

ISSN 1728-7901

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

ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
Series of Physics & Mathematical Sciences
№2(66)

Алматы, 2019

Казахский национальный педагогический университет имени Абая

ВЕСТНИК
Серия «Физико-математические науки»
№ 2 (66), 2019 г.

Главный редактор:
д.ф.-м.н. Бектемесов М.А.

Редакционная коллегия:

Зам.главного редактора:
д.ф.-м.н., академик НАН РК Уалиев Г.,
д.п.н. Бидайбеков Е.Ы.,
д.ф.-м.н., член-корр НАН РК Косов В.Н.,
к.ф.-м.н. Бекпатшаев М.Ж.

Ответ. секретари:
к.п.н. Шекербекова Ш.Т.,
к.п.н. Абдулкаримова Г.А.

Члены редколлегии:
Dr.Sci. Alimhan K. (Japan),
Phd.d. Cabada A. (Spain),
Phd.d Kovatcheva E. (Bulgaria),
Phd.d. Ruzhansky M. (England),
д.п.н., член-корр НАН РК Абылкасымова А.Е.,
д.т.н. Амиргалиев Е.,
д.ф.-м.н. Бердышев А.С.,
д.т.н. Григорьев С.Г. (Россия),
д.п.н. Гриншкун В.В. (Россия),
д.ф.-м.н. Дженалиев М.Т.,
д.ф.-м.н. Кабанихин С.И. (Россия),
д.ф.-м.н., член-корр НАН РК
Калимолдаев М.Н.,
д.ф.-м.н. Кожамкулов Б.А.,
д.ф.-м.н. Комаров Ф.Ф.
(Республика Беларусь),
д.т.н. Кулбек М.К.,
д.п.н. Лапчик М.П. (Россия),
д.ф.-м.н. Лисицин В.М. (Россия),
д.п.н. Мамбетакунов Э.М.
(Киргизская Республика),
д.п.н. Пак Н.И. (Россия),
д.ф.-м.н. Сахиев С.Қ.,
д.п.н. Седова Е.А. (Россия),
д.п.н. Сыдыков Б.Д.,
д.ф.-м.н. Тлебаев К.Б.,
д.т.н. Тулешов А.К.,
д.ф.-м.н. Уалиев З.Г.,
к.т.н. Хамраев Ш.И.

© Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2019

Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Казахстан, № 4824 - Ж - 15.03.2004 (периодичность – 4 номера в год) Выходит с 2000 года

Подписано в печать 05.06.2019 г. Формат 60x84 1/8. Об. 38,5 уч.-изд.л. Тираж 300 экз. Заказ 2.

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

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Алимбекова Г.Б., Жусипбекова Ш.Е. «Электротехника және электроника» курсында виртуалды зертхананы жүргізуге арналған бағдарламалық-аппараттық кешендерді пайдалану....	116
Бауыржан Г.Б., Есмаханова К.Р. Решение периодической системы Манакова для солитонных поверхностей.....	121
Ержанов К.К., Мейрамбай А., Қазбек І.Б. Янг- Бакстер тендеуін колданып $ads_5 \times s^5$ кеністігінде бозондық ішектің деформацияланған шешімдерін алу.....	127
Жаксылыкова Н.Е., Скабаева Г.Н. Инженерлік факультет студенттерінің танымдық біліктері жағдайының диагностикасы.....	132
Жаменкеев Е.К., Есіркеп А.Н. Робототехниканы оқыту әдістерінің тиімділігі.....	136
Исатаев М.С., Кантаева Г.Н., Кантаева М.Н. Применение ввычислительной гидродинамики для получения максимальной эффективности крыла беспилотного летательного аппарата.....	141
Калжанова Г.К., Гребенец Н.А. Современные подходы в организации обучения физике при обновленной программе...	147
Касенова Л.Г., Мерейхан Л. Flash-технологиялар көмегімен физикалық үдерістерді эзірлеу және моделдеу.....	152
Касенова Т.К., Цыба П.Ю., Разина О.В. Исследование связи десятивершинной модели с ХХХ - моделью Гейзенберга.....	157
Кинжебаева Д.А., Жаменкеев Е.К., Сарсекеева А.С. Разработка алгоритма системы ручного обучения промышленного робота.....	164
Косов В.Н., Кульжанов Д.У., Красиков С.А., Федоренко О.В., Калимов А.Б. Модернизация трехступенчатого разделительного модуля для газовых смесей в проточных устройствах.....	170
Косов В.Н., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В., Молдабекова М.С. Влияние концентрации газа-разбавителя в исходных смесях на диффузию основных компонентов.....	174
Оспанбеков Е.А., Баяхметов О.С., Азаматов А.А. Кильватерлық әдіспен бөлшектердің үдетілуінің математикалық моделі.....	179
Суйкимбаева Н.Т., Женесов А.А., Разина О.В., Цыба П.Ю. Анзац Бете в ХХХ - модели Гейзенберга для 3-х перевернутых спинов.....	185
Шегиева Қ.Ж. Математикалық физика есептерінің шешімдерін визуалды түрде көрсету тәсілдері.....	191
Шоқанов Ә.Қ., Шойынбаева Г.Т. Нанотехнологияның негізін игеру үшін сканерлеуші туннельдік микроскопияны оқу үдерісіне колдану.....	198

ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ ИНФОРМАТИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Абдиев К.С. Функциональные особенности информационных систем, предназначенных для сопровождения процедур оценивания результатов обучения.....	203
Айдаров Қ.А., Зейнуллаева И.Д. Қазіргі цифрлық оқыту құралдары және цифрлық құзыреттілік: бар маселелер мен үрдістерді талдау.....	208
Бидайбеков Е.Ы., Бекежанова А.А. Визуалдау құралдарын объектіге-бағытталған программалауды оқытуда пайдалану тиімділігі.....	215

7 Джолдасбеков У.А. и др. Устройство обучения промышленным роботом. – Авт. свид. № 3700777/08 от 28.08.84 г.

8 Тулешиев А.К., Ожигенов К. А. Моделирование динамики манипуляторов с координатно-параметрическим регулированием: Монография. Алматы, 2012. – 190 с. ISBN 9965-885-93-1. Available from Internet: http://portal.kazntu.kz/files/publicate/2015-10-12-11845_2.pdf.

9 Жаменкеев Е.К., Кинжебаева Д. А., Кинжебаева А. С. Внедрение робототехники в образовательное пространство школы // Вестн. КазНПУ им. Абая. Сер. Физ.-мат. науки – 2018. - № 4 (64). - С. 143.

МРНТИ 30.17.35

УДК 533.15:536.25

В.Н. Косов¹, Д.У. Кульжанов², С.А. Красиков³, О.В. Федоренко³, А.Б. Калимов¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан,

²Атырауский университет нефти и газа имени Х. Досмухамедова, г. Атырау, Казахстан,

³Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРЕХСТУПЕНЧАТОГО РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В ПРОТОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Аннотация

Проведен комплекс работ по созданию модернизированной стендовой установки на базе трехступенчатого модуля опытного устройства для разделения газовых смесей. Для модернизации трехступенчатого модуля опытного устройства для разделения газовых смесей предлагается оптимизация проточной части нижней магистрали разделителя газов. Такая модернизация опытного модуля разделения дает возможность оценить величину разделения в каждой ступени разделения. Целью проведенных работ являлось создание новых опций по исследованию процессов сепарации компонентов газовой смеси в многоступенчатых устройствах разделения в которых реализуется режим конвективной диффузии. Тестовые эксперименты подтверждают возможность разделения связанное с приоритетным переносом компонента с наибольшим молекулярным весом. Осуществленная модернизация позволяет для устройств проточного типа продолжить работы по созданию технологии разделения газовых смесей на компоненты с заданными свойствами.

Ключевые слова: Газы, диффузия, смеси, конвекция, разделение, поток, модуль.

Аңдатпа

АҒЫНДЫ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДАҒЫ ГАЗ ҚОСПАЛАРЫНА АРНАЛҒАН ҮШ САТЫЛЫ БӨЛУ МОДУЛІН ЖАҢҒЫРТУ

В.Н. Косов¹, Д.У. Кульжанов², С.А. Красиков³, О.В. Федоренко³, А.Б. Калимов¹

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

²Х. Досмұхамедов атындағы газ және мұнай университеті, Атырау қ., Қазақстан,

³эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

Газ қоспаларын бөлуге арналған үш сатылы модульді тәжірибелік құрылғылар негізіндегі жаңғыртылған стендтік қондырғыны құруға арналған кешенді жұмыстар жүргізілді. Газ қоспаларын бөлу үшін тәжірибелік құрылғының үш сатылы модулін модернизациялау үшін газ бөлгішінің төменгі магистралінің ағынды бөлігін оңтайландыру ұсынылады. Тәжірибелік бөлу модулінің мұндай модернизациясы әрбір бөлу сатысындағы бөліну шамасын бағалауға мүмкіндік береді. Конвективті диффузия режимі жүзеге асатын көп сатылы бөлу құрылғыларда іске асырылатын газ қоспаларының компоненттерін сүзу процестерді зерттеу үшін жана опцияларды табу және құру жұмыстың мақсаты болып табылады. Тесттік тәжірибелер ең көп молекулярлық салмақпен компоненттің басым орын ауыстыруымен байланысты үзу мүмкіндігін растайды. Газ қоспаларын берілген қасиеттері бойынша компоненттерге бөлу технологиясын құру жұмыстарын жалғастыруға ағынды типтегі құрылғылар үшін жүзеге асырылған жаңғырту мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Газдар, диффузия, қоспалар, конвекция, бөлу, ағын, модуль.

Abstract

MODIFICATION OF A THREE-STAGE SEPARATING MODULE FOR GAS MIXTURES IN FLOW-THROUGH DEVICES

V.N. Kosov¹, D.U. Kulzhanov², S.A. Krasikov³, O.V. Fedorenko³, A.B. Kalimov¹

¹*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,*

²*Atyrau University of Oil and Gas named after H. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan,*

³*Institute of Experimental and Theoretical Physics at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

A set of works have been carried out to create an upgraded bench installation based on a three-stage module of an experimental device for the separation of gas mixtures. To upgrade the three-stage module of the experimental device for the separation of gas mixtures, it is proposed to optimize the flow part of the lower line of the gas separator. Such upgrade of the experimental separation module makes it possible to estimate the separation magnitude in each separation stage. The aim of this work was the creation of new options for the study of the separation processes of the components of the gas mixture in multi-stage separation devices in which the mode of convective diffusion is realized. Test experiments confirm the possibility of separation associated with the priority transfer of component with the highest molecular weight. The carried out modernization allows continuing work for the flow-type devices on the creation of a technology for the separation of gas mixtures into components with desired properties.

Keywords: Gases, diffusion, mixtures, convection, separation, flow, module.

Введение

Как показали исследования по изучению диффузионного многокомпонентного массопереноса в газовых смесях [1, 2], за счет различного действия механизмов переноса тепла и массы в системах могут возникать специфические режимы, связанные с появлением конвективных течений, которые приводят к значительному росту парциальных потоков компонентов. Проявляющийся синергетический эффект [3, 4] связан со значительным увеличением скорости смешения и преимущественным переносом самого тяжелого по плотности компонента смеси. На интенсивность массопереноса существенное влияние оказывают давление, исходный состав смеси, температура, геометрические характеристики диффузионного канала [5-8]. Полученные в [2, 3, 5-8] результаты позволили разработать инновационные подходы, связанные с созданием устройств, в которых создаются условия для максимальной реализации разделения смеси на компоненты с заданными свойствами [9, 10]. Необходимо отметить, что проявление синергетического эффекта в условиях проточной схемы диффузионного моста может привести к режиму непрерывного разделения [11]. Экспериментальные особенности реализации метода диффузионного моста для проточных систем были предложены в [12] и продемонстрировали особенности разделения при различных составах смеси и направлении ее градиента плотности.

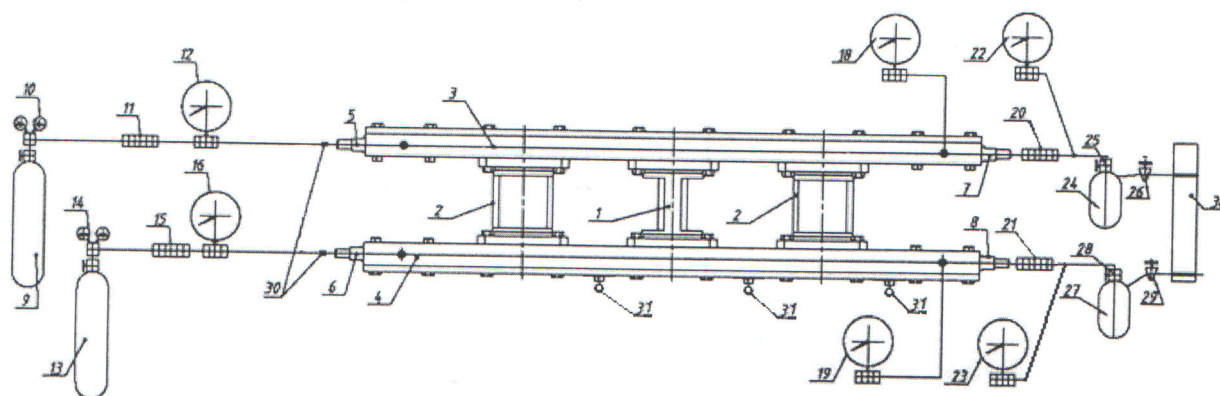
В данной работе приводятся опытные результаты величины разделения самого тяжелого компонента смеси при различных давлениях в диффузионной ячейке разделительного устройства проточного типа. Предлагается подход по модернизации трехступенчатого модуля опытного устройства для разделения газовых смесей, связанный с оптимизацией проточной части нижней магистрали разделителя газов.

Экспериментальные исследования

Схема экспериментальной установки с модернизированным трехступенчатым модулем приведена на рис. 1. Как и в работе [12] основной особенностью опытного стенда заключается в использовании разделительного модуля с набором диффузионных каналов 1 или их имитаторов 2. Методика проведения эксперимента для проточных устройств была детально описана в [11, 12], поэтому в данном случае опишем основные этапы реализующие многокомпонентное смешение в разделительном модуле. Газовые смеси из баллонов 9, 13 через систему трубопроводов, расходомеров 11, 15, манометров 12, 16, поступают через магистрали 3 и 4 на диффузионный соединительный канал 1, который имеет следующие параметры: сечение $22 \times 50 \cdot 10^{-3}$ м, длина $L = 159 \cdot 10^{-3}$ м, (рис. 1). В разделительной ячейке, которая включает в себя магистрали 3 и 4, соединенные вертикальным плоским диффузионным каналом, моделировался процесс взаимной диффузии, когда встречные объемные потоки равны. Затем смеси газов через систему из магистральных расходомеров с вентилями регулировок расходов 20, 21 попадают в баллоны отбора проб газов 24, 27, которые затем анализируются на хроматографе.

Тестовые эксперименты проводились с системой $0,38 \text{ He} + 0,62 \text{ Ar} - \text{N}_2$, при давлении $p = 0,9$ МПа и $T = 298,0$ К. Выбор данной системы обусловлен тем, что в ней, согласно [2], при данных геометрических характеристиках могут быть реализованы условия с преимущественным разделением

самого тяжелого по плотности компонента. В опытах соблюдалось условие, предполагающее смешение бинарной смеси гелия и аргона с азотом, причем плотность смеси, подаваемая на магистраль 3, была меньше, чем плотность азота, который транспортировался через магистраль 4. Изучалось влияние объемной скорости смеси, подаваемой в магистраль 3 на величину разделения самого тяжелого по плотности компонента Ar в нижнюю магистраль 4. Изменение объемной скорости подачи смеси (Ar + He) и азота осуществлялось за счет вентилях настройки редукторов 10, 14 и регулирующих вентилях расходомеров (ротаметров) 11, 15, 20, 21.



1 – диффузионные каналы; 2 – имитаторы диффузионного канала; 3 – магистраль смеси газов; 4 – магистраль технологического газа; 5 – подача смеси газов; 6 – подача технологического газа; 7 – выход с верхней магистрали; 8 – выход с нижней магистрали; 9 – баллон смеси газов; 10 – редуктор; 11 – расходомер (объемный); 12 – манометр подаваемой смеси газов; 13 – баллон технологического газа; 14 – редуктор; 15 – расходомер объемный; 16 – манометр технологического газа; 17, 18 – манометр магистрали смеси газов; 19 – манометр магистрали технологического газа; 20 – расходомер (объемный); 21 – расходомер (объемный); 22 – манометр верхней магистрали выхода; 23 – манометр нижней магистрали выхода; 24 – баллон отбора пробы газа; 25 – вентиль баллона отбора пробы газа; 26 – выходной вентиль баллона отбора пробы газа; 27 – баллон отбора пробы газа; 28 – вентиль баллона отбора пробы газа; 29 – выходной вентиль баллона отбора пробы газа; 30 – устройство выхода магистралей газа; 31 – отборники тяжелых компонентов смеси газов в нижней магистрали.

Рисунок 1. Схема модернизированной стендовой установки

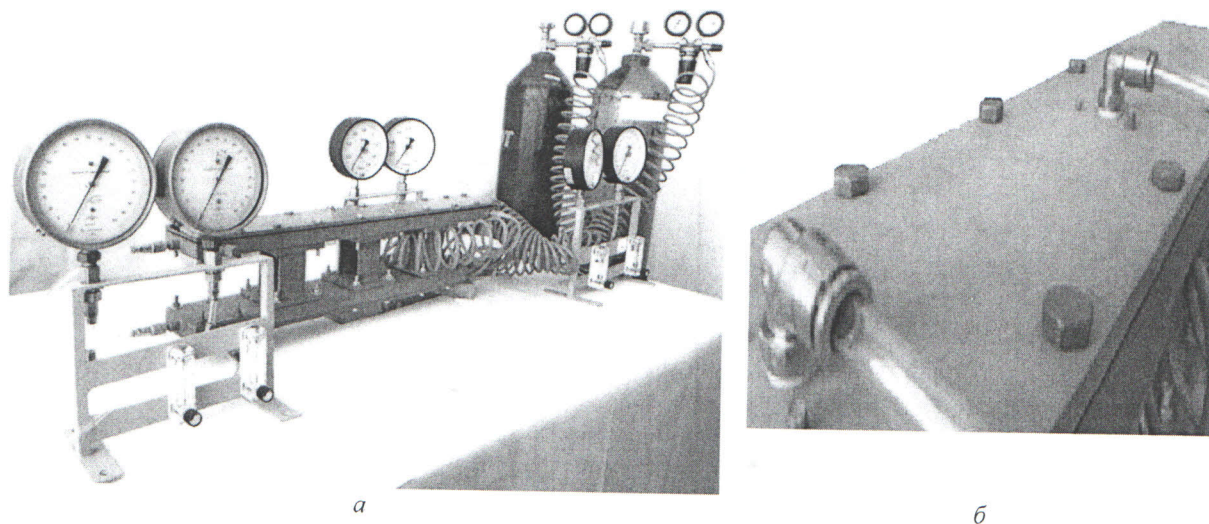
В таблице 1 приведены концентрации компонентов после смешения в разделительном модуле при различных расходах G (л/мин). Как видно из таблицы 1 при данных условиях в интервале объемных расходов ($31 \cdot 10^{-3} - 47 \cdot 10^{-3}$) л/мин в нижнюю магистраль поступает от 8 до 12 процентов аргона по сравнению с его составом в исходной смеси. Время нахождения порции газа над диффузионным каналом составляло 11 – 17 с. Такой перенос невозможен за счет диффузии, так как аргон имеет наименьшую диффузионную активность в данной смеси и время процесса для диффузии мало. Следовательно, в модуле происходит преимущественным перенос компонента с наибольшим молекулярным весом, вызванный концентрационной гравитационной конвекцией, которая обусловлена неустойчивостью механического равновесия газовой смеси.

Таблица 1. Концентрации разделенных газов при различных объемных расходах

G , л/мин	t , сек	Верхний канал (концентрации компонентов в мол. долях)			Нижний канал (концентрации компонентов в мол. долях)			ΔC_{Ar} %	Разделение
		C_{Ar}	C_{N_2}	C_{He}	C_{Ar}	C_{N_2}	C_{He}		
0.03144	16.8	0.5399	0.097	0.3631	0.0306	0.956	0.0134	13	+
0.03668	14.4	0.5575	0.0783	0.3642	0.042	0.944	0.014	10	+
0.04746	11.1	0.543	0.0703	0.3884	0.0258	0.9385	0,0357	12	-

Вместе с тем проведенные исследования показывают, что в случае функционирования всех трех каналов разделительной ячейки, не представляется возможным корректно оценить вклад каждого из них в суммарную сепарацию смеси. Поэтому в трехступенчатом модуле [12] была осуществлена модернизация проточной магистрали для технологического газа. Была изготовлена специальная

крышка, снабженная тремя отборниками проб для газовых компонентов. На рис. 1 отборники 31 для тяжелых компонентов в нижней магистрали обозначены в виде перечеркнутых светлых точек «ө», расположенных после соответствующих диффузионных каналов. На рис. 2 представлены экспериментальное разделительное устройство и отводящие газопроводы модернизированной крышки нижней магистрали. Следует полагать, что предложенный модернизированный модуль позволит более точно диагностировать состав газовой смеси после разделения в каждом диффузионном канале



а – внешний вид модернизированного разделительного устройства и стендовой установки; б – отводящие газопроводы модернизированной крышки нижней магистрали (вид снизу).

Рисунок 2. Модернизированная установка по исследованию разделения компонентов в режиме конвективной диффузии.

Закключение

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в проточных устройствах в многокомпонентных системах с различными коэффициентами взаимной диффузии газов может иметь место разделение компонентов смеси с преимущественным переносом компонента с наибольшим молекулярным весом. Осуществление сепарации в трехступенчатом модуле может способствовать повышению эффективности величины разделения. Модернизация опытного модуля разделения газовых смесей позволяет оценить величину разделения, происходящую в каждом из диффузионных каналов.

Часть результатов, приведенных в работе, была получена при финансовой поддержке гранта АР05130712 Комитета Науки МОН РК.

1 Рыжков И.И. Термодиффузия в смесях: уравнения, симметрии, решения и их устойчивость. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2013. – 201 с.

2 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-Print, 2014. – 144 с.

3 Косов В.Н., Селезнев В.Д., Жаврин Ю.И. Эффект разделения компонентов при изотермическом смешении тройных газовых систем в условиях свободной конвекции // Журн. техн. физики. – 1997. – Т. 67, № 10. – С. 139-140.

4 Дильман В.В., Липатов Д.А., Лотхов В.А., Каминский В.А. Возникновение неустойчивости при нестационарном испарении бинарных растворов в инертный газ // Теоретические основы химической технологии. – 2005. – Т. 39, № 6. – С. 600-606.

5 Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Федоренко О.В., Акжолова А.А. Некоторые особенности изотермического многокомпонентного массопереноса при конвективной неустойчивости газовой смеси // Теоретические основы химической технологии. – 2016. – Т. 50, № 2. – С. 17-183.

6 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 Физической Химии. – 2017. – Т. 91, №6. – С. 931-936.

7 Kossov V., Krasikov S., Fedorenko O. Diffusion and convective instability in multicomponent gas mixtures at different pressures // *Eur. Phys. J. Spec. Top.* – 2017. – Vol. 226, No. 6. – P. 1177-1187.

8 Kossov V., Fedorenko O., Zhakebayev D. Features of Multicomponent Mass Transfer in Gas Mixtures Containing Hydrocarbon Components // *Chemical Engineering and Technology.* – 2019. – Vol. 42, No 4. – P. 896- 902.

9 Предварительный патент РК № 6359. Способ разделения газовой смеси и устройство для его осуществления / Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Красиков С.А. // *Промышленная собственность Казахстана.* – 1998. – Бюл. №6. – С. 87.

10 Патент РК № 32898. Устройство для разделения газовой смеси. / Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В., Асембаева М.К. // *Промышленная собственность.* – 2018. – Бюл. № 23. – С. 59–60.

11 Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Красиков С.А. Исследование неустойчивого диффузионного процесса в изотермических трехкомпонентных газовых смесях в стационарных условиях // *Журн. техн. физики.* – 1999. – Т. 69, № 7. – С. 5-9.

12 Косов В.Н., Красиков С.А., Кульжанов Д.У. Экспериментальное исследование смешения бинарной газовой смеси во встречный поток третьего компонента различной интенсивности в режиме развитой конвекции // *Вестник КазНПУ, серия физ.-мат.* – 2016. – №4 (56). – С. 152-155.

МРНТИ 30.17.35

УДК 533.15:536.25

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

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан,

²Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗА-РАЗБАВИТЕЛЯ В ИСХОДНЫХ СМЕСЯХ НА ДИФфуЗИЮ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Аннотация

Проведено моделирование диффузии двух газов в равной степени разбавленных третьим в изобарно-изотермических условиях. В качестве основных диффундирующих газов были взяты гелий и аргон, которые разбавлялись в равной степени в широких пределах концентраций в одном случае метаном, а в другом – азотом. Исследованы диффузионный и конвективный режимы протекания процесса. Расчет проводился в рамках теории устойчивости, распространенной на случай изотермической тройной газовой смеси. Получены карты устойчивости для рассматриваемых систем при различных концентрациях балластного газа. Показано, что интенсивность диффузионного и конвективного режимов при диффузии основных компонентов зависит от начальной концентрации газа-разбавителя (балластного газа). Увеличение содержания балластного газа в смеси приводит к уменьшению интенсивности диффузионных и конвективных режимов протекания процесса.

Ключевые слова: Газы, диффузия, смеси, конвекция, газ-разбавитель (балластный газ), теория устойчивости.

Аңдатпа

АЛҒАШҚЫ ҚОСПАЛАРДАҒЫ ГАЗ-СҰЙЫЛТҚЫШЫНЫҢ НЕГІЗГІ КОМПОНЕНТТЕРДІҢ ДИФфуЗИЯСЫНА ӘСЕР ЕТУІ

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

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,

²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

Изобаралық-изотермиялық жағдайлардағы екі газдың тең дәрежеде үшінші газбен араластырылғандағы диффузиясын моделдеу жүргізілді. Негізгі диффундирлеуші газдар ретінде гелий мен аргон алынды, олар бір жағдайда метанмен, ал екінші жағдайда азотпен концентрацияның кең шегінде бірдей дәрежеде сұйылтылды. Процесстің жүруінің диффузиялық және конвективті режимдері зерттелген. Есептеу үш газдың қоспасындағы изотермиялық жағдайға таралған, тұрақтылық теория аясында орындалды. Балластты газдың әр түрлі концентрациялары кезінде қарастырылатын жүйелер үшін тұрақтылық карталары алынды. Негізгі компоненттерінің диффузиясы кезіндегі диффузиялық және конвективтік режимдерінің қарқындылығы газ-сұйылтқышының (балласт газының) бастапқы концентрациясына байланысты екені көрсетілді. Қоспа құрамындағы балласт газының көбеюі диффузиялық және конвективті режимдері процессінің жүруінің қарқындылығын азайтуға әкеледі.

Түйін сөздер: Газдар, диффузия, қоспалар, конвекция, газ еріткіші (балласт газы), тұрақтылық теориясы.