Автор: Студент группы РНГМ-17-1с Лутфуллин Руслан Вадимович

Руководитель: Доцент Кафедры НГТ Турбаков Михаил Сергеевич

Содержание

Список рисунков

- Рис. 1. Схема непоршневого вытеснения нефти водой из прямолинейного пласта стр 12
- Рис. 2. Схема элемента пласта при непоршневом вытеснении нефти водой стр 14
- Рис. 3. График зависимости f(s) от s стр 23
- Рис. 4. График зависимости f (s) от s стр 24
- Рис. 5. Схема элементарного объема радиального пласта стр 27

Введение

- Для учета обводненной продукции была создана модель непоршневого вытеснения нефти водой или модель двухфазной фильтрации.
- Эта модель, начало которой было положено американскими исследователями Бакли и Левереттом, послужила основой многих методик расчетов разработки нефтяных пластов с учетом совместной фильтрации нефти и воды.
- Учет непоршневого характера вытеснения нефти водой привел к необходимости использования относительных проницаемостей, которые, естественно, неодинаковы для различных пластов. Модель процесса непоршневого вытеснения нефти водой даже в сочетании с моделью однородного пласта позволяет рассчитывать данные разработки пласта в период добычи обводненной продукции. Тем не менее необходимо было как-то учитывать и реальную неоднородность пластов.

Введение

- По этой методике пласт состоит из набора отдельных слоев пропластков (трубок тока). Распределение абсолютной проницаемости устанавливают на основе определенного вероятностно-статистического закона. Чаще всего в качестве такого закона используют логарифмически нормальный закон. Приближенно принимают, что расход воды, поступающей в каждый отдельный слой, пропорционален абсолютной проницаемости этого слоя. Для расчета фильтрационного сопротивления в зоне совместного движения нефти и воды используют эмпирические зависимости, полученные на основе аппроксимации относительных проницаемостей.
- Определять добычу обводненной продукции можно также на основе сочетания модели поршневого вытеснения нефти водой с моделью слоисто-неоднородного пласта.

Цель и задачи

Цель:

• Определить алгоритм действий для разработки однородного пласта на основе модели непоршневого вытеснения нефти водой.

Задачи:

- Изучить основные показатели разработки
- Рассмотреть непоршневую модель вытеснения водой
- Расчет показателей разработки однородного пласта на основе модели непоршневого вытеснения нефти водой

- Коэффициент вытеснения нефти водой \mathfrak{g}_2 при разработке нефтяных месторождений с применением заводнения называется отношение извлеченной из пласта нефти к ее запасам, первоначально находившимся в части пласта, подверженной воздействию заводнением.
- Коэффициент охвата пласта воздействием η_2 называется отношение запасов нефти первоначально находившихся в части пласта, подверженной воздействию заводнением, к геологическим запасам нефти в пласте.

Коэффициент вытеснения в процессе разработки месторождения зависит от следующих факторов:

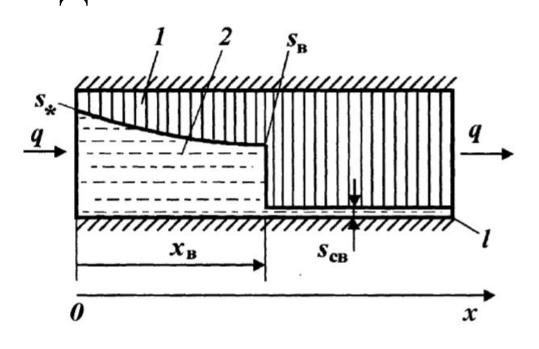
- Минералогического состава и литологической микроструктуры пород коллекторов нефти и, как следствие этих факторов, глинистости пород, распределения пор по размерам, уровня абсолютной проницаемости, относительных проницаемостей, параметров микротрещиноватости пород;
- Отношения вязкости нефти к вязкости воды, вытесняющей нефть;
- Структурно-механических (неньютоновских) свойств нефти и их зависимостей от температурного режима пластов;
- Смачиваемости пород водой и характера проявления капиллярных сил в породах;
- Скорости вытеснения нефти водой.

Коэффициент охвата пластов воздействием при заводнении зависти главным образом от следующих факторов:

- Физических свойств и геологической неоднородности разрабатываемого пласта в целом:
- Параметров системы разработки месторождения, т.е. расположения скважин в пласте, расстояний между добывающими, а так же между добывающими и нагнетательными скважинами, отношения числа нагнетательных к числу добывающих скважин;
- Использование наклонно направленных скважин с разветвленными стволами;
- Давления на забоях нагнетательных и добывающих скважин;
- Применения способов и технических средств эксплуатации скважин;
- Применения методов управления процессом разработки месторождения путем частичного изменения системы разработки или без изменения системы разработки.

2. Непоршневая модель вытеснения нефти водой

2. Непоршневая модель вытеснения нефти водой



Непоршневое вытеснение нефти - это вытеснение, при котором за его фронтом движутся вытесняющий и вытесняемый флюиды, т.е. за фронтом вытеснения происходит многофазная фильтрация.

Рис. 1. Схема непоршневого вытеснения нефти водой из прямолинейного пласта:

1 – нефть; 2 – вода.

Рассматривая двухфазную фильтрацию (непоршневое вытеснение нефти водой) в прямолинейном пласте, выделим элемент длинной Δx , высотой h и шириной b в направлении, перпендикулярном к плоскости. В общем случае слева в элемент пласта поступают, а справа вытекает нефть и вода. При этом расход воды слева равен bhvв, а справа — $bh(\partial vB + \partial VB/X \Delta X)$.

Количество накопленной воды в элементе пласта составляет — bhm $S/t \Delta X$ (v-скорость фильтрации воды; s- водонасыщенность пласта; t — время).

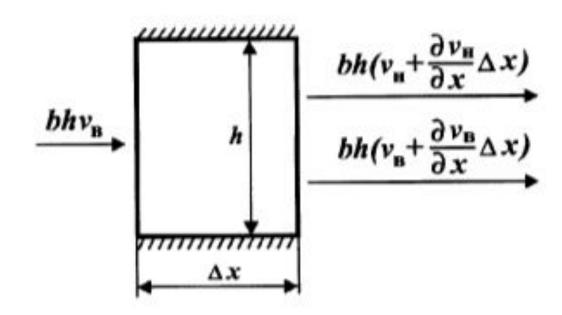


Рис. 2. Схема элемента пласта при непоршневом вытеснении нефти водой

Согласно закону сохранения вещества разность между скоростями входящей в элемент пласта воды и выходящей из него равна скорости накопления воды в элементе пласта. Выражая сказанное в математической формуле получаем

$$-bh\left(v_{B}\frac{\partial V_{B}}{\partial x}\Delta x\right) + bhv_{B} = bhm\frac{\partial s}{\partial t}\Delta x.$$

После сокращения соответствующих членов при устремлении $\Delta x \rightarrow$ 0 имеем $\frac{\partial V_B}{\partial x} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0.$

Поскольку в пористой среде содержатся только нефть и вода, то насыщенность пористой среды нефтью sn=1-s.

Рассматривая аналогично предыдущему скорости проникновения нефти в элемент пласта и выхода из него, получаем

$$\frac{\partial V_{BH}}{\partial x} - m \frac{\partial S}{\partial t} = 0.$$

Складывая уравнения, имеем

$$\frac{\partial}{\partial x}(V_{H}+V_{B})=0; \quad V_{H}+V_{B}=V(t).$$

Таким образом, суммарная скорость фильтрации нефти и воды не изменяется по координате х, что и следовало ожидать т.к. нефть и воду принимают за несжимаемые жидкости.

Следовательно, режим пласта жесткий водонапорный.

Скорости фильтрации воды и нефти подчиняются обобщенному закону Дарси, так что

$$V_{B} = -\frac{kk_{B}(s)}{\mu_{B}} \frac{\partial p}{\partial x}; \quad V_{H} = -\frac{kk_{H}(s)}{\mu_{H}} \frac{\partial p}{\partial x},$$

Где k_B и k_H , μ_B и μ_H — относительные проницаемости зависящие от водонасыщенности s и вязкости воды и нефти.

Рассмотрим функцию f(s), называемую функцией Бакли-Леверетта. При этом

$$f(s) = \frac{V_B}{V_B + V_H} = \frac{K_B(s)}{K_B(s) + \frac{\mu_B}{\mu_H} K_H(s)}$$
, ИЛИ $f(s) = V_B / V(t)$.

После подстановки получим одно дифференциальное уравнение первого порядка для определения s, т.е.

$$v(t)f'(s)\frac{\partial s}{\partial x} + m\frac{\partial s}{\partial t} = 0.$$

По мере вытеснения нефти водой из прямолинейного пласта фронт вытесняющей нефть воды продвигается к концу пласта и водонасыщенность в каждом сечении заводненной области непрерывно увеличивается. Процесс вытеснения нефти водой из прямолинейного пласта можно представить и иным образом, следя за изменением по пласту некоторой водонасыщенности. Для указанного s=const можно принять

$$ds = \frac{\partial s}{\partial x} dx + \frac{\partial s}{\partial t} dt = 0,$$
 или $\frac{\partial s}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial s}{\partial t} = 0.$

Сравним данные выражения. Они будут идентичными если положить

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \frac{f'(s)v(t)}{m}$$

Умножим и разделим данное выражение на bh и проинтегрируем. Получим

bhmx =
$$f'(s)Q_{B3}(t)$$
; $Q_{B3}(t) = \int_{0}^{t} bhv(t)dt$.

Обозначим

$$\xi = bhmx/Q_{B3}(t),$$
 тогда
$$\xi = f'(s).$$

Задавая s в формуле, можно определить расстояние от входа в пласт для данного значения водонасыщенности. Однако в период безводной эксплуатации закачиваемая вода ещё не достигает конца пласта. Чтобы установить положение фронта вытеснения нефти водой и водонасыщенность вытеснения, рассмотрим материальный баланс закачанной в пласт воды. Если к моменту времени t в пласт закачан объем воды, равный Qва(t), расстояния x=0 до фронта вытеснения составит хв, насыщенность пласта связанной водой S=Scb, то

$$Q_{B3}(t) = bhm \int_{0}^{x_{B}} s(x)dx - bhmx_{B}s_{CB}.$$

Используем следующие обозначения:

$$X = \frac{Q_{B3}}{bhm} \xi; \quad X_{B} = \frac{Q_{B3}}{bhm} \xi_{B};$$

$$dX = \frac{Q_{B3}}{bhm} d\xi.$$

Тогда подставляя, получаем

$$\int_{0}^{\xi_{B}} s(\xi) d\xi - s_{CB} \xi_{B} = 1$$

Поскольку $\xi = f'(s)$, то $d\xi = f''(s)ds$.

Следовательно

$$\int_{s}^{s} sf''(s)ds = 1 + s_{cB}f'(s_{B})$$

На рисунке 3 приведен график, построенный с учетом кривых относительных проницаемостей.

По кривой f(s) можно найти значение sв графическим путем.

В самом деле согласно рисунку 3,

$$f'(s_B) = tg\alpha = \frac{f(s_B)}{s_B - s_{cB}}$$

Проведя касательную к кривой f(s) из точки $s=s_{cb}$, по точке касания, определяем $f(s_b)$ и s_b .

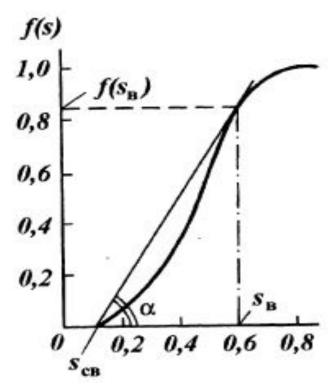


Рис. 3. График зависимости f(s) от s

Для того, чтобы найти распределение водонасыщенности по длине пласта, необходимо построить кривую f (s). Это можно сделать методом графического дифференцирования кривой f(s) или, представив кривые относительных проницаемостей аналитически, выполнить дифференцирование аналитическим путем, сделав соответствующее посторенние.

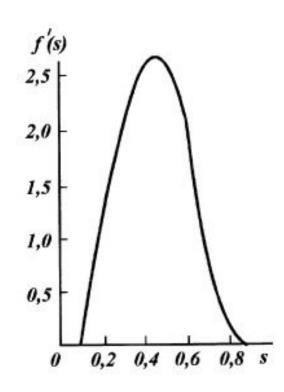


Рис. 4. График зависимости f (s) от s

Заметим, что распределение водонасыщенности в пласте изменяется по мере продвижения в глубь пласта фронта вытеснения нефти водой таким образом, что значения ѕв на фронте вытеснения хв и ѕ на входе в пласт остаются неизменными. Таким образом, кривая распределения водонасыщенности как бы «растягивается», оставаясь подобной себе. Такое распределение некоторого параметра, будь то водонасыщенность или какой-либо другой параметр, называется автомодельным. Соответствующее решение задач так же именуется автомодельным.

Полученные формулы позволяют рассчитать распределение водонасыщенности к моменту подхода воды к линии добывающих скважин, т.е. в безводный период разработки пласта.

Таким образом, мы определили основные технологические показатели разработки элемента пласта.

Рассмотрим непоршневое вытеснение нефти водой в радиальном направлении, например при разработке элемента семиточечной системы с использованием заводнения. Схема элементарного объема пласта для такого случая показана на рисунке 5.

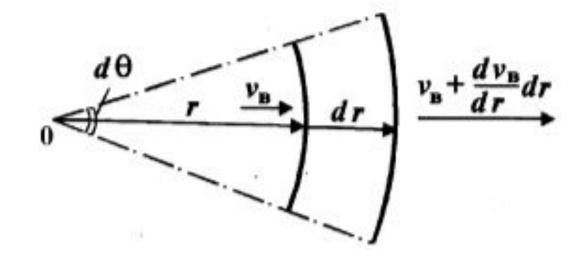


Рис. 5. Схема элементарного объема радиального пласта

Уравнение неразрывности фильтрующейся воды в таком объеме получим с учетом баланса втекающей и вытекающей воды за время dt в виде

$$2\pi r d\theta h v_B dt - 2\pi (r + dr) d\theta h \left(v_B + \frac{\partial v_B}{\partial r} dr \right) dt -$$

 $-2\pi rdrd\theta mds = 0$.

Раскрывая скобки в выражении, сокращая в нем соответствующие члены и заменяя обозначения обыкновенных производных на частные, имеем

$$\frac{\partial V_{B}}{\partial r} + \frac{V_{B}}{r} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0, \quad \text{ИЛИ} \quad \frac{1}{r} \frac{\partial (V_{B} r)}{\partial r} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0.$$

Вполне аналогичным образом, но с учетом того, что насыщенность пористой среды нефтью sh = 1 - s, установим соответствующее уравнение неразрывности для фильтрующейся в пласте нефти в следующем виде:

$$\frac{1}{r}\frac{\partial(v_{H}r)}{\partial r}-m\frac{\partial s}{\partial t}=0.$$

Список литературы

1. Разработка нефтяных месторождений: учебник для вузов / Желтов Ю.П. – Москва: Недра, 1998