

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ КСЕНОНА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Сергеева М.С., Петухов А.Н., Шаблыкин Д.Н., Воротынцев В.М.

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
603950, Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24,
e-mail: sergeeva.m.s@rambler.ru*

Метод газогидратной кристаллизации является новым процессом разделения газовых смесей¹. В отличие от ректификации имеет более высокую энергоэффективность за счет проведения процесса при температуре выше 0°C. Особенно перспективным применением этого метода является выделение и глубокая очистка низкокипящих веществ. Таким является ксенон (Xe). Его выделение из воздуха является высоко энергозатратным. Выделение Xe из природного газа особенно эффективно за счет того, что концентрация Xe в природном газе² на четыре порядка выше, чем в воздухе³, а использование для его выделения и очистки метода газогидратной кристаллизации достаточно эффективно из-за различия в давлениях диссоциации основных компонентов природного газа.

Для определения оптимальных условий гидратообразования проведено математическое моделирование газогидратной кристаллизации газовой смеси метан (CH₄)=94.85 об.%, диоксид углерода (CO₂)=5.00 об.%, Xe=0.15 об.%. При увеличении температуры процесса гидратообразования от 5 до 15°C коэффициент газогидратного распределения Xe уменьшился от 11.75 до 10.78. Установлено, что для извлечения Xe чистотой 99.98 об.% достаточно семи стадий многократной газогидратной кристаллизации.

Для экспериментальной интенсификации процесса газогидратной кристаллизации были использованы промоторы гидратообразования – тетрагидрофуран (ТГФ) и лаурилсульфат натрия (Na-ЛС) с концентрацией 3.80 и 0.30 мас.%, соответственно. Установлено, что образование кубической структуры-II (КС-II) при использовании ТГФ увеличивает конверсию Xe в газогидратную фазу (Xe занимает малые газогидратные полости), т.к. КС-II имеет в 8 раз больше малых газогидратных полостей, чем образованная без использования ТГФ кубическая структура-I (КС-I).

Литература

1. Sergeeva M., Petukhov A., Shablykin D. et al. Separation Science and Technology, 2019. DOI: 10.1080/01496395.2019.1577454.
2. Сметанников В.П., Орлов А.Н., Малинин Н.Н. и др. Патент RU2466086C2 РФ, 2010.
3. Godish T., Davis W.T., Fu J.S. Air Quality. – Boca Raton: CRC Press, 2014. – 542 p.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект 17-79-20286.