Министерство образования Ставропольского края
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Нефтекумский региональный политехнический колледж»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМР

Шведова Е.С.

«30» августа 2017 г.

Методические рекомендации

по выполнению лабораторных работ по МДК 04.01 Технология исследования нефтяных и газовых скважин ПМ 04. Выполнение работ по профессии оператор по исследованию скважин

Рассмотрено на заседании ПМО
специальности 21.02.01
Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых
месторождений
Протокол № 1
от «30» августа 2017 г.

Нефтекумск
2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..3
1. Гидропрослушивание пластов……...5
2. Замер забойного давления и температуры жидкости……..7
3. Снятие индикаторной диаграммы…….9
4. Определение динамического уровня в затрубном пространстве ……12
5. Отбор закрытой глубинной пробы…….……14
6. Проведение исследования методом КВД……16
Список рекомендуемой литературы ……...19

Введение

Технология исследования нефтяных и газовых скважин является междисциплинарным курсом, устанавливающим базовые знания для освоения профессионального модуля ПМ 04. Выполнение работ по профессии оператор по исследованию скважин.

В результате освоения междисциплинарного курса обучающийся должен

уметь:

- осуществлять отбор глубинных проб нефти и воды пробоотборником;
- пользоваться дебитомерами, расходомерами, глубинными манометрами, электротермометрами;
- измерять уровни жидкости различными способами;
- определять соотношение нефти, газа и воды в пласте;
- определять коэффициент продуктивности пласта;
- размещать приборы и оборудование, определять неполадки в их работе;

знать:

- физико-химические свойства газа, нефти и воды;
- назначение и техническую характеристику исследовательской аппаратуры;
- методику проведения гидродинамических исследований скважин;
- способы измерения дебитов нефти, воды и газа;
- методику обработки материалов исследований;
- метод определения коэффициента продуктивности скважин.

Лабораторные работы - важнейшая составная часть обучения по МДК. 04.01 Технология исследования нефтяных и газовых скважин. Они имеют большое теоретическое и практическое значение. Основной целью лабораторных работ является углубление и закрепление знаний, полученных на теоретических занятиях по технологии исследования скважин. Лабораторные занятия должны вооружить студентов практическими навыками исследования, расчета и контроля.

Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ по «Технологии исследования нефтяных и газовых скважин» разработаны в соответствии с рабочей программой ПМ. 04 Выполнение работ по профессии оператор по исследованию скважин.

Содержание методических указаний по выполнению лабораторных работ соответствует требованиям Федерального государственного стандарта среднего профессионального образования для специальности Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых скважин.

Пособие включает 6 лабораторных работ по темам МДК 04.01 Технология исследования нефтяных и газовых скважин. Каждая лабораторная работа содержит сведения о цели ее проведения и практическом использовании результатов исследования, о необходимых для проведения работы материалах, приборах, инструментах, приспособлениях; включает описание работы и форму отчета.

К выполнению лабораторных работ студенты приступают после подробного изучения соответствующего теоретического материала. Перед проведением лабораторной работы необходимо ознакомиться с устройством оборудования и приборов, ознакомиться с порядком проведения работы.

После окончания занятий студенты приводят в порядок рабочее место. В процессе выполнения лабораторной работы и после окончания ее студент должен показать преподавателю полученные им опытные результаты и вытекающие из них выводы. После утверждения преподавателем указанных результатов и выводов каждый студент оформляет отчет по работе, который представляется на проверку и подпись преподавателю в тот же день либо на следующем лабораторном занятии.

Лабораторная работа № 1
Гидропрослушивание пластов

Цель работы: изучение параметров пласта (пьезопроводность, гидропроводность), линий выклинивания, тектонических нарушений.

Оборудование: добывающая и нагнетательная скважины, лубрикатор, глубинный манометр.

Теория:

Сущность метода гидропрослушивания – наблюдение за изменением уровня жидкости или давления в скважинах, обусловленным изменением отбора жидкости в соседних скважинах.

При проведении исследования фиксируют начало прекращения или изменения отбора жидкости в «возмущающей» скважине. Затем фиксируют начало изменения давления в «реагирующей» скважине. По времени пробега «волны давления» от одной скважины до другой можно судить о свойствах пласта.

Если при гидропрослушивании в скважине не отмечается реагирование на изменение отбора в соседней скважине, то это указывает на наличие между скважинами непроницаемого экрана (тектонического нарушения, выклинивания пласта).

Гидропрослушивание позволяет выявить особенности строения пласта, которые не представляется возможным установить в процессе разведки и геологического изучения месторождения.

Порядок выполнения работы:

1. На графике отображается показания глубинного манометра и закачка воды в пласт.
2. Остановить скважину.

3. В нефтяную скважину опускаем манометр на интервал перфорации.

4. Начинаем закачку воды.

5. Останавливаем закачку и ждем восстановления пластового давления

6. Повторяем последовательность операций (закачку/остановку) ещё два раза.

7. Останавливаем скважину и ждем восстановления пластового давления. Включается закачка и завершается исследование.

8. Исследование завершено.

Отчет:

1. Начертить график давлений 1-й и 2-й скважины.

2. Определить минимальное и максимальное давление.

3. Рассчитать по характеру изменения давления в 1-й скважине проницаемость и гидропроводность пласта.

4. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 2

Замер забойного давления и температуры жидкости

Цель: определить забойное давление и температуру жидкости в исследуемой скважине.

Оборудование: добывающая скважина, лубрикатор, глубинный манометр.

Теория:

Динамическое (забойное) давление устанавливается на забое во время отбора жидкости или газа из скважины или во время закачки жидкости или газа в скважину. Динамическое давление на забое очень часто называют забойным давлением в отличие от статического, которое называют пластовым давлением. Однако и статическое, и динамическое давления в то же время являются забойными.

Порядок выполнения работы:

1. Спустить интервала перфорации с остановками через каждые 200 м для записи эпюр.
2. Установить прибор в лубрикатор. Манометр показывает атмосферное давление и внешнюю температуру.
3. Открыть задвижку и начать спуск прибора.
4. Остановить прибор на короткое время, чтобы зафиксировать неизменные показатели.
5. Продолжить спуск прибора.
6. Приостанавливаем спуск – фиксируем следующую полочку.
7. Продолжаем спуск прибора.
8. Прибор достиг интервала перфорации. Останавливаем спуск фиксируем $P_{заб}$ и $T_{жид.}$
9. Поднимаем прибор.

10. Закрываем задвижку лубрикатора и достаем прибор.

11. Исследование завершено.

Отчет:

1. Начертить график изменения $P_{заб}$ и $T_{жид.}$ во времени.

2. Определить забойное давление и температуру жидкости.

3. Ответить на вопросы:

Что такое забойное давление?

Что такое пластовое давление?

Зачем проводить замер забойного давления?

4. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 3
Снятие индикаторной диаграммы

Цель: по индикаторной диаграмме определить параметры пласта

Оборудование: скважина, глубинный манометр, технический манометр, лубрикатор

Теория:

Если известны дебит и динамическое забойное давление, соответствующие какому-либо одному режиму работы скважины, то на основании только этих данных нельзя сделать никаких выводов по поводу ее производительности. Необходимо еще знать либо статическое забойное давление, замеренное во время остановки скважины, либо знать дебиты и динамические забойные давления, соответствующие другим режимам работы скважины. Отсюда следует, что для исследования производительности скважины необходимо один раз или лучше несколько раз изменить режим ее работы. Всякая смена режима работы скважины вызывает неустановившиеся процессы перераспределения пластового давления. Длительность и многие характерные особенности этих процессов зависят от упругости пластовых жидкостей и самого пласта.

Исследование скважины — замеры дебитов и забойных давлений (или уровней) — выполняются при нескольких установившихся режимах ее работы. По результатам исследований строят графики зависимости дебита скважины от забойного давления $P_{заб}$ или от депрессии ($P_{пл}$-$P_{заб}$), называемые индикаторными диаграммами (ИД).

Индикаторные диаграммы (ИД) добывающих скважин располагаются ниже оси абсцисс, а водонагнетательных - выше этой оси.

Обе индикаторные диаграммы ($Q = f(P_{заб})$ и $Q = f(DR)$) строят в тех случаях, когда скважины эксплуатируются при сравнительно больших

депрессиях (более 0,5…1,0 МПа). Ошибки измерений при этом обычно не приводят к большому разбросу точек при построении ИД в координатах $Q = f(P_{заб})$ (тем более для $Q = f(DR)$).

При малых депрессиях (порядка 0,2…0,3 МПа) разброс точек может быть настолько большим, что индикаторную диаграмму в координатах $Q = f(P_{заб})$ построить не удается. В этих случаях на каждом режиме следует измерять и $P_{заб}$, и $P_{пл}$, а индикаторную диаграмму строить в координатах $Q = f(DR)$. Депрессия, определяемая на каждом режиме, имеет меньшую относительную ошибку, чем $P_{заб}$, т.к. при измерениях за один спуск прибора абсолютные ошибки $P_{пл}$ и $P_{заб}$ примерно одинаковы и поэтому на разность $DR=P_{пл}-P_{заб}$ почти не влияют. Либо используют не глубинные манометры, а глубинные дифференциальные манометры.

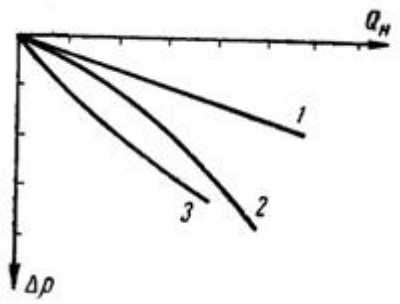


Рис. 1 - Индикаторные кривые при фильтрации по пласту однофазной жидкости:

1 – установившаяся фильтрация по линейному закону Дарси; 2- неустановившаяся фильтрация или фильтрация с нарушением линейного закона Дарси при больших Q; 3 - нелинейный закон фильтрации.

На форму индикаторной кривой влияют следующие факторы:

1) режим фильтрации; 2) режим пласта, 3) природа движущейся жидкости (газа), 4) неустановившиеся процессы в пласте, связанные с проявлениями упругости жидкостей и пласта, а также с явлениями выноса мелких фракций, засорения поровых каналов, запарафинивания пор и т. д.; некоторые из этих явлений будут освещены в последующих параграфах; 5) сопротивления при

движении жидкости из пласта в скважину и внутри самой скважины (в трубах).

Порядок выполнения работы:

1. Установить глубинный манометр в индикатор.
2. Контролировать буферное давление по техническому манометру.
3. Открыть задвижку и начать спуск глубинного манометра.
4. Когда прибор достигнет интервала перфорации, зафиксируем «полочку».
5. Установить первый штуцер и ждать пока стабилизируется давление.
6. Меняем на второй штуцер, и ждем пока установится давление.
7. Повторить операцию для третьего штуцера.
8. Убрать штуцер, поднять прибор и завершить исследование.
9. исследование завершено.

Отчет:

1. Построить зависимость изменения давления P и дебита Q во времени.
2. Определить коэффициент продуктивности, гидропроводность и пьезопроводность пласта.
3. Ответить на вопросы:

Что такое режим фильтрации?

В каких координатах строятся индикаторные кривые?

От каких параметров зависит форма индикаторной кривой?

4. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 4

Определение динамического уровня в затрубном пространстве

Цель: научиться определять динамический уровень в скважине.

Оборудование: скважина, оборудованная ЭЦН, устьевой манометр-уровнемер.

Теория:

Статическое давление на забое скважины это давление на забое скважины, устанавливающееся после длительной ее остановки. Оно равно гидростатическому давлению столба жидкости в скважине высотой (по вертикали), равной расстоянию от уровня жидкости до глубины, на которой производится измерение.

Уровень столба жидкости, установившийся в скважине после ее остановки при условии, что на него действует атмосферное давление, называется **статическим уровнем.**

Динамическое давление на забое скважины - это давление устанавливается на забое во время отбора жидкости или газа из скважины или во время закачки жидкости или газа в скважину. Динамическое давление на забое очень часто называют забойным давлением.

Уровень жидкости, который устанавливается в работающей скважине при условии, что на него действует атмосферное давление (межтрубное пространство открыто), называется **динамическим уровнем**.

Порядок выполнения работы:

1 Установить уровнемер через патрубок на технологический отвод.

2. Открыть затрубную задвижку.

3. Прибор посылает звуковой сигнал и фиксирует его отражение.

4. Производится запись отраженного сигнала в память прибора.

5. По отражениям фиксируем время прохождения сигнала от уровня жидкости и обратно.

6. Находим динамический уровень жидкости в скважине

$$H_{дин} = \frac{dT \cdot V_{зв}}{2}$$

7. Исследование завершено.

Отчет:

1. Определить динамический уровень.

2. Ответить на вопросы:

Что такое статический уровень?

Что такое статическое давление?

Что такое динамический уровень?

Что такое динамическое давление?

3. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 5
Отбор закрытой глубинной пробы

Цель: определение характера насыщения пласта: нефтью, газом, газоконденсатом или водой и выявления их физико-химических свойств и компонентного состава

Оборудование: Желонка, пробоотборник ВПП-300

Теория:

Свойства пластовых жидкостей – сжимаемость, вязкость, объемный коэффициент – определяются экспериментально на специальной аппаратуре по результатам исследования проб, отбираемых из скважины с помощью глубинных пробоотборников.

Для получения пробы, соответствующей пластовым условиям, конструкция пробоотборников должна отвечать ряду основных требований:

1. Отбирать пробу следует строго на заданной глубине, при известном пластовом давлении и температуре.
2. Отобранная проба должна характеризовать наиболее общие свойства пластовой нефти в месте отбора.
3. Емкость пробы должна быть достаточной для последующего лабораторного изучения.

Кроме того, пробоотборник должен обладать достаточной герметичностью, а так же возможность перевода пробы в промежуточную емкость.

Порядок выполнения работы:

1. Определить интервал забора закрытой пробы с помощью желонки. Измерить на этом интервале давление и температуру.
2. Установить пробоотборник в лубрикатор.
3. Открыть задвижку и спустить на интервал отбора глубинной пробы.

4. Спускаем пробоотборник на интервал перфорации (определяем по показаниям счетчика).
5. Ждем 40 минут для срабатывания пробоотборника и заполнения его емкости затрубной жидкостью.
6. Поднимаем пробоотборник на поверхность.
7. Достаем пробоотборник из лубрикатора и отсоединяем от него контейнер с флюидом для отправки в лабораторию.
8. Исследование завершено.

Контрольные вопросы:

1. Какие свойства пластовой жидкости можно установить по анализу пластовой пробы?
2. В каком порядке проводится исследование?
3. Какие требования предъявляются к конструкции пробоотборника?
4. Каково устройство пробоотборника ВПП-300?

Лабораторная работа № 6

Проведение исследования методом КВД

Цель: научиться определять параметры пласта, путем обработки индикаторных кривых.

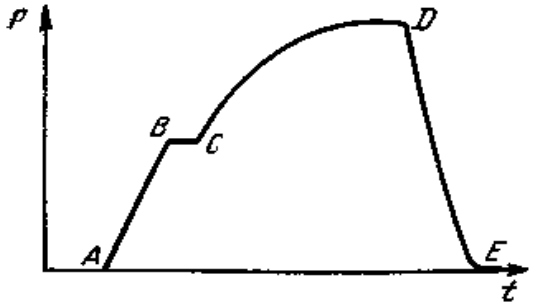
Оборудование: технический манометр, глубинный манометр, СУДОС.

Теория:

Этот вид исследования называется исследованием **на приток** (приемистость) и проводится методом установившихся отборов. Сокращение продолжительности исследований приводит к тому, что фильтрационный поток в пласте становится **неустановившемся.**

Всякое изменение режима работы скважины сопровождается перераспределением давления вокруг нее.

Исследование заключается в получении зависимости изменения забойного давления в скважине в функции времени t после изменения режима ее работы (пуска или остановки).



На кривой, записанной манометром, выделяются следующие характерные точки и линии.

- Линия АВ – нарастание давления при спуске манометра в скважину.
- Линия ВС – забойное давление в скважине перед остановкой.
- Точка С – остановка скважины.
- Линия СД – прекращение отбора в скважине.
- Расстояние от оси до точки Д – пластовое давление.
- Линия ДЕ – изменение давления при подъеме манометра.

- Полученную с помощью манометра кривую перестраивают в новую систему координат Δp и lgt.

Наклон i прямолинейного участка этой кривой к оси абсцисс (tg α) по двум крайним точкам прямой.

$i = tg\alpha = (\Delta p_{18} - \Delta p_9)/(lgt_{18} – lgt_9)$

Коэффициент проницаемости пласта в радиусе контура питания определяется по формуле

$k = 0.183Q\mu_н b_н/ih.$

где Q – дебит нефти, $м^3/с$

Следовательно,

$Q = Q/(\rho_н*86400)$, $м^3/с$

Коэффициент пьезопроводности

$æ = k/(\mu_н(т\beta_н + \beta_п))$,$м^2/с$

Порядок выполнения работы:

1. Предварительно произвести замер дебита в скважине в течении суток.
2. Установить глубинный манометр в лубрикатор.
3. Затрубное давление контролировать электронным манометром (СУДОСС).
4. Открыть задвижку и начать спускать глубинный манометр.
5. На глубине интервала перфорации ждем несколько минут для фиксации полочки.
6. Закрыть манифольдную задвижку и ждем восстановление давления в буфере и затрубном пространстве.
7. Когда давление восстановится, глубинный манометр зафиксирует пластовое давление.
8. Открыть манифольдную задвижку и поднять манометр.
9. Исследование завершено.

Отчет:

1. По полученным данным построить кривую восстановления давления в полулогарифмических координатах Δp и lgt.

2. Найти параметр i.

3. Определить коэффициент проницаемости и пьезопроводности.

4. Ответить на вопросы:

Какой режим называется неустановившемся?

Опишите характерные точки диаграммы, полученной глубинным манометром.

5. Вывод.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Мангазеев П.В., Панков М.В., Кулагина Т.Е., Камаргдинов М.Р., Деева Т.А. Гидродинамические исследования скважин. – Томск: Издательство ТПУ, 2004. – 340 с.
2. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. – М.: ФГУП «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. – 826 с.
3. Эрлагер Р. Гидродинамические методы исследования скважин. – М.: Инфо-Инженерия, 2007. – 515 с.
4. Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. Современные методы гидродинамического исследования скважин. Справочник инженера по исследованию скважин. – М.: «Инфо-Инженерия», 2010. – 432 с.

Дополнительные источники:

1. Василевский В.Н., Петров А.И. Оператор по исследованию скважин. – М.: Недра, 1983. – 310 с.
2. Василевский В.Н., Петров А.И. Техника и технология определения параметров скважин и пластов.- М.: Недра, 1989. – 271 с.
3. Справочник по добыче нефти/В.В. Андреев, К.Р. Уразаков, В.У. Далимов и др.; Под ред. К.Р. Уразакова. 2000. - 374 с.