

УДК 536.242

Роль межзерновых контактов при моделировании тепловых свойств породы на
микроуровне

Е.С. Яковлев^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Московский научно-исследовательский центр Шлюмберже

Теплофизические свойства горных пород являются неотъемлемой частью петрофизического обоснования геологических и гидродинамических моделей месторождений нефти и газа.

В последнее время быстро развиваются исследования, связанные с моделированием эффективных свойств образцов горной породы, использующие цифровую модель пористой среды (digital rock) [1, 2]. Рентгеновская томография позволяет получить трехмерное изображение микроструктуры образца породы. После обработки и сегментирования изображения получается цифровая модель, которую можно использовать в симуляторах различных физических процессов. Таким образом, есть возможность производить расчет эффективных свойств породы напрямую, используя реальную геометрию среды.

В настоящей работе использовались данные томографии с разрешением 2.32 мкм. Хотя данное разрешение часто считается оптимальным, оно не позволяет получить все особенности микроструктуры, в частности – межзерновые контакты, которые вносят дополнительное тепловое сопротивление. Опираясь на предыдущие работы [3], была создана модель, которая позволяет учесть эти контакты. На первом этапе скелет цифровой модели разделяется на зерна с помощью алгоритма watershed. Затем в численной схеме при подсчете потока тепла между соседними вокселями разных зерен включается дополнительное тепловое сопротивление. Модель реализована в программе, которая написана на языке C++ с использованием технологии CUDA. Проведены вычисления для нескольких состояний насыщения образца породы Bentheimer (с насыщением воздухом и водой), которые демонстрируют влияние параметров контактов на эффективную теплопроводность всего образца. Определены области значений параметров, при которых рассчитанная эффективная теплопроводность модели совпадает с диапазоном экспериментальных данных по теплопроводности для песчаника Bentheimer.

Литература

1. *Andrä H. et al.* Digital rock physics benchmarks—Part I: Imaging and segmentation. – *Computers & Geosciences*. – 2013. – № 50. – P. 25-32.

2. *Andrä H. et al.* Digital rock physics benchmarks—Part II: Computing effective properties. – *Computers & Geosciences*. – 2013. – № 50. – P. 33-43.
3. *Demianov A., Korobkov D.* Numerical Simulation of Rock Thermal Properties. – *Proceedings of the International Conference on Heat Transfer and Fluid Flow – 2014*. – Paper No. 69.