

**Моделирование потоковых пропагаторов в пористых средах с многофазным насыщением с учетом влияния поверхности**

К.Л. Клименок<sup>1,2</sup>, А.Ю. Демьянов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup>Московский научный центр «Шлюмберже»

ЯМР релаксометрия является одним из наиболее важных экспериментальных методов получения информации о пористых средах. Результаты измерений, полученные этим методом, чувствительны к строению образца и его насыщенности в случае многих фаз [1]. Одной из наиболее отработанных техник ЯМР исследований является расчет распределения смещений (пропагатора) для случаев стационарного потока флюида с использованием различных последовательностей радиочастотных и градиентных импульсов. Однако учет влияния различных поверхностных эффектов на релаксацию является сложной задачей [2,3,5].

Целью работы является показать влияние этих эффектов на распределение смещений. В работе представлена численная модель ЯМР релаксации, массопереноса и диффузии для цифровой модели пористой среды с однофазным и многофазным насыщением. В основу модели положено обобщенное уравнение Блоха [4], которое решается явным консервативным методом. Метод ЯМР релаксации с градиентными импульсами, описанный в [5] повторяется в модели. Для верификации модели предложена альтернативная независимая методика расчета дисперсии. Такая методика использует в качестве входных данных только информацию об образце, его насыщении различными фазами и скорости течения. Таким образом, сравнив подходы решения задачи переноса пассивной примеси и построения ЯМР пропагатора, можно будет получить различные эффекты, связанные именно с ЯМР.

Проведено сравнение методик и получено отличное совпадение результатов. Также исследовано влияние поверхностной реактивности на построение пропагатора по методу ЯМР. Показаны отличия методик и приведено физическое обоснование результатов.

1. *Слуктер Ч.* Основы теории магнитного резонанса. М.: Мир 1981.
2. *Tessier J. J. [et al.]* The characterization of multiphase fluid transport in a porous solid by pulsed gradient stimulated echo nuclear magnetic resonance// *Physics of Fluids* 1998. V.10, N.1 P.75-

3. *Scheven U. M., Seland J. G., Cory D. G.* NMR propagator measurements on flow through a random pack of porous glass beads and how they are affected by dispersion, relaxation, and internal field inhomogeneities// *Phys. Rev. E* 2004. V.69, N.21 P. 1–9
4. *Torrey H. C.* Bloch equations with diffusion terms // *Physical Review* 1956. V. 104. N. 3. P. 563.
5. *Scheven U. M. [et al.]* Quantitative nuclear magnetic resonance measurements of preasymptotic dispersion in flow through porous media // *Physics of Fluids*. 2005. V. 17. N. 11. P. 7107.