

¹А.А. Вассерман, доктор техн. наук, ²В.Н. Галкин, аспирант

^{1,2} Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, г. Одесса, Украина, 65029

e-mail: ¹avas@paco.net; ²vitaliy1311@mail.ru

ORCID: ¹ http://orcid.org/0000-0001-8147-8417; ² http://orcid.org/0000-0002-7640-5106

РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТЬ–ПАР В БИНАРНЫХ СМЕСЯХ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ОСНОВНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ВОЗДУХА

Составлены уравнения, описывающие экспериментальные данные о фазовом равновесии жидкость–пар в трёх бинарных смесях диоксида углерода с азотом, кислородом и аргоном. Уравнения представляют собой зависимости давления жидкости либо пара от температуры и состава. При их составлении автоматически выбирались наиболее значимые коэффициенты уравнения. Средние квадратические отклонения опытных значений давления от рассчитанных составляют для разных смесей от 4,2 до 5,4 %. Уравнения также позволяют определять состав либо температуру фаз при заданных значениях других параметров фазового равновесия.

Ключевые слова: Бинарные смеси. Равновесие жидкость–пар. Диоксид углерода. Азот. Кислород. Аргон. Уравнения фазового равновесия.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для разделения газовых смесей необходимы надёжные данные о фазовом равновесии в таких смесях. Многие авторы исследовали экспериментально фазовые равновесия жидкость–пар в смесях диоксида углерода с основными компонентами воздуха, но не описали аналитически полученные опытные данные. Поэтому в настоящей работе излагается процедура составления уравнений, описывающих равновесие жидкость–пар в бинарных смесях диоксида углерода с азотом, кислородом и аргоном, а также приводится оценка отклонений опытных данных от результатов расчётов по составленным уравнениям.

2. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ

При составлении уравнений, описывающих фазовое равновесие в трёх упомянутых смесях, учитывалось, что для этих смесей характерен резкий рост давления на изотермах, которые из-за этого имеют вид «петли» (рис. 1). Поэтому для таких смесей целесообразно использовать форму уравнения, предложенную в работе [1]. Уравнения для давлений жидкости и пара представляются как

$$\ln p' = \ln p_{\min} + \sum_{k=1}^n M'_k x^{i_k} T^{j_k}; \quad (1)$$

$$\ln p'' = \ln p_{\min} + \sum_{k=1}^n M''_k y^{i_k} T^{j_k}, \quad (2)$$

где p' , p'' и p_{\min} — давления жидкости, пара и высококипящего компонента при фазовом равновесии; x

и y — мольные концентрации низкокипящего компонента в жидкой и паровой фазах; T — абсолютная температура; M'_k и M''_k — коэффициенты уравнения.

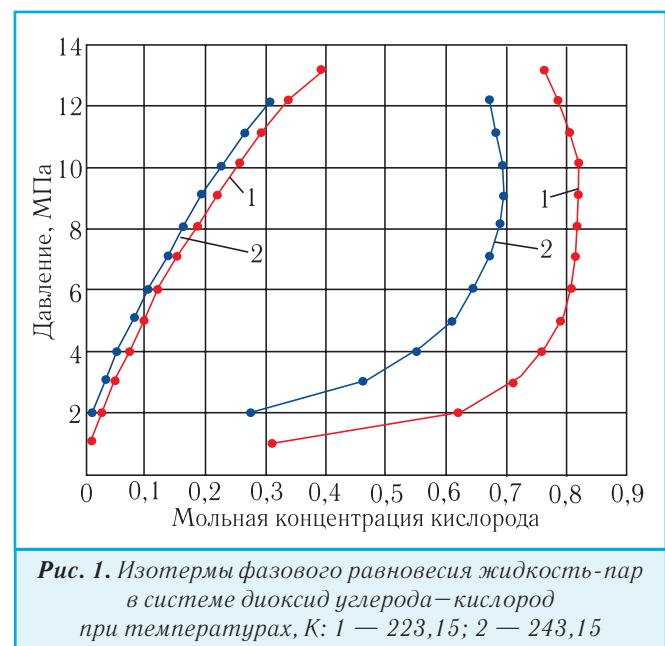


Рис. 1. Изотермы фазового равновесия жидкость–пар в системе диоксид углерода–кислород при температурах, К: 1 — 223,15; 2 — 243,15

Как отмечено в [1, 2], такая форма уравнения удовлетворяет предельному условию $p \rightarrow p_{\min}$ при $x \rightarrow 0$ и $y \rightarrow 0$ и пригодна для описания фазовых равновесий в бинарных смесях при любых соотношениях температур смеси и критических температур компонентов.

Краткие сведения об экспериментальных данных, использованных при составлении уравнений, приведены в табл. 1.

При составлении уравнений применена усовершенствованная программа, предусматривающая оп-