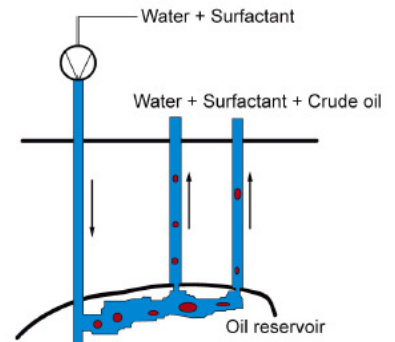


Увеличение нефтеотдачи пластов

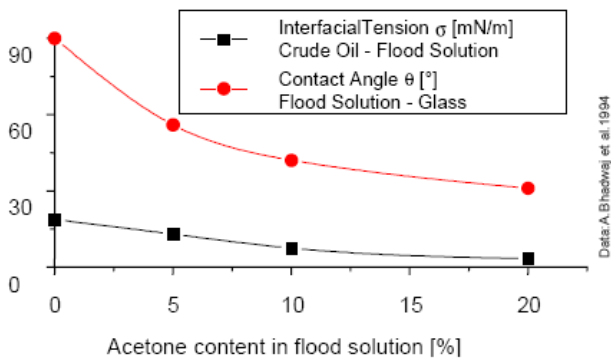
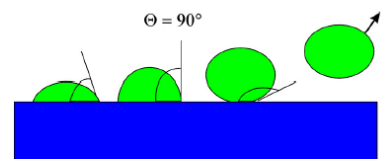
Автор: Dr. P.Jaeger, Dr. A.Pietsch, Dr. P.Rendtel

Нефть – природное топливо, сформировавшееся несколько миллионов тысяч. В настоящее время многие месторождения уже разработаны, другие заморожены на будущее. Потребность в нефтяном топливе постоянно растет, как и цены на нефтяные продукты, поэтому с каждым годом все острее встает вопрос повышения нефтеотдачи пластов. Третичные методы добычи на основе закачивания в пласт поверхностно-активных реагентов более энергоемки и дают тяжелую нефть низкого качества. Системы DSA100 с камерой давления позволяют моделировать пластовые условия по высоким давлениям и температуре и оптимизировать параметры процесса.



Процесс повышения нефтеотдачи вследствие закачивания водных растворов ПАВ можно представить следующим образом:

1. **Взаимодействия:** раствор ПАВ – нефти и раствор ПАВ – горная порода
2. **Смачивание:** краевой угол между раствором ПАВ, нефтью и породой постепенно становится 90° или больше (см. рис.)
3. **Удаление:** нефть уходит с поверхности породы в виде маленьких капель
4. **Эмульгирование:** нефть и раствор ПАВ образует стабильную эмульсию / микроэмульсию
5. **Извлечение:** эмульсия поднимается из пласта на поверхность
6. **Деэмульгирование:** эмульсию разрушают и отделяют нефть от раствора ПАВ



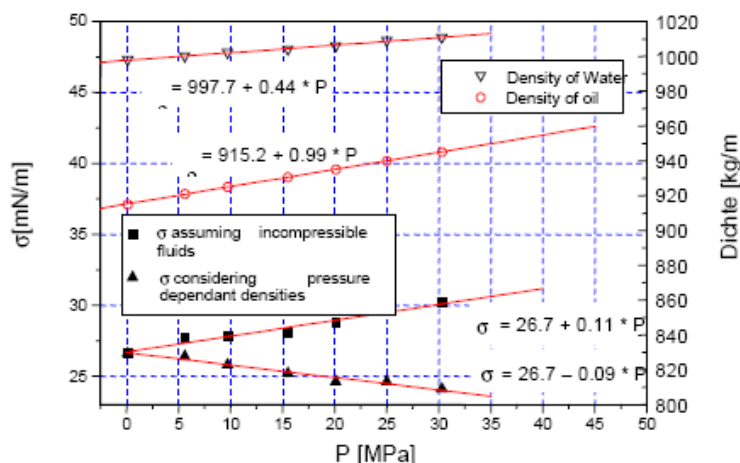
Quelle: A. Bhandari et al. 1994

Определение межфазного натяжения между раствором ПАВ и нефтью, а также краевого угла в трехфазной системе (порода - нефть - раствор ПАВ) позволяют количественно определить капиллярное давление и возможность извлечения нефти. Согласно уравнению Юнга снижение поверхностного натяжения приводит к снижению краевого угла, т.е. к улучшению смачивания поверхности водными растворами ПАВ.

На диаграмме справа представлены результаты измерений при атмосферном давлении и комнатной температуре, не отражающие реальных условий в пласте. В пласте значительное влияние может оказывать газовая фаза. Таким образом, для исследования реальных процессов в нефтяном пласте необходимо смоделировать условия (давление и температуру).

Определение межфазного натяжения по контурам капли было рассчитано на базе формулы Лапласа, перепад давлений на границе раздела фаз прямо пропорционален межфазному натяжению и обратно пропорционален радиусу кривизне капли. Программное обеспечение DSA, разработанное фирмой KRÜSS, позволяет записывать изображения капель и после оценивать их. На диаграмме справа представлена зависимость межфазного натяжения в системе «вода – нефть» как функция давления.

Interfacial Tension of Water Drops in Plant Oil 20°C



Ранее исследования межфазного натяжения и краевого угла смачивания при высоких давлениях и температурах не проводились. Они требуют специальную камеру, выдерживающую давление до 700 бар и температуры выше 100°C. По техническим причинам оборудование, в котором проводится эксперимент, не должно контактировать со средами, только в этом случае возможно корректное измерение межфазного натяжения.

Измерительная система, предлагаемая фирмой KRÜSS, состоит из прибора для измерения краевого угла смачивания DSA100 и камерой высокого давления (например, PA3210). Данная система позволяет определять поверхностное / межфазное натяжение и краевой угол смачивания при давлениях до 70 МПа, а также визуально наблюдать за поведением материалов в этих условиях. Отвердевание или разбухание образца может дать дополнительную информацию о свойствах системы.

Поршневой насос высокого давления с ручным управлением позволяет точно дозировать каплю в систему. Диаметр иглы выбирается в зависимости от применения. Жидкость, пройдя через иглу, оказывается в верхней части камеры (метод висящей капли) или в нижней ее части (метод лежащей капли).



Технические характеристики

	PA3210	PA3213	PA3214
Макс. давление	4 МПа	70 МПа	70 МПа
Макс. температура	200°C	180°C	180°C
Объем дозирования	30 мл	20 мл	20 мл
Смачивающий материал	нерж.сталь	нерж.сталь	нерж.сталь
Диаметр окна	32 мм	18 мм	18 мм
Материал окна	боросиликатное стекло	сапфир	сапфир
<i>Метод висящей капли:</i>			
- капля жидкости в газовой среде	+	+	+
- капля легкой жидкости в тяжелой жидкости	-	+	+
- пузырек воздуха в жидкости	-	-	+
<i>Метод лежащей капли:</i>			
- капля на поверхности в газовой среде	+	+	+
- капля на поверхности в жидкой среде	-	-	+