

Особенности фазового поведения гелия на основе уравнения состояния Пенга-Робинсона в области низких температур

Научный руководитель – Малышев Виктор Леонидович

Иванаевская Екатерина Сергеевна

Студент (магистр)

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

E-mail: kattya.ivanaevskaya@mail.ru

Гелий – один из самых уникальных газов в природе, с температурой кипения -269°C [1], что почти полностью приближает его к температуре абсолютного нуля. Именно поэтому гелий активно используется в качестве охладителя в высокотехнологичных областях: медицина, космические технологии, лазерная техника и криогенные установки. На сегодняшний день в Российской нефтегазодобывающей промышленности разрабатывают все больше месторождений с его содержанием, наиболее известными являются Чаядинское, Ковыктинское и Ярактинское нефтегазоконденсатные месторождения. Благодаря высокому спросу на данный компонент возникает необходимость развития технологий выделения его из природного газа.

Процесс извлечения гелия основан на низкотемпературной ректификации, т.е. ожижении практически всех газовых компонентов, в том числе и гелия, что требует его охлаждения до экстремально низких температур благодаря его уникальным свойствам. Для того, чтобы эффективно и грамотно рассчитывать свойства флюидов на каждом этапе процесса подготовки гелия необходимо использовать математические модели, которые позволяют с достаточной точностью описывать свойства фаз [2]. Одной из таких моделей является уравнение состояния с поправкой на объем [3], которое включает дополнительные коэффициенты, неопределенные для гелия в открытом доступе.

В работе представлен алгоритм оптимизации уравнения состояния Пенга-Робинсона для моделирования процесса конденсации гелия из газовой смеси.

Для подбора наилучшей поправки Пенелё реализован алгоритм на языке программирования Java. Полученные графики зависимости шифт-параметра от температуры показали, что область низких температур (ниже 100 К) требует обязательного использования поправки Пенелё для качественного моделирования коэффициента сверхсжимаемости.

Показано, что разработанный программный модуль демонстрирует более точные результаты по сравнению с существующими цифровыми решениями (PetroSIM, MultiFlash).

Источники и литература

- 1) Якуцени В.П. Традиционные и перспективные области применения гелия // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009. Т. 4. № 1. С 1 – 8. EDN KAQGEN
- 2) Moiseeva, E. F. Compressibility factor of natural gas determination by means of molecular dynamics simulations / E. F. Moiseeva, V. L. Malyshev // AIP Advances. – 2019. – Vol. 9, No. 5. – P. 055108. – DOI 10.1063/1.5096618. – EDN WYWOMI.
- 3) Peneloux A., Rauzy E., Freze R. A consistent correction for Redlich-Kwong-Soave volumes // Fluid Phase Equilibria. – 1982. – Vol. 8, No. 1. – P. 7–23. - doi:<https://doi.org/10.1016/0378-381280002-2>.