



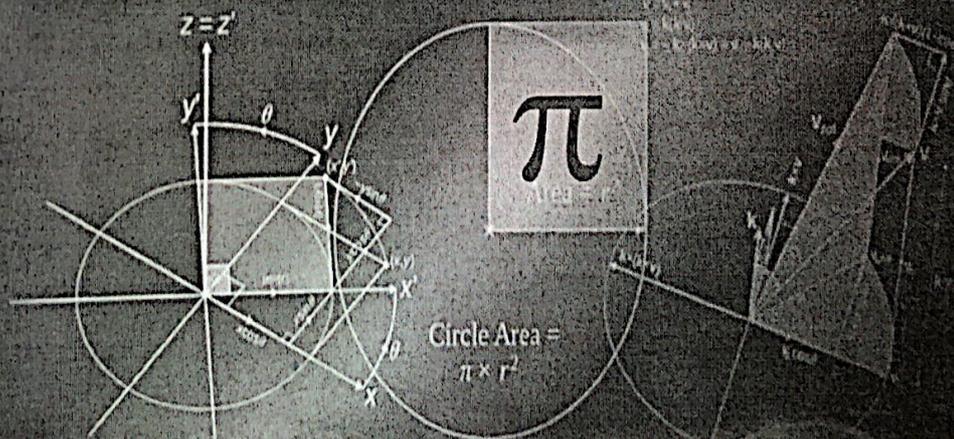
ISSN 1728-7901

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық
университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

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



№3(63)

$$E=mc^2$$

2018

http://

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)

Алматы, 2018

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ

“Физика-математика ғылымдары” сериясы № 3 (63)

Бас редактор
ф.-м.ғ.д. А.С. Бердышев

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

Жауапты хатшылар:
п.ғ.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.ғ.д. Е.Амиргалиев,
ф.-м.ғ.к. М.Ж. Бекпатшаев,
п.ғ.д. Е.Ы. Бидайбеков,
ф.-м.ғ.д. М.Т. Дженалиев,
ф.-м.ғ.д. ҚР ҰҒА академигі
М.Н. Калимолдаев,
ф.-м.ғ.д. Б.А. Қожамқұлов,
ф.-м.ғ.д. Ф.Ф. Комаров
(Беларусь),
ф.-м.ғ.д. ҚР ҰҒА корр. мүшесі
В.Н. Косов,
т.ғ.д. М.К. Құлбек,
ф.-м.ғ.д. В.М. Лисицин (Ресей),
п.ғ.д. Э.М. Мамбетакунов
(Қырғыз Республикасы),
ф.-м.ғ.д. С.Т. Мухамбетжанов,
ф.-м.ғ.д. УР ҒА академигі
А.Садуллаев (Узбекистан),
д.п.н. Е.А. Седова (Ресей),
ф.-м.ғ.д. А.Л. Семенов (Ресей),
ф.-м.ғ.д. К.Б. Тлебаев,
т.ғ.д. ҚР ҰҒА корр. мүшесі
А.К. Тулешов,
ф.-м.ғ.д. ҚР ҰҒА академигі
Г.У. Уалиев

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2018

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

Абдикаликова Г.А., Айтенова Г.М., Сартабанов Ж.А. Многопериодическое решение системы интегро-дифференциальных уравнений в частных производных.....	5
Әбілкасымова 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., Әскербекбаева Ж.Ә. Итерационные методы решения прямой задачи для уравнения Гельмгольца.....	34
Джургабаев С.Е., Каримов С.А. Екі өлшемді үшін битармониялы тендеулердің шеттік есептерінің Грин функциялары.....	40
Жанузакова Д.Т., Қонырқұлжаева М.Н., Таирова А.Б. Представление резольвенты дифференциального 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 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_n -уравнений третьего порядка..	72
Мирзакулова А.Е., Дауылбаев М.Қ. Құрақ-тұрақты аргументті сингулярлы ауытқыған дифференциалдық тендеу үшін коши есебі шешімінің асимптотикалық жіктелуі	79
Мирзакулова А.Е. Сингулярлы ауытқыған жоғарғы ретті интегралды-дифференциалдық тендеу үшін коши есебі шешімінің асимптотикалық жіктелуі	85
Назарова К.Ж., Алиханова Б.Ж., Еркишева Ж.С. Сызьқты дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін интегралдық шартты шеттік есептің бірімәнді шешілуі және оның шешімін табудың алгоритмі.....	92
Нургабыл Д.Н., Алибекова К.А. Общая краевая задача для сингулярно возмущенных дифференциальных уравнений	102
Сатыбалдиев О.С., Орынбасар А.М. Задачи оптимизации и их роль для профессиональной подготовки будущего учителя математики	108
Сигаловский М.А. Дифференциальные свойства целевого функционала в одной обратной локационной задаче гравиметрии.....	113
Султанов М.А. Приближенное численное решение прямой задачи рассеяния	122
Султанов М.А., Бердышева Д.А., Ибрагимов Р., Ерназар А.С. Численное решение двумерной задачи продолжения гравитационных полей методом сопряженных градиентов.....	127
Sydykhov V.D. Alyaz A. Theoretical features of the future teacher preparation for the formation of functional literacy of primary school students in the integrated teaching of Mathematics and Physics.....	135
Темірбекбаева Л.Н. Модифицированный метод приближенного решения интегрального уравнения Фредгольма первого рода.....	140
Tulenov K.S., Dautibek D. The noncommutative $H_F(A; \ell_1)$ space	145

Казахский национальный педагогический университет имени Абая

ВЕСТНИК

серия "Физико-математические науки"
№ 3 (63)

Главный редактор
д.ф.-м.н. А.С. Бердышев

Редакционная коллегия:

Зам.главного редактора:
д.ф.-м.н. З.Г. Уалиев

Ответ. секретарь:
п.э.к. О.С. Ахметова

Члены редколлегии:
Dr.Sci. Alimhan K. (Japan),
Phd.d. Sabada A. (Spain),
Phd.d. Ruzhansky M. (England),
п.э.д., член-корр НАН РК
А.Е. Абылкасымова,
д.т.н. Е.Амиргалиев,
к.ф.-м.н. М.Ж. Бекпатшаев,
д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков,
д.ф.-м.н. М.Т. Дженалиев,
д.ф.-м.н., академик НАН РК
М.Н. Калимолдаев,
д.ф.-м.н. Б.А. Кожамкулов,
д.ф.-м.н. Ф.Ф. Комаров
(Республика Беларусь),
д.ф.-м.н., член-корр НАН РК
В.Н. Косов,
д.т.н. М.К. Кулбек,
д.ф.-м.н. В.М. Лисицын (Россия),
д.п.н. Э.М. Мамбетакунов
(Киргизская Республика),
д.ф.-м.н. С.Т. Мухамбетжанов,
д.ф.-м.н., академик АН РУ
А.Садуллаев (Узбекистан),
д.п.н. Е.А. Седова (Россия),
д.ф.-м.н. А.Л. Семенов (Россия),
д.ф.-м.н. К.Б. Тлебаев,
д.т.н. А.К. Тулешов,
д.ф.-м.н., академик НАН РК
Г.У. Уалиев

© Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2018

Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Казахстан, № 4824 - Ж - 15.03.2004 (периодичность – 4 номера в год)

Выходит с 2000 года

Подписано в печать 30.06.2018 г.
Формат 60x84 1/8.
Об. 45 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 273.

050010, г. Алматы, пр. Достык, 13,
Издательство «Ұлағат»
КазНПУ им. Абая

Турметов Б.Х., Кошанова М.Д. Об одном методе построения решения линейных дифференциальных уравнений дробного порядка.....	150
Утемаганбетов З.С., Кулжагарова Б.Т., Рамазанова Х.С., Коцанова Г.Р. Альтернативный и расширенный вариант метода прогонки численного решения 2-ой и 3-ей краевых задач для линейных дифференциальных уравнений второго порядка.....	156
Ysmagul R.S., Kolesnikova A.S. On one account system of integro-differential equations in private derivatives of first order.....	163

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Айтжанов С.Е., Жанузакова Д.Т., Ашурова Г.Р., Беимбетова А.Б. Разрушение решений обратной задачи для уравнения теплопроводности со степенной нелинейностью.....	167
Акитай Б.Е., Жаркын Қ., Құрымбай Э. Физиканы оқытудағы тарихи материалдардың ролі	178
Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Березовская И.Э., Бекетаева М.Т. Проведение вычислительных экспериментов по физике горения в высшем учебном заведении	182
Akhmetov V., Seitov A., Amanzholov T.E., Kaltayev A. Energy Performance of Hybrid Thermal Energy Storage	187
Баймолда Д., Чадраабал Ш. Табиғи минералдар құрамындағы темірді рфа және мессбауэр әдістерімен зерттеу	198
Башкиров М.В., Айсаев Е.С. Интеллектуальные энергосистемы.....	202
Бисембаев К., Серикбаева Н.Б. Исследование устойчивости состояния равновесия виброзащищаемых тел на опорах качения, со спрямленными поверхностями, с учетом деформируемости основания.....	207
Бисембаев К., Тезекеев С.М., Накыпбек Г.Р. Колебания физического маятника с вращающейся точкой подвеса, с неидеальным источником энергии	214
Диярова Л.Д. Некоторые особенности движения двухслойной жидкости в закрытых каналах	223
Жилисбаева К.С., Жилисбаев А.А., Исмаилова А.Ж. Математическое моделирование задачи магнитной стабилизации намагниченного спутника на наклонной орбите	228
Искакова К.А., Бидайбеков Е.Ы. Механизм образования оксида меди(II)	233
Искакова К.А. Получение тонких плёнок оксида меди	238
Kassenova L.G. Specificity of Calculating the Relative Humidity in the Physics Training Course	244
Kassenova L.G. Determination of the Gravity Acceleration of a Solid Body with a Physical Pendulum	248
Кенжебаева М.О. Влияние подземной аномалии на гравитационное поле поверхности земли	254
Қосаева А.Б. Галактика динамикасының ерекшеліктері	259
Косов В.Н., Молдабекова М.С., Мукамеденқызы В., Федоренко О.В., Хуандык А. Исследование влияния концентрации балластного газа (пропана) на распределение плотности смеси по длине канала	268
Қуатбеков Б.Н., Меирбекова О.Д. Анализ опыта эксплуатации малых ветроэнергетических установок	273
Қупчишин А.И., Тайпова Б.Г., Лисицын В.М. Исследование свойств композитных материалов и их разрушение	279
Қуатхан Ғ.Қ. Галактикалардың классификациясы	285
Меирбекова О.Д. Роль возобновляемых источников энергии в развитии мировой энергетики на современном этапе	290
Рахымбеков А.Ж. Суперинионный перенос в твердом теле	296
Сәндібева Н.Ә., Талғат Н.Б., Жақсылықова Қ.М. Мектеп физикасын ағылшын тілінде оғу ерекшеліктері	300
Сарибаев А.С., Сарыбай М.А., Молдахметова К.Н. Применение беспроводного устройства связи в системе контроля экспериментальной гелиоустановки	305

каталог NGC

4. <http://v-kosmose.com/galaktiki-vselennoi/vrashhenie/> Галактики Вселенной. Вращение галактик
5. <http://www.allkosmos.ru/vrashhenie-galaktiki/>
6. https://pikabu.ru/story/stolknovenie_mlechnogo_puti_i_galaktiki_andromedy_4279060 Столкновение Млечного Пути и Галактики Андромеды
7. <https://www.nkj.ru/archive/articles/8175/> Столкновение Галактик / Г.Николаев. По материалам журнала 'BildderWissenschaft'

ГРНТИ 29.17.15; 29.17.35

УДК 533.15:536.25

В.Н. Косов¹, М.С. Молдабекова², В. Мукамеденкызы², О.В. Федоренко², А. Хуандык³

(¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан, ²НИИ Экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, ³Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ БАЛЛАСТНОГО ГАЗА (ПРОПАНА) НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СМЕСИ ПО ДЛИНЕ КАНАЛА

Аннотация

Рассмотрена изотермическая трехкомпонентная диффузия в системе двух колб при изобарно-изотермических условиях. Показано существование минимума распределения плотности, приводящее к возникновению конвективной неустойчивости диффузионного процесса. В бинарных системах с балластным газом определена возможность возникновения инверсии градиента плотности по длине канала. Из анализа теоретического описания следует, что инверсия градиента плотности и неустойчивая диффузия возникают только при определенном содержании балластного газа в системе. Обнаружено, что значение координаты экстремума в канале зависит от концентрации балластного газа как в верхней, так и нижней колбах. Отмечено, что существенное отличие концентрации балластного газа – пропана в колбах диффузионного аппарата соответствует одному из эффектов Тура, т.е. обратной диффузии или реверсивной диффузии.

Аннотация

Изобарлы-изотермді жағдайдағы екіколба жүйесінде изотермдік үшкомпонентті диффузия қарастырылған. Диффузиялық процестің конвективтік орнықсыздығына алып келетін тығыздық таралуының минимум мәні болатындығы көрсетілді. Балласты газды бинарлы жүйелерде канал ұзындығы бойынша градиент инверсиясының пайда болу мүмкіндігі анықталды. Теориялық зерттеулерде көрсетілгендей тығыздық градиентінің инверсиясы және орнықсыз диффузия жүйеде балласты газды белгілі құрамында ғана болатындығы көрсетілген. Каналдағы экстремум координата мәндері жоғарғы және төменгі колбалардағы балласты газ концентрациясынан тәуелділігі анықталды. Диффузиялық аппарат колбаларындағы балласты газ -пропан концентрациясының өзгешелігі Тур эффекттерінің біріне, яғни кері диффузия, реверсивті диффузияға сәйкес келетіндігі көрсетілді.

Abstract

Isothermal three-component diffusion in a system of two flasks under isobaric-isothermal conditions is considered. The existence of a minimum of the density distribution, which leads to the appearance of a convective instability of the diffusion process, is shown. The possibility of an inversion initiation of the density gradient along the length of the channel is determined in binary systems with ballast gas. From the analysis of the theoretical description, it follows that the inversion of the density gradient and the unstable diffusion arise only at a certain content of the ballast gas in the system. It is found that the value of the extremum coordinate in the channel depends on the concentration of the ballast gas both in the upper and lower flasks. It is noted that a significant difference in the concentration of the ballast gas (propane) in the

flasks of the diffusion apparatus corresponds to one of the Toor's effects, i.e. back diffusion or reverse diffusion.

Ключевые слова: диффузия, концентрация, плотность, балластный газ, инверсия градиента плотности.

Kilmttik sõzder: диффузия, концентрация, тыгыздык, балласты газ, тыгыздык градиентінің инверсиясы.

Key words: diffusion, concentration, density, ballast gas, density gradient inversion.

Экспериментальное изучение многокомпонентной диффузии в газовых системах при изобарно-изотермических условиях показало, что в некоторых из них при определенных условиях происходит нарушение механического равновесия. Это нарушение приводит к возникновению конвективных потоков смешивающихся газов в диффузионном канале замкнутого прибора, т.е. двухколбовом аппарате. Наложение конвективного потока на собственно молекулярный перенос приводит к диффузионной неустойчивости процесса смешения, т.е. к неустойчивости механического равновесия [1-5]. Возникновение таких конвективных потоков в диффузионном канале обуславливает различные диффузионные режимы, которые не описываются в рамках закона Фика.

Следует отметить, что, анализируя уравнения Стефана-Максвелла для эквимольной диффузии в трехкомпонентной газовой системе, Тур [6] определил условия (соотношения между концентрациями и коэффициентами взаимной диффузии компонентов), при которых наблюдаются некоторые особенности (эффекты) в диффузионном процессе газовой среды.

Как известно, в замкнутых приборах из-за возникновения диффузионного бароэффекта в диффузионном канале появляется гидродинамический поток, который в значительной степени влияет на перенос компонентов [7, 8]. В бинарной системе диффундирующих газов равномерно разбавленного третьим – балластным газом градиент концентрации балластного газа равен нулю. Но балластный газ может переноситься возникшим гидродинамическим потоком, что соответствует «осмотической» диффузии.

Если происходит перенос компонента в направлении его градиента, то как отметил Тур, наблюдается обратная диффузия. Этот эффект можно реализовать в двухколбовом аппарате при исследовании многокомпонентной диффузии с балластным газом. При этом концентрация балластного газа в верхней колбе должна быть выше, чем в нижней и иметь тенденцию к дальнейшему увеличению со временем.

В данном исследовании рассмотрена бинарная система гелий – метан с балластным газом – пропаном при различных концентрациях всех трех компонентов при температуре $T = 293,0$ К и давлении опыта $p = 0,58$ МПа. Моделирование диффузионного смешения описывается для двухколбового аппарата. Целью исследования являлось изучение влияния концентрации балластного газа на распределение средней плотности смеси по длине канала двухколбового аппарата.

В изотермических трехкомпонентных газовых смесях была экспериментально обнаружена возможность возникновения неустойчивого режима, когда градиент плотности смеси в замкнутом диффузионном канале был направлен из верхней колбы в нижнюю [7]. Возникновение неустойчивого режима связано с немотонностью распределения плотности смеси по длине диффузионного канала. Таким образом, анализ условий, при которых происходит смена знака градиента плотности, является актуальной, так как это одна из первопричин возникновения неустойчивости в газовой системе.

Возникновение инверсии градиента плотности можно проанализировать на основе рассмотрения задачи о квазистационарном переносе газов в системе двух колб, основанной на решении уравнений Стефана-Максвелла. Решение уравнений Стефана-Максвелла для такой задачи, когда концентрация одного из компонентов значительно меньше, чем у остальных в смеси, рассмотрена авторами в [8]. В данной работе показано, что увеличение концентрации тяжелого компонента приводит к нелинейному распределению концентрации тяжелого компонента по длине канала. Это приводит к инверсии градиента плотности.

Рассмотрение эквимольной изотермической трехкомпонентной диффузии двухколбовым методом при изобарно-изотермических условиях показывает существование минимума распределения плотности, что может привести к возникновению конвективной неустойчивости диффузионного процесса [2, 9].

Устойчивая стационарная трехкомпонентная диффузия через вертикальный канал в указанных ранее условиях описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 p &= \text{const}, \\
 T &= \text{const}, \\
 \sum_{i=1}^3 c_i &= 1; \quad n \sum_{i=1}^3 c_i \mathbf{u}_i = 0, \\
 \text{div}(n \cdot c_i \cdot \mathbf{u}_i) &= 0, \quad i = 1, 2; \\
 \sum_{j \neq i} \frac{c_i \cdot c_j}{D_{ij}} \cdot (\mathbf{u}_i - \mathbf{u}_j) &= -\text{grad}(c_i), \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2, 3;
 \end{aligned} \tag{1}$$

где p – давление, T – температура, n – числовая плотность, \mathbf{u}_i – вектор средней скорости молекул i -го компонента; D_{ij} – коэффициенты взаимной диффузии. Концентрации компонентов c_i определяются соотношением:

$$c_i = n_i / (n_1 + n_2 + n_3) = n_i / n.$$

Считая, что геометрия канала соответствует условию $d \ll L$ (d – диаметр, L – длина), можно предположить, что газовая смесь в целом остается неподвижной, а поперечным распределением концентрации и скорости в нем можно пренебречь, то после усреднения (1) по сечению канала в одномерном случае получим:

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^3 c_i &= 1, \quad p = \text{const}, \quad T = \text{const}; \quad n \cdot \sum_{i=1}^3 c_i \cdot u_i = 0, \\
 n \cdot c_i \cdot u_i &= j_i = \frac{J_i}{S} = \text{const}, \quad i = 1, 2; \\
 \sum_{j \neq i} \frac{c_i \cdot c_j}{D_{ij}} \cdot (u_i - u_j) &= -\frac{d}{dz} c_i, \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2, 3;
 \end{aligned} \tag{2}$$

где J – полный числовой поток через капилляр; J_i – полный числовой поток i -го компонента через капилляр; S – площадь поперечного сечения капилляра; n – числовая плотность газа; j и j_i – полная и парциальные плотности числового потока, соответственно.

Система уравнений (2) решается при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned}
 z = L, \quad c_1 &= c_{1I}, \quad c_2 = c_{2I}, \quad c_3 = c_{3I}, \\
 z = 0, \quad c_1 &= c_{1II}, \quad c_2 = c_{2II}, \quad c_3 = c_{3II}
 \end{aligned} \tag{3}$$

Решение (2) при учете (3) имеет вид [9, 10]:

$$\begin{aligned}
 c_1(z) &= -B \cdot \left[j_1 \cdot \left(X_3 \cdot z - X_1 + \frac{A}{B} \right) - X_2 \cdot K_1 \cdot \exp\left(\frac{z}{B}\right) \right], \\
 c_3(z) &= -B \cdot \left[j_3 \cdot \left(X_3 \cdot z - X_1 - \frac{A}{B} \right) + X_2 \cdot K_3 \cdot \exp\left(\frac{z}{B}\right) \right], \\
 c_2(z) &= 1 - c_1(z) - c_3(z),
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

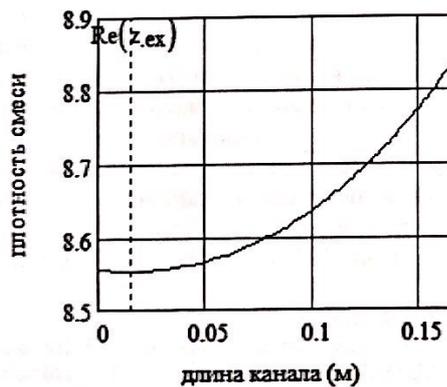
где K_i, X_i, A, B, j_i – константы, вычисляемые для заданных значений концентраций компонентов. Соотношения (4) позволяют найти распределение плотности смеси ρ , а также ее градиент [10]:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{n} \rho(z) &= m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3, \\
 \frac{1}{n} \frac{d\rho}{dz} &= (m_1 - m_2) \cdot \frac{dc_1}{dz} + (m_3 - m_2) \cdot \frac{dc_3}{dz} = \\
 &= -B \cdot X_3 \cdot (\Delta m_1 \cdot j_1 + \Delta m_3 \cdot j_3) + X_2 \cdot e^{\frac{z}{B}} \cdot (\Delta m_1 \cdot K_1 - \Delta m_3 \cdot K_3), \\
 \Delta m_i &= m_i - m_2
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

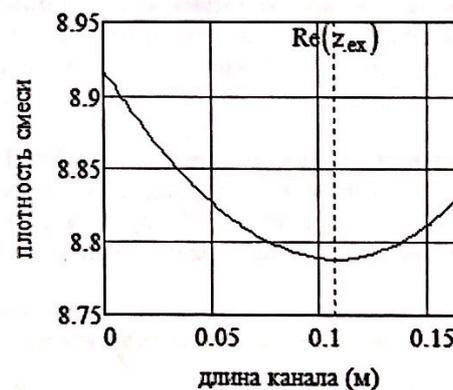
В уравнениях (5) m_i обозначает массу молекулы i -го сорта.

Общий анализ уравнений (4) показывает, что содержащиеся в них экспоненциальные по координате члены, приводят к существенно нелинейному распределению концентраций, связанному с проявлением одного из эффектов Тура, в частности, обратной диффузии. Из анализа соотношения (5) следует, что инверсия градиента плотности, а, следовательно, и неустойчивая диффузия, возникают только при определенном содержании балластного газа в системе.

С помощью описанного выше подхода было проведено теоретическое исследование следующих газовых систем: 1) 0,3 He + 0,7 C₃H₈ – 0,5 CH₄ + 0,5 C₃H₈, 2) 0,3 He + 0,7 C₃H₈ – 0,45 CH₄ + 0,55 C₃H₈, 3) 0,35 He + 0,65 C₃H₈ – 0,5 CH₄ + 0,5 C₃H₈, 4) 0,35 He + 0,65 C₃H₈ – 0,55 CH₄ + 0,45 C₃H₈. На рисунке 1 приведены распределения плотности рассматриваемых смесей, иллюстрирующие возможность инверсии градиента плотности при различных концентрациях балластного газа (пропана) в колбах. Длина диффузионного канала в расчетах принята 0,165 м.



а)



б)

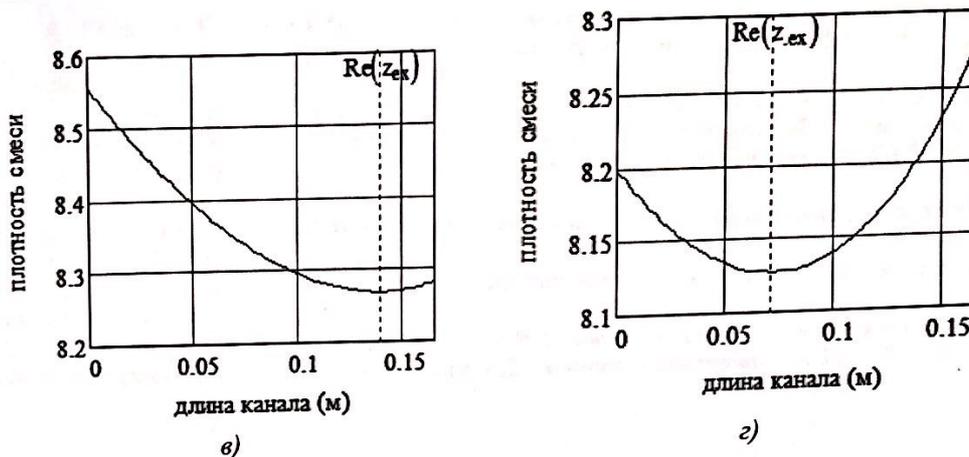


Рисунок 1. Распределение плотности в системах: а) $0,3 \text{ He} + 0,7 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,5 \text{ CH}_4 + 0,5 \text{ C}_3\text{H}_8$; б) $0,3 \text{ He} + 0,7 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,45 \text{ CH}_4 + 0,55 \text{ C}_3\text{H}_8$; в) $0,35 \text{ He} + 0,65 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,5 \text{ CH}_4 + 0,5 \text{ C}_3\text{H}_8$; г) $0,35 \text{ He} + 0,65 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,55 \text{ CH}_4 + 0,45 \text{ C}_3\text{H}_8$.

Из рисунков 1 а), б) свидетельствует о том, что увеличение концентрации балластного газа до 0,55 мольных долей приводит к смещению минимума плотности по каналу в направлении к верхней колбе. При этом значение координаты экстремума в канале z_{ex} возрастает. Для системы $0,3 \text{ He} + 0,7 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,45 \text{ CH}_4 + 0,55 \text{ C}_3\text{H}_8$ координата экстремума равна $z_{ex} = 0,1072 \text{ м}$, а для системы $0,3 \text{ He} + 0,7 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,5 \text{ CH}_4 + 0,5 \text{ C}_3\text{H}_8$ координата экстремума составляет $z_{ex} = 0,016 \text{ м}$, т.е. для этой системы точка экстремума находится ближе к началу координат по сравнению с другими рассматриваемыми системами, что соответствует уменьшению положительного градиента плотности, и, следовательно, к снижению интенсивности сил, вызывающих конвекцию.

Анализ систем $0,35 \text{ He} + 0,65 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,5 \text{ CH}_4 + 0,5 \text{ C}_3\text{H}_8$, $0,35 \text{ He} + 0,65 \text{ C}_3\text{H}_8 - 0,55 \text{ CH}_4 + 0,45 \text{ C}_3\text{H}_8$ показывает обратную тенденцию, т.е. уменьшение концентрации пропана в верхней колбе до 0,65 мольных долей приводит к росту координаты экстремума плотности по длине канала до 0,1395 м. Уменьшение же концентрации пропана в нижней колбе до 0,45 мольных долей смещает координату экстремума до 0,0711 м. Таким образом, уменьшение концентрации пропана – балластного газа оказывает существенное влияние на форму распределения плотности, т.е. на значение координаты экстремума в канале.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование показывает, что в системах, когда два основных диффундирующих газов разбавлены третьим – балластным газом (пропаном) возможна инверсия градиента плотности, которая является одной из первопричин неустойчивой диффузии. Для случая обратной диффузии координата экстремума плотности зависит от концентрации балластного газа в колбах диффузионного аппарата.

Работа выполнена в рамках проекта № AP05130986 «Особые режимы и возникновение пространственно-временных конвективных формирований при диффузии в многокомпонентных газовых смесях» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан и гранта «Лучший преподаватель вуза – 2017» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список использованной литературы

- 1 Каминский В.А. Расчет диффузионных потоков и распределение концентраций для трехкомпонентной диффузии // ЖФХ. – 2011. – Т. 85. № 11. – С. 2127-2130.
- 2 Каминский В.А. Особые режимы трехкомпонентной диффузии в газах // ЖФХ. – 2011. Т. 85. № 12. – С. 2359-2364.
- 3 Miller L., Mason E.A. Oscillating instabilities in multicomponent diffusion // Phys. Fluids. – 1966. – Vol. 9. No. 4. – P. 711-721.
- 4 Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. Instability in unsteady-state evaporation of binary solutions into an inert gas // Theor. Found. Chem. Eng. – 2005. – Vol. 39. No. 6. – P. 566-572.

- 5 Ruev G.A., Fedorov A.V., Fomin V.M. Description of the anomalous Rayleigh-Taylor instability on the basis of the model of dynamics of a three-velocity three-temperature mixture // J. Appl. Mech. and Tech. Phys. – 2009. – Vol. 50. No. 1. – P. 49-57.
- 6 Toor H.L. Diffusion in three-component gas mixture // A.I.Ch.E. Journal. – 1957. – Vol. 3. No. 2. – P.198-207.
- 7 Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Федоренко О.В., Акжолова А.А. Некоторые особенности изотермического многокомпонентного массопереноса при конвективной неустойчивости газовой смеси // ТОХТ. – 2016. – Т. 50. № 2. – С. 177-183.
- 8 Селезнев В.Д., Смирнов В.Г. Диффузия трехкомпонентной смеси газов в системе двух колб // ЖТФ. – 1981. – Т. 51. № 4. – С.975-980.
- 9 Александров О.Е. Точное решение уравнения диффузии через капилляр для трехкомпонентной смеси // ЖТФ. – 2001. – Т. 71. Вып. 11. – С. 21-24.
- 10 Косов, В.Н., Селезнев, В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях / В.Н. Косов, В.Д. Селезнев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 149 с.

ГРНТИ 29.03.47
УДК 338.545

Б.Н.Куатбеков¹, О.Д.Мейрбекова²

^{1,2} Международнй казахско-турецкий университет им. Х.А.Ясави, г.Туркестан, Казахстан

АНАЛИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛЫХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Аннотация

В статье анализируется экономическая эффективность малых ветроэнергетических установок комбинированного производства электрической и тепловой энергии. На основе представленных расчетов показана зависимость мощности малых установок от скорости ветра.

Исследование автором статьи отечественных и зарубежных опытов эксплуатации ветряных установок доказывает, что их масштабное использование является перспективным, технически не сложным и экономически целесообразным, особенно в локальных системах отопления и горячего водоснабжения. В этом случае обеспечивается максимальное использование энергии ветра, следовательно, и максимально возможная по условиям конструкции выработка тепловой энергии.

Ключевые слова. Малая энергетика, ветроустановки, роторы Савониуса, роторы Дарье, лопасти воспринимают нагрузку, аэродинамическая подъемная сила, среднегодовое значение скорости ветра, локальные ветровые аномалии.

Аңдатпа

Б.Н. Куатбеков¹, О.Д. Мейрбекова²

ШАҒЫН ЖЕЛ ЭЛЕКТР СТАНСАЛАРЫНДА ЭКСПЛУАТАЦИЯЛЫҚ ТӘЖІРИБЕНІ ТАЛДАУ

^{1,2} Қ.А.Ясави атындағы Қазақ-түрік халықаралық университеті, Түркістан қ., Қазақстан

Мақалада жылу және электр энергиясын өндіретін шағын жел электр қондырғыларының экономикалық тиімділігі қарастырылған. Ұсынылған есептеулер негізінде шағын қондырғылардың қуатының жел жылдамдығынан тәуелділігі көрсетілген.

Жел қондырғыларын эксплуатациялау бойынша отандық және шетел авторларының зерттеу тәжірибелерінің масштабы пайдалануы, техникалық күрделі емес және экономикалық тұрғыдан алғанда пайдалы, әсіресе жергілікті жылыту жүйесі мен ыстық сумен қамтамасыз ету жағынан келешегі зор болып келеді. Бұл жағдайда жел энергиясын пайдалану максимальды түрде қамтамасыз етіледі, осыған орай, жылу энергиясын өндірудің құрылымының шарты бойынша мүмкіндігі максималды.

Түйін сөздер. Шағын энергетика, жел қондырғылары, Савониус роторы, Дарье роторы, жүктемені қабылдайтын қалақшалар, аэродинамикалық көтергіш күш, желдің жылдамдығының орташа жылдық мәні, жергілікті жел аномалиясы.