

© Г.М.Эфендиев, А.С.Стреков, К.Н.Назиров, 2013

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКОВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ

Г.М.Эфендиев, А.С.Стреков, К.Н.Назиров

*Институт геологии НАН Азербайджана  
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29A*

Приводятся результаты экспериментальных исследований способности супрамолекулярной катализитической системы на основе металлических и органических кластеров изменять проницаемость пористой среды. Установлено, что разработанная система является эффективным средством для регулирования водопроницаемости пористой среды.

## Введение

Как известно, в последние годы в нефтяной промышленности наблюдается тенденция к ухудшению структуры реализуемых запасов нефти, все более значительному росту числа нефтяных залежей, переходящих в категорию трудноизвлекаемых. К трудноизвлекаемым запасам относятся и запасы нефти, приуроченные к высокообводненным пластам, многие из которых находятся на поздней стадии разработки.

## Постановка задачи

Одной из причин, приводящих к преждевременному прорыву воды к добывающим скважинам и обводнению пластов, является их неоднородность по проницаемости. Доразработка таких нефтяных пластов имеет свои специфические особенности, обусловленные зональностью запасов остаточной нефти. Она проявляется как на уровне отдельных пор, так и отдельных участков пласта. В этих условиях применение обычных систем и схем заводнения уже не обеспечивает достаточно эффективной выработки таких запасов. В связи с этим остро встает проблема изоляции воды, поступающей в скважины, и изыскания способов борьбы с нарастающей обводненностью добываемой продукции при условии сохранности их дебита по нефти. Проблема доизвлечения остаточной нефти может быть решена применением водоизолирующих материалов,

основанных на использовании наноструктур (Хавкин, 2009; Саттаров и др., 2010).

## Результаты исследований

В свете вышеизложенного была проверена водоизоляционная способность супрамолекулярной катализитической системы на основе металлических и органических кластеров (Мирзаджанзаде и др. 2005; Гасanova, 2003). Данная система представляет собой гранулы молочно-серого цвета объемом  $\sim 0,5\text{см}^3$ .

Для проверки водоизоляционной способности предлагаемой наноструктуры были проведены экспериментальные исследования, при этом использовался раствор супрамолекулярной катализитической системы концентрацией 0,5; 1; 2; 3% в пресной воде, который закачивался в пористую среду в количестве 1 объема пор.

Эксперименты проводились на набивной модели пласта, заполненной молотым кварцевым песком. Необходимые проницаемости пористой среды создавались соответствующим изменением содержания глины: 5, 10, 15% в кварцевом песке. Изменение проницаемости пористой среды по воде от содержания глины приведено на рис.1.

В качестве параметра, характеризующего изменение проницаемости пористой среды при обработке ее наноструктурой, был принят предложенный в работе (Smith, 1970) фактор остаточного сопротивления ( $R_{ocf}$ ), который определяется как величина, представляющая

собой отношение проницаемостей пористой среды по воде до и после ее обработки наноструктурой:

$$R_{\text{ост}} = \frac{k_B}{k_n},$$

где  $k_B$ ,  $k_n$  – соответственно проницаемость пористой среды по воде до и после обработки пористой среды наноструктурой.

Фактор остаточного сопротивления является важной характеристикой, показывающей уменьшение проводимости пористой среды после ее обработки раствором наноструктуры.

Эксперименты по изучению водоизолирующих свойств исследуемой наноструктуры проводились в следующей последовательности. После определения проницаемости пористой среды по воде в модель пласта при определенном перепаде давления закачивалась наноструктура, и модель пласта выдерживалась в покое 24 часа. Затем в модель пласта вновь закачивалась вода при том же перепаде давления, что и наноструктура, и при заданном перепаде давления в режиме установившейся фильтрации определялась проницаемость пористой среды, обработанной наноструктурой. По полученным экспериментальным данным по вышеприведенной формуле определялся  $R_{\text{ост}}$ .

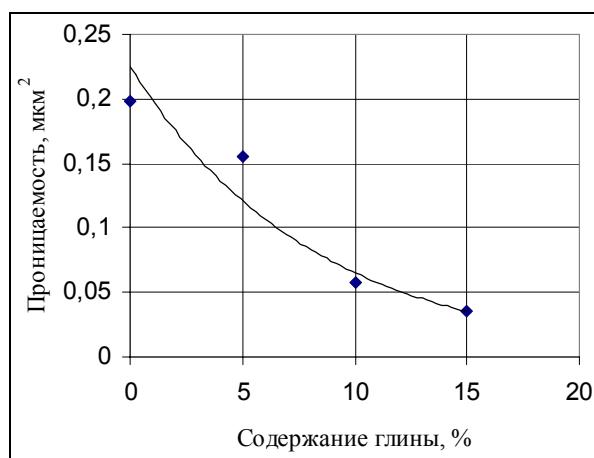


Рис. 1. Зависимость проницаемости пористой среды от содержания глины

Фильтрационные характеристики пористой среды после ее обработки наноструктурой оценивали по изменению фактора остаточного сопротивления в зависимости от проницаемости пористой среды, концентрации наноструктуры в растворе.

Полученные данные сведены в рис. 2, 3.

Как видно из рис. 2, с увеличением концентрации наноструктуры в растворе проницаемость пористой среды после ее обработки наноструктурой уменьшается для всех начальных проницаемостей (ср. кр.1,2,3,4 рис.2). Причем с уменьшением проницаемости обработки ее раствором наноструктуры усиливает снижение проницаемости. Например, для проницаемости 0,198 мкм² при обработке пористой среды раствором наноструктуры концентрацией 0,5% проницаемость снижается до 0,158 мкм², а для проницаемости 0,047 мкм² – до 0,035 мкм² (кр.1 рис.2). Рост концентрации раствора наноструктуры также усиливает это явление. Так, для проницаемостей 0,198 и 0,47 мкм² снижение проницаемости при обработке пористой среды раствором наноструктуры концентрацией 2% происходит соответственно до 0,11 и 0,012 мкм² (кр.3. рис.2). При обработке пористой среды этих же проницаемостей раствором наноструктуры концентрацией 3% для проницаемости 0,198 мкм² снижение проницаемости происходит до 0,092 мкм², а в случае проницаемости 0,047 мкм² происходит практически полная закупорка пористой среды, и определить снижение проницаемости не удается (кр.4 рис.2).

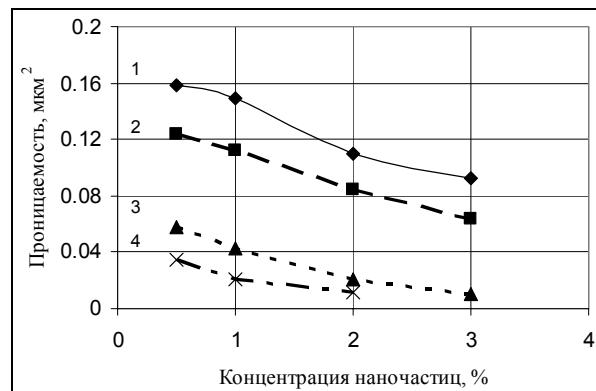
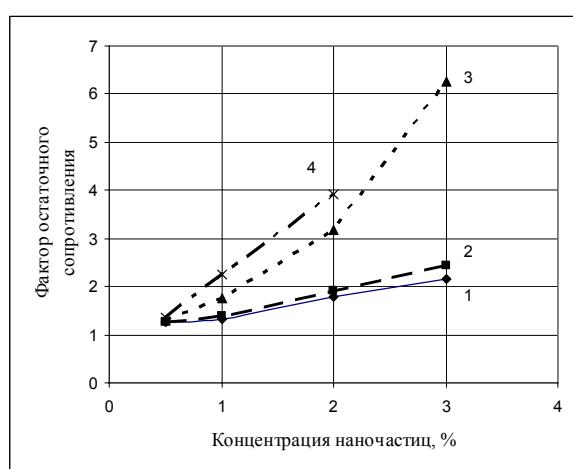


Рис. 2. Зависимость проницаемости пористой среды от концентрации наночастиц в растворе при начальной ее проницаемости 0,198, 0,156, 0,058, 0,035 мкм² (соответственно кр. 1,2,3,4)



**Рис. 3.** Зависимость фактора остаточного сопротивления от концентрации наночастиц в растворе при начальной ее проницаемости 0,035, 0,058, 0,156, 0,198 мкм<sup>2</sup> (соответственно кр. 4,3,2,1)

В результате вышеизложенного, увеличение концентрации наноструктуры в растворе приводит к росту фактора остаточного сопротивления (см. кр.1,2,3,4 рис.3). Для проницаемости 0,198 мкм<sup>2</sup> при обработке пористой среды раствором наноструктуры концентрацией 0,5% наблюдается фактор остаточного сопротивления 1,25, а для проницаемости 0,047 мкм<sup>2</sup> – 1,34 (кр.1 рис.3). При обработке пористой среды проницаемостей 0,198 и 0,47 мкм<sup>2</sup> раствором наноструктуры концентрацией 2% фактор остаточного сопротивления соответственно равен 1,8 и 3,91 (кр.3 рис.3). При обработке вышеуказанных пористых сред раствором наноструктуры концентрацией 3% фактор остаточного сопротивления в

случае проницаемости 0,198 мкм<sup>2</sup> составляет 2,15, а для проницаемости 0,047 мкм<sup>2</sup> из-за закупорки пористой среды не определяется.

### Заключение

Эксперименты показали, что супрамолекулярная каталитическая система на основе металлических и органических кластеров оказалась эффективным средством для регулирования водопроницаемости пористой среды. Это дает возможность использовать ее для изоляции водопритоков в добывающих нефтяных скважинах.

### ЛИТЕРАТУРА

- ГАСАНОВА, У.А. 2003. Синтез полифункционально замещенных краун-соединений и применение их в стимулировании органических реакций. Диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук. Баку. 414.
- МИРЗАДЖАНЗАДЕ, А.Х., МАГЕРРАМОВ, А., ЮСИФЗАДЕ, Х. Б., ШАБАНОВ, А.Л. и др. 2005. Изучение влияния наночастицы железа и алюминия на процесс повышения интенсификации газовыделения и давления с целью применения в нефтедобыче. *Новости Бакинского Университета*, 1, 5-13.
- САТТАРОВ, Р.М., САТТАРЗАДЕ, И.Р., ГУСМАНОВА, А.Т. 2010. Наномоделирование технологических процессов разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений. *АНХ*, 1, 42-51.
- ХАВКИН, А.Я. 2009. Наноявления в нефтегазодобыче. *Вестник РАН*, 79, 6, 519-522.
- SMITH, F.W. 1970. The behavior of partially hydrolyzed polyacrylamide in porous media. *Journal of Petroleum Technology*, 22, 2. 148-156.