Кафедра «ВТЛ и гидравлики»

Курсовая работа

По дисциплине Подземная гидромеханика

На тему Исследование работы скважины

2010

**Реферат**

В курсовой работе исследуется гидродинамические и другие характеристики работы скважины. Рассматривается режим вытеснения нефти водой из пласта в скважину. Такой режим называется водонапорный. Нефть и вода в пласте движутся одновременно, постепенно нефть вытесняется в скважину, а пласт заполняется водой. В результате проведенных исследований было установлено, что чем ближе положение границы ВНК к скважине, тем выше дебит. Курсовая работа выполнена на 25 страниц, приведено 11 рисунков, 4 таблицы. Выполнено построение трех индикаторных диаграмм, двух кривых депрессии и двух гидродинамических полей. Библиография включает в себя три источника.

**Введение**

Подземная гидромеханика — наука о движении жидкости, газов и их смесей в пористых и трещиноватых горных породах. Подземная гидромеханика рассматривает особый вид движения жидкости — фильтрацию[2].

В нефтегазовой отрасли она позволяет определить характер изменения скоростей фильтрации и движения жидкости, распределения давления по длине пласта от контура питания до скважины; определение дебита, коэффициента продуктивности, время прохождения фильтрующейся жидкости от контура до скважины. Полученные данные позволяют решать задачи прогнозирования и контроля разработки нефтяных, газовых, нефтегазовых и газоконденсатных пластов. Кроме того, в решении учитываются характер неоднородности пласта, характер несовершенства скважины.

Пласт вскрыт гидродинамически совершенной скважиной, такая скважина является теоретической и используется для учебных расчётов. Существует чёткое разделение между водной и нефтяной зонами, что свидетельствует о поршневом вытеснении, которое принимается при теоретических расчётах[1].

Вытеснение нефти водой является одним из основных методов повышения продуктивности пласта. Этот метод применяется в Российской Федерации и за рубежом, так как он один из сравнительно простых методов применяемых при добыче нефти после того как иссякла естественная энергия пласта[3].

Основой метода является закачка воды в продуктивный пласт через нагнетательные скважины. Могут применяться рядные, контурные и точечные системы заводнения.

**1. Теоретическая часть**

Заданный процесс является примером работы скважины на водонапорном режиме. Нефть вытесняется в добывающую скважину из продуктивного пласта под действием напора воды закачиваемого в нагнетательную скважину. В нефтеносном контуре образуются водная и нефтяная части, а так же водонефтяной контакт [1].

При отборе жидкости из скважины частицы жидкости в пласте будут двигаться по горизонтальным прямолинейным траекториям, радиально сходящимся к центру скважины. Такой фильтрационный поток называется плоскорадиальным. В начальный момент времени, при наличии в пласте только нефти можно применить расчётную схему (рис.1) и зависимости для плоскорадиального фильтрационного потока.

Рисунок 1 – Схема плоскорадиального фильтрационного потока[1]

Результаты исследования скважины на нескольких режимах приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования скважины

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дебит скважины Q, м3/сут | 12,4 | 29,0 | 45,1 | 50,2 | 57,4 | 65,8 |
| Давление на забое скважины рс, МПа | 10,2 | 8,7 | 7,3 | 6,8 | 6,2 | 5,4 |

Для того чтобы определить, по какому закону происходит фильтрация нефти в начальный момент времени, необходимо по данным исследования скважины построить индикаторную диаграмму. При этом наносятся точки, и подбирается теоретическая индикаторная диаграмма (рисунок 2).

Рисунок 2 – Индикаторная диаграмма

Рассмотрим задачу о вытеснении нефти водой в условиях плоскорадиального движения по закону Дарси в пласте, изображённом на рисунке 3. На контуре питания радиуса RК поддерживается постоянное давление рк, на забое скважины радиуса rс – постоянное давление рс, толщина пласта h и его проницаемость k также постоянны. Обозначим через R0 и rн соответственно начальное и текущее положение контура нефтеносности, концентричные скважине и контуру питания, через рв и рн – давление в любой точке водоносной и нефтеносной области соответственно, через р – давление на границе раздела жидкостей.

Рисунок 3 – Схема пласта при плоскорадиальном вытеснении нефти водой

В случае установившегося плоскорадиального движения однородной жидкости и если изобару, совпадающую в данный момент с контуром нефтеносности, принять за скважину, то распределение давления и скорость фильтрации в водоносной области можно выразить так:

 (1)

 (2)

А если эту же изобару, совпадающую с , принять за контур питания, то распределение давления и скорость фильтрации в нефтеносной области можно записать так:

 (3)

 (4)

Давление на границе раздела жидкостей p найдем из условия равенства скоростей фильтрации нефти и воды на этой границе, для чего приравняем (1) и (3) при В результате получим

 (5)

Определим характеристики рассматриваемого плоскорадиального фильтрационного потока нефти и воды.

1. Распределение давления в водоносной и нефтеносной областях найдем из уравнений (1) и (3), подставив в них значения давления на границе раздела p из (5). В результате получим

, при ; (6)

, при . (7)

1. Скорости фильтрации жидкостей определяем

 при ; (8)

 при. (9)

Из формул (8) и (9) видно, что скорости фильтрации, как воды, так и нефти растут во времени (так как знаменатель в указанных формулах уменьшается во времени).

1. Дебит скважины Q найдем, умножив скорость фильтрации на площадь :

 (10)

 (11)

При постоянной депрессии дебит скважины увеличивается во времени, т.е. с приближением к ней контура нефтеносности. Такое самопроизвольное увеличение дебита нефти перед прорывом воды в скважину подтверждается и промысловыми наблюдениями. При формула (10) превращается в формулу Дюпюи.

1. Время прохождения частицей жидкости заданного участка от до определяем

 (12)

1. Время вытеснения всей нефти водой T найдем, подставив в уравнение (12) . В результате получим (пренебрегая по сравнению с )

 (13)

1. Определяем коэффициент продуктивности по формуле

. (14)

7. Для определения линейности фильтрации определим число Рейнольдса по формуле Щелкачёва В.Н.:

, (15)

скважина фильтрация нефть плоскорадиальный

где кинематический коэффициент вязкости воды, определяемый по формуле[1]

. (16)

**2. Математический расчет**

**2.1 Исследование фильтрации при различном положении радиуса водонефтяного контакта**

Рассчитаем коэффициент фильтрации по формуле (11) взяв значения из графика на рисунке 2:

Для определения закона фильтрации определим скорость фильтрации воды у скважины по формуле(2):

Для определения линейности фильтрации найдём число Рейнольдса по формуле (15):

.

Итак, Re < 0,032 – вода фильтруется по линейному закону.

Исследование скважины при rВНК = 0,4RК

rВНК = 0,4∙850 = 340 м.

По формуле (5) определяем давление на границе ВНК:

Дебит определяем по формуле (10):

Определяем коэффициент продуктивности по формуле (14):

Распределение давления в водоносной и нефтеносной областях определяется по формулам (6) и (7).

При r = 150м:

Распределение скоростей фильтрации определяем по формулам (8) и (9). При r = 150 м:

Результаты расчёта давления и скоростей фильтрации заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчёта давления и скоростей фильтрации

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r, м | w, м/сут | p, МПа |
| 0,1 | 7,800401 | 4,80 |
| 0,15 | 5,200267 | 5,11 |
| 0,5 | 1,56008 | 6,04 |
| 1 | 0,78004 | 6,58 |
| 2 | 0,39002 | 7,12 |
| 5 | 0,156008 | 7,83 |
| 10 | 0,078004 | 8,36 |
| 20 | 0,039002 | 8,90 |
| 50 | 0,015601 | 9,61 |
| 100 | 0,0078 | 10,14 |
| 150 | 0,0052 | 10,46 |
| 200 | 0,0039 | 10,68 |
| 400 | 0,00195 | 11,13 |
| 700 | 0,001114 | 11,26 |
| 850 | 0,000918 | 11,30 |

Строим кривую депрессии, гидродинамическое поле (рисунок 4), график распределения скоростей (рисунок 5а и 5б) и индикаторную диаграмму (рисунок 6).

Исследование скважины при rВНК = 0,7RК

rВНК = 0,7∙850 = 595 м.

По формуле (5) определяем давление на границе ВНК:

Дебит определяем по формуле (10):

Определяем коэффициент продуктивности по формуле (14):

Распределение давления в водоносной и нефтеносной областях определяется по формулам (6) и (7).

При r = 150м:

Распределение скоростей фильтрации определяем по формулам (8) и (9). При r = 150 м:

Результаты расчёта давления и скоростей фильтрации заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты расчёта давления и скоростей фильтрации

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| r, м | w, м/сут | p, МПа |
| 0,1 | 7,452351 | 4,80 |
| 0,15 | 4,968234 | 5,10 |
| 0,5 | 1,49047 | 5,99 |
| 1 | 0,745235 | 6,50 |
| 2 | 0,372618 | 7,01 |
| 5 | 0,149047 | 7,69 |
| 10 | 0,074524 | 8,20 |
| 20 | 0,037262 | 8,71 |
| 50 | 0,014905 | 9,39 |
| 100 | 0,007452 | 9,90 |
| 150 | 0,004968 | 10,20 |
| 200 | 0,003726 | 10,42 |
| 400 | 0,001863 | 10,93 |
| 700 | 0,001065 | 11,26 |
| 850 | 0,000877 | 11,30 |

Строим кривую депрессии, гидродинамическое поле (рисунок 7), график распределения скоростей (рисунок 8а и 8б) и индикаторную диаграмму (рисунок 9).

**2.2 Расчёт времени прохождения первых и последних 10 метров и времени вытеснения нефти водой**

Время прохождения частицей жидкости первых и последних 10 м определяем по формуле (12):

Для первых 10 м: R0 = 850 м; rн = 840 м:

Для последних 10 м: R0 = 10 м; rн = 0,1 м:

Определяем время вытеснения всей нефти водой по формуле (13):

.

**2.3 Расчёт падения давления на границе ВНК в зависимости от времени и изменения дебита**

По формулам (5), (10) и (12) определяем давление на границе ВНК и изменении дебита от времени.

При rн = 100 м:

Результаты расчётов заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов падения давления на границе ВНК в зависимости от времени и изменения дебита

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| rН, м | pВНК, МПа | t, лет | q, м3/сут |
| 0,15 | 5,68 | 288,83701 | 220,65 |
| 0,5 | 7,53 | 288,83697 | 172,00 |
| 1 | 8,27 | 288,83682 | 152,62 |
| 2 | 8,85 | 288,83613 | 137,17 |
| 5 | 9,47 | 288,83076 | 120,98 |
| 10 | 9,85 | 288,80975 | 111,06 |
| 50 | 10,52 | 288,02566 | 93,31 |
| 100 | 10,75 | 285,36809 | 87,29 |
| 200 | 10,95 | 274,06732 | 82,01 |
| 300 | 11,06 | 254,42857 | 79,21 |
| 500 | 11,18 | 189,14030 | 75,93 |
| 700 | 11,26 | 88,11543 | 73,92 |
| 800 | 11,29 | 23,91452 | 73,15 |
| 850 | 11,30 | 11,64795 | 72,81 |

Проверим время до прорыва воды по приближенной формуле, приняв q = const:

 (15)

где – объём нефти, содержащийся в пласте, вычисляется по формуле:

q – дебит скважины, определённый по графику на рисунке 11, q = 75 м3/сут.

Итак, время вытеснения всей нефти водой по точной и приближенной формулам приблизительно равны.

**Заключение**

В курсовой работе исследовались гидродинамические и другие характеристики работы скважины. В результате проведенных исследований были получены зависимости распределения давления в пласте, дебиты скважин в начальный и конечный моменты работы пласта. Проведены исследования при различных положениях водонефтяного контакта. Рассчитано время прохождения первых и последних десяти метров пласта, также рассчитано время вытеснения нефти водой. Построены графики падения давления на границе ВНК и изменения дебита.

В результате расчётов можно сделать вывод о том, что пласт обладает малой проницаемостью и для вытеснения всей нефти потребуется длительное время.

При разработке месторождения выгоднее добывать нефть при естественном режиме работы пласта. Система поддержания пластового давления с помощью закачки воды является эффективным способом повышения нефтеотдачи пласта.

**Список используемых источников**

1. Басниев К.С. Подземная гидравлика: учебник для вузов/ Басниев К.С., Власов А.М., Кочина И.Н., Максимов В.М. – М.: Недра, 1986, 303 с.

2. Вихарев А.Н. Решение задач по подземной гидравлике: учеб. пособие для вузов/ Вихарев А.Н., Долгова И.И. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005, 91 с.

3. Курс лекций «Подземная гидромеханика».