

Математическое моделирование теплового метода воздействия на пласт с битумной нефтью¹

Гиззатулина А.А.*, Тазетдинова Ю.А.**, Миннивалеев Т.Н.*

* Октябрьский филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, Октябрьский

** Бирский филиал Башкирского государственного университета, Бирск

Данное исследование посвящено математическому моделированию процессов нагрева и фильтрации вязкой нефти в пласте с горизонтальными скважинами. Разработка месторождений тяжелых и высоковязких нефтей считается в настоящее время перспективным направлением нефтедобычи не только потому, что запасы в таких месторождениях велики, но и потому, что многие из таких нефтей являются ценным сырьем для химической промышленности. Большинство современных методов извлечения высоковязких нефтей так или иначе связаны с разогревом нефти для уменьшения ее вязкости. Это требует больших энергозатрат, из-за чего нефтедобыча часто оказывается нерентабельной.

В работе рассмотрена задача: нагрев и фильтрация высоковязкой нефти с помощью двух параллельных горизонтальных скважин, расположенных одна над другой. Верхняя является обогревающей (по ней прокачивается горячий теплоноситель), а нижняя – добывающая, в нее поступает разогретая нефть. Такая технология вполне может быть применена на практике, причем в режимах как непрерывного, так и периодического нагрева. Задача решается численно в рамках двумерной модели, адекватной физико-технической постановке задачи. Сформулирована система двумерных взаимосвязанных уравнений теплопроводности и фильтрации с граничными условиями. Т.к. в этой задаче осевая симметрия отсутствует, используется декартова система координат. Предложен алгоритм численного решения, выполнены расчеты для конкретного примера геолого-физических параметров пласта.

На фоне полученных решений проанализированы затраты тепла на прогревание нефтяного пласта, эволюция дебита нефти и масса откачанной нефти за рассматриваемый период времени, позволяющие оценить экономическую эффективность данного метода. Показано, что с энергетической точки зрения рассмотренная схема добычи нефти вполне рентабельна, поскольку теплотворная способность добытой

нефти более чем на один порядок превышает затраты тепла на разжижение высоковязкой нефти. Проведен анализ выбора времени прогрева пласта с точки зрения затрат тепла и дебита нефти. Полученные результаты вносят важный вклад в создание и совершенствование программных средств моделирования разработки месторождений тяжелой нефти, могут быть использованы при проведении инженерных расчетов, для выбора наиболее эффективной стратегии нефтедобычи на таких месторождениях. Результаты исследования также в дальнейшем могут быть использованы на практике для повышения эффективности разработки месторождений с высоковязкой нефтью с помощью теплового воздействия на пласт.

Список литературы:

- [1] Бурже Ж., Сурио П., Комбарну М. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. М.: Недра, 1988. 422 с.
- [2] Мирзаджанзаде А.Х., Ковалев А.Г., Зайцев Ю.В. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. М.: Недра, 1972. 200 с
- [3] Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.
- [4] Желтов Ю.П. Механика нефтегазонаосного пласта. М.: Недра, 1975. 216 с.
- [5] Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. Ч. 1. 464 с. Ч. 2. 360 с
- [6] В. Ш. Шагапов, Ю. А. Юмагулова, А. А. Гиззатулина. Моделирование динамики давления и температуры в пласте с высоковязкой нефтью при нагревании. Вестн. СамУ. Естественнонаучн. сер., 2016, выпуск 1-2, страницы 62–68.

¹ Работа выполнена в рамках госзадания в сфере научной деятельности № FEUR - 2020 - 0004. Наименование проекта «Решение актуальных задач и исследование процессов в нефтехимических производствах, сопровождающихся течениями многофазных сред»