

Особенности неизотермической фильтрации газа в пластах низкотемпературных месторождений

Научный руководитель – Васильева Зоя Алексеевна

Бутузов Валентин Игоревич

Аспирант

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,
Факультет разработки нефтяных и газовых месторождений, Кафедра разработки и
эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений (РиЭГГКМ), Москва, Россия
E-mail: vbtzz@mail.ru

Освоение Арктического региона является первоочередной задачей российских нефтегазовых компаний, так как только на севере Ямало-Ненецкого округа, северо-западе Красноярского края и прилегающем шельфе сконцентрированы более 60% всех перспективных ресурсов нефти и газа на Земле. Прогнозные ресурсы областей распространения многолетнемерзлых пород оцениваются в сотни миллиардов тонн условного топлива. Однако, их освоение сопряжено со многими технологическими трудностями. Оценка риска образования гидратов в низкотемпературных месторождениях Восточной Сибири является важным аспектом при разработке этих месторождений

Учитывая физико-химическую природу происходящих в пласте процессов их можно рассматривать как эволюционирующую во времени диссипативную систему, поведение которой определяется законами термодинамики необратимых процессов.

В данной работе показано, что учет гидравлического сопротивления пористой среды в уравнении энергии приводит к выражению для скорости возникновения энтропии (производства энтропии), основной характеристики необратимости процесса.

Ранее считалось, что в результате изменения давления при изоэнтальпийном процессе меняется температура только самого газа [1-4]. В данной работе при вычислении коэффициента Джоуля-Томсона учитываем, что система также не обменивается энергией с окружающей средой, но сама состоит из газа и пористой горной породы. В классической задаче о пуске газовой скважины с постоянным дебитом [4] введена корректировка коэффициента Джоуля-Томсона, учитывающая теплоемкость газонасыщенной пористой среды. Проведено исследование автомодельного решения при постоянных краевых условиях при больших временах.

Учет пористой среды существенно влияет на коэффициент Джоуля-Томсона. Так при пористости 0.24 он равен 6.84×10^{-7} , т.е. меньше в 6 раз, чем без учета пористой среды при $m=1$, а, как следствие, и температура тоже значительно меньше падает в призабойной зоне пласта, чем без учета пористой среды. Коэффициенты Джоуля-Томсона, полученные экспериментально в бомбе PVT без породы в условиях обратимого расширения газа, могут быть существенно завышены

Источники и литература

- 1) Пятибратов П.В., Ермолаев А.И., Якушев В.С., Амшинов Л.М., Кравцов Д.Е. Оценка предельной депрессии газовых скважин сеноманских и валанжинских залежей Западной Сибири при эксплуатации в безгидратном режиме // Газовая промышленность. Т 833, No 2, 2022. С.82-88

- 2) Аргунова К.К., Бондарев Э.А., Рожин И.И. Влияние неизотермических эффектов на добычу газа в северных районах с учетом возможного гидратообразования в призабойной зоне скважин // Вестн. НГУ. Сер. матем., мех., информ., 2012, том 12, выпуск 4, с. 9–15.
- 3) Пономарев А.И., Зарипова К.Р. Численное моделирование неизотермической нестационарной фильтрации газа для различных постановок задачи // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журнал. 2013. № 3. С. 228 - 262.
- 4) Баренблатт, Г.И., Ентов, В.М., Рыжик, В.М. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа // Москва: Недра, 1972. 286 с.