

Таблица №2.

Результаты статистического анализа петрофизических данных по критерию Колмогорова-Смирнова (1-зоны по рассмотренному признаку не отличаются; 0 – зоны по рассмотренному признаку отличаются существенно).

зоны Параметры	1а,б	1б,в	1а,в	1а,4	1б,4	1в,4	1в,3	2,3	3,4
$\delta_{\text{мин}}$	0	1	1	0	0	0	0	0	1
$\delta_{\text{ввл}}$		0				1	0		1
$K_{\text{п.о}}$	0	0	0	0	0	1	1	0	1
$K_{\text{нд,г}}$	1	0	1	1	1	1	1	1	1
P	0							1	
$V_{\text{р}}$		0			0	1	1		1

Распределение петрофизических параметров соответствует литолого-фациальной зональности месторождения, но не в полной мере. Несколько зон, приведенных выше, можно объединить в предложенной петрофизической модели. Полученное соотношение позволяет более надежно давать оценку фильтрационных свойств с учетом места положения скважин в общей зональной схеме месторождения, что позволит оптимально расходовать имеющиеся ресурсы.

Литература

1. Белозеров В.Б. Седиментационные модели верхнеюрских резервуаров горизонта Ю1 Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции как основа для оптимизации систем их разведки и разработки. диссертация ... доктора геолого-минералогических наук – Новосибирск, 2008г. – 263с.
2. Кравченко Г.Г. Модель формирования продуктивных пластов горизонта Ю1 Крапивинского месторождения нефти: юго-восток Западной Сибири: диссертация кандидата геолого-минералогических наук - Томск, 2010. - 157 с.
3. Ежова А.В.. Литология. – М.: Издательство ТПУ, 2009. – 336 с.
4. Итенберг С.С. Геофизические исследования скважин. – М.: Недра, 1983. – 352 с.
5. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике / Под ред. В.И Дмитриева. – М.: Недра, 1990. – 498 с.

СПЕЦИФИКА НЕУСТОЙЧИВОГО ВЫТЕСНЕНИЯ ПЛАСТОВОЙ НЕФТИ В ПРОЦЕССЕ ЗАВОДНЕНИЯ

Таскин Н.О.

E-mail: effect1ve@mail.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Введение

Во время развития нефтедобывающей отрасли стали использовать такой метод как заводнение пласта. Заводнение широко используется для повышения пластового давления истощающегося коллектора и для получения дополнительного притока нефти к добывающим скважинам. Выигрыш состоит в низких капитальных и эксплуатационных затратах, особенно если сравнивать с большинством других методов увеличения нефтеотдачи, хотя при этом нужно учитывать и затраты на бурение новых нагнетательных скважин. Но главная проблема процесса заводнения пласта с нефтью - неустойчивое вытеснение нефти водой, на что и нацелено внимание данной статьи. Но из-за данного эффекта вода опережает нефть и проникает значительно дальше, чем хотелось бы, и на поверхность выкачивается смесь, содержащая в основном воду.

Цель исследования: рассмотрение особенностей данной проблемы на основе результатов моделирования в ячейке Хеле-Шоу и обзор существующих путей решения. Введение в проблему образования вязких пальцев будет представлять рассмотрением явления в двумерной геометрии с

представлением экспериментальных результатов. Затем будет обсуждение специфики процесса и рассмотрением существующих методов решения.

При вытеснении жидкостью с малой вязкостью другой жидкостью, с большой вязкостью, первоначально плоская поверхность фронта вытеснения переходит в поверхность, напоминающую пальцы перчатки. Такие структуры получили название вязких «пальцев». Иначе говоря, для таких систем выполняется условие самоподобия. Анализ этого явления и способов борьбы с ним очень важен для практики.

Впервые подобные структуры встретились в опытах Журавлёва (1956) и Saffman & Taylor (1958). В ячейке Хеле-Шоу Журавлёву, Саффману и Тейлору удалось изучить вязкий палец: рассчитать форму аналитически в предположении равенства давлений на межфазной поверхности жидкостей. В последнее время интерес к этой теме заметно вырос, и была выдвинута теория о фрактальной природе объектов.

Обзор проблемы

Моделирование фильтрационных течений в пористых средах с однородной проницаемостью осуществляется с помощью ячейки Хеле-Шоу. Эта конструкция представляет собой две параллельные пластины, разделённые малым зазором, существенно меньшим, чем ширина пластин. Впервые предложена в конце IX века английским инженером Генри Хеле-Шоу [1]. Течения в ней легко поддаются визуализации и описываются простыми математическими моделями.

Уравнение для течения одной жидкости было выведено из уравнения Навье-Стокса и для скорости течения v имеет вид уравнения Дарси

$$v = -\frac{k}{\mu} \nabla p,$$

где p – давление, μ – вязкость жидкости, $k = \frac{b^2}{12}$ проницаемость ячейки Хеле-Шоу.

Процесс же вытеснения нефти водой рассматривается как случай, когда вязкостью воды можно пренебречь (она примерно в 80 раз меньше вязкости нефти). Вода прорывает фронт и начинает опережать общую скорость вытеснения, двигаясь по трещинам в вытесняемой жидкости. Последовательное дробление кончиков «пальцев» приводит к возникновению фрактальных кластеров, то есть поведение более протяженного участка оказывается подобным поведению менее протяженного.

Фрактальная структура образуется путем бесконечного повторения (итерации) какой-либо исходной формы во все уменьшающемся (или увеличивающемся) масштабе по определенному алгоритму, т. е. в соответствии с определенной математической процедурой. Этот несложный процесс с обратной связью дает поразительно многообразный морфогенез, нередко подобный созданию природных форм. Таким образом, фракталы характеризуются самоподобием, или масштабной инвариантностью [2].

Экспериментальная часть

Оборудование: йодиол (раствор поливинилового спирта с яркой синей окраской), раствор глицерина (1/3 55% глицерина), люминесцентный порошок, лампа, набор шприцов, две пластины из оргстекла.

Методика: на поверхность первой пластины сконцентрировано в центр наносится жидкость, далее накрывается второй, при этом проводятся работы по удалению оставшегося воздуха. Через вторую пластину, которая оборудована в центре отверстием и трубкой для ввода другой жидкости, с помощью шприца вводят вторую жидкость, обладающую, соответственно, другой вязкостью.

Эксперимент №1.

Йодиол был введён в раствор глицерина. Образование языков началось сразу с момента контакта жидкостей, и фрактальная картина начала только увеличиваться

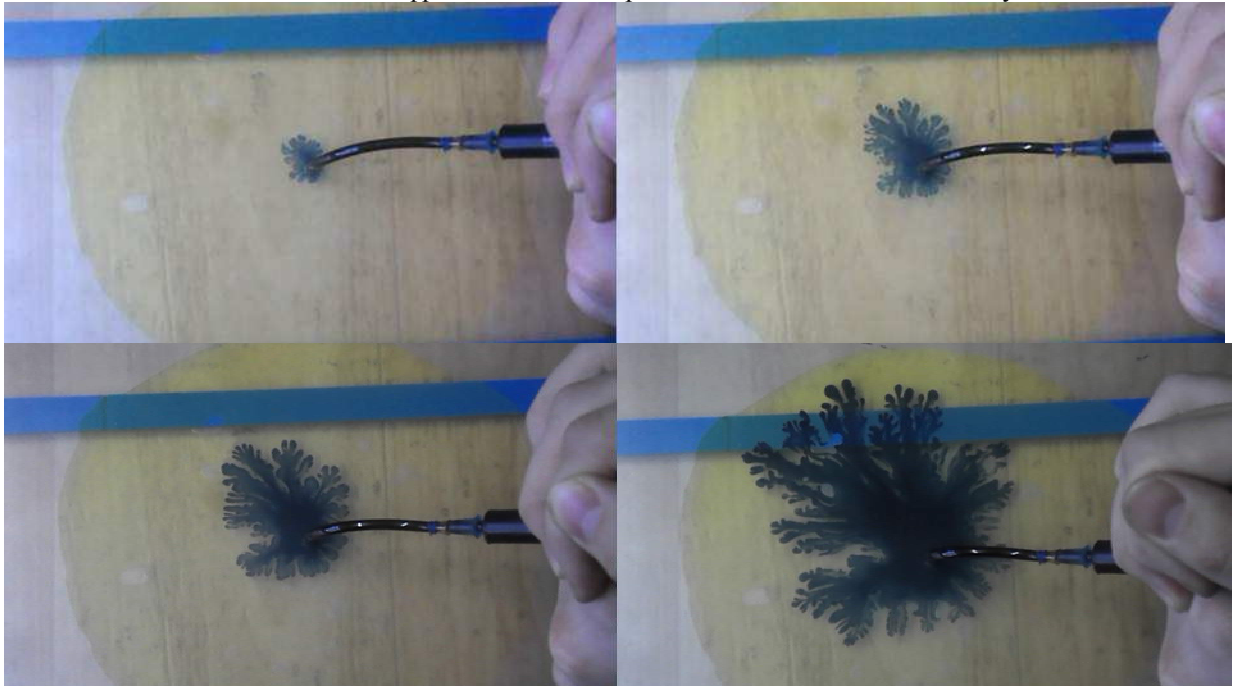


Рисунок 1. Эксперимент №1

Эксперимент №2

Полностью аналогичный эксперименту №1, но в раствор глицерина был добавлен люминесцентный порошок, и всё было подсвечено ртутной лампой с целью улучшить визуальное восприятие процесса.

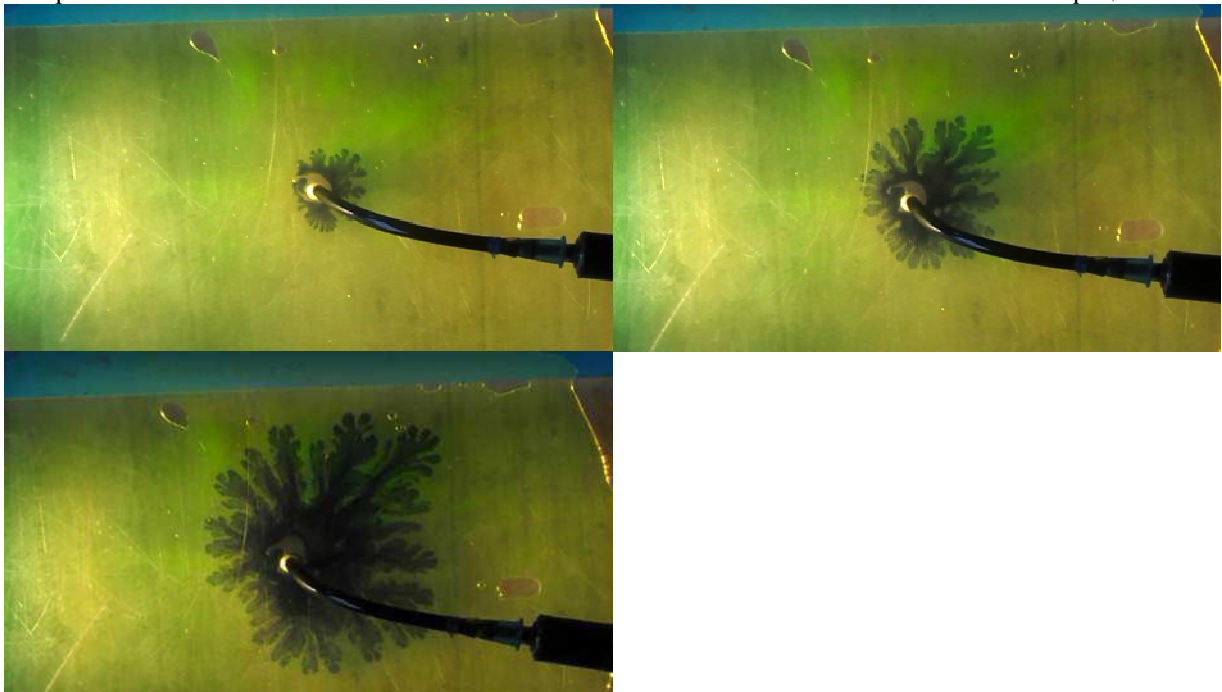


Рисунок 2. Эксперимент №2

В экспериментах была получена картина вязких пальцев, продемонстрирована фрактальная структура внедрения жидкости в более вязкую в процессе вытеснения.

На практике из-за описанного эффекта вода опережает нефть и проникает значительно дальше, чем хотелось бы, и на поверхность выкачивается смесь, содержащая в основном воду. При этом важное значение имеет линейная скорость движения воды по трещинам. При чрезмерно высоких темпах нагнетания в пласт воды или, напротив, чрезмерно высоких темпах отбора жидкости из пласта возникают условия, при которых опережающее движение воды по трещинам ведет к "блокировке" пористых блоков и "защемлению" в них нефти.

Обзор методов снижения негативного эффекта заводнения

По предложению А.П. Крылова коэффициент нефтеотдачи стали представлять в виде произведения двух коэффициентов: коэффициента вытеснения и коэффициента охвата пластов вытеснением.

Коэффициентом вытеснения нефти водой при разработке нефтяных месторождений с применением заводнения называется отношение извлеченной из пласта нефти к ее запасам, первоначально находящимся в части пласта, подверженной воздействию заводнением.

Коэффициентом охвата пласта воздействием называется отношение запасов нефти, первоначально находившихся в части пласта, подверженной воздействию заводнением, к геологическим запасам нефти в пласте.

Обеспечение равномерного вытеснения высоковязкой нефти из пласта путем уменьшения отношения коэффициентов подвижности для высоковязкой нефти и вытесняющего рабочего агента.

Для увеличения охвата пласта заводнением целесообразно использовать рабочие агенты с подвижностью значительно большей, чем подвижность воды, например, путем добавки в воду полимера (полимерное заводнение), ПАВ - поверхностно-активного вещества (мицеллярно-полимерное заводнение) или путем закачки оторочек водонефтяной эмульсии обратного типа с регулируемыми реологическими свойствами [3].

Добавление полимеров в воду, используемую для заводнения коллектора, повышает ее вязкость. Это снижает коэффициент подвижности воды относительно нефти и облегчает вытеснение нефти к добывающим скважинам. Сам по себе переход к полимерному заводнению не требует, как правило, больших капитальных затрат, однако следует учитывать текущие издержки на приобретение полимеров и их использование.

Тепловые методы подразумевают паротепловое воздействие на пласт, внутрипластовое горение, вытеснение нефти горячей водой, пароциклические обработки скважин, а также комбинированное использование этих технологий. Россия обладает значительными запасами тяжелых нефтей (9,0 млрд тонн), что позволяет рассматривать их как важный резерв сырьевой базы. Из всех новых методов повышения нефтеотдачи пластов, насыщенных тяжелыми нефтями, как в России, так и за рубежом, наиболее подготовленными в технологическом отношении являются термические методы, которые позволяют добывать нефть вязкостью до 10 000 мПа.с, увеличивая нефтеотдачу с 6 – 20% до 30 – 50%, что сегодня невозможно достичь никакими другими методами.

Тепловое воздействие, основанное на снижении вязкости нефти при нагревании, приводит к увеличению ее подвижности в пластовых условиях.

Применение газовых методов предполагает воздействие на пласт углеводородного газа, двуокиси углерода, азота, дымового газа, а также водогазового воздействия. Газовые методы давно применяют в США, Норвегии и Канаде [3].

Газовое заводнение – технология разработки нефтяных залежей, сочетающая преимущества газа и воды. Очень важно понять: почему при вытеснении нефти водой коэффициент нефтеотдачи выше, чем при вытеснении нефти газом? На многих нефтяных месторождениях Западной Сибири коэффициент вытеснения нефти водой равен 0,5, а коэффициент охвата пластов вытеснением равен 0,7. В итоге получается коэффициент нефтеотдачи 0,35. В тех же условиях коэффициент вытеснения нефти газом равен 1,0, потому что газ растворим в нефти, а коэффициент охвата пластов вытеснением равен 0,25, потому что велико соотношение подвижностей газа и нефти, и в итоге коэффициент нефтеотдачи получается равным 0,25, что почти в два раза меньше, чем при вытеснении нефти водой. Если соединить преимущества закачки газа и закачки воды – от газа взять высокий коэффициент вытеснения нефти 1,0, а от воды взять достаточно высокий коэффициент охвата пластов вытеснением 0,7 и в итоге получить коэффициент нефтеотдачи близкий к 0,7, т.е. вместо обычного заводнения осуществить газовое заводнение и почти в 2 раза увеличить коэффициент нефтеотдачи пластов и соответственно почти в 2 раза увеличить начальные извлекаемые запасы нефти при одних и тех же начальных балансовых геологических запасах нефти.

Его реализация позволит решить сразу две проблемы: повысить процент использования (утилизации) растворенного (попутного) газа и одновременно увеличить нефтеотдачу пласта.

Выводы

1. Проведёнными экспериментами в ячейке Хеле-Шоу был воспроизведён процесс неустойчивого вытеснения одной жидкостью другой более вязкой.
2. Получена картина вязких пальцев и визуально представлена их фрактальная структура.
3. Выявлена тенденция развития методов нефтедобычи и рассмотрен метод газового заводнения, который будет активно использоваться в ближайшем будущем.

Литература

1. Логинов О.А. Диссертация «Особенности неустойчивого вытеснения вязкой жидкости из ячейки Хеле-Шоу при больших числах Пекле» - МГУ имени М.В. Ломоносова, 2011 – 117 с.
2. Федер Е. Фракталы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. -254 с., ил.
3. Шелепов В.В. Новые технологии повышения нефтеотдачи в проектных документах ЦКР Роснедр по УВС// Бурение и Нефть, Ноябрь 2011.

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ И СОРБЦИЯ ВОЛЬФРАМА ИЗ БЕДНОГО МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Аманбаев Д.Д.
E-mail: daleramanbayev@gmail.com

Научный руководитель: аспирант, Чегринцев С. Н., ФТИ, кафедра ХТРЭ НИ ТПУ.

Актуальность работы

На территории ОАО «Новосибирский Оловянный Комбинат» скопилось более 600 000 тонн отходов, в которых содержание вольфрама достигает 2,5-3 %. При рыночной стоимости металлического вольфрама на рынке 55 000 USD за тонну [1] переработка сырья с низким содержанием вольфрама представляется перспективной и выгодной. В литературе [2] описана возможность рентабельной переработки сырья с 5 % содержанием вольфрама, однако данные исследования проводились в шестидесятых годах XX века. Использование современных методов вскрытия сырья и применение надежного оборудования позволяет снизить эту планку до 1,5 %, то есть делает экономически эффективным использование отходов ОАО «НОК» в качестве сырья для производства вольфрама.

Введение в оборот вторичного сырья – отходов ОАО «НОК» – является альтернативой использованию природных руд, что делает предлагаемую технологию производства вольфрама ресурсоэффективной.

В данной работе рассмотрены технологические аспекты автоклавного содового выщелачивания вольфрамсодержащего сырья с последующим концентрированием металла ионным обменом.

Экспериментальная часть

Отходы оловянного производства содержат от 0,5 до 3 % оксида вольфрама(VI). Макрокомпонентами шлаков металлургии олова являются оксиды, железа, кальция, кремния и алюминия; в сырье присутствует сера (табл. 1).

Таблица 1. Усредненный химический состав отходов оловянного производства ОАО «Новосибирский оловянный комбинат»

Вещество	Содержание, %					
	Fe	CaO	SiO ₂	Al	S	WO ₃
Шлак оловянного производства	23,4	13,7	43,4	5,6	0,7	1,8