

## **Математическое моделирование влияния высокочастотного электромагнитного поля на процессы фильтрации углеводородных систем**

*Ф.С. Хисматуллина (ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»),  
Л.А.Ковалева, И.М. Камалтдинов, А.Д. Галимбеков  
(Башкирский государственный университет,  
Центр микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем)*

---

Известно, что фильтрация нефти в пористой среде сопровождается некоторым уменьшением расхода. Это объясняется образованием на поверхности поровых каналов адсорбционных слоев полярных компонентов нефти, изменяющих молекулярную природу твердой поверхности и являющихся базой для формирования граничных слоев нефти, вязкость которых на порядок выше вязкости нефти в объеме, а толщина в ряде случаев соизмерима с радиусом поровых каналов. В результате уменьшается сечение фильтрационных каналов пористой среды, снижается ее проницаемость и, как следствие, нефтеотдача.

Для извлечения адсорбируемой в пласте пленочной нефти можно использовать высокочастотное электромагнитное воздействие. Хотя этот метод уже прошел некоторые опытные испытания, современное понимание физики происходящих при этом явлений весьма неполно и требует дальнейших теоретических исследований, детализированных экспериментов и численного моделирования.

Проведено математическое моделирование влияния высокочастотного электромагнитного поля на процессы фильтрации углеводородных систем, содержащих поверхностно-активные компоненты, которые по мере движения в пористой среде адсорбируются на ее поверхности. Получено уравнение кинетики сорбции, обобщенное для высокочастотного электромагнитного воздействия. Раскрыты два основных механизма влияния высокочастотных электромагнитных полей на сорбционные процессы: 1) влияние на кинетику сорбции путем прогрева рабочей среды за счет энергии высокочастотного электромагнитного поля (тепловой механизм воздействия); 2) влияние на скорость сорбционных процессов, что обусловлено появлением в обобщенном уравнении кинетики сорбции электромагнитного члена (нетепловой механизм воздействия). Показано, что при высокочастотном электромагнитном излучении в рабочей среде наряду с распределенными источниками тепла возникает силовое действие, влияющее на процесс образования и разрушения структур полярных компонентов нефти.

Полученные результаты подтверждают эффективность воздействия высокочастотным электромагнитным полем на пористую среду и позволяют прогнозировать использование для предупреждения и борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями.