

**Рис. 2** Зависимость коэффициента подвижности нефти Усинского месторождения (после ПИВ) от градиента давления в образце породы (песчаник,  $k=0,2$  мкм<sup>2</sup>) после 40 импульсов при различных температурах:

1 – фильтрация нефти после ПИВ при  $T=30^{\circ}\text{C}$ ; 2 – фильтрация нефти после ПИВ и закачке водного раствора щелочи при  $T=30^{\circ}\text{C}$ ; 3 – нефти после ПИВ при  $T=50^{\circ}\text{C}$ ; 4 – фильтрация нефти после ПИВ и закачке водного раствора щелочи при  $T=50^{\circ}\text{C}$ ; 5 – фильтрация нефти после ПИВ при  $T=70^{\circ}\text{C}$ ; 6 – фильтрация нефти после ПИВ и закачке водного раствора щелочи при  $T=70^{\circ}\text{C}$

Данная установка позволяет выполнять фильтрационные исследования с моделированием пластовых термобарических условий эксплуатационных объектов. В ходе фильтрационных исследований проведено моделирование фильтрации высоковязкой нефти в призабойной зоне пласта при обработке плазменно-импульсного воздействия с закачкой водного раствора щелочи и изменением температуры от 30 до 70 оС. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

Отметим общую закономерность - увеличения коэффициента подвижности нефти с повышением температуры. При этом закачка водного раствора щелочи способствует улучшению фильтрации высоковязкой нефти в продуктивном пласте. Комплексное применение теплового, физического и физико-химического воздействий способствует увеличению подвижности аномальной (неньютоновской) нефти. В итоге, при температурах 30...70 оС коэффициент подвижности высоковязкой нефти увеличился на 28...39 %, в среднем на 35 %. Проведенные исследования, это шаг на пути к созданию эффективной комплексной технологии увеличения нефтеотдачи на основе совместного применения плазменно-импульсного и физико-химического воздействий с целью увеличения конечного коэффициента нефтеизвлечения на нефтяных месторождениях, находящихся на различных этапах разработки с разными типами пород-коллекторов.

Исследования выполнены при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-315.2014.5).

#### Литература

1. Антониади Г.Д. Трудноизвлекаемые запасы нефти – структура и тенденции/ Г.Д. Антониади, О.В. Савенок// Инженер-нефтяник, 2012. – №3. – С. 5 – 9.
2. Виноградова О. Мировые итоги 2008 // Нефтегазовая вертикаль, 2009. – № 3. – С. 18 – 22.
3. Крянев Д.Ю., Жданов С.А. Научное обеспечение новых технологий разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами // Бурение и нефть, 2012. – № 8. – С. 29 – 32.
4. Мищенко И.Т. Выбор способа эксплуатации скважин с трудноизвлекаемыми запасами/ И.Т. Мищенко, Т.Б. Бравичева, А.И. Ермолаев. – М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. – 448 с.
5. Пат. 2248591 РФ, G01V 1/157. Скважинный источник упругих колебаний/ Е.П.Большаков, Д.Н. Дмитриев, Б.А. Иванов, А.А. Молчанов, О.П. Печерский, В.В. Сидора, Б.П. Яценко; ООО «Импорто-экспортная торговая промышленная фирма «Рост»». – 200310022/28; Заявлено 04.01.2003; Опубликовано 20.03.2005, Бюл. – №8.
6. Яценко И.Г., Полищук Ю.М. Анализ взаимосвязи физико-химических свойств тяжелых нефтей и уровня теплового потока на территориях волго-уральского, западно-сибирского и тимано-печорского бассейнов // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело", 2007. – №2. – С. 291 – 297.

### ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТЕНОСОДЕРЖАЩИХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

М.Г. Мартикян

Научные руководители заведующая лабораторией Л.В.Чеканцева, доцент Л.В.Шишмина  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Доля асфальтенов в списке технических проблем в нефтегазовой отрасли значительна. Асфальтены в нефтегазовом деле несут большую потенциальную опасность, начиная от поломки аппаратуры, вызванной закупориванием технических деталей машины, заканчивая закупориванием нефтегазоносных труб и трубопроводов.

В этой связи возникают проблемы их добычи, подготовки, транспорта и переработки, обусловленные значительным повышением вязкости, а также потерей текучести при пониженных температурах окружающей среды. В этих условиях рассматриваемые типы углеводородного сырья проявляют аномальные реологические свойства. Характер их течения приобретает ярко выраженные неньютоновские свойства. [1].

Для снижения температуры застывания и улучшения реологических характеристик добываемой нефти на месторождениях с тяжелой, высоковязкой нефтью нефтяники используют целый ряд технологий: термическая

обработка и другие методы физического воздействия, разбавление легкими фракциями нефти или различными растворителями, а также введением присадок, регулирующих вязкоупругие свойства нефти. В настоящее время в нефтяной промышленности используют очень большое количество присадок, но наибольшее распространение получили высокомолекулярные полимерные соединения различных типов [2].

В данной работе было исследовано действие присадки на кинетическую устойчивость асфальтеноносодержащих дисперсных систем использованием модульного биологического микроскопа Olympus CX41, включающего в себя программное обеспечение анализа изображений ImageScopeColor. Модульная система позволяет проводить базовую обработку изображений, ручных измерений по изображениям, их статистическую обработку. Для получения достоверных результатов количество измерений на каждом образце насчитывало до 1500.

В качестве образцов исследования были использованы модельные растворы асфальтенов нефти Таймурзинского месторождения, с массовыми концентрациями 0,2 г/л и 0,58 г/л асфальтенов в толуоле. В таблице 1 приведен физико-химический состав Таймурзинской нефти:

Таблица 1

Физико-химические свойства нефти Таймурзинского месторождения

Содержание, масс.доли, %	Парафины	Смоли	Асфальтены
Значение показателей	2,4%	28%	5,8%

Образцы асфальтенов и присадка были предоставлены Институтом химии нефти СО РАН г.Томск. Присадка С5А представляет собой 40% концентрат алкенилсукцинимид в минеральном масле и непрореагировавшем полибутена: физико-химические свойства присадки С5А соответствуют ТУ 38-101-146-77[3].

Инициирование агрегации асфальтенов в модельной системе и в нефти осуществлялось добавлением 51 % об. н-гептана, который является подходящим для исследования устойчивости и осаждения асфальтенов [4].

Полученные результаты исследований представлены на рис. 1.

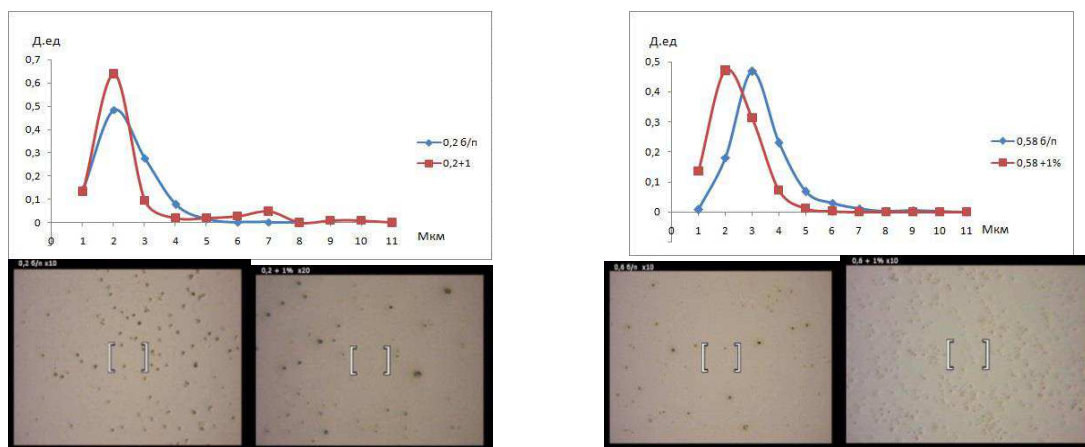


Рис.1 Дифференциальные кривые распределения частиц асфальтенов АН-1 по размерам и микрофотографии асфальтенов

В системах асфальтены–толуол–гептан без добавления присадки для концентрации 0,2 г/л максимум приходится на долю частиц размером 3 мкм, а с присадкой относительная доля частиц, на которые приходится 2 мкм, увеличена, но проявлена выраженная стабилизация до 3 мкм и количество крупных частиц не превышает 1 %.

Для концентрации 0,58 г/л без присадки максимальный размер частиц определен в районе 3 мкм, но с увеличенным содержанием крупных частиц. Для растворов с концентрацией 0,58 г/л, подвергнутой влиянию присадки, отчетливо видно, что максимум распределения частиц приходится на асфальтены размером 2 мкм, стабилизация асфальтенов в диапазоне до 5 мкм.

Для сопоставления дисперсного состава образцов после МО проводилось вычисление медианного диаметра  $M_d$  (мкм), коэффициента сортировки  $S_0$  и коэффициента асимметрии  $S_k$ . Для их определения необходимо перейти от частотного распределения к кумулятивному (интегральному) рис.2 .

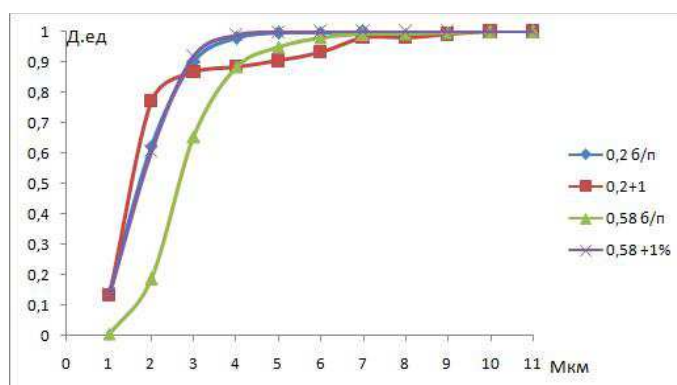


Рис.2 Кумулятивные (интегральные) кривые распределения частиц асфальтенов по размерам  
Данные представлены в таблице.

Таблица 2

Конц. растворов асфальтенов, г/л и присадки, %	0,2 б/п	0,2+1%	0,58 б/п	0,58+1%
Md	(1.6± 0,1)	(1.3± 0,1)	(2.4± 0,1)	(1.6±0,1)
S0	1.3	1.1	1.2	1.3
Sk	1.0	1.0	1.0	1.0

По результатам выполненной работы можно сделать вывод, что присадка оказывает стабилизирующее действие на систему, уменьшая средний размер частиц. Для всех концентраций были вычислены медианные диаметры Md, значение коэффициентов сортировки  $S_0 < 2,5$ , что свидетельствует об однородности частиц асфальтенов в растворе. Во всех растворах асфальтенов, по значениям коэффициент асимметрии Sk можно сделать вывод, что наибольшее количество частиц находится в начальной части размерного интервала ( $Sk > 1$ ).

#### Литература

1. Рогачев М.К. Применение новых химических реагентов при разработке залежей аномально-вязких нефтей. Интервал, 2000. – №4 – 5. – С.5 – 8.
2. Туманян Б.П. Научные и прикладные аспекты теории нефтяных дисперсных систем. Монография. – М.: Техника, 2000.
3. Щербинин А.И. Производство присадок к нефтяным маслам. – М. Химия, 1981
4. Юдин И.К., Анисимов М.А. Контроль динамического рассеяния света при агрегации асфальтенов в сырой нефти и растворах углеводов, 2000

### СИТОВЫЙ МЕТОД ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Г.С. Масаков

Научный руководитель аспирант П.С. Дозморов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

Гранулометрический анализ является неотъемлемой частью исследования различных составляющих жизнедеятельности человека, начиная с изучения истории зарождения почвы, и заканчивая анализом осадочных горных пород при разработке добывающих объектов. Актуальность ситового метода анализа обусловлена тем, что зачастую перед человеком встает вопрос о проведении анализа в достаточно быстрые сроки и достаточно качественно. Именно этими качествами обладает ситовый анализ.

Ситовый анализ предусматривает рассев пробы породы на ситах с различными размерами ячеек ручным или механическим способами. Различают следующие способы протекания этого процесса: разовый рассев, непрерывный рассев, ручное перемещение. Разовый рассев - операция, при которой надрешетный и подрешетный продукты остаются на просеивающих поверхностях до завершения процесса отсева. Непрерывный рассев предусматривает непрерывную загрузку отсеиваемого материала на просеивающую поверхность при одновременной разгрузке. Ручное перемещение предусматривает ориентирование вручную без усилий отдельных частиц породы относительно отверстий сита таким образом, чтобы они прошли через них или определенно остались на просеивающей поверхности [1].

Подрешетный продукт – совокупность кусков разных размеров, прошедших через сито с определенным размером отверстий.

Надрешетный продукт – совокупность кусков разных размеров, оставшихся на сите с определенным размером отверстий.

Для проведения испытания применяют следующую основную аппаратуру и инструменты: