

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ПРОДИФФУНДИРУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА В ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

Эбтикар С.С.

Эбтикар Саид Сарвар - магистрант, бакалавр,
специальность: общая физика,
кафедра физики,

Институт математики, физики и информатики

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: в данной статье нами методом Стефана-Максвелла проанализирован процесс диффузионного смешения в изотермической трехкомпонентной газовой смеси, содержащей пропан, гелий и метан, в зависимости от давления. Применение метода Стефана-Максвелла для исследования диффузионного смешения многокомпонентных смесей позволяет получить данные по определению типа массопереноса в изначально гравитационно устойчивых газовых смесях, которые могут протекать как на молекулярном уровне, так и в режиме конвекции.

Ключевые слова: давление, концентрация, процессы массопереноса, газовая смесь, продиффузирующий компонент, диффузионная неустойчивость.

Давление является важной характеристикой массообмена в многокомпонентных системах. Увеличение давления может привести к нарушению устойчивого диффузионного процесса и к возникновению конвекции. Целью исследования является теоретическое описание влияния давления на концентрацию продиффузирующего компонента смеси при изотермической диффузии. Исследования проводились с системой $0,43 \text{ C}_3\text{H}_8 + 0,57 \text{ He (up)}$ - $0,43 \text{ C}_3\text{H}_8 + 0,57 \text{ CH}_4 \text{ (down)}$ при температуре $298,0 \text{ K}$. Проведенные расчеты показали, что увеличение давления приводит к интенсификации неустойчивого процесса [1].

Авторы работы “Instabilities in ternary diffusion” Miller L., Spurling T.H., Mason E.A. [2] одними из первых обратили внимание на влияние давления, а в работах [3- 6], оно изучалось более подробно.

Тип массопереноса можно выявить через эксперимент, который довольно трудоемок и требует значительных материальных затрат, или численного моделирования процессов массопереноса в ограниченных массонепроницаемых диффузионных каналах, учитывающего реальные свойства смешивающихся компонентов [2]. Эксперимент проводился на установке двухколбового метода [7]. На рисунке приведены результаты проведенного исследования при температуре 298 K . Из рисунка видно, что при увеличении давления в интервале $0,387 \text{ МПа} - 1,564 \text{ МПа}$ концентрация продиффузивовавшего C_3H_8 в нижней колбе растет, а в верхней колеблется. На этом рисунке приведены теоретические линии, рассчитанные в соответствии с уравнениями Стефана-Максвелла в предположении молекулярного массопереноса.

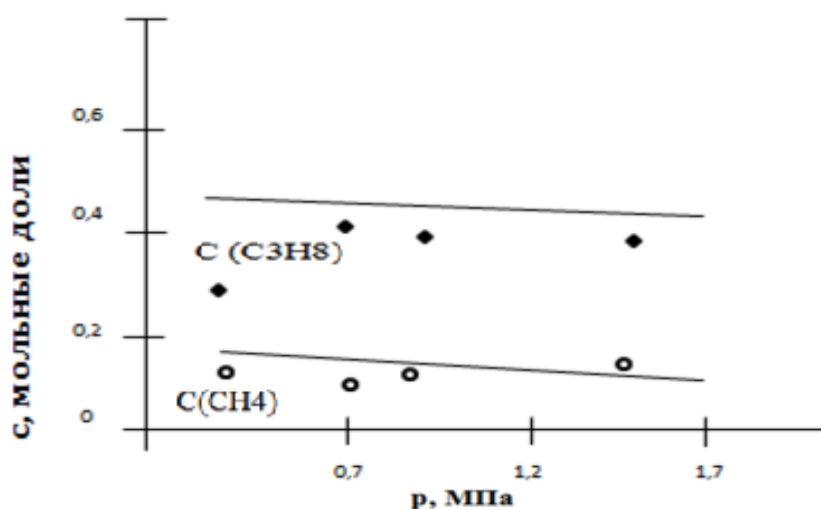


Рис. 1. Массоперенос в газовой системе $0,43 \text{ C}_3\text{H}_8 + 0,57 \text{ He (up)}$ - $0,43 \text{ C}_3\text{H}_8 + 0,57 \text{ CH}_4$

Анализ полученных результатов неоднозначен. Если рассматривать процесс по количеству метана, продиффузивовавшего из нижней колбы в верхнюю, то процесс смешения соответствует

диффузионному. Экспериментальные точки, в пределах погрешности, описываются теоретической линией. Если анализировать по содержанию в верхней колбе пропана, то процесс смешения - конвективный. Согласие между результатами опыта и теоретического расчета отсутствует, особенно при малых давлениях, что может быть следствием возникновения диффузионной неустойчивости.

Таким образом, экспериментальные исследования двухколбовым методом процессов массопереноса в некоторых изотермических трехкомпонентных газовых смесях показали, что в гравитационно устойчивой системе возникали конвективные течения (диффузионная неустойчивость). Также проведенные нами исследования очередной раз показывают, что давление является одним из факторов способствующих возникновению в газовой системе неустойчивого диффузионного процесса.

Список литературы

1. 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.
2. Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Мукамеденкызы В., Абдулаева Ә.Б. Құрамында пропаны болатын үшкомпонентті газ қоспасындағы механикалық тепе- теңдіктің орнықсыздығын Стефан-Максвелл әдісімен зерттеу // *Вестник КазНУ. Серия физическая*, №1 (56), Алматы: Қазақ университеті, 2016. С. 44-48.
3. 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.
4. Kosov N.D., Zhavrin Yu.I., Kosov V.N. Diffusive instability during ternary isothermal diffusion in the absence of gravitation // *Review proceedings of Hydromech. and heat/mass transfer in microgravity*. – Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers S.A., 1992. P. 531-536.
5. Косов В.Н., Жаврин Ю.И. Коэффициенты диффузии некоторых бинарных и трехкомпонентных газовых смесей, содержащих фреон-12 // *Теплофизические свойства веществ и материалов. М.: Изд-во стандартов*, 1989. Вып. 28. С. 112-122.
6. Косов Н.Д., Жаврин Ю.И., Белов С.М., Курлапов Л.И., Уманов Б.Г. Эффективные и «следовые» коэффициенты диффузии некоторых газовых смесей при повышенных давлениях // *Тез. осн. докл. VII Всес. конф. по теплофизическим свойствам веществ*. Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1982. С. 45-47.
7. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности теплофизика и теоретическая теплотехника – Асембаевой М.К., 2010.