналом (рис. 1) характерным для разрабатываемых устройств. Для проведения опытных работ будет использоваться модернизированный стенд по изучению процессов, вызванных неустойчивостью механического равновесия при диффузии в газовых смесях с вертикальной ориентацией канала. Для проведения экспериментов стенд должен быть снабжен устройством наклона диффузионной ячейки к вертикали (рис. 2). Устройство должно позволять проводить эксперименты с наклоном к вертикальной оси в диапазоне от 0 до 90°.



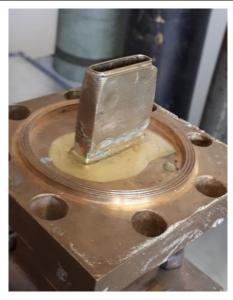


Рисунок 1. Двухколбовый аппарат с диффузионным каналом характерным для разрабатываемых устройств

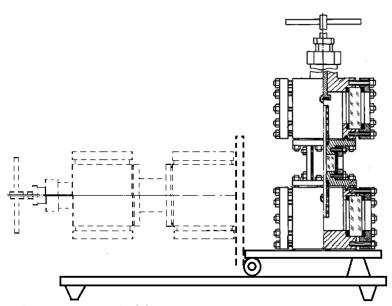


Рисунок 2. Двухколбовый аппарат с диффузионным каналом, установленный на устройство наклона к вертикали

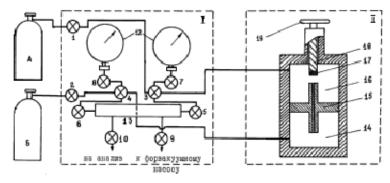


Рисунок 3. Схема стенда для изучения диффузионного и конвективного массопереноса в газовых смесях при наклоне на фиксированный угол к вертикали. А, Б – баллоны с газами; І – блок подготовки газов; ІІ – двухколбовый аппарат с устройством наклона к вертикали. 1-10 – краны; 12 – образцовые манометры; 13 – выравнивающая емкость; 14 – нижняя колба; 15 – диффузионный канал; 16 – верхняя колба; 17 – фторопластовая таблетка; 18 – шток; 19 – вороток

Схема стенда для изучения процессов многокомпонентного смешения в газовых смесях представлена на рис. 3. Опытная установка состоит из двух основных частей. Первая — это блок подготовки газов, который включает в себя набор вентилей для заполнения из баллонов исходными газами колб аппарата и по окончании опыта взятия проб газов на анализ; емкости, с помощью которой выравнивают давление в колбах прибора и контролирующими давление манометрами (используются образцовые манометры с соответствующими пределами измерений класса точности 0,4...0,6). Вторая часть установки представляет собой двухколбовый аппарат с диффузионным каналом, установленным на устройство наклона к вертикали, изображенным на рис. 3. Проведенные мероприятия по созданию стенда позволяют проводить исследования по изучению диффузионных и конвективных характеристик в зависимости от угла наклона канала и выявить области максимального проявления эффекта разделения в многокомпонентных газовых смесях.

Работа выполнена в рамках проекта № AP05132427 «Реализация принципа конвективных сепараторов в наклонных каналах» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан и гранта МОН РК «Лучший преподаватель вуза — 2017 г.»

Список использованной литературы

- 1 Демин В. А. Конвективные сепараторы // Прикладная физика. -2013. -№ 4. C. 60-67.
- 2 Рыжков, И.И. Термодиффузия в смесях: уравнения, симметрии, решения и их устойчивость / И.И. Рыжков. Новосибирск: CO PAH, 2013. 200 с.
- 3 Дильман В. В., Липатов Д. А., Лотхов В. А., Каминский В. А. Возникновение неустойчивости при нестационарном испарении бинарных растворов в инертный газ // Теор. основы хим. технологии. − 2005. − T. 39. № 6. − C. 600-606.
- 4 Косов В. Н., Жаврин Ю. И. Образование структур и концентрационная конвекция при изотермической диффузии в трехкомпонентных газовых смесях через переменное число каналов равной площади // Письма в журнал техн. физики. 1993. Т. 19. Вып. 10. С. 18-21.
- 5 Косов В. Н., Кульжанов Д. У., Жаврин Ю. И., Федоренко О. В. Влияние концентрации компонентов смеси на возникновении конвективных режимов смешения при диффузии в тройных газовых смесях // Журнал физ. химии. -2017. -T. 91. № 6. -C. 931-936.
- 6 Руев Г. А., Федоров А. В., Фомин В. М. Описание аномальной неустойчивости Рэлея-Тейлора на основе модели динамики трехскоростной температурной смеси // Прикл. мех. и тех. физ. 2009. Т. 50. № 1. С. 58-67.
- 7 Косов, В.Н., Кульжанов, Д.У., Жаврин, Ю.И., Красиков, С.А., Федоренко, О.В. Особенности разделения углеводородных изотермических газовых смесей при конвективной диффузии / Под ред. чл.- корр. НАН РК, проф. В.Н. Косова. Алматы: MV-Принт, 2014. 144 с.
- 8 Предварительный патент РК № 6359. Способ разделения газовой смеси и устройство для его осуществления / Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Красиков С.А. Опубл. 15.07.1998. Бюл. № 6.
- 9 Патент РК № 26884. Устройство разделения газовой смеси / Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В. // Промышленная собственность. 2013. Бюл. № 12 б. С. 129.
- 10 Инновационный патент РК № 30416, Устройство для разделения газовой смеси. / Косов В.Н., Жаврин Ю.И., Красиков С.А., Федоренко О.В. // Промышленная собственность. -2015. Бюл. № 10. C. 26