

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»
ИНСТИТУТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Программа профессиональной
переподготовки
«Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых
месторождений»

Использование результатов гидродинамических исследований скважин и пластов для решения
промысловых задач

Реферат
по программе профессиональной переподготовки
«Гидродинамические исследования скважин»

Слушатель гр.ГРДд-24-19

Подпись, дата

С.З. Сафина

инициалы, фамилия

Проверил

Подпись, дата

инициалы, фамилия

Уфа 2025

Введение

Результаты гидродинамических исследований (ГДИ) скважин являются ключевой информацией при планировании и контроле разработки месторождений. Они позволяют определить и уточнить геологическое строение, контролировать и вести мониторинг энергетического состояния пласта и разработки месторождения, определять текущее состояние скважины и пласта, обосновывать и контролировать эффективность геологотехнических мероприятий. Тем не менее полный охват действующего фонда скважин ГДИ в большинстве случаев затруднен в связи с технологическими и экономическими ограничениями на проведение исследований.

При планировании программы ГДИ скважин специалисты часто сталкиваются с проблемой значительных ограничений по лимиту потерь добычи нефти. В данных условиях для проведения ГДИ выбираются, как правило, малодебитные скважины.

Одновременно с этим основной задачей при планировании ГДИ является оценка длительности исследования, обеспечивающая регистрацию данных при радиальном режиме фильтрации. Однако выход на радиальный режим течения, особенно для горизонтальных скважин с трещинами многостадийного гидравлического разрыва пласта (ГРП), вскрывающих низкопроницаемые коллекторы, часто может превышать 10 сут. Результаты исследований с длительностью, не позволяющей регистрировать радиальный режим течения, как правило, являются малоинформативными. В связи с этим при планировании длительности ГДИ необходимо определять баланс между затратами на проведение исследования и ценностью информации, которую оно дает.

Оптимизация процессов планирования ГДИ, включающая выбор скважин-кандидатов для проведения ГДИ и определение длительности исследования, является актуальной задачей при мониторинге разработки месторождения.

Использование результатов гидродинамических исследований скважин и пластов для решения промысловых задач

При расчете показателей добычи запланированных к бурению скважин одними из основных неопределенностей являются фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) и пластовое давление. Значения ФЕС и пластового давления в точке проектной скважины используются для определения запускных параметров скважины, накопленной добычи и оценки экономических показателей. В связи с этим корректное определение параметров пласта является ключевой задачей при планировании бурения скважин.

Результатом планирования ГДИ является инструмент, позволяющий определить необходимость проведения исследования в действующей скважине, находящейся вблизи проектной. С целью оценки инструмент последовательно решает следующие задачи:

- определение исходных распределений проницаемости и пластового давления в действующих скважинах;
- интерполяция исходных распределений в точку проектной скважины;
- моделирование ГДИ в действующих скважинах, расположенных вблизи проектной скважины, и построение распределений проницаемости и пластового давления с учетом результатов исследований;
- интерполяция измененных распределений в точку проектной скважины;
- расчет ожидаемой прибыли проектной скважины без проведения исследования ГДИ (EMVwoi);
- расчет ожидаемой прибыли от проектной скважины с учетом проведения ГДИ (EMVwi).

При проектировании скважины значения проницаемости и пластового давления определяются по имеющимся картам распределения свойств. В свою очередь построение карт основывается на результатах проведения ГДИ.

Из-за имеющихся погрешностей при построении карт распределения свойств, а также в результатах ГДИ значения проницаемости и пластового давления с карт часто не являются аналогичными результатам ГДИ.

На первом этапе инструмент оценивает распределение параметров, основываясь на определении параметра ε' – отношения значений проницаемости и пластового давления, определенных по результатам ГДИ, к значениям, определенным по картам проницаемости и пластового давления (рис. 1).

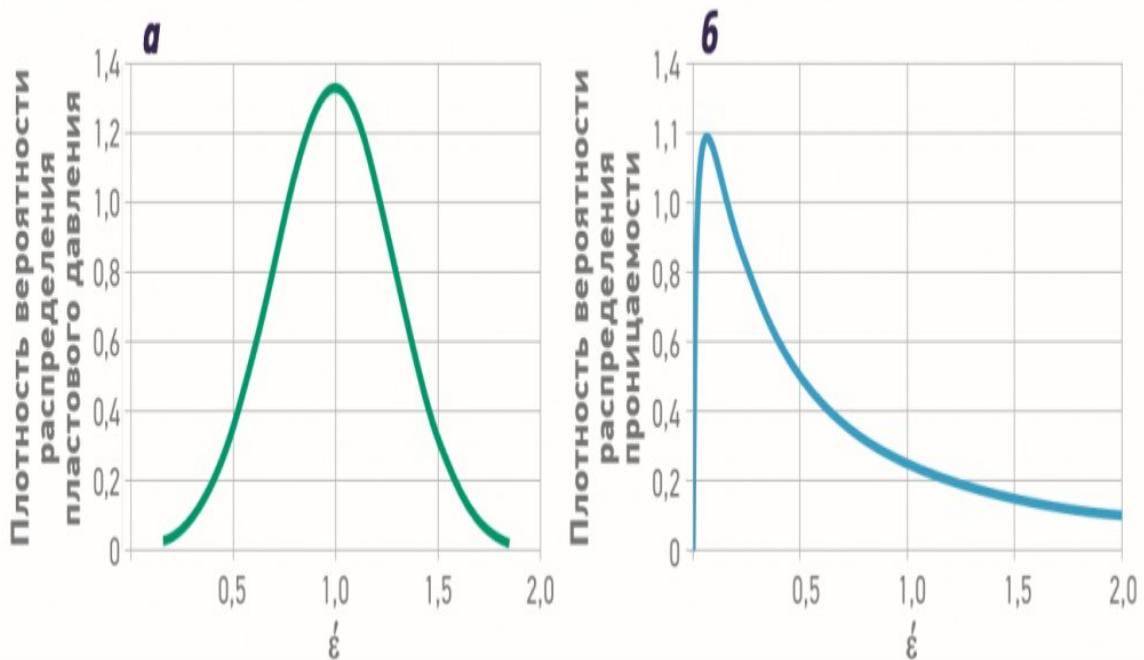


Рисунок 1. Распределение отклонений ε' значений давления (а) и проницаемости (б), полученных по результатам ГДИ, от значений, полученных по картам

Таким образом параметр ε' описывает неопределенность в параметре. После определения ε' для каждого имеющегося ГДИ оценивается распределение отклонений ε' для каждого параметра. Разработка методологии проводилась на существующем месторождении, в результате параметр ε' для проницаемости имел логнормальное, а для пластового давления – нормальное распределение (рис. 1).

Свойства пласта в точках существующих скважин до проведения ГДИ определяются путем произведения ε' на значение пластового параметра,

полученного по карте. На следующем этапе инструмент интерполирует исходные распределения в точках действующих скважин в точку проектной скважины. Для интерполяции используется метод сплайн-интерполяции, который оценивает значения, используя математические функции. В результате интерполяции для проектной скважины строятся распределения проницаемости и пластового давления до проведения ГДИ.

Возможные реализации проницаемости и пластового давления имеют широкие исходные распределения и являются непрерывными величинами. По этой причине перед моделированием ГДИ исходные распределения в точках существующих скважин разбиваются на N дискретных исходов (рис. 2).

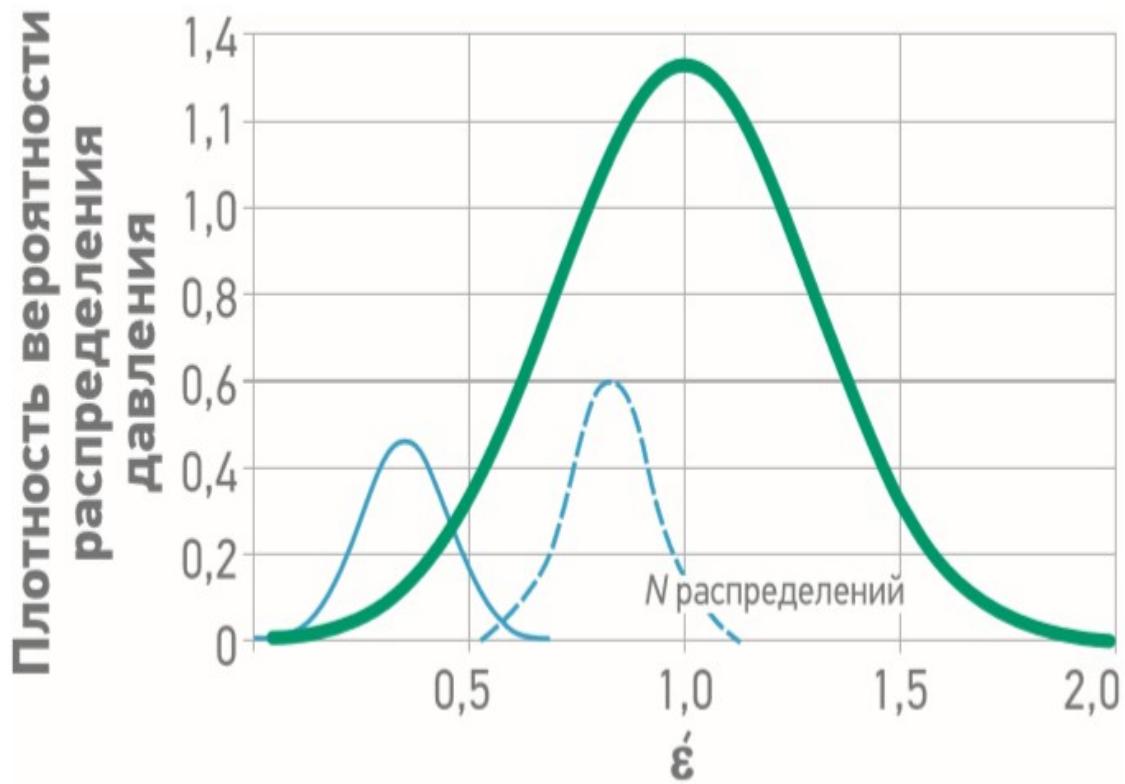


Рисунок 2. Разбиение исходного распределения пластового давления на дискретные значения

Число исходов N определяется на основе точности/погрешности результатов ГДИ. Точность результатов ГДИ определяется экспертным путем. Вероятности исходов рассчитываются на основе данных вероятностного моделирования путем деления числа реализаций на N . При

моделировании 100 значений проницаемости, если скважина в 20 реализациях попала в первое распределение, вероятность должна составить 20 %. Для оценки распределений свойств пласта в точке проектной скважины после проведения ГДИ необходимо создать синтетическое ГДИ. Моделирование запланированного ГДИ проводится путем решения задачи о нестационарном притоке к скважине с постоянным дебитом на основе исходных распределений свойств пласта.

Инструмент дает возможность моделировать ГДИ для случаев с разным заканчиванием скважин (вертикальная скважина, вертикальная скважина с ГРП, горизонтальная скважина, горизонтальная скважина с многостадийным ГРП). На первом этапе по заданным свойствам пласта и флюида моделируется ГДИ, описывающее изменение забойного давления в скважине. На следующем этапе строится билогарифмический график (рис. 3), по которому определяют свойства пласта.

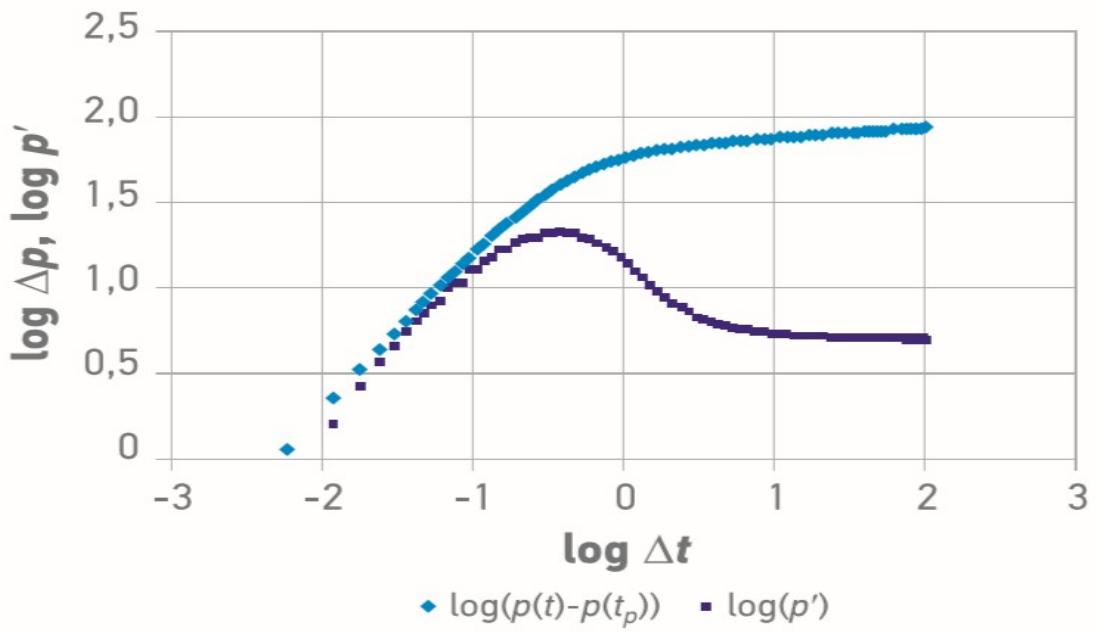


Рисунок 3. Результаты моделирования ГДИ

Таким образом, с помощью синтетического ГДИ можно спрогнозировать, как будет выглядеть в билогарифмических координатах кривая восстановления давления (КВД), характеризующего остановку скважины. Моделирование ГДИ проводится для N исходов и для разного

времени исследования t (50-100-150...ч) (рис. 4), в результате чего инструмент определяет свойства пласта по результатам исследования, зависящих от длительности ГДИ.

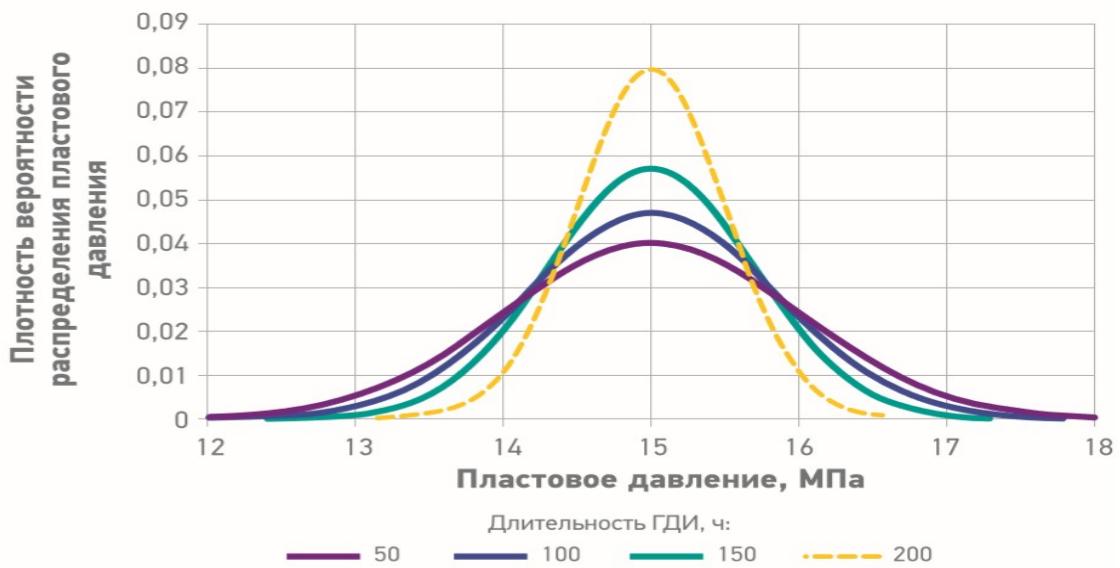


Рисунок 4. Изменение распределения пластового давления в зависимости от времени ГДИ

По данным моделирования распределения свойств пласта будут изменяться: дисперсия уменьшается при увеличении длительности исследования (рис. 4). Идеальным считается исследование с длительностью, достаточной для достижения производной давления на билогарифмическом графике радиального режима течения, что указывает на достоверность значений проницаемости и пластового давления, полученных по результатам ГДИ. Чем ближе длительность исследования к идеальному ГДИ, тем ниже неопределенность в параметрах и тем ближе распределение к идеальному. Моделирование разной длительности ГДИ проводится для N распределений.

Результаты смоделированного ГДИ позволяют снизить неопределенности свойств пласта в точке проектной скважины. Ожидаемая прибыль от запланированной к бурению скважины до проведения ГДИ рассчитывается с учетом исходного распределения, после проведения ГДИ – для каждого дискретного варианта исхода из N возможных и для разной длительности исследования.

Также ГДИ необходимы при планировании работ по КРС

Работы проводятся в соответствии с планом, утвержденным главным инженером и главным геологом предприятия и согласованным с противофонтанной службой.

Работы по КРС должны начинаться с гидродинамических исследований в скважинах. Виды технологических операций приведены в табл. 1.

Таблица 1 Виды технологических операций

Технологические методы исследования	Данные, приводимые в плане на ремонт скважин
<p>Гидроиспытание колонны Поинтервальные гидроиспытания колонны Снижение и восстановление уровня жидкости Определение пропускной способности нарушения или специальных отверстий в колонне Прокачивание индикатора (красителя)</p>	<p>Глубина установки моста (пакера), отключающего интервал перфорации (нарушения), тип и параметры жидкости для гидроиспытания, величина устьевого давления Глубина установки моста, отключающего интервал перфорации (нарушения), глубина спуска НКТ, параметры и объем буферной и промывочной жидкостей, направление прокачивания (прямое, обратное), продолжительность, устьевое давление при гидроиспытании Глубина установки моста, отключающего интервал перфорации (нарушения), способ и глубина снижения уровня жидкости в скважине, способ и периодичность регистрации положения уровня жидкости в скважине Режим продавливания жидкости через нарушение колонны, величина устьевого давления в каждом режиме, тип и параметры продавливаемой жидкости Тип и химический состав индикатора, концентрация и объем раствора индикатора</p>

Обследование технического состояния эксплуатационной колонны

Спускают до забоя скважины свинцовую полномерную конусную печать диаметром на 6-7 мм меньше внутреннего диаметра колонны.

При остановке печати до забоя фиксируют в вахтовом журнале глубину остановки и поднимают ее.

Размер последующих спускаемых печатей (по сравнению с предыдущими) должен быть уменьшен на 6-12 мм для получения четкого отпечатка конфигурации нарушения.

Для определения наличия на забое скважины постороннего предмета на НКТ спускают плоскую свинцовую печать.

Для определения формы и размеров поврежденного участка обсадной колонны используют боковые гидравлические печати.

Работы по ремонту и исследованию скважин, в продукции которых содержится сероводород, проводятся по плану работ, утвержденному главным инженером, главным геологом предприятия и согласованному с противофонтанной службой после завершения исследований непосредственно на скважине выдаются заключения об:

- интервалах негерметичности обсадной колонны,
- глубине установки оборудования, НКТ,
- положения забоя,
- динамического и статического уровней,
- интервале прихвата труб
- привязке замеряемых параметров к разрезу,
- герметичности забоя
- глубине находящихся в скважине предметов

Заключение

Основная задача исследований залежей и скважин – получение информации о них для подсчета запасов нефти и газа, проектирования, анализа, регулирования разработки залежей и эксплуатации скважин.

Гидродинамические методы исследования – метод установившихся отборов и метод восстановления давления – основаны на измерении дебитов и забойных давлений (или их изменений во времени). По данным гидродинамических исследований можно определить коэффициенты продуктивности (приемистости) скважин, проницаемость призабойной и удаленной зон пласта, гидропроводность пласта, пластовое давление, пьезопроводность, подвижность. Задачи исследований: контроль продуктивности скважин; изучение влияния режима их работы на производительность; оценка фильтрационных параметров пласта. Метод установившихся отборов позволяет определить параметры призабойной зоны пласта. Метод восстановления давления или неустановившихся отборов характеризует параметры пласта в удаленной зоне.

Список используемых источников

1. Балакирев Ю.А. Гидропрослушивание и термографирование нефтяных скважин и пластов. Баку: Азернешр. 2015. - 200 с.
2. Баренблatt Г.И. О некоторых приближенных методах в теории одномерной неуставновившейся фильтрации жидкости при упругом режиме. Изв. АН СССР. 2014. №9. С. 35-49.
3. Баренблatt Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа.- М.: Недра, 2012. -88 с.
4. Баренблatt Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. - Движение жидкостей и газов в неоднородных пластах. - М.: Недра, 2014. - 211с.
5. Басниев К.С., Цибульский П.Г. Обратная задача теории фильтрации многокомпонентных систем. Нефть и газ. 1980. № 4. С. 55-60.
6. Басниев К.С., Кошина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика: Учебник для вузов. - М.: Недра, 2013. 416 с.
7. Басович И.Б., Капцанов Б.С. Выбор фильтрационных моделей по данным гидродинамических исследований скважин. - Нефт. хоз-во. 1980. № 3. С. 44-47.
8. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. Учеб. для вузов.- М.: Недра, 1990. – 427 с.