

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ФАКУЛЬТЕТІ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ ФИЗИКА  
ҒЫЛЫМИ -ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

# СБОРНИК ТРУДОВ

ЗАМАНАУИ ФИЗИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

Профессор Исатаев Совет Исатайұлының  
80 жасқа толуына арналған Халықаралық  
ғылыми конференция материалдары  
29-30 наурыз 2012 ж .

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Материалы Международной научной  
конференции, посвященной 80-летию  
профессора Исатаева Совета Исатаевича  
29-30 марта 2012 г .



Алматы  
«Қазак университеті»  
2012

---

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ

ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ФАКУЛЬТЕТІ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ ФИЗИКА  
ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

## ЗАМАНАУИ ФИЗИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

*Профессор Исатаев Совет Исатайұлының  
80 жасқа толуына арналған Халықаралық  
ғылыми конференция материалдары*

29-30 наурыз 2012 ж.

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

*Материалы Международной научной  
конференции, посвященной 80-летию  
профессора Исатаева Совета Исатаевича*

29-30 марта 2012 г.

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2012



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

Редакционная коллегия:

*Г.М. Мутанов, Т.С. Рамазанов, А.С. Аскарлова, Б.А. Алиев, С.А. Болегенова, О.А. Лаврицев,  
А.С. Дробышев, Г.К. Толеуов, М.С. Исатаев, Р.К. Манатбаев, А. Бекмухамет (отв. секр.)*

**Актуальные** проблемы современной физики: Материалы Международной научной конференции, посвященной 80-летию профессора Исатаева Совета Исатаевича / под ред. Б.А. Алиева. – Алматы:Қазақ университеті, 2012. - 293 с.

Представлены тексты выступлений и статей участников Международной конференции по теплофизике и теоретической теплотехнике, теоретической физике и физике элементарных частиц, физике твердого тела и нелинейной физике, физике плазмы и компьютерной физики.

## СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКИЙ ОЧЕРК НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРА ИСАТАЕВА СОВЕТА ИСАТАЕВИЧА	4
<b>ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА</b>	10
<b>Исатаев С.И., Толеуов Г., Исатаев М.С., Кудабаева М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТРЕНИЯ НА ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ПЛАСТИНАХ ПЛОСКОЙ СВОБОДНОЙ СТРУИ, ИСТЕКАЮЩЕЙ ИЗ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СОПЛА	10
<b>Исатаев С.И., Толеуов Г., Исатаев М.С.</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЛЬНОБОЙНОСТИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕЙ В ТУРБУЛЕНТНОЙ СВОБОДНОЙ СТРУЕ	15
<b>Кусаиынов К., Дюсембаева А.Н., Тургунов М.М., Тансыкбаева Н.К.</b> АЭРОДИНАМИКА СИСТЕМЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЦИЛИНДРОВ	18
<b>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Мукашева Г.К., Рахимбаева Н.Б., Шортанбаева Ж.К., Оспанова Ш.С.</b> ТУРБУЛЕНТТІЛІКТІҢ БАСТАПҚЫ ДЕҢГЕЙІНІҢ АЛАУДЫҢ ОРТАШАЛАНҒАН СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ	23
<b>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Байдуллаева Г.Е., Рахимбаева.Н.Б., Мукашева Г.К., Оспанова.Ш.С.</b> ЖАНУ КАМЕРАСЫНДАҒЫ КИНЕТИКАЛЫҚ ЭНЕРГИЯНЫҢ ӨЗГЕРУНЕ ТУРБУЛЕНТТІЛІКТІҢ БАСТАПҚЫ ДЕҢГЕЙІНІҢ ӘСЕРІ	27
<b>Аскарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Нурсейтова А.К.</b> МЕТАННЫҢ ТУРБУЛЕНТТІК ЖАНУЫН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ	31
<b>Жаврин Ю.И.</b> ОСОБЕННОСТИ ДИФФУЗИИ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ	37
<b>Кусаиынов К., Сакипова С.Е., Оспанова Д.А., Ахмерова К.Е., Усикбаева А.</b> ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОРАЗРЯДА В ГАЗОЖИДКОСТНОМ ПОТОКЕ В КАНАЛАХ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ	42
<b>Молдабекова М.С., Поярков И.В., Борибаева М.А.</b> К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ТЕПЛОМАССООБМЕНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	47

## ЭФФЕКТИВТІК ДИФFUЗИЯ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІН САЛЫСТЫРУ

Жаврин Ю.И., Поярков И.В., Асембаева М.Қ., Есқожаева А.Е.  
 эл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Әртүрлі эксперименттік әдістермен алынған эффективтік диффузия коэффициенттеріне салыстырулар жүргізілді.

Бүгінгі күнге дейін әдебиеттерде көпкомпонентті диффузия туралы көптеген материалдар жарияланған, олардың барлығы болмаса да кейбірі нәтижелеріне байланысты біршама талдауларды қажет етеді.

Әртүрлі эксперименттік әдістермен алынған эффективтік диффузия коэффициенттерін (ЭДК) салыстыру өте маңызды Бинарлық диффузияда мұндай сәйкестендірулер оңай жүргізіледі, өйткені эксперименттік материалдар өте көп, жеткілікті (олар [1, 2]) жұмыста келтірілген. Осындай салыстырулардың мақсаты қарастырып отырған әдістерді негіздеу, сонымен қатар, сәйкестендірулер арқылы кейінгі эффективтік диффузия коэффициенттерінің артықшылықтарын (немесе кемшіліктерін) анықтау.

Концентрациялары әртүрлі балласты газ жүйелері үшін He+N<sub>2</sub>-Ar+N<sub>2</sub> (мәндері [3, 4] жұмыстарда) және He+N<sub>2</sub>-Ar+N<sub>2</sub> (мәндері [3, 5] жұмыстарда келтірілген) негізгі компоненттері гелий және аргонның стационарлық және екіқолбалық әдіспен алынған эффективтік диффузия коэффициенттеріне салыстырулар жүргізілді. Алынған нәтижелер 1 және 2 суреттерде көрсетілген. Максвелл Больцман-Джинс (МБД) теориясы бойынша есептелген нәтижелер де осында келтірілген [6, 7]

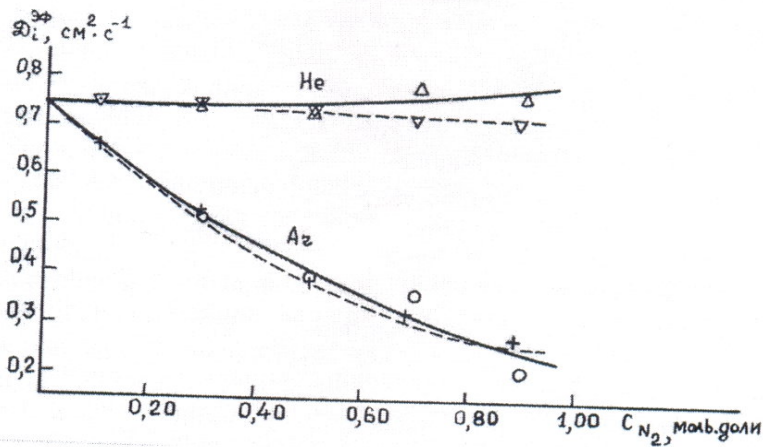
$$D_i = \frac{D_{ii}}{x_i + \alpha_{ij}x_j + \alpha_{ik}x_k}, \quad D_{ii} = \frac{1.051\sqrt{8kT/\pi m_i}}{3\pi\sqrt{2n_i}\sigma_{ii}^2(1-\omega_{ii})}, \quad (1)$$

$$\alpha_{ij} = \left( \frac{\sigma_{ii} + \sigma_{jj}}{2\sigma_{ii}} \right)^2 * \frac{1-\omega_{ij}}{1-\omega_{ii}} \sqrt{\frac{m_i + m_j}{2m_j}},$$

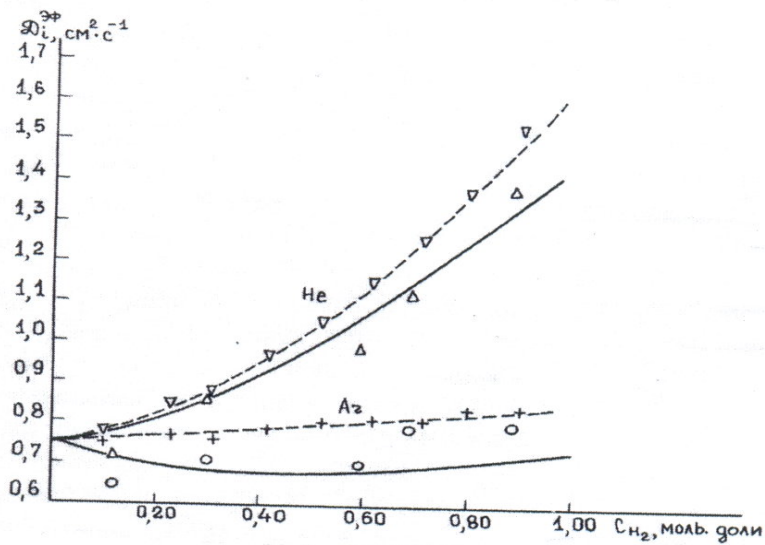
мұндағы  $D_{ii}$  -  $i$ -ші компоненттің өздікдиффузия коэффициенті;  $\omega_{ij}$  - жылдамдық персистенциясы;  $\omega_{ii} = 0,406$ ;  $\alpha_{ij} = 1$  және Стефан-Максвелл [8, 9]

$$D_1^{\text{эф}} = \frac{D_{21}[D_{31} + y_1(D_{32} - D_{31})]}{y_1 D_{23} + y_2 D_{31} + y_3 D_{12}} \quad (2)$$

$$D_2^{\text{эф}} = \frac{D_{21}[D_{23} + y_2(D_{31} - D_{23})]}{y_1 D_{23} + y_2 D_{31} + y_3 D_{12}}$$



1-сурет. He+N<sub>2</sub>-Ar+N<sub>2</sub> жүйесі үшін эффективтік диффузия коэффициенттерін орташа көлемдік жүйеде есептеу әртүрлі әдіспен бастапқы қоспадағы газ-сұйылтқыштар концентрациясынан тәуелді алынған. Нүктелер – эксперимент жүзінде алынған. Түзу сызық – МБД теориясы бойынша есептелген. Пунктир сызықтар – ((2) өрнек) Стефан-Максвелл теңдеуі бойынша есептелген. Δ-He, ○-Ar – стационар әдіспен алынған; ▽-He, + - Ar – екіқолбалық әдіспен өлшенген.



2-сурет. He+N<sub>2</sub>-Ar+N<sub>2</sub> жүйесі үшін эффективтік диффузия коэффициенттерін орташа көлемдік жүйеде есептеу әртүрлі әдіспен бастапқы қоспадағы газ-сұйылтқыштар концентрациясынан тәуелді алынған. Түзу сызық – МБД теориясы бойынша есептелген. Пунктир сызықтар – ((2) өрнек) Стефан-Максвелл теңдеуі бойынша есептелген. Δ-He, ○-Ar – стационар әдіспен алынған; ▽-He, + -Ar – екіқолбалық әдіспен алынған.

2 – суретте екінші жүйедегі газдардың жеке концентрациялары үшін теорияның эксперимент мәндерімен өзара сәйкестігі келтірілген. Бұрыннан белгілі болғандай, қанағаттанарлықсыз сәйкестік жүйеде екі бірдей жеңіл компонент (мысалы, сутегі және

гелий) болғанда орындалады. Біздің қарастырып отырған жүйемізде осыған ұқсас жағдайлар байқалады. Әсіресе, сәйкессіздіктер ауыр компонент аргон үшін орындалады. Бұл эффективтік диффузия коэффициенттерін қорытып шығару кезінде осы жүйелер үшін газ-сұйылтқыштардың тасымалдануы кезінде жүйелерде орташа көлемдік есепте концентрацияның тасымалы кезінде өзгеріссіз қалуымен байланысты. Сонымен қатар, гелий мен сутегі газдары үшін молекула-кинетикалық параметрлерді есептеуді қажет етеді және оларды әдебиеттердегі мәндермен салыстырғанда үлкен айырмашылықтар бар. Сондықтан эксперименттер өте мұқият орындалуды қажет етеді, сондықтан аз қателіктер ғана кетуі керек.

Үшкомпоненттік жүйелер үшін осындай салыстырулар жүргізілді монографияларда олар [1,10] келтірілген. Бұл қатынастар қоспа құрамының өзара екі тәуелсіз ағындарының (біздің жағдайда бірінші және екінші компоненттер) диагональ және қиылысатын матрицалық диффузия коэффициенттерімен байланысты екендігін көрсетеді және ол [1] әдебиеттің 308 бетінде “әлі эксперимент түрінде толық дәлелденбеген” келтірілген.

Сонымен қатынас мынадай түрге келеді:

$$y_2 y_1 (D_{22}^* - D_{11}^*) = y_1 (1 - y_1) D_{21}^* - y_2 (1 - y_2) D_{12}^* \quad (3)$$

мұндағы  $y_i$  -  $i$ -компонентінің мольдікүлесі.

(3) өрнекті тексеру 1 кестеден еркін таңдалған он бес жүйеге жүргізілді. Алынған нәтижелерден (3)-тің сол жақ бөлігі оң жақ бөлігінің бастапқы мәндерінен дөңгелектеудің келтірілген шегімен сәйкестігі көрсетілді. Осыдан (3) түрінде алынған матрицалық коэффициенттердің өзара байланысы дұрыс деген қорытындылар жасауға болады.

Сонымен көпкомпоненттік диффузияны сипаттау кезінде жүргізілген әртүрлі талдаулардан ЭДК әдісі, Максвелл Больцман-Джинс теориясы және Стефан-Максвелл теорияларының барлығы да дұрыс орындалатындығы анықталды. Осы теориялардың кез келгенін қолдану күрделі массаалмасу есептерінің соңғы нәтижелеріне қойылған талаптардың дәлдігінен ғана тәуелді болып табылады.

#### Әдебиеттер

- 1 Хаазе Р. Термодинамика необратимых процессов: Пер. с нем. - М.: Мир, 1967. - 544 с.
- 2 Maggero T.R., Mason E.A. Gaseous diffusion coefficient // J. Phys. Chem. Ref. Date. - 1972. - Vol. 1, № 1. - P. 1-118.
- 3 Кульжанов Д.У. Экспериментальное исследование диффузии некоторых трехкомпонентных газовых смесей в различных системах отсчета: дис... канд. физ.- мат. наук. - Алма-Ата, 1982. - 150 с.
- 4 Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Новосад З.И. Изучение диффузии в трехкомпонентной газовой смеси гелий - аргон - азот // Физика (сб. статей аспирантов и соискателей). - Алма-Ата, 1969. - Вып. 4. - С. 50-54.
- 5 Жаврин Ю.И., Косов Н.Д. Эффективные коэффициенты диффузии тройной системы водород-гелий-аргон // Физика (сб. статей аспирантов и соискателей). - Алма-Ата, 1972. - Вып. 6, часть 1. - С. 112-115.
- 6 Больцман Л., Лекции по теории газов: Пер. с нем. - М.: ГИТТЛ, 1956. - 554 с.
- 7 Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Кульжанов Д.У. Концентрационная зависимость коэффициентов диффузии некоторых трехкомпонентных газовых смесей в различных системах отсчета // Диффузия и конвективный теплообмен. - Алма-Ата, 1981. - С. 3-14.