

© А.С.Стреков, З.А.Мовсумзаде, 2007

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКООБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ В СЛОИСТО-НЕОДНОРОДНЫХ ПЛАСТАХ С РАЗЛИЧНОЙ ОБВОДНЕННОСТЬЮ ДОБЫВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

А.С.Стреков, З.А.Мовсумзаде

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

Приводятся результаты экспериментальных исследований извлечения нефти из слоисто-неоднородных пластов с различной обводненностью добываемой продукции осадкообразующими составами. Установлено, что благодаря последовательному изменению направления фильтрации воды и конфигурации фронта извлечения по мере продвижения оторочки ООС по высокопроницаемому слою их применение в слоисто-неоднородных пластах с различной обводненностью добываемой продукции эффективно.

### Введение

По мере выработки активных запасов нефти на месторождениях растет доля запасов, относящихся к категории трудноизвлекаемых. Так, в работе (Абасов, и др., 2000) в Азербайджане выделено 169 (138 по суше и 31 по морю) эксплуатационных объектов с трудноизвлекаемыми запасами. Как показала практика разработки нефтяных месторождений заводнением, одной из причин ухудшения запасов является слоистая и зональная неоднородность продуктивных пластов и, как следствие, высокая обводненность добываемой продукции (Карасев, и др., 2004; Лисовский, 2004).

### Постановка задач исследования

Перспективы стабилизации и увеличения добычи нефти в пластах с трудноизвлекаемыми запасами, характеризующимися слоистой и зональной неоднородностью, связаны с подключением в разработку невыработанных участков пластов. Одним из эффективных методов в этих условиях является применение потокоотклоняющих технологий и методов выравнивания профиля приемистости в нагнетательных скважинах, базирующихся на использовании различных осадкообразующих составов (ООС) (Телин и др., 2001).

Механизм действия ООС на нефтяной неоднородный пласт в основном связан с избирательным повышением фильтрационного сопротивления обводненных участков в при-

забойной зоне нагнетательных скважин и изменением направления фильтрации нагнетаемой воды в малопроницаемые нефтенасыщенные участки пласта. Однако обработка призабойной зоны нагнетательных скважин ООС обычно вызывает только локальное изменение направления фильтрации в связи с небольшим радиусом воздействия по сравнению с размерами пласта. В этом отношении более перспективными представляются ООС, перемещающиеся по пласту и последовательно изменяющие направление фильтрации воды по пути своего движения. Такими свойствами обладает ООС, состоящий из раствора ПАА (полиакриламид) и ДЩО (дизельно-щелочной отход завода "Азернефтяг" - продукт щелочной обработки дизельной фракции нефти), показавший наилучшие результаты при вытеснении нефти из слоисто-неоднородного пласта (Мовсумзаде, 2006).

Для обеспечения высокой эффективности применения ООС были проведены исследования по изучению влияния обводненности продукции добывающих скважин на коэффициент извлечения нефти (КИН) из слоисто-неоднородного пласта оторочкой, состоящей из раствора ПАА и ДЩО.

### Результаты экспериментов и их обсуждение

Экспериментальные исследования проводились на двухслойной модели пласта с гидродинамически сообщающимися слоями,

описание которой дано в работе (Мовсумзаде, 2006).

Перед проведением экспериментов модель пласта насыщали нефтью из месторождения Бибиэйбат вязкостью при 20 °С 15,6 мПа·с. Затем проводили извлечение нефти водой до 50, 70 и 100 (полной) % обводненности добываемой из слоисто-неоднородного пласта продукции. После чего в пласт, в высокопроницаемый слой, со стороны линии нагнетания закачивался исследуемый ООС в виде оторочки объемом 25 % от объема пор всего слоисто-неоднородного пласта (по 75 см<sup>3</sup> соответственно раствора ПАА концентрацией 0,2 % и ДЩО), а затем вновь начинали извлечение нефти из каждого слоя модели пласта водой до 98-99% обводненности продукции. Был также проведен опыт, когда продукция не обводнялась, а с самого начала процесса в пласт закачивалась оторочка ООС, после чего начинали извлечение нефти водой. Весь процесс извлечения нефти при всех обводненностях добываемой продукции осуществлялся при перепаде давления 0,012 МПа.

Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Как показали проведенные эксперименты, применение ООС в слоисто-неоднородных пластах при всех обводненностях добываемой продукции оказалось эффективным, т.е. закачка ООС в высокопроницаемый пропласток на всех стадиях разработки слоисто-неоднородного пласта заводнением обеспечила дополнительно добытую нефть. В то же время эффективность применения ООС определяется степенью обводненности добываемой продукции. Так, самый высокий КИН 0,805 д. ед. (долей единицы) из слоисто-неоднородного пласта в целом наблюдается при применении ООС с самого начала процесса извлечения нефти, т.е. при отсутствии обводненности добываемой продукции, затем наблюдаются меньшие КИН 0,73 и 0,68 д.ед. соответственно при 50 и 70 % -ной обводненности добываемой продукции и самый низкий КИН 0,655 д.ед. после полной обводненности добываемой продукции.

Следующим этапом исследований было изучение влияния перепада давления, при котором происходит извлечение, на эффективность применения ООС в слоисто-неоднородных пластах, когда наблюдается самый низкий КИН при применении ООС, т.е. при полной обводненности добываемой продукции. Эксперименты проводились в следующей последовательности. Вначале проводили извлечение нефти водой при перепаде давления 0,012 МПа до полной обводненности добываемой продукции из слоисто-неоднородного пласта. После чего в высокопроницаемый слой пласта закачивался исследуемый ООС в виде оторочки, а затем вновь начинали извлечение нефти из каждого слоя модели пласта водой до 98-99% обводненности продукции при перепадах давления 0,003: 0,006; 0,012 и 0,022 МПа.

Результаты экспериментов сведены в таблицу 2 и рисунок.

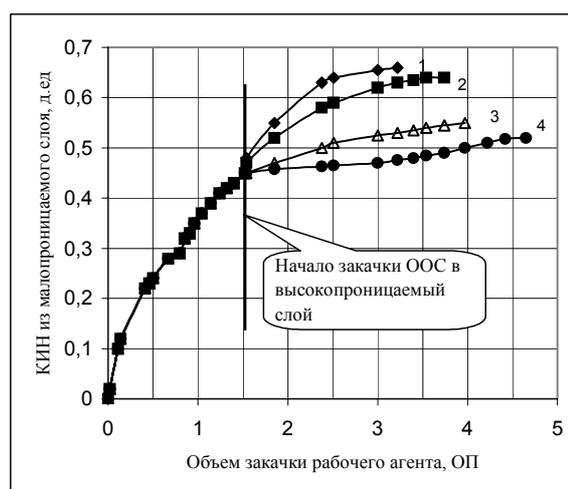
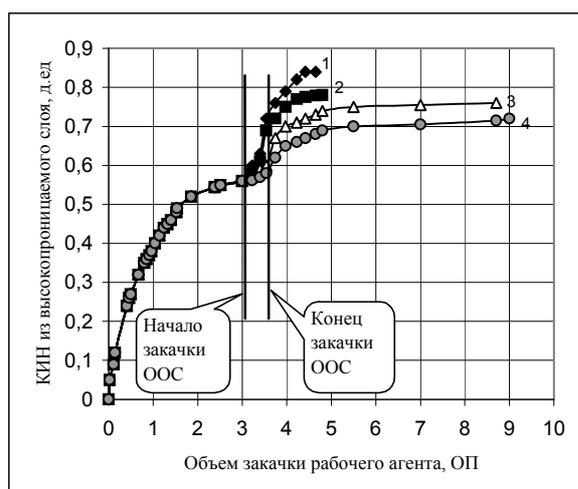
Как видно из данных, приведенных в таблице 2, несмотря на то, что оторочка ООС применялась после полного обводнения добываемой продукции из слоисто-неоднородного пласта, закачка ее оказалась эффективной при всех рассмотренных перепадах давления, т.е. во всех случаях была получена дополнительно добытая нефть. В то же время уменьшение перепада давления (скорости вытеснения), при котором осуществлялось применение ООС, от 0,003 до 0,022 МПа в целом привело к уменьшению КИН. Самый высокий КИН 0,75 д. ед. и прирост его в 0,26 д. ед. по сравнению с заводнением слоисто-неоднородного пласта наблюдается при перепаде давления 0,003 МПа, а самый низкий КИН 0,62 д. ед. и его прирост в 0,13 д.ед. – при перепаде давления 0,022 МПа. При этом изменяются и другие показатели эффективности применения ООС в слоисто-неоднородном пласте. Например, с ростом перепада давления, при котором происходит извлечение нефти оторочкой ООС, наряду с уменьшением времени вытеснения от 1387 мин. до 322 мин. наблюдается и увеличение объема закачки рабочего агента от 4,09 до 6,8 ОП (объем пор) соответственно при перепадах давления 0,003 и 0,022 МПа.



Таблица 2

Зависимость КИН из слоисто-неоднородного пласта от перепада давления при применении ООС после полной обводненности добываемой продукции

Извлечение нефти оторочкой ООС объемом 25 % от ОП и водой после полного обводнения добываемой продукции	Время извлечения, мин. до и после закачки ООС	По слоистой модели пласта в целом			
		КИН, д.ед.		Объем закачки воды, ОП	
		до закачки ООС	после закачки ООС	до закачки ООС	после закачки ООС
1. При перепаде давления 0,003 МПа	$\frac{801}{1387}$	0,49	0,75	2,39	4,09
2. При перепаде давления 0,006 МПа	$\frac{801}{638}$	0,49	0,71	2,39	4,27
3. При перепаде давления 0,012 МПа	$\frac{801}{460}$	0,49	0,655	2,39	6,0
4. При перепаде давления 0,022 МПа	$\frac{801}{322}$	0,49	0,62	2,39	6,8



Зависимость КИН из слоисто-неоднородного пласта от объема закачки рабочего агента при закачке ООС в высокопроницаемый слой при перепадах давления: 1-0,003; 2-0,006; 3-0,012; 4- 0,022 МПа

Рост КИН из слоисто-неоднородного пласта в целом после полного обводнения добываемой продукции при закачке оторочки ООС в высокопроницаемый слой можно объяснить следующими причинами. Как видно из рисунка, при закачке оторочки ООС в высокопроницаемый слой наблюдается увеличение КИН не только из высокопроницаемого, но и из малопроницаемого слоев. В связи с этим увеличение КИН из слоисто-неоднородного пласта в целом, с одной стороны, связано с

увеличением КИН из высокопроницаемого слоя в результате извлечения из него нефти оторочкой ООС как самого слоя, а также нефти, перетекающей в него из малопроницаемого слоя. С другой стороны, оно связано с увеличением КИН из малопроницаемого слоя в результате извлечения из него нефти водой, перетекающей из высокопроницаемого в малопроницаемый слой и последовательно изменяющей свое направление фильтрации и конфигурацию фронта извлечения по мере про-

движения по высокопроницаемому слою оторочки ООС.

### Заключение

Результаты проведенных экспериментов показали, что применение исследуемой оторочки ООС, состоящей из раствора ПАА концентрацией 0,2% и ДЦО, в слоисто-неоднородных пластах при извлечении нефти эффективно при всех рассмотренных обводненностях добываемой продукции и перепадах давления. Связано это с повышением КИН из высокопроницаемого слоя в результате перемещения по нему оторочки ООС и КИН из малопроницаемого слоя из-за последовательного изменения направления фильтрации воды из высокопроницаемого слоя в малопроницаемый и конфигурации фронта извлечения из слоисто-неоднородного пласта в целом по мере продвижения оторочки ООС по высокопроницаемому слою.

### ЛИТЕРАТУРА

- АБАСОВ, М.Т., АЛЛАХВЕРДИЕВ, И.М., БАГИРОВ, Б.А. и др. 2000. О доработке залежей Азербайджана с трудноизвлекаемыми запасами нефти. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 2, 121-129.
- КАРАСЕВ, В.И., ТОЛСТОЛЫТКИН, И.П., СУТОРМИН, С.Е. и др. 2004. Проблемы эффективного использования запасов нефти на месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа. В трудах международного технологического симпозиума: *Новые технологии разработки нефтегазовых месторождений*, 11-18.
- ЛИСОВСКИЙ, Н.Н. 2004. Принципы разработки месторождений в предыдущие годы и в настоящее время. В трудах международного технологического симпозиума: *Новые технологии разработки нефтегазовых месторождений*, 3-10.
- МОВСУМЗАДЕ, З.А. 2006. Применение осадкообразующих составов для повышения нефтеотдачи слоисто-неоднородных пластов, находящихся на поздней стадии разработки. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 2, 130 - 133.
- ТЕЛИН, А.Г., САМАРДАКОВ, В.В., ИГДАВЛЕТОВА, М.З. 2001. О приоритетах в выборе потокоотклоняющих технологий увеличения нефтеотдачи. *Нефтепромысловое дело*, 1, 19-21.

*Рецензент: д.т.н. Р.А.Мусаев*