

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Вендина Д.А.

Научный руководитель - старший преподаватель Ю.А. Максимова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время разработчики все чаще сталкиваются с проблемами при эксплуатации низкопроницаемых пластов. К таким проблемам можно отнести большие коэффициенты падения добычи, слабая приемистость, а также низкая эффективность системы поддержания пластового давления. С целью контроля за разработкой таких месторождений необходимо проводить гидродинамические исследования скважин (ГДИС).

Еще одной проблемой является проведение гидродинамических исследований (ГДИ) на скважинах с горизонтальным окончанием. Это связано со сложностью проведения исследований из-за геометрических характеристик скважины. В горизонтальных скважинах перераспределение происходит иначе, чем в вертикальных скважинах.

При проведении ГДИ можно оценить фазовую проницаемость, скин-фактор, а также пластовое давление. Если же скважина горизонтальная или на ней проводили гидроразрыв пласта (ГРП) также можно оценить параметры трещины или горизонтального ствола. К таким параметрам относятся работающая длина горизонтального ствола, полудлина трещины и безразмерная проводимость трещины. В случае если скважина горизонтальная скин-фактор делится на две составляющие: механический (определяет состояние призабойной зоны пласта) и геометрический (определяет геометрию скважины) скины [1].

Принципиальное отличие проведения ГДИС в горизонтальных скважинах в отличие от вертикальных заключается в сложных течениях, отличных от плоскорадиальных потоков. Для горизонтальных скважин выделяют 3 режима течения: ранний радиальный, линейный и псевдорадиальный режимы. С помощью каждого режима по тангенсу угла наклона к касательной в двойных логарифмических координатах возможно определить параметры пласта. По раннему радиальному режиму можно определить проницаемость по вертикали (нулевой наклон). По линейному режиму течения определяют длину горизонтального ствола (тангенс угла наклона 0,5). Псевдорадиальный режим позволяет определить проницаемость по горизонтали (нулевой наклон) [2].

Проведение исследования методом кривой восстановления давления (КВД) проводится в остановленной скважине. В данном случае замеряется забойное давление с помощью глубинного манометра-термометра. Данное исследование проводится с целью определения фильтрационно-емкостных свойств пласта. Продолжительность зависит от особенностей залежи и цели исследования. Все исследование можно разделить на 3 этапа:

- Подготовительный этап – на данном этапе осуществляется подача заявки, оповещение геологической службы и выдача задания операторам исследования;
- Этап проведения исследования – проверка и подготовка прибора. После чего спускают прибор и приступают к снятию КВД (остановка скважины). По окончании исследования прибор поднимают;
- Заключительный этап – передача замера геологической службе и интерпретация данных исследования.

Рассмотрим практическое исследование КВД на скважине 1 месторождения Х. Интерпретация данных проводится в ПО «Saphir». Цель исследования состояла в определении параметров скважины и пласта. В таблице представлены исходные параметры пласта ВК1-3.

Таблица 1

Исходные данные для интерпретации

Параметры	Значение
Давление насыщения, МПа	56
Начальное пластовое давление, МПа	130
Начальная пластовая температура, °С	59
Газовый фактор, м ³ /т	29
Пористость, доли ед.	0,28
Эффективная мощность пласта, м	7

Скважина горизонтальная, эксплуатируется механизированным способом (ЭЦН). В виду низкой проницаемости и малого времени исследования на скважине не наблюдаются работа горизонтального ствола и позднее радиальное течение, что иллюстрируют рисунки 1 и 2. Период исследования 472 часа. Как видно из рисунка 1 на скважине наблюдается только ранее радиальный режим течения, который заключается в радиальном течении, распространяющемся в вертикальном направлении.

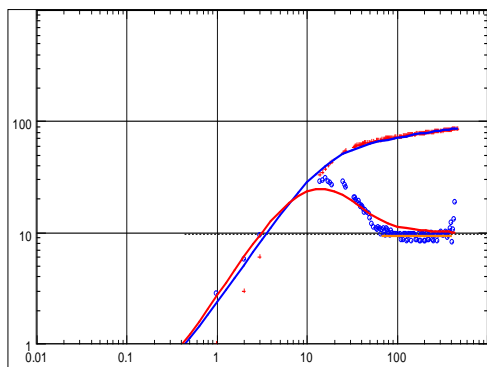


Рис. 1 Диагностический график скважины 1

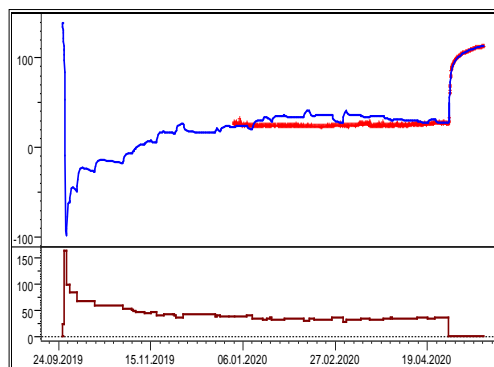


Рис. 2 График динамики добычи скважины 1

С целью получения достоверных параметров для пластов с низкой проницаемостью исследование методом КВД составляет 1000 и более часов. Это приводит к значительным потерям нефтедобыче, вызванными остановкой скважины и затратами на замеры инструментом, – это не всегда выгодно в экономическом плане. С целью минимизации затрат можно проводить анализ добычи (АД), который является дополнением к исследованию на неустановившихся режимах. АД охватывает больший период «жизни» скважины.

Исследование методом АД проводилось более 1000 часов, в следствии чего были получены необходимые для горизонтальной скважины течения. Интерпретация данных проводилась в ПО «Торазе» (рисунок 3 и 4).

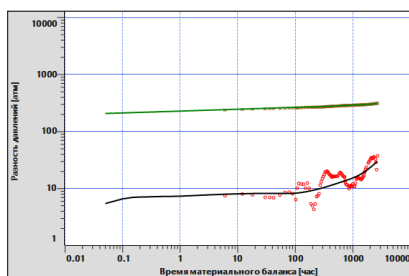


Рис. 3 Диагностический график скважины 1

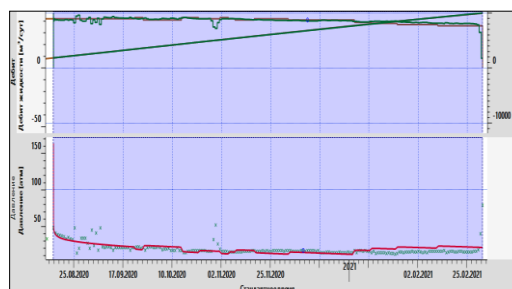


Рис. 4 График динамики добычи скважины 1

В таблице 2 отражены основные параметры, полученные двумя методами исследований АД и КВД. АД можно использовать как дополнительное исследование к традиционным, а можно и как альтернативное.

Таблица 2

Сравнение полученных результатов

Параметр	Метод	КВД	АД
Проницаемость, мД		4.71	3.60
Гидропроводность, мД*м/сП		35.1	22.2
Пьезопроводность, м ² /с		4,32E-03	4.01E-03
Механический скин-фактор		0.00	2.8
Геометрический скин-фактор		-3.13	-7.08
Общий скин-фактор		-3.13	-4.28
Пластовое давление на ВД, атм.		117.68	115.36

Таким образом, для контроля за параметрами пласта и скважины в процессе эксплуатации необходимо проводить гидродинамические исследования. В горизонтальных скважинах проводить исследования сложнее, чем в вертикальных, что объясняется нетрадиционными сложными течениями. Также в низкопроницаемых коллекторах для достоверного результата необходимо проводить более длительное исследование. Наиболее информативными являются исследования методов кривой восстановления давления. Однако с экономической точки зрения, целесообразнее применять метод анализа добычи. Полученные результаты по анализу добычи имеют приемлемую степень достоверности.

Литература

1. Зейн Аль-Абидин М.Д. Особенности интерпретации гидродинамических исследований горизонтальных скважин в нефтегазоконденсатных коллекторах [Электронный ресурс] / М.Д. Зейн Аль-Абиди [и др.] // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2015. – № 2-2. С. 176.
2. Кременецкий М.И. Информационное обеспечение и технологии гидродинамического моделирования нефтяных и газовых залежей. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2012. – С. 896.