

РАЗДЕЛ III

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 533.15:536.25

DOI:

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СМЕШЕНИЯ ТРОЙНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА ГРАНИЦЕ СМЕНЫ РЕЖИМОВ «ДИФФУЗИЯ – КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНВЕКЦИЯ» В КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Косов В.Н.¹, Мукамеденкызы В.², Федоренко О.В.²

¹ Казахский национальный педагогический университет имени Абая
050010, Алматы, проспект Достык, 13, Казахстан

² НИИ Экспериментальной и теоретической физики
при Казахском национальном университете имени аль-Фараби
050040, Алматы, проспект аль-Фараби, 71, Казахстан

Аннотация. В тройных газовых смесях, где за счет различия в коэффициентах диффузии может возникать конвективная неустойчивость, проанализированы концентрационные распределения компонентов смеси. Показано, что в многокомпонентных системах, где проявляются особые диффузионные режимы, возможно возникновение немонотонных изоконцентрационных распределений. Проанализировано влияние содержания самого тяжелого по плотности компонента системы на степень немонотонности распределения плотности смеси. Результаты вычислений сравниваются с опытными данными.

Ключевые слова: диффузия, концентрация, плотность, смеси, квазистационарное смешение.

SOME MIXING FEATURES OF TERNARY GAS MIXTURES ON THE REGIME TRANSITION BOUNDARY BETWEEN TWO MIXING REGIMES – DIFFUSION TO CONCENTRATION GRAVITATIONAL CONVECTION – IN QUASI- STATIONARY CONDITIONS

V. Kossov¹, V. Mukamedenkyzy², O. Fedorenko²

¹ Abai Kazakh National Pedagogical University
050010, Almaty, Dostyk Ave. 13, Kazakhstan
² Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University
050040, Almaty, al-Farabi Ave. 71, Kazakhstan

© CC BY Косов В.Н., Мукамеденкызы В., Федоренко О.В., 2018.

Abstract. Concentration distributions of the mixture's components are analyzed in the ternary gas mixtures, where convective instability may occur due to the difference in the diffusion coefficients. It is shown that non-monotonic isoconcentration distributions are possible in multicomponent systems, where special diffusion regimes appear. The content influence of the system's heaviest component on the degree of nonmonotonicity of the mixture density distribution is analyzed. The calculation results are compared with the experimental data.

Key words: diffusion, concentration, density, mixtures, quasi-stationary mixing.

Введение

Изучение изотермической диффузии в многокомпонентных газовых смесях при различных давлениях [2, с. 179] и составах [4, с. 118; 5, с. 933] показало возможность появления концентрационной конвекции, которая значительно интенсифицируют суммарный массоперенос. Причиной возникновения кинетического перехода «диффузия – конвекция» является сложная взаимосвязь между молекулярной и гидродинамической составляющими парциальных потоков компонентов. Исследуя особенности перехода от диффузионного состояния к конвективному было установлено, что наиболее ярко смена режимов проявляется в системах, где имеет место существенное различие в коэффициентах переноса [6, с. 84]. Для случая тройных газовых смесей с малым содержанием самого тяжелого по плотности компонента смеси было получено решение системы уравнений диффузии, которое показало возможность нелинейных изоконцентрационных распределений [7, с. 15]. Причем по мере увеличения концентрации компонента с наибольшим молекулярным весом нелинейность распределений в диффузионном канале возрастает. Распространяя подход [8, с. 975; 7, с. 14] на случай произвольного состава в [1, с.

22] было получено численное решение квазистационарной системы уравнений трехкомпонентной диффузии для системы двух колб соединенных капилляром. Решение для парциальных значений концентраций содержит экспоненциальные по координате члены, что приводит к нелинейному профилю для систем, где проявляются особые режимы смешения [8, с. 975; 3, с. 2359]. Наконец в [6, с. 105] на основе результатов приведенных в [1, с. 22] было получено выражение для градиента плотности тройной смеси, анализ которого показал возможность возникновения инверсии градиента плотности смеси при многокомпонентном смешении.

Целью настоящей работы является изучение особенностей квазистационарного смешения в системах, где имеет место переход «диффузия – конвекция» на основе результата полученных в [1, с. 21; 6, с. 105].

Квазистационарное распределение тройных газовых смесей на границе смены режимов «диффузия – конвекция»

Рассмотрим эквимолярную изотермическую трехкомпонентную диффузию в системе двух колб соединенных вертикальным цилиндрическим каналом (рис. 1) [1, с. 21; 6, с. 105]: