

**ОСОБЕННОСТИ ДИФФУЗИОННОГО И КОНВЕКТИВНОГО  
СМЕШЕНИЯ В СМЕСЯХ, СОДЕРЖАЩИХ УГЛЕВОДОРОДЫ**

Экспериментальное изучение диффузии в многокомпонентных газовых смесях показало, что при определенных условиях в системе возникают конвективные течения, интенсифицирующие парциальный массоперенос [1, 2]. Такой тип смешения не типичен для диффузии. В данной работе представлены опытные данные на границе «диффузия – концентрационная гравитационная конвекция» для многокомпонентной смеси  $N_2O + He - C_3H_8 + CH_4$  при различных давлениях.

Измерения проводились на экспериментальном стенде, реализующем двухколбовый метод (рис. 1а) [2]. В верхней колбе располагалась смесь  $0,431 N_2O + 0,569 He$ , а в нижней –  $0,439 C_3H_8 + 0,561 CH_4$ . При любом значении давления плотность смеси, расположенной в верхней колбе, была меньше плотности газовой смеси, расположенной в нижней колбе. Область исследуемых давлений  $0,4 - 1,8$  МПа при температуре  $298$  К. Продолжительность опытов  $1$  час. После окончания опыта газы из колб аппарата анализировались хроматографическим методом.

Опытные данные для пропана и закиси азота при различных давлениях представлены на рис. 1б. Отметим не типичный для диффузии неллинейный характер изменения концентрации компонентов от давления. Увеличение давления приводит вначале к росту концентрации как закиси азота до  $p = 0,7$  МПа, так и пропана до  $p = 0,8$  МПа, затем наблюдается уменьшение концентраций до  $1,0$  МПа для  $N_2O$  и до  $1,2$  МПа для  $C_3H_8$ . Такое поведение зависимости концентраций продиффундировавших компонентов от давления показывает возникновение конвективных течений, значительно искажающих ожидаемый при диффузии массоперенос.

Определение областей, где проявляется кинетический переход «диффузия – конвекция», возможно получить в рамках анализа на устойчивость. Математическое исследование базируется на основе линеаризации системы уравнений механики сплошных сред для изотермических трехкомпонентных систем по отношению к малым возмущениям [3]. Для исследованной смеси  $N_2O + He - C_3H_8 + CH_4$  в терминах чисел Рэлея были определены границы смешения

<sup>(a)</sup> М.С. Молдабекова, mairamold@mail.ru

режимов «диффузия – концентрационная конвекция». Проведенное сравнение с опытами показало удовлетворительную сходимость с численными результатами.

Часть представленных результатов получена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках проекта № AP05132427 «Реализация принципа конвективных сепараторов в наклонных каналах».

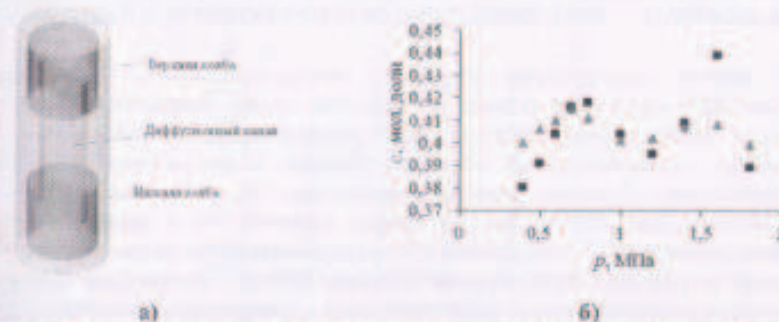


Рис. 1. Опытные результаты по смешенно смеси  $N_2O + He - C_2H_6 + CH_4$  в двухколонном устройстве: а) Диффузионная ячейка метода; б) Концентрации продиффундировавших пропана и закиси азота при различных давлениях. Точки: ■ – экспериментальные данные для  $C_2H_6$ , ▲ – экспериментальные данные для  $N_2O$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. Instability in steady-state evaporation of binary solutions into an inert gas // *Theor. Found. Chem. Eng.*, 2005. V. 39. No. 6. P. 566.
2. Moldabekova M.S., Asembaeva M.K., Akzholova A.A. Experimental investigation of the instability of the mechanical equilibrium of a four-component mixture with ballast gases // *J. Engin. Phys. and Thermophys.*, 2016. V. 89. No. 2. P. 417.
3. Косов В.Н., Федоренко О.В., Жаурин Ю.Н., Мукамеденқызы В. Неустойчивость механического равновесия при диффузии в трехкомпонентной газовой смеси в вертикальном штифтаре кругового сечения // *ЖТФ*, 2014. Т. 84. Вып. 4. С. 15.

M.S. Moldabekova<sup>1</sup>, M.K. Asembaeva<sup>1</sup>, S.A. Krasikov<sup>1</sup>, G.A. Nurtay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Experimental and Theoretical Physics at Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan

#### FEATURES OF DIFFUSION AND CONVECTIVE MIXING IN MIXTURES CONTAINING HYDROCARBONS