

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ В ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОМ КОЛЛЕКТОРЕ

А.А. Пятков^{1,2}, В.П. Косяков^{1,2}, А.Ю. Боталов¹, С.П. Родионов^{1,2}

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

²*Тюменский государственный университет, 625003, г. Тюмень, Россия*

Экстенсивный подход к добыче углеводородов приводит к истощению запасов легкой нефти не только в России, но и во всем мире. В связи с этим в разработку все больше вовлекаются месторождения с высоковязкой нефтью. Кроме того запасы тяжелой нефти и битумов составляют около 70% от общих запасов нефти [1]. Коэффициенты извлечения нефти для данных месторождений принимают очень низкие значения. Это связано с большой разницей в подвижностях вытесняющего и вытесняемого агентов [2]. Одной из технологий, позволяющей повысить нефтеотдачу таких залежей, является технология закачки горячей воды и пара в пласт. В процессе прогрева пласта существенно снижается вязкость нефти. Это приводит к уменьшению разницы в подвижностях воды и нефти, и, как следствие, к увеличению коэффициента извлечения нефти. В одних из ранних работ [3,4] авторы показали, что закачка горячей воды увеличивает подвижность нефти, а также приводит к уменьшению остаточной нефтенасыщенности. В работе [5] авторы численно исследовали потенциал неизотермического заводнения применительно к месторождению с вязкостью нефти 400 сП. Результаты исследования показывают, что горячая вода позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти на 18%. В [6] авторы исследуют возможности снижения экономических затрат на нагревание воды и предлагают использовать воду из геотермальных источников. Также они провели исследование с применением данного подхода на примере месторождения высоковязкой нефти в Индонезии и получили увеличение коэффициента извлечения нефти на 7,5% по сравнению с использованием изотермического заводнения. В [7] авторы исследовали эффективность неизотермического заводнения в карбонатном трещиноватом коллекторе. Они проводили исследование на примере месторождения, разрабатываемого в течение 20 лет, с текущим коэффициентом извлечения нефти 2%. Разработанное аналитическое решение показало, что неизотермическое заводнение позволит увеличить коэффициент извлечения нефти до 30% в течение 700 дней.

В настоящее время процессы извлечения нефти в терригенных трещиновато-пористых коллекторах изучены недостаточно [8]. В том числе и процессы неизотермического заводнения таких коллекторов. В данной работе на основе различных моделей трещиновато-пористого пласта исследовано влияние трещин на эффективность разработки залежи при тепловом воздействии. В качестве инструмента исследования был использован собственный гидродинамический симулятор с возможностью моделирования движения жидкости в условиях неизотермичности процессов и наличия уединенных протяженных трещин в пласте. Для расчета была выбрана математическая модель «black oil», которая состоит в следующем: флюиды в пластовых условиях являются несмешивающимися жидкостями, химически инертными, находящиеся в жидкой фазе. Дополнительно не было учтено термическое расширение жидкости и породы. Движение жидкости внутри трещины плоское, в скважине – квазиодномерное, геометрическая форма скважины и трещины считается заранее известной.

В результате численных экспериментов были установлены следующие закономер-

ности. Несмотря на большой прирост в добыче нефти, эффективность применения неизо-термического заводнения в трещиновато-пористом пласте, в большинстве случаев, ниже, чем в изотропном пористом пласте. Эффективность применения данного МУН сильно зависит от длины и направления распространения трещин. Конфигурация трещин оказы-вает решающее значение на степень прогрева пласта. При определенной длине и направ-ленности трещин применение неизо-термического заводнения приводит к быстрому про-рыву горячей воды к добывающей скважине. Таким образом, на основании данных о быстром прорыве горячей воды к добывающей скважине, можно судить о наличии тре-щин на месторождении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Schlumberger** Highlighting Heavy Oil. Oilfield Review. Retrieved August 26, 2012.
2. **Муслимов Р.Х.** Современные методы управления разработкой нефтяных месторождений с применением заводнения: учеб. пособ. Казань: Изд-во Казакск. ун-та, 2002.
3. **Willman B.T., Valleroy V.V., Runberg G.W., Cornelius A.J., Powers L.W.** Laboratory Studies of Oil recovery by Steam Injection // Journal of Petroleum Technology. 1961. Vol. 13, No. 7. P. 681-690.
4. **Spillette A.G., Nielsen R.L.** Two-Dimensional Method for Predicting Hot Waterflood Recovery Behaviour // Journal of Petroleum Technology. 1968. Vol. 20. P. 627-638.
5. **Goodyear S.G., Reynolds C.B., Townsley P.H., Woods C.L.** Hot water flooding for high permeability viscous oil fields // Paper SPE 35373, SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium, Tulsa Okalahoma, 21-24 April 1996.
6. **Pederson J.M., Sitorus J.H.** Geothermal Hot- Water Flood- Balam South Telisa Sand, Sumatra, Indonesia // Paper SPE 68724, SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Jakarta, Indonesia, 17-19 April 2001.
7. **Al-Hadhrani H.S., Blune J.M.** Thermally Induced Wettability Alteration to Improve Oil recovery in Fractured reservoir // SPE Reservoir Evaluation & Engineering. 2001. Vol. 4. P. 179-186.
8. **Владимиров И.В., Пичугин О.Н.** Исследование процессов неизо-термической фильтрации высоковязкой нефти в коллекторе с высокопроницаемыми каналами // Нефтепромысловое дело. 2013. №11. С. 26-31.