



Влияние напряженно-деформированного состояния геологической среды на процессы фильтрации в системе порода-нефть-вода

Тишков А.А., к.г.-м.н.

БелНИПИнефть, РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»

Аннотация

В работе рассматривается связь деформационных процессов, проявляющихся при разработке нефтяных залежей Припятского прогиба с параметрами фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и коэффициентом вытеснения нефти водой. В основе исследований лежит анализ результатов фильтрационных экспериментов на керне, проводимых институтом БелНИПИнефть при моделировании условий: 1) снижения пластового давления в залежах нефти; 2) рассоления галита

Введение

Выработка запасов углеводородов, сопровождается падением пластового давления в залежах, при этом при неизменной нагрузке вышележащих пород эффективное давление увеличивается, что вызывает необратимые изменения структуры порового пространства в виде ощутимого ухудшения фильтрационных характеристик пород и как следствие – снижение продуктивности добывающих скважин с потерей части активных запасов углеводородов. Изменение напряженно-деформированного состояния (увеличение эффективного давления) среды рассматривается большинством исследователей лишь с негативной стороны.

Методы и материалы

На базе института БелНИПИнефть, с применением фильтрационной установки Autoflood – 700 (рисунок 1) был проведен комплекс фильтрационных экспериментов на карбонатном и терригенном керне (рисунок 2) (диаметром 30 мм), при моделировании условий: 1) снижения пластового давления в залежах нефти; 2) рассоления галита. Таким образом, в первом случае напряженно-деформированное состояние в процессе эксперимента сознательно изменялось, во втором – нет, однако при этом изменялся минералогический состав породы с последующими структурно-емкостными преобразованиями.



Рисунок 1 - Установка для проведения фильтрационных исследований Autoflood 700



Рисунок 2 - Керновый материал

Результаты и обсуждение

Результаты фильтрационных испытаний по вытеснению нефти водой из керновых моделей ряда месторождений Припятского прогиба с моделированием этапа снижения пластового давления (10 экспериментов) показали, что наряду со снижением проницаемости керновых моделей, отмечаются приросты коэффициента вытеснения нефти водой (0,58–11,62 %) (рисунок 3). Очевидно, что в результате действия деформационных процессов, происходит уменьшение порового объема, смыкание микро и макротрещин. Наряду с этим происходит объемное расширение нефти, способствующее вовлечению ее в процесс фильтрации из зон нединамической пористости. Совместно с данным механизмом вытеснения нефти, смыкание микро и макротрещин, уменьшение объема пор, а также возможное образование новых микро и макротрещин способствует перераспределению фильтрационных потоков, таким образом, изменяя охват воздействия вытесняющего агента. Помимо этого, в процессе падения пластового давления снижается вязкость нефти (при условии, что пластовое давление не ниже давления насыщения нефти), что также положительно отражается на коэффициенте вытеснения. Результаты фильтрационных испытаний по вытеснению нефти водой из засоленного карбонатного керна Северо-Домановичского месторождения, задонской (D3zd) залежи (3 эксперимента) показали, что в процессе рассоления керновой модели также отмечаются приросты коэффициента вытеснения нефти водой (0,96–5,54 %) (рисунок 4). Очевидно, что в процессе рассоления галита, отмечается синергетический эффект: коагуляция пустотного пространства керновых моделей частицами породы, ассоциированными с галитом, с одной стороны, и деформационные преобразования – с другой, что в свою очередь способствует перераспределению фильтрационных потоков с вовлечением в фильтрацию нефти из ранее застойных зон.

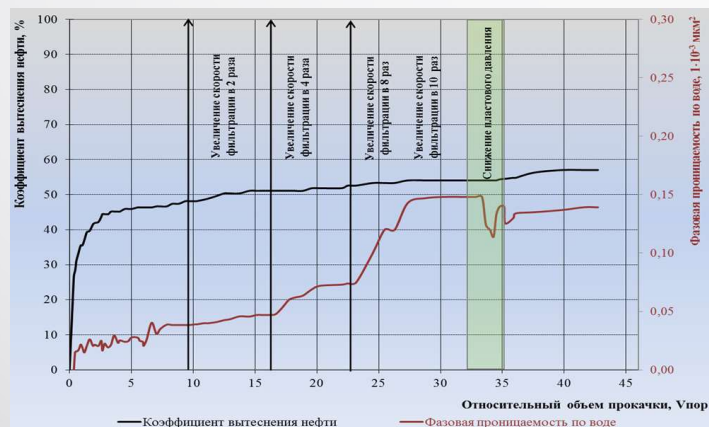


Рисунок 3 - Динамика коэффициента вытеснения нефти и фазовой проницаемости по воде при вытеснении нефти водой из керновой модели Восточно-Дроздовского месторождения, симилукской (D3sm) залежи

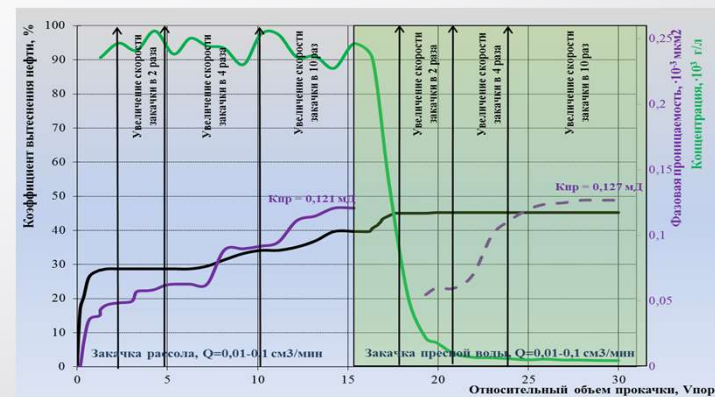


Рисунок 4 - Динамика коэффициента вытеснения нефти, фазовой проницаемости и концентрации ионов Cl⁻ при прокачке рассола и пресной воды через керновую модель Северо-Домановичского месторождения задонской (D3zd) залежи

Заключение

Обобщая полученные результаты исследований, необходимо отметить, что нельзя рассматривать проявление деформационных процессов в залежах нефти лишь с негативной стороны, более того, динамику напряженно-деформированного состояния геологической среды можно эффективно использовать на последних стадиях разработки залежей нефти со сложнопостроенным типом коллектора в качестве геолого-гидродинамического метода повышения нефтеотдачи пластов.

Контакты

Тишков Андрей Александрович
БелНИПИнефть

Email: a.tishkov1@beloil.by
Website: www.belnipineft.by
Телефон: +375 (232) 79-37-47