



Қазақстан 2050



V ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФАРАБИ ОҚУЛАРЫ

Алматы, Қазақстан, 3-13 сәуір, 2018 жыл

**ӘБДІЛДИН ОҚУЛАРЫ:
ЗАМАНАУИ ФИЗИКАНЫҢ КӨКЕЙКЕСТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ
ҚР ҰҒА академигі Әбділдин Мейірхан Мұбаракұлының
80-жылдығына арналған атты
халықаралық ғылыми конференция
МАТЕРИАЛДАРЫ**

Алматы, Қазақстан, 12-15 сәуір 2018 жыл

V МЕЖДУНАРОДНЫЕ ФАРАБИЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Алматы, Казахстан, 3-13 апреля 2018 года

МАТЕРИАЛЫ

международной научной конференции
**АБДИЛЬДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ**
посвященной 80-летию академика НАН РК
Абдильдина Мейрхан Мубаракovich
Алматы, Казахстан, 12-15 апреля 2018 года

V INTERNATIONAL FARABI READINGS

Almaty, Kazakhstan, 3-13 April 2018

MATERIALS

of the International Scientific conference dedicated
to the 80th anniversary of Academician of the NAS RK
Abdildin Meirkhan Mubarakovich
**ABDILDIN READINGS:
ACTUAL PROBLEMS OF MODERN PHYSICS**

Almaty, Kazakhstan, 12-15 April 2018

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ФИЗИКАЛЫҚ ҚОҒАМ
КАЗАХСТАНСКОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
KAZAKH PHYSICAL SOCIETY

АЗИЯ-ТЫНЫҚ МҰХИТ ТЕОРИЯЛЫҚ ФИЗИКА ОРТАЛЫҒЫ
АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКИЙ ЦЕНТР ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ
ASIA-PACIFIC CENTER FOR THEORETICAL PHYSICS

V ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФАРАБИ ОҚУЛАРЫ
Алматы, Қазақстан, 3-13 сәуір 2018 жыл

ӘБДІЛДИН ОҚУЛАРЫ:
ЗАМАНАУИ ФИЗИКАНЫҢ КӨКЕЙКЕСТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

ҚР ҰҒА академигі Әбділдин Мейірхан Мұбаракұлының
80 жылдығына арналған халықаралық ғылыми конференция
МАТЕРИАЛДАРЫ
Алматы, Қазақстан 12-15 сәуір 2018 ж.

V МЕЖДУНАРОДНЫЕ ФАРАБИЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ
Алматы, Казахстан, 3-13 апреля 2018 г.

АБДИЛЬДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

МАТЕРИАЛЫ
международной научной
конференции, посвященной 80-летию
академика НАН РК Абдильдина Мейрхан Мубараковича
Алматы, Казахстан, 12-15 апреля 2018 г.

V INTERNATIONAL FARABI READINGS
Almaty, Kazakhstan, 3-13 April, 2018

ABDILDIN READINGS:
ACTUAL PROBLEMS OF MODERN PHYSICS

MATERIALS
of the International Scientific
conference dedicated to the 80th anniversary of
Academician of the NAS RK
Abdildin Meir Khan Mubarakovich
Almaty, Kazakhstan, April 12-15, 2018

Алматы
«Қазақ университеті»
2018

*Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ
Физика-техникалық факультетінің ғылыми кеңесімен
жариялауға ұсынылды*

*Рекомендовано к изданию
Ученым советом физико-технического факультета
КазНУ им. аль-Фараби*

Редакциялық алқа:

Редакционная коллегия:

*Г.М. Мутанов, Т.С. Рамазанов, Т.А. Кожамкулов, А.Е. Давлетов, М.Е. Абишев,
Н.Ж. Такибаев, Н.А. Бейсен, Ф.Б. Белисарова, С.А. Жаугашева, Ж.А. Калымова, Г. Сайдуллаева,
Б.А. Жами, М. Хасанов, А. Оразымбет, С. Токтарбай (отв. секр.)*

Әбділдин оқулары: Заманауи физиканың көкейкесті мәселелері: Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі Әбділдин Мейірхан Мұбаракұлының 80 жылдығына арналған халықаралық ғылыми конференцияның материалдары. 12-15 сәуір, Алматы қ. / М.Е. Әбішев редакциясымен. - Алматы: Қазақ университеті, 2018. - 274 б.

ISBN 978-601-04-3304-5

Конференцияға қатысушылардың баяндамалар мәтіні, мақалалары мен тезистері келтірілген.

Материалы международной научной конференции, посвященной 80-летию академика НАН РК Абдильдина Мейрхан Мубараквича. Абдильдинские чтения: Актуальные проблемы современной физики. 12-15 апреля, г. Алматы / под ред. М.Е. Абишева. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 274 с.

Представлены тексты выступлений, тезисы докладов и статьи участников Международной конференции.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2018

ISBN 978-601-04-3304-5

измерения температуры обмоток статора турбогенераторов можно использовать сульфид свинца PbS, из-за его способности выполнять функции фоточувствительного элемента в ИК диапазоне при комнатной температуре, без жидкого азота.

Литература:

1. Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Туякбаев А.А., Муканова А.М. Способ измерения температуры обмоток статора электрических машин большой мощности с водяным охлаждением. Положительное решение по заявке на изобретение №2017/1039.1 от 13.11.2017.
2. Гавалешко Н.П., Горлей П.Н., Шендеровский В.А. Узкозонные полупроводники. Получение и физические свойства. Киев, Наукова думка, 1984, с.288.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПРИ ДИФФУЗИИ ГАЗА И БИНАРНОЙ СМЕСИ С РАЗЛИЧНЫМИ КОЛЕКУЛЯРНЫМИ МАССАМИ КОМПОНЕНТОВ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ КАНАЛАХ

В.Н. Косов¹, Ю.И. Жаврин², О.В. Федоренко³, В. Мукамеденкызы³

¹Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³Институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Многокомпонентной диффузии свойственен ряд особенностей, которые не наблюдаются в бинарных смесях. Одной из таких особенностей является диффузионная неустойчивость. Этот термин был впервые введен авторами работы [1]. Эту особенность называют также аномальной диффузией, аномальной диффузионной неустойчивостью или аномальной гравитационной концентрационной конвекцией. Аномальность эффекта заключается в том, что в изначально гравитационно устойчивых газовых системах (в верхней части аппарата размещается менее плотная смесь, чем в нижней) при диффузионном смешении могут возникать конвективные потоки. Таким образом, полный поток i -го компонента включает диффузионную и конвективную составляющую [2].

Проводя исследования по изучению диффузионного термоэффекта в трехкомпонентных газовых смесях в трубке Лошмидта, Миллер и Мейсон обнаружили, что изменение температуры по обе стороны от границы раздела газов для некоторых систем в течение нескольких десятков секунд имело колебательный характер, хотя предполагалось ее монотонное нарастание. В [3] также были замечены нерегулярные колебания концентраций компонентов при диффузии тройных смесей. В этой публикации было отмечено, что длительность колебательного режима при давлениях близких к атмосферному и комнатной температуре не превышает нескольких десятков секунд. Таким образом, исследования, представленные в [3], подтвердили экспериментальные результаты, описанные в [1; 4]. Авторы работ [5; 6] наблюдали эффект аномального возникновения конвекции в многокомпонентных газовых смесях при повышенных давлениях в квазистационарных условиях (в системе двух колб, соединенных капилляром). Эти условия дают возможность измерять квазистационарные парциальные потоки компонентов через диффузионный канал и наблюдать осцилляции концентраций в течение длительного времени.

Опыты, описанные в [5; 6], проводились в условиях, когда бинарная смесь газов, массовая плотность которой была меньше, чем плотность третьего компонента, всегда помещалась в верхней части диффузионного аппарата, а однокомпонентный газ – в нижней. В

работах [1; 4] было показано, что неустойчивый характер переноса в некоторых системах может наблюдаться при любой ориентации газов в аппарате относительно диффузионного канала, в частности в системе $0,381 \text{ Н}_2 + 0,619 \text{ СО}_2 - \text{Н}_2$. Смена расположения компонентов смеси относительно диффузионного канала может обусловить разные скорости смешения, т.е. в тройных газовых системах наблюдается эффект ориентации неустойчивой диффузии.

В работе [7] была проведена экспериментальная проверка возникновения конвекции для случая, когда один компонент находился в верхней части канала, а более тяжелая бинарная смесь – в нижней. Для исследования были взяты системы $\text{He} - 0,9132 \text{ Н}_2 + 0,0868 \text{ Н}_2$ и $\text{N}_2 - 0,7489 \text{ Ar} + 0,2511 \text{ Н}_2$. Анализ экспериментальных данных, приведенных в [7], показал, что до давления 2,0 МПа наблюдалась диффузия. При более высоких давлениях системы переходят в неустойчивое состояние и возникает конвекция. Процесс имеет максимальную интенсивность смешения в области давлений от 4,0 до 5,0 МПа.

Математическое описание базируется на основе анализа системы уравнений механики сплошных сред для многокомпонентных систем по отношению к малым возмущениям [8]. Макроскопическое движение изотермической тройной газовой смеси описывается общей системой уравнений гидродинамики, которая включает в себя уравнения Навье-Стокса, сохранения числа частиц смеси и компонентов.

Принимая во внимание условие независимой диффузии, при которой для изотермической газовой смеси $\sum_{i=1}^3 \mathbf{j}_i = 0$; $\sum_{i=1}^3 c_i = 1$, эта система уравнений имеет следующий вид [8; 9]:

$$\rho \left[\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \nabla \mathbf{u}) \right] = -\nabla p + \eta \nabla^2 \mathbf{u} + \left(\frac{\eta}{3} + \xi \right) \nabla \text{div} \mathbf{u} + \rho \mathbf{g},$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \text{div}(n\mathbf{v}) = 0, \quad \frac{\partial c_i}{\partial t} + \mathbf{v} \nabla c_i = -\text{div} \mathbf{j}_i, \quad (1)$$

$$\mathbf{j}_1 = -(D_{11}^* \nabla c_1 + D_{12}^* \nabla c_2),$$

$$\mathbf{j}_2 = -(D_{21}^* \nabla c_1 + D_{22}^* \nabla c_2).$$

Здесь \mathbf{u} – вектор среднemasовой скорости; \mathbf{v} – вектор среднечисловой скорости; ρ – плотность; p – давление; η и ξ – коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости; \mathbf{g} – вектор ускорения свободного падения; n – числовая плотность; t – время; c_i – концентрация i -го компонента; \mathbf{j}_i – вектор плотности диффузионного потока i -го компонента; D_{ij}^* – практические коэффициенты диффузии, которые определяются через коэффициенты взаимной диффузии (КВД) [10]:

$$D_{11}^* = \frac{D_{13} [c_1 D_{32} + (c_2 + c_3) D_{12}]}{D}, \quad D_{12}^* = -\frac{c_1 D_{23} (D_{12} - D_{13})}{D},$$

$$D_{22}^* = \frac{D_{23} [c_2 D_{13} + (c_1 + c_3) D_{12}]}{D}, \quad D_{21}^* = -\frac{c_2 D_{13} (D_{12} - D_{23})}{D},$$

$$D = c_1 D_{23} + c_2 D_{13} + c_3 D_{12}.$$

Уравнения (1) дополняются уравнением состояния среды

$$\rho = \rho(c_1, c_2, p), \quad T = \text{const.}$$

При решении системы уравнений (1) применялся метод малых возмущений [8], который предполагал концентрацию i -го компонента c_i и давление p представить следующим образом:

$$c_i = \langle c_i \rangle + c_i', \quad p = \langle p \rangle + p',$$

где $\langle c_i \rangle$, $\langle p \rangle$ – постоянные средние значения, принимаемые в качестве начала отсчета.

Учитывая, что при $L \gg r$ (L и r – длина и радиус диффузионного канала, соответственно) различия между возмущениями среднечисловой \mathbf{v} и среднемассовой \mathbf{u} скоростей в уравнении Навье-Стокса будут несущественны [9], а также предполагая, что нестационарные возмущения механического равновесия малы, пренебрегая квадратичными по возмущениям членами, и выбирая соответствующие масштабы единиц измерения (расстояния – d , времени – d^2/ν , скорости – D_{22}^*/d , концентрации i -го компонента – $A_i d$, давления – $\rho_0 \nu D_{22}^*/d^2$), получим систему уравнений гравитационной концентрационной конвекции для возмущенных значений в безразмерных величинах (штрихи опущены):

$$\begin{aligned} \text{Pr}_{22} \frac{\partial c_1}{\partial t} - (\mathbf{u} \mathbf{e}_z) &= \tau_{11} \nabla^2 c_1 + \frac{A_2}{A_1} \tau_{12} \nabla^2 c_2, \\ \text{Pr}_{22} \frac{\partial c_2}{\partial t} - (\mathbf{u} \mathbf{e}_z) &= \frac{A_1}{A_2} \tau_{21} \nabla^2 c_1 + \nabla^2 c_2, \\ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} &= -\nabla p + \nabla^2 \mathbf{u} + (\text{Ra}_1 \tau_{11} c_1 + \text{Ra}_2 c_2) \mathbf{e}_z, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{div} \mathbf{u} = 0,$$

где \mathbf{e}_z – единичный вектор в направлении оси z ; $\text{Pr}_{ii} = \nu/D_{ii}^*$ – диффузионное число Прандтля; $\text{Ra}_i = g\beta_i A_i d^4 / \nu D_{ii}^*$ – парциальное число Рэлея; $\tau_{ij} = D_{ij}^*/D_{22}^*$ – параметры, определяющие соотношение между практическими коэффициентами диффузии; $\beta_i = -\frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial \rho}{\partial c_i} \right)_{p,T}$;

$A_i \mathbf{e}_z = -\nabla c_{i0}$ (индекс 0 относится к средним значениям).

Решение системы уравнений (2) для плоского вертикального канала с непроницаемыми стенками позволило получить в терминах чисел Рэлея граничное соотношение, определяющее смену режимов «диффузия – конвекция» в виде [11]:

$$\tau_{11} \left(1 - \frac{A_2}{A_1} \tau_{12} \right) \text{Ra}_1 + \left(\tau_{11} - \frac{A_1}{A_2} \tau_{21} \right) \text{Ra}_2 = \gamma^4 (\tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21}), \quad (3)$$

где $\gamma = \text{Ra}^{1/4}$, т.е. $\gamma = (\text{Ra}_1 \tau_{11} K_1 + \text{Ra}_2 K_2)^{1/4}$; $K_1 = \frac{\left(1 - \frac{A_2}{A_1} \tau_{12} \right)}{(\tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21})}$, $K_2 = \frac{\left(\tau_{11} - \frac{A_1}{A_2} \tau_{21} \right)}{(\tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21})}$; A_i – парциальный градиент концентрации i -го компонента.

Критическая линия колебательных возмущений определяется формулой:

$$\tau_{11} \left[-\frac{A_2}{A_1} \tau_{12} - \text{Pr}_{22} - \tau_{11} \right] \text{Ra}_1 + \left[-\frac{A_1}{A_2} \tau_{21} - \text{Pr}_{22} - 1 \right] \text{Ra}_2 =$$

$$[\gamma]^4 \left\{ \frac{1}{\text{Pr}_{22}} (\text{Pr}_{22} [1 + \tau_{11}] + \tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21}) [-\text{Pr}_{22} - 1 - \tau_{11}] - \tau_{21} \tau_{12} + \tau_{11} \right\} . \quad (4)$$

Линия, которая соответствует нулевому градиенту плотности, определяется следующим выражением:

$$\tau_{11} \text{Ra}_1 = -\text{Ra}_2 . \quad (5)$$

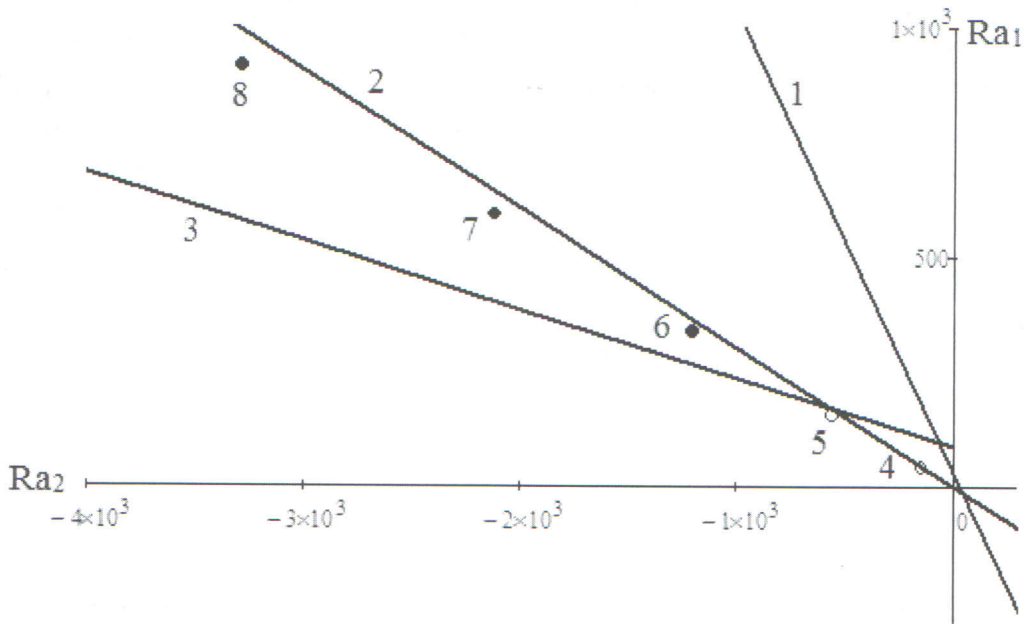


Рисунок 1 – Области диффузии и конвекции для системы $\text{N}_2 - 0,7489 \text{ Ar} + 0,2511 \text{ H}_2$: 1 – нейтральная линия монотонных возмущений; 2 – линия нулевого градиента плотности; 3 – линия колебательных возмущений 4 – 8 – опытные данные при различных значениях p : 4 – 1,07; 5 – 2,06; 6 – 3,03; 7 – 4,02; 8 – 5,00 МПа

На рис. 1 приведены линии монотонной и колебательной неустойчивости, нулевого градиента плотности и опытные данные для системы $\text{N}_2 - 0,7489 \text{ Ar} + 0,2511 \text{ H}_2$. Оси координат и линии, описываемые уравнениями (3)-(5) делят плоскость $(\text{Ra}_1, \text{Ra}_2)$ на ряд областей с определенными характеристиками режима смешения. Выше граничных линий монотонной и колебательной неустойчивости возмущения нарастают, определяя тем самым конвективный режим смешения, а ниже убывают, что характерно для молекулярной диффузии.

Восстановим экспериментальные данные, соответствующие $\text{N}_2 - 0,7489 \text{ Ar} + 0,2511 \text{ H}_2$ [7] через парциальные числа Рэлея и отобразим их на координатной плоскости $(\text{Ra}_1, \text{Ra}_2)$. Парциальные числа Рэлея в соответствии с (2) в применении к диффузионному каналу с радиусом r и длиной L можно записать следующим образом [12]:

$$\text{Ra}_1 = \frac{g n r^4 \Delta m_1}{\rho v D_{11}^*} \cdot \frac{\partial c_1}{\partial z}, \quad \text{Ra}_2 = \frac{g n r^4 \Delta m_2}{\rho v D_{22}^*} \cdot \frac{\partial c_2}{\partial z}, \quad (6)$$

где $\Delta m_1 = m_1 - m_2$, $\Delta m_2 = m_2 - m_3$, m_i – масса молекулы i -го сорта. Из опыта известно, какой тип смешения имеет место: устойчивый (диффузия) или неустойчивый (конвекция). Точки,

соответствующе неустойчивому режиму, будем обозначать в виде знаков ●, а диффузия будет определяться значками ○. Совокупность таких точек на плоскости чисел Рэлея (рис. 1) определяет переход из диффузионной области в конвективную через граничную линию (4).

Как видно из рис. 1, точки 4 и 5 лежат в области диффузии, а точки 6-8 – в области колебательных возмущений. Данные расчета хорошо согласуются с экспериментальными данными, приведенными в [7].

Таким образом, при смешении газа в более тяжелую по плотности бинарную смесь, расположенную в нижней части диффузионного канала наблюдается колебательный неустойчивый режим.

Часть результатов получена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (проект № AP05130712) и гранта «Лучший преподаватель вуза-2017» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Miller L., Mason E.A. Oscillating instabilities in multicomponent diffusion // *Phys. Fluids*. – 1966. – Vol. 9, No. 4. – P. 711-721.
2. Каминский В.А. Расчет диффузионных потоков и распределения концентраций для трехкомпонентной диффузии // *ЖФХ*. – 2011. – Т. 85, № 11. – С. 2127-2130.
3. Ивакин Б.А., Суетин П.Е., Харин Г.С. О неустойчивости трехкомпонентной диффузии // *Тр. Ур. Пед. Инс-та. – Свердловск, 1969. – № 172. – С. 154-156.*
4. Miller L., Spurling T.H., Mason E.A. Instabilities in ternary diffusion // *Phys. Fluids*. – 196. – Vol. 10, No. 8. – P. 1806-1811.
5. Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Белов С.М., Семидоцкая Н.И. О применении метода эффективных коэффициентов к описанию диффузии в многокомпонентных газовых смесях при повышенных давлениях // *Тепломассоперенос в жидкостях и газах: сб. науч. тр. – Алма-Ата, 1982. – С. 3-12.*
6. Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Белов С.М., Тарасов С.Б. Влияние давления на устойчивость диффузии в некоторых трехкомпонентных газовых смесях // *ЖТФ*. – 1984. – Т. 54, № 5. – С. 943-947.
7. Косов В.Н., Жаврин Ю.И. Экспериментальное исследование на диффузионную устойчивость некоторых изотермических трехкомпонентных газовых систем // *Известия АН КазССР. Серия физ.-мат.* – 1990. – № 2. – С. 66-69.
8. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972. 392 с.
9. Косов В.Н., Селезнев В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях. Екатеринбург: УрО РАН, 2004.
10. Ферцигер Дж., Капер Г. Математическая теория процессов переноса. М.: Наука, 1979.
11. Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Fedorenko O.V., Akzholova A.A. Some features of isothermal multicomponent gas transfer in the convective instability of gas mixture // *Theor. Found. Chem. Eng.* – 2016. – Vol. 50, No. 2. – P. 171-177.
12. Kosov V.N., Fedorenko O.V., Zhavrin Yu.I., Mukamedenkyzy V. Instability of Mechanical Equilibrium during Diffusion in a Three-Component Gas Mixture in a vertical Cylinder with a Circular Cross Section // *Technical Physics*. – 2014. – Vol. 59, No. 4. – P. 482-486.

**НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА
КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И НЕЛИНЕЙНАЯ ФИЗИКА**

Дмитриева Н.Д., Ведь М.В., Ермоленко И.Ю., Лунарска Э., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А. Нанокпозиционные электролитические покрытия с улучшенными антикоррозионными свойствами	148
Сахненко Н.Д., Ведь М.В., Ермоленко И.Ю., Лунарска Э., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А. Испытания защитных свойств покрытий 'metallspray' в аминных средах перерабатывающего завода 'тенгиз'	153
Ю.С. Громовой, С.В. Пляцко, Л.В. Рашковецкий, С. Кадышев, З.И. Захарук, И.М. Раренко. Трансформация физических свойств монокристаллов CdTe:Mn под действием лазерного ИК - излучения	158
Ташкеева Г.К., Абдисадыков К.Н., Жорахан Ж.А. Қоспамен модификацияланған аморфты с-н кабықшаларының қасиеттері	164
Кудусов А.С., Сельдюгаев О.Б. Механизмы переноса избыточных носителей заряда в полиэтилене	167
Халым Рахмет, Андасбаев Е.С. Теоретические исследования характеристик параметров электрической сети	170
Кумекоев С.Е., Сайтова Н.К. Спектры фотолуминесценции углеродсодержащих наноструктурных объектов	174
Грушевская Е.А., Дмитриева Е.А., Лебедев И.А., Рябикин Ю.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И. Способ увеличения отношения сигнал/шум	177
Е.А. Дмитриева, Д.М. Мухамедшина, К.А. Мить, И.А. Лебедев, Е.А. Грушевская. Влияние изотермического отжига на оптические и электрические свойства тонких пленок SnO ₂ легированных фтором	183
А. И. Купчишин, М. Н. Ниязов, Б. Г. Таипова. Влияние электронного и гамма-облучения на парциальную плотность активного ила	189
О.В. Есырев, Н.А. Ибрагимова, А.И. Купчишин, Н.Н. Ходарина. Тяжелые металлы в организме рыбы озера Сорбулак	192
А.И. Купчишин, М.Н. Ниязов, Б.Г. Таипова, А.Т. Абдухаирова, Н.А. Воронова. Влияние электронного облучения на деформацию оргстекла при изгибе	194
А.И. Купчишин, Б.А. Тронин, К. Шаханов, А.В. Грызлов. Проведение технических и экспериментальных работ на ускорителе электронов типа ЭЛУ-6 КазНПУ им. Абая	198
Н.А. Воронова, А.И. Купчишин, В.И. Кирдяшкин, А.А. Купчишин. Общественная каскадно-вероятностная функция и уравнение Больцмана	200
А.Т. Абдухаирова, Н.А. Воронова, А.И. Купчишин, М.Н. Ниязов, В.И. Кирдяшкин. Влияние температуры, механического воздействия и электронного облучения на механические свойства линейных полимеров	204
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ, ФИЗИКА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ, ТЕПЛОФИЗИКА И КОМПЬЮТЕРНАЯ ФИЗИКА	
Абдирахманов А.Р., Досболаев М.К., Рамазанов Т.С. Разрушение плазменно-пылевых структур в магнитном поле	208
Davletov A.E., Yerimbetova L.T. Self-consistent caloric equation of state for dust particles of finite sizes	212
Жукешов А.М., Усеинов Б.М., Амренова А.У., Габдуллина А.Т., Молдабеков Ж.М. Определение параметров плазмы на установке «плазменный фокус»	214

Жукешов А.М., Габдуллина А.Т., Амренова А.У., Мухамедрыскызы М., Фермахан К., Молдабеков Ж.М., Серик К., Кадыр Е. Технология модификации материалов дуговой плазмой и проблемы автоматизации вакуумной системы	219
Райымханов Ж., Досболаев М.К., Тажен А.Б., Утегенов А.У., Рамазанов Т.С. Осаждение углеродных наночастиц на поверхности металлов в импульсном плазменном потоке	224
Болегенова С.А., Туякбаев А.А., Муканова А.М. Электронная система для бесконтактного измерения температуры обмоток статора турбогенераторов большой мощности	226
Косов В.Н., Жаврин Ю.И., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В. Возникновение конвективных колебательных возмущений при диффузии газа и бинарной смеси с различными молекулярными массами компонентов в вертикальных каналах	229
Молдабекова М.С., Красиков С.А., Асембаева М.К., Федоренко О.В. Моделирование разделения газовой смеси на компоненты в зависимости от давления	234
Tleukenov S. K., Khamitov M.Kh., Ispulov N.A. To the question of applying of the method of the matriciant in solving the problem of the thermoelasticity in anisotropic mediums	238
Шаймерденова К.М., Ахмадиев Б.А., Наушарбан Ж. К., Секербаева Г.К. Тік орналасқан жылуалмастырғыштардағы жылу алмасу үрдістерін зерттеу	243
Бижігітов Т., Сембиева А. II - ші мұз түрінің 300 мпа, 500 мпа, 750 мпа қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің температураға тәуелділігі	247
МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА, ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА И БИОФИЗИКА	
Кусаинов А.С. Исследовательский программный комплекс для компьютерной томографии и маммографии	251
Тулеуханов С.Т., Аблайханова Н.Т. Анализ хроноструктурных параметров суточной динамики оптических свойств биообъектов в норме и при стрессе	252
А.И. Купчишин, Б.А. Тронин, К. Шаханов. Изучение распределений по глубине интенсивности пучка электронов в теле обрабатываемой медицинской продукции	258
Тлеукенов С.К., Жукенов М.К. Энергетические коэффициенты отражения и преломления электромагнитных волн на границе изотропной среды и анизотропной среды с магнитоэлектрическим эффектом	262