

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТБОРА ГАЗА ИЗ ГАЗОГИДРАТНОЙ ЗАЛЕЖИ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

Н.Г. Мусакаев^{1,2,3}, М.К. Хасанов², С.Л. Бородин^{1,2}

¹*Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, 625026, г.Тюмень, Россия*

²*Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, 453103, г.Стерлитамак, Россия*

³*Тюменский индустриальный университет, 625000, г.Тюмень, Россия*

В настоящее время в связи с все возрастающим спросом на природный газ существенным образом возрос интерес к исследованиям газовых гидратов. По мнению ряда исследователей природные газогидраты могут составить реальную конкуренцию традиционным месторождениям углеводородного сырья [1-4]. Для добычи газа из газогидратной залежи необходимо непосредственно в пласте разложить гидрат на составляющие, т.е. перевести газ из гидратного состояния в свободное, а затем отбирать его традиционными методами с помощью скважины. Отбор газа из газогидратных залежей возможен при воздействии на них полями различного рода (тепловыми, полями давлений и др.), при котором происходит диссоциация газового гидрата [1, 2, 4, 5].

Одним активно изучаемых методов разработки газогидратных залежей является инжекция диоксида углерода в гидратонасыщенный пласт [6]. Так как гидрат CO_2 более стабилен, чем гидрат CH_4 , то возможна замена молекул метана молекулами диоксида углерода в составе гидрата. С помощью данного метода можно реализовать одновременное извлечение природного газа и консервацию углекислого газа, являющегося парниковым. Для успешной реализации технологии замещения CH_4 в метаногидрате на CO_2 нужны соответствующие расчеты, поэтому актуальным является построение математических моделей процессов закачки диоксида углерода в газогидратный пласт [2, 7].

В работе представлена математическая модель нагнетания теплого (с температурой выше исходной температуры пласта) углекислого газа в пористый коллектор, насыщенный в исходном состоянии метаном и его гидратом. Построены решения данной задачи, описывающие распределения основных параметров в пласте. Изучены особенности процесса вытеснения в газогидратной залежи метана из гидратов CH_4 посредством заполнения их диоксидом углерода.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (код проекта 17-79-20001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Makogon Y.F.** Natural gas hydrates – A promising source of energy // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2010. Vol. 2, No. 1. P. 49-59.
2. **Цыпкин Г.Г.** Течения с фазовыми переходами в пористых средах. М.: Физматлит, 2009.
3. **Chernov A.A., Elistratov D.S., Mezentsev I.V., Meleshkin A.V., Pil'nik A.A.** Hydrate formation in the cyclic process of refrigerant boiling condensation in a water volume // International Journal of Heat Mass Transfer. 2017. Vol. 108. P. 1320-1323.
4. **Бондарев Э.А., Максимов А.М., Цыпкин Г.Г.** К математическому моделированию диссоциации газовых гидратов // Доклады Академии наук. 1989. Т. 308, № 3. С. 575-578.
5. **Makogon Y.F.** Hydrates of Hydrocarbons. Tulsa, OK, USA: PennWell Publishing Company, 1997.
6. **Jadhawar P., Mohammadi A., Yang J., Tohidi B.** Subsurface carbon dioxide storage through clathrate hydrate formation // Advances in the Geological Storage of Carbon Dioxide. NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. 2006. Vol. 65. P. 111-126.
7. **Шагапов В.Ш., Мусакаев Н.Г.** Динамика образования и разложения гидратов в системах добычи, транспортировки и хранения газа. М.: Наука, 2016.

© Н.Г. Мусакаев, М.К. Хасанов, С.Л. Бородин, 2017