

УДК 622.276.652

*Богопольский В.О., кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Нефтегазовая инженерия»
Азербайджанский государственный университет нефти и
промышленности,
Азербайджан, г. Баку.*

*Мусаева Г.М.
магистрант кафедры «Нефтегазовая инженерия»
Азербайджанский государственный университет нефти и
промышленности,
Азербайджан, г. Баку.*

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛАСТОВ И СКВАЖИН НА НЕУСТАНОВИВШИМСЯ РЕЖИМАХ ФИЛЬТРАЦИИ

Аннотация. Гидродинамические исследования (ГДИС) на неустановившихся режимах являются эффективным способом оценки состояния околоскважинного пространства и фильтрационных параметров удаленной части пласта, позволяют определить оптимальные режимы эксплуатации скважины и выявить факторы, влияющие на эффективность её работы. Анализ изменения давления (psi) является одним из лучших инструментов для оценки критических параметров скважины и пласта. Следовательно, правильная интерпретация замеров давления имеет решающее значение для получения достоверных параметров при разработке месторождения и оптимизации работы скважины. Однако при интерпретации результатов испытаний скважин существует множество неопределенностей, которые в совокупности снижают достоверность результатов анализа в результате неопределенности.

Ключевые слова: анализ переходных процессов, свойства пласта, заканчивание скважин, неопределенность, модель, отклик.

Boqopolsky V.

Associate Professor at the Department of Oil and Gas Engineering in Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

Musaeva G.

magister, Department of Oil and Gas Engineering in Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

PROBLEMS OF ANALYSIS OF RESERVOIR AND WELL STUDIES IN UNSTEADY FILTRATION MODES

Abstract. *Hydrodynamic studies (GDIS) in unsteady conditions are an effective way to assess the condition of the near-well space and filtration parameters of the remote part of the formation, allow determining the optimal operating modes of the well and identifying factors affecting the efficiency of its operation. Pressure change Analysis (psi) is one of the best tools for assessing critical well and reservoir parameters. Therefore, the correct interpretation of pressure measurements is crucial for obtaining reliable parameters during field development and optimization of well operation. However, when interpreting well test results, there are many uncertainties that collectively reduce the reliability of the analysis results as a result of uncertainty.*

Key words: transient analysis, reservoir properties, completion, uncertainty, response, model.

Анализ изменения давления (РТА) является одним из лучших инструментов для оценки критических параметров скважины и коллектора, включают свойства, размер и форму коллектора (например, проницаемость, свойства трещин, модель пласта, расстояние до границ),

заканчивание скважины, продуктивность, характеристики НКТ (т.е. оптимальная конструкция и требования к механизированной добыче).

Таким образом, корректная интерпретация результатов исследований играет важную роль в получении достоверных параметров для составления проекта разработки месторождения и оптимизации работы скважин.

Технология анализа переходных процессов давления постоянно совершенствуется. Однако реальных примеров данных о давлении, соответствующих данной идеализированной модели, часто не существует.

Кроме того, при проведении исследований и интерпретации результатов испытаний на каждом этапе возникает множество неопределенностей, которые в совокупности снижают достоверность полученных результатов исследования.

Выявление и снижение степени неопределенности играет ключевое значение в процессе интерпретации исследований. Указанные неопределенности можно разделить на 5 следующих областей:

1. Неопределенность коллекторских свойств
2. Неадекватность откликов модели РГА
3. Ограниченный объем данных
4. Физическая погрешность в данных о давлении/расходе (например, как дрейф манометра) и человеческий фактор
5. Влияние конструкции ствола скважины

В статье рассмотрен процесс анализа переходных процессов, состоящий из шести этапов.

Анализ изменения давления является одним из дополнительных методов оценки критических параметров скважины и пласта, которые имеют решающее значение для разработки резервуара. Здесь следует отметить следующие характеристики:

- ✓ 1. Свойства резервуара, размер и форма резервуара (например, проницаемость, свойства трещин, модель резервуара и расстояние до границ), которые можно использовать для понимания поведения потока в резервуаре, чтобы иметь возможность делать прогнозы и оптимизировать планы разработки месторождений.
- ✓ 2. Эффективность заканчивания (например, скин-фактор, эффективность гидроразрыва), которая может использоваться для определения (дальнейших) потребностей в интенсификации притока, таких как (повторный) гидроразрыв, кислотная обработка и дополнительная перфорация
- ✓ 3. Характеристики насосно-компрессорных труб (НКТ), которые можно использовать для максимизации производительности скважины (т. е. оптимальная конструкция НКТ и требования к механизированной добыче).
- ✓ 4. Скважина (например, частичное проникновение) и характеристика коллектора (например, трещиноватый коллектор, слоистый коллектор и т. д.) для оптимизации плана разработки месторождения.

Процесс включает следующие этапы:

1. Подготовка исходных данных
2. Загрузка данных (давление и расход),
3. Получение модели
4. Диагностика модели
5. Проверка адекватности модели
6. Анализ модели на чувствительность к различным параметрам

Подготовка исходных данных

Минимально необходимые исходные данные для интерпретации ГДИС состоят из данных о породе (средняя пористость, мощность коллектора, сжимаемость породы и флюидонасыщенность) и данных о

флюиде (вязкость, сжимаемость, коэффициент нефтегазообразования и сжимаемость воды).

Хотя пластовое давление является результатом интерпретации, для запуска модели требуется первоначальная оценка пластового давления. Помимо приведенных выше минимальных необходимых данных, для различных моделей также требуются дополнительные данные:

1. Интервал перфорации по отношению к общей толщине для частично вскрытых скважин

2. Глубина скважины и угол отклонения для горизонтальных и наклонных скважин

В случае многофазного потока требуются все фазовые свойства флюида (например, данные по системе нефть-вода, газ-нефть, газ-вода или газ-нефть-вода и вода), а также относительная проницаемость в конечной точке.

Чтобы выполнить полный анализ неопределенности для основных данных, требуется их полный набор (т. е. низкие, базовые и высокие значения для каждого параметра).

Оценка неопределенности заключается в следующем – несмотря на то, что совершенствование разработки инструментария для измерения, например, давления повысило качество идентификации модели, тем не менее результаты измерения по-прежнему содержат следующую неопределенность.

1. Неопределенность коллекторских свойств: предполагается, что пористость, толщина, радиус ствола скважины, сжимаемость породы/флюида, коэффициент нефтеобразования и вязкость известны как входные параметры для интерпретации. Поскольку, а это естественно, эти параметры имеют некоторую неопределенность, которая в итоге приведет к неопределенности расчетных параметров (т.е. проницаемости, расстояния до границы и т. д.).

2. Неоднозначность откликов модели РГА: в некоторых случаях очень похожие или идентичные отклики давления (т.е. давление и производная давления по времени) могут наблюдаться при использовании разных параметров скважины и коллектора. Следовательно, один и тот же набор данных о давлении может быть сопоставлен с различными интерпретациями. Это приведет к неопределенности в интерпретации.

3. Чтобы охарактеризовать некоторые особенности пласта, продолжительность испытания скважины должна быть достаточно большой, в противном случае один и тот же набор данных может быть сопоставлен с разными переменными одной и той же модели пласта, что создаст неопределенность в интерпретации.

4. Физическая ошибка в данных по давлению/дебиту и человеческий фактор.

5. Эффект влияния ствола скважины: из-за того, что объем ствола скважины открыт для потока или уровень жидкости в стволе скважины падает, эффект влияния ствола скважины является неизбежным явлением, происходящим во время испытания скважины. Продолжительность эффекта может регулироваться объемом ствола скважины, открытым для потока во время остановки.

Неадекватность откликов модели.

Для совершенно разных интерпретаций модели пласта наблюдается сходное или даже идентичное поведение давления.

В анализе переходных процессов давления неопределенность, связанная с неадекватностью отклика модели, обычно может быть резюмирована неспособностью идентифицировать подходящие модели или различать сходные модели поведения давления.

Типичный пример того, что отклики неуникальны, показан на рисунке 1.

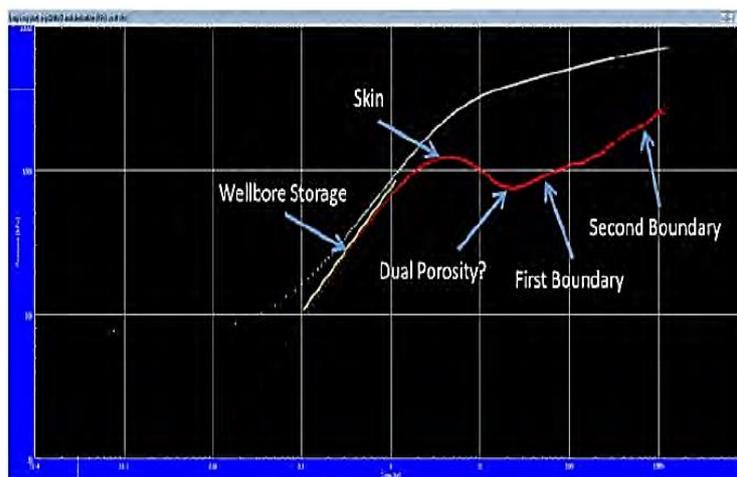


Рис. 1 Пример неадекватности откликов модели

Неполнота информации

Чтобы охарактеризовать свойства, продолжительность испытания скважины должна быть достаточно большой. Влияние неполноты информации на процесс интерпретации представлен на рисунке 2.

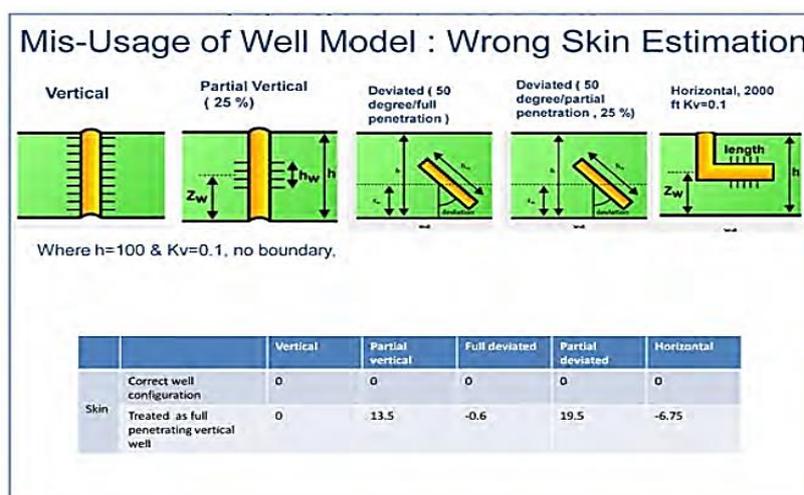


Рис. 2 Влияние неполноты информации на процесс интерпретации

Выводы

Таким образом, для увеличения степени достоверности интерпретации результатов исследований в рамках последовательности, состоящей из 6 этапов, необходимы:

- ✓ Подготовка исходных данных с учетом их неопределенности;
- ✓ Редактирование и загрузка данных давления и расхода;
- ✓ Определение периодов интерпретации;
- ✓ Диагностика и идентификация возможных моделей;
- ✓ Процесс сопоставления параметров;
- ✓ Выбор потенциальных альтернатив на основании анализа на чувствительность модели к изменению того или иного параметра.
- ✓

Литература

1. Pressure Transient Analysis: Insight from Industry. Adil Mukanov, Duman Kassenov, Aimurat Kudalsha. SPE-202568-MS. SPE Annual Caspian Technical Conference, Virtual, October 2020
2. Revealing of False Response of Constant Pressure Boundary Model for Gas Reservoir Pressure Transient Analysis PTA Enabled in Increased and Realistic in-Place Estimation: A Case Study Using Two Field Data. Mustafa Cobanoglu. SPE-203084-MS. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Abu Dhabi, UAE, November 2020
3. Шагиев Р.Г. "Исследование скважин по КВД" М.,Наука 1998, 304 с.
4. Кременецкий М.И., Ипатов А.И., Гуляев Д.Н. Информационное обеспечение и технологии гидродинамического моделирования нефтяных и газовых залежей. 2012, 896 с.
5. Гидродинамические исследования скважин: анализ и интерпретация данных / Деева Т.А., Камартдинов М.Р., Кулагина Т.Е., Мангазеев П.В. - Томск, 2009. 243 с.
6. Муфазалов Р.Ш. Скин-фактор. исторические ошибки и заблуждения, допущенные в теории гидродинамики нефтяного пласта. Георесурсы, №5, 2013, С. 45-52.