

## Особенности разработки гидратного пласта при тепловом воздействии<sup>1</sup>

Давлетшина М.Р.

УГНТУ, Уфа

Разработка газогидратных залежей и добыча газа из газогидрата является перспективной задачей. Это связано с широкой распространенностью газогидратных запасов в Мировом океане и в зоне вечной мерзлоты [1,2]. Сегодня наиболее актуальными являются вопросы добычи газа при минимизации издержек и повышении эффективности технологий добычи газа [3-5].

В данной работе рассматривается задача о возможности добычи газа из газогидратного пласта при тепловом воздействии [6,7]. Предложена технологическая схема, и на ее основе построена математическая модель, описывающая нагревание и одновременный отбор газа в комбинированную скважину, состоящую из двух соосных труб. По данной схеме в межтрубный канал подается теплоноситель, например, теплая вода, а внутренняя скважина сообщается с пластом и туда поступает образовавшийся при термическом воздействии, газ (рис.1). Рассматривается однородный пористый пласт, насыщенный в исходном состоянии гидратом метана.

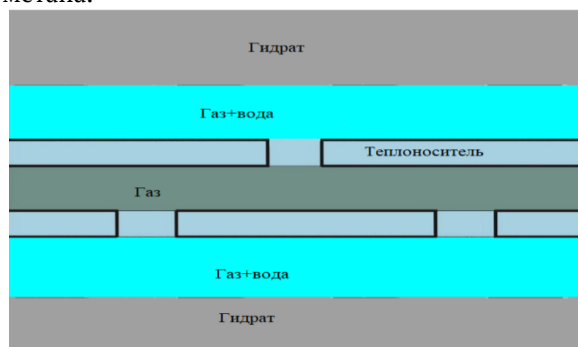


Рис. 1 Технологическая схема

Численным моделированием, а также на основе полученных аналитических решений данной математической модели исследовано влияние температуры теплоносителя и гидратонасыщенности пласта на характер движения фронта разложения и на выход газа. Проведен анализ эффективности предлагаемого способа добычи газа. В результате исследования установлено, что при пористости пласта не менее десяти процентов, коэффициент

энергоэффективности составляет величину порядка десяти. Эффективность здесь характеризуется как отношение теплотворной способности добытого метана к энергозатратам на его извлечение. Причем, с увеличением гидратосодержания пласта эта величина растет. Например, при двукратном увеличении гидратосодержания пласта энергоэффективность растет примерно на десять процентов. Проведено численное решение исходной системы дифференциальных уравнений частных производных по явной схеме методом ловли фронта в узел пространственной сетки. В осесимметричной постановке с фронтальной границей фазовых переходов построены решения, характеризующие поля температур, динамику движения границы разложения и массового расхода газа. Сравнение численных решений с аналитическими показало, что они неплохо согласуются для малых времен.

В результате исследования получены решения, которые позволяют анализировать различные режимы теплового воздействия с точки зрения энергоэффективности добычи газа и целесообразности освоения таких залежей.

### Список литературы:

- [1] Макогон Ю.Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 2. – С. 5-21.
- [2] Nair V.C., Gupta P., Sangwai J.S. Gas Hydrates as a Potential Energy Resource for Energy Sustainability // Sustainable Energy Technology and Policies. – 2018. – Vol. 1. – pp. 265-287.
- [3] Черский Н.В., Бондарев Э.А. О тепловом методе разработки газогидратных месторождений // Докл. АН СССР. – 1972. – Т. 203. – № 3. – С. 550-552.
- [4] Цыпкин Г.Г. Влияние разложения газового гидрата на добычу газа из пласта, содержащего гидрат и газ в свободном состоянии // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2005. – № 1. – С. 132-142.
- [5] Нигматулин Р.И., Шагапов В.Ш., Сыртланов В.Р. Автомодельная задача о разложении газогидратов в пористой среде при депрессии и нагреве // Прикладная механика и техническая физика. – 1998. – Т. 39. – № 3. – С. 111-118.
- [6] Шагапов В.Ш., Сыртланов В.Р., Галиакбарова Э.В. О разложении гидратов в пористой среде, заполненной гидратом и газом, при тепловом и депрессионном воздействии // Итоги исследований ИММС СО РАН. – Тюмень. – 1997. – № 7. – С. 140-151.
- [7] Шагапов В.Ш., Чиглинцева А.С., Сыртланов В.Р. О возможности вымывания газа из газогидратного массива посредством циркуляции теплой воды // Прикладная механика и техническая физика. – 2009. – Т. 50. – № 4. – С. 100-111.
- [8] Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. – М.: Наука, 1987. – Ч. 1. – 464 с.; – Ч. 2. – 360.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ МД -2179.2020.1