

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТИВОТОЧНОЙ КАПИЛЛЯРНОЙ ПРОПИТКИ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОЙ (NETWORK) МОДЕЛИ

Кафи Ул Шаббир^{1,*}, О. Я. Извеков¹, А. В. Конюхов¹

¹Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

*E-mail: kafiulshabbir@phystech.edu

В настоящее время влияние капиллярных сил на параметры многофазных течений в структурно неоднородных пористых средах является объектом интенсивных исследований, представляя большой интерес в задачах нефтяного инжиниринга, экологических и других приложениях.

Классические континуальные модели многофазной фильтрации неспособны объяснить неравновесные эффекты, связанные с быстрым изменением насыщенности или с конечным временем установления равновесной конфигурации флюидов в поровом пространстве. Задачи такого типа в континуальной постановке возникают при описании двухфазных течений в блочно-трещиноватой периодической пористой среде на основе моделей двойной пористости, полученных методами математической теории усреднения.

В настоящей работе реализована двумерная сетевая модель, в которой пористая среда представляется набором цилиндрических трубок (капилляров), пересекающихся в узлах (порах). Законы течения жидкостей в капиллярах сети с учетом капиллярных скачков давления на менисках совместно с условием согласования потоков в узлах приводят к системе линейных алгебраических уравнений для определения давления в узлах и скоростей перемещения менисков в капиллярах. Особенностью модели является неоднородность сети капилляров (трубки, составляющие сеть капилляров, имеют различный радиус). Также предложен оригинальный способ распределения потоков жидкостей в узлах сети: смачивающая жидкость направляется в более тонкие капилляры, обеспечивая минимум поверхностной энергии контакта флюидов и скелета.

С использованием предложенной модели решена задача противоточной пропитки низкопроницаемого блока смачивающей жидкостью. Низкопроницаемый блок пористой среды в начальный момент времени насыщен несмачивающей жидкостью, в то время как высокопроницаемый слой (моделируется большим радиусом капиллярных трубок) содержит смачивающую жидкость. Под действием капиллярных сил происходит пропитка блока смачивающей жидкостью.

Получена зависимость насыщенности низкопроницаемого включения от времени и среднее капиллярное давление после достижения равновесия. Результаты качественно соответствуют известным равновесным зависимостям капиллярного давления от насыщенности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №23-21-00175).

MODELING OF COUNTERCURRENT IMBIBITION USING A NETWORK MODEL

K. U. Shabbir^{1,*}, O. Y. Izvekov¹, A. V. Konyukhov¹

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

*E-mail: kafiulshabbir@phystech.edu