

# ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ РАСТВОРОВ ОЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ: ЭКСПЕРИМЕНТ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ

*Байдаков В.Г.,\* Каверин А.М., Андбаева В.Н.,  
Хотиенкова М.Н.*

*ИТФ УрО РАН, Екатеринбург, Россия*

*\*baidakov@itp.uran.ru*

Дифференциальным капиллярным методом измерена капиллярная постоянная  $a^2$  и определено поверхностное натяжение  $\sigma$  бинарных растворов ожиженных газов с полной ( $\text{CH}_4\text{-N}_2$ ,  $\text{O}_2\text{-N}_2$ ) и частичной ( $\text{CH}_4\text{-He}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{-He}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{-He}$ ,  $\text{CH}_4\text{-H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{-H}_2$ ) растворимостью компонентов. Опыты проведены в интервале температур от тройной до близких к критической точке растворителя при давлениях от давления насыщения чистого растворителя до 4 МПа. Погрешность полученных данных составила 0.5–2.0 процента, где верхнее значение относится к окрестности критической точки. Температурная, барическая и концентрационная зависимости  $a^2$  и  $\sigma$  представлены в аналитическом виде.

Экспериментальные данные интерпретируются в рамках метода слоя конечной толщины и теории капиллярности Ван-дер-Ваальса. По результатам молекулярно-динамического моделирования определена избыточная свободная энергия однородного флюида. С использованием одножидкостной модели построены уравнения состояния растворов исследуемых ожиженных газов. Из данных о поверхностном натяжении на плоской межфазной границе и уравнения состояния, описывающего стабильные и метастабильные области раствора, определен коэффициент влияния в функционале свободной энергии неоднородной системы. Рассчитаны адсорбция, эффективная толщина поверхностного слоя, определены положения разделяющих поверхностей в межфазном слое.

Рассматривается возможность описания поверхностных свойств газонасыщенных растворов в рамках обобщенного закона соответственных состояний. Показано, что насыщение углеводородов метанового ряда гелием приводит к изменению характера зависимости поверхностного натяжения раствора от температуры. Если для растворов гелия в метане производная  $(d\sigma/dp)_T$  отрицательна во всем интервале температур от тройной до близких к критической точке, то для системы пропан-гелий производная  $(d\sigma/dp)_T$  меняет свой знак с отрицательного на положительный уже при температуре близкой к температуре нормального кипения растворителя.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-08-00403) и Программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект 18-2-2-13).