

# АНАЛИЗ МИНИ-ГРП ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

## Анкушев Я.Е.

*Анкушев Ярослав Евгеньевич – аспирант,  
кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

**Аннотация:** в статье рассматривается назначение мини-ГРП, тест, который проводится перед основным гидроразрывом пласта. Описываются основные параметры, получаемые после проведения мини-ГРП, приведены основные типы фильтрации жидкости в трещине ГРП.

**Ключевые слова:** гидроразрыв пласта, мини-ГРП, эффективность жидкости, эффективное давление, давление смыкания, стресс смыкания, типы фильтрации жидкости.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) это механический метод воздействия на продуктивный пласт давлением, создаваемым закачкой в пласт жидкости, в результате чего порода разрывается по плоскостям минимальной прочности. Затем, в созданную трещину нагнетается расклинивающий материал (проппант), который удерживает трещину в раскрытом состоянии после снятия давления нагнетания. В результате образуется узкий, но с весьма высокой проводимостью, канал для потока флюидов по направлению к скважине, проницаемость которого на несколько порядков выше, чем проницаемость пласта [2, 5].

Перед проведением ГРП необходимо создать модель обработки, основываясь на геомеханических свойствах пород, пластовых условиях и свойствах жидкости гидроразрыва. В виду отсутствия точных и полноценных данных о механических свойствах пород, наличию неопределенности в величине анизотропии механических свойствах пород, а также неопределенности в расчетах напряженно-деформированного состояния пород, модель ГРП может значительно отличаться от того, что будет получено в реальных условиях при проведении операции [2, 31].

Для минимизации различий, в целях получения достоверных данных о геомеханических свойствах породы, перед основным ГРП проводится калибровочный тест – мини-ГРП. Мини-ГРП это самый важный тест на месте проведения работ перед основным ГРП и определяется как относительно короткая по времени закачка на скорости основной работы, с использованием относительно больших объемов жидкости и малого количества проппанта [1, 72]. После проведения мини-ГРП получают следующую информацию:

- Давление смыкания пласта (давление в трещине, которое образуется, когда стенки трещины смыкаются после утечек)
- Стресс смыкания (минимальный горизонтальный стресс, существующий в пласте)
- Эффективность жидкости гидроразрыва (показывает отношение объемов отфильтрованной жидкости, к объему жидкости, который остался в пласте, выражается в процентном соотношении)
- Эффективное давление (разность между давлением в любой точке трещины и давлением при котором трещина сомкнется)
- Параметры фильтрации жидкости в пласт (наличие и типы утечек) [1, 73].

Вышеперечисленные параметры определяются программно при анализе кривой падения давления (G-функции) после остановки закачки мини-ГРП. G-функция является функцией безразмерного времени, связывающая время остановки (t) к общему времени закачки ( $t_p$ ), предполагая при этом закачку с постоянным расходом. Данный метод был впервые предложен Кеном Нолти в 1980 и далее уточнялся и расширялся другими специалистами [1, 80].

После остановки закачки при наличии раскрытой трещины ГРП существует псевдо-линейный режим фильтрации, угол наклона производной суперпозиции в логарифмических координатах составляет 0.5, отклонение от этого угла будет означать изменение режима, и, следовательно, смыкание трещины.

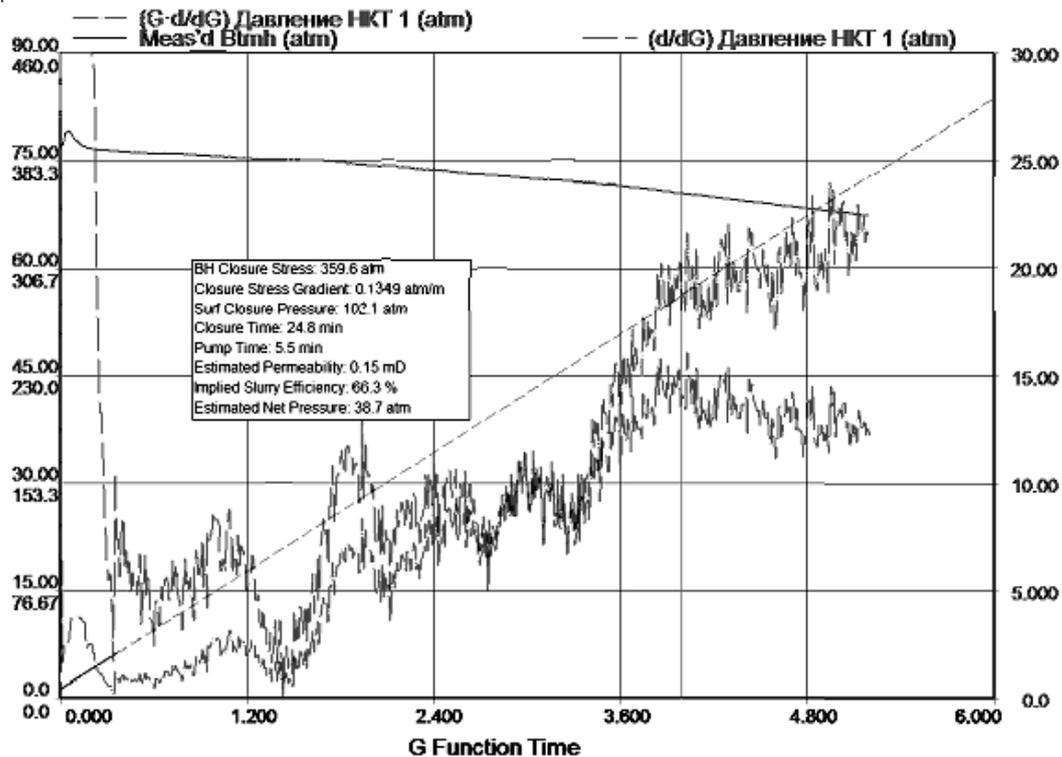


Рис. 1. Пример G-функции и определенных параметров

Анализ производной G-функции требует построения графика зависимости забойного давления, производной давления ( $dP/dG$ ) и производной суперпозиции ( $GdP/dG$ ) от G-функции. Целью анализа производной по G-функции является определение типа фильтрации и давления смыкания трещины. В большинстве случаев производная суперпозиции точно указывает смыкание трещины ГРП при отклонении данных вниз от экстраполированной прямой в течение периода нормальной фильтрации. Тип фильтрации устанавливается по характерной форме кривых производной и производной суперпозиции. Ниже рассмотрим графики производной G-функции для наиболее распространённых типов фильтрации.

При нормальной фильтрации, область трещины остается постоянной в течение периода остановки скважины, а фильтрация происходит через однородную матрицу породы. Анализ производной G-функции выявляет нормальную фильтрацию в виде постоянной производной, в то время как производная суперпозиции лежит на прямой линии, проходящей через начало координат. Давление смыкания отмечается в точке отклонения производной суперпозиции вниз от этой прямой линии.

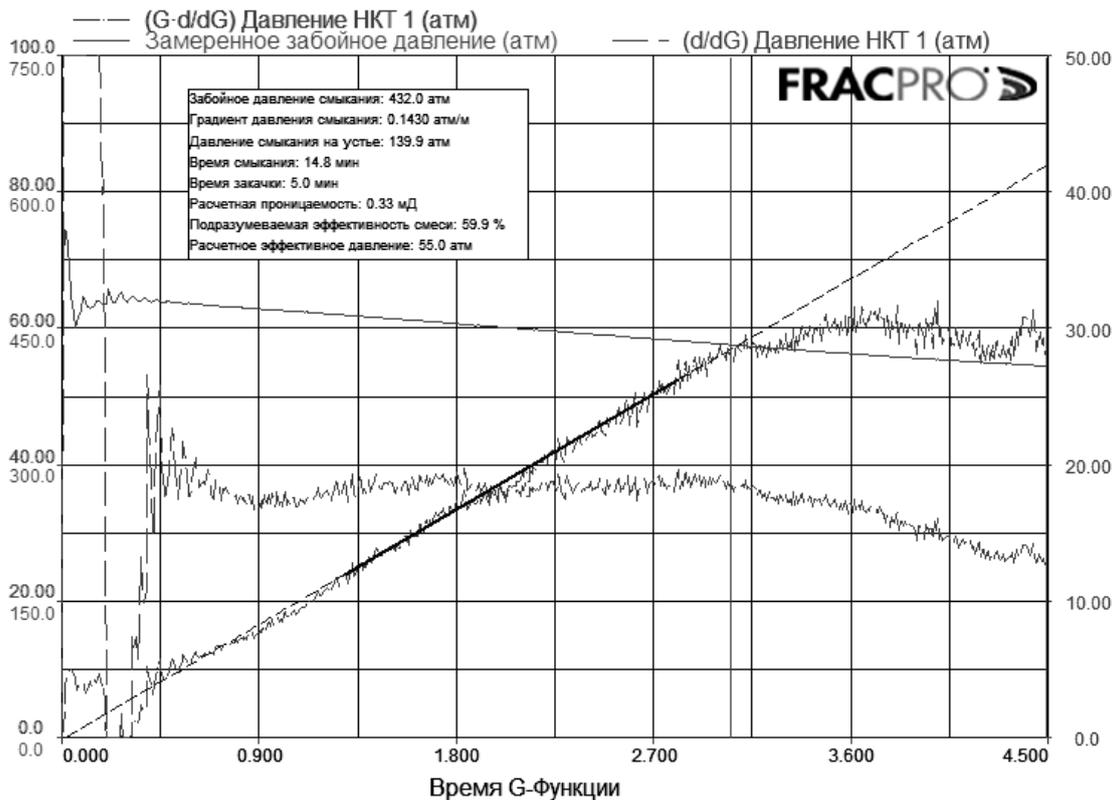


Рис. 2. Нормальная фильтрация

Зависящая от давления фильтрация по раскрытым трещинам отмечается в виде характерного «горба» на производной суперпозиции, лежащей на экстраполированной прямой, проходящей через данные нормальной фильтрации. Давление смыкания трещины определяется в конце «горба», в точке пересечения данных производной суперпозиции с экстраполированной прямой.

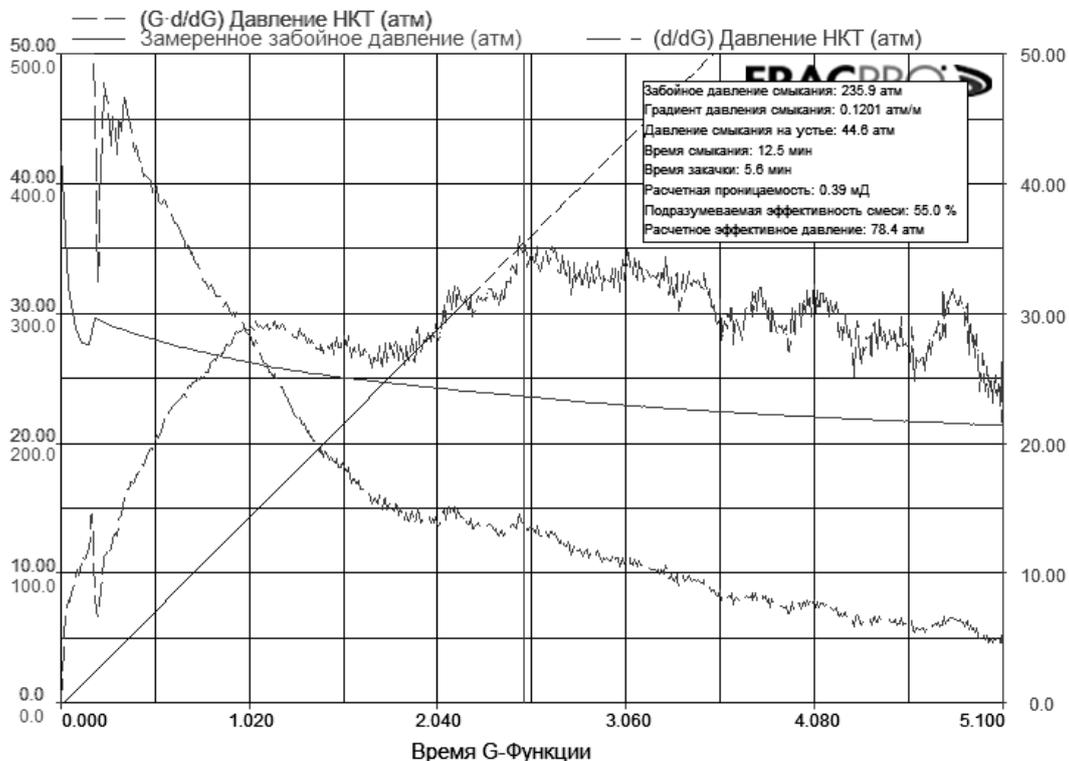


Рис. 3. Фильтрация, зависящая от давления

Рецессия высоты трещины в период остановки скважины выявляется, когда данные производной суперпозиции опускаются ниже прямой линии, экстраполированной через данные нормальная фильтрации. Смыкание трещины ГРП фиксируется в точке, в которой данные производной суперпозиции отклоняются вниз от прямой линии.

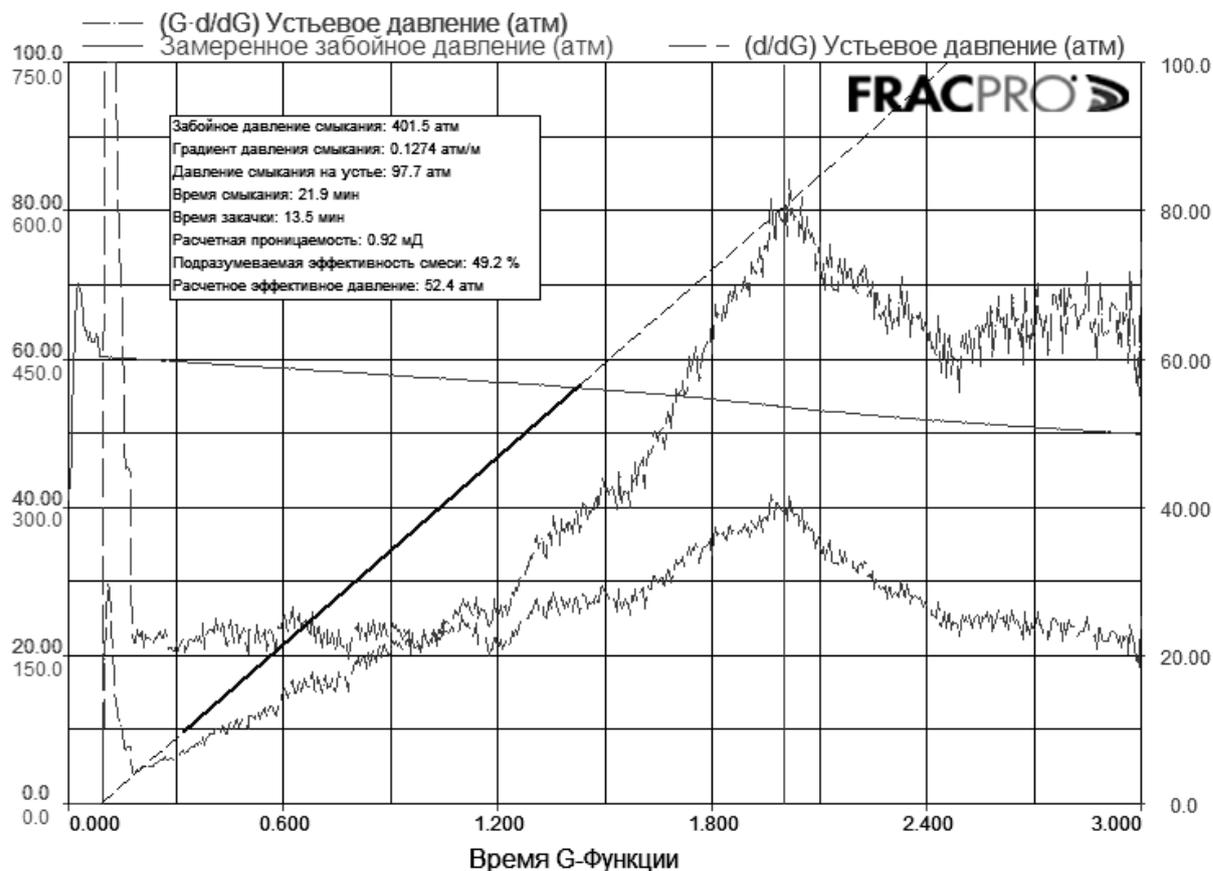


Рис. 4. Рецессия высоты трещины

Используя информацию, описанную выше можно достаточно точно определять параметры трещины по результатам мини-ГРП, определять типы фильтрации, использовать эти параметры для калибровки модели основного ГРП и вносить дополнительные изменения в график обработки ГРП для уменьшения рисков при проведении операции. [1, 72-77].

#### Список литературы

1. Экономидес М., Олайни Р., Валько П. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта. Алвин шт. Техас: Орс пресс, 2002. 192 с.
2. Желтов Ю.П. Гидравлический разрыв пласта. М.: Гостоптехиздат. 98 с.