

Многообразие подходов к моделированию гидроразрыва пласта: аналитические решения и полуаналитические модели

*Г.В. Падерин, Е.В. Шель
(ООО «Газпромнефть НТЦ»)*

Разработаны полуаналитические инструменты для быстрого расчета геометрии трещины гидроразрыва пласта (ГРП) с удовлетворительной точностью в упрощенной постановке в рамках Pseudo3D модели. Создание дополнительных способов проверки более сложных моделей ГРП.

Последние аналитические решения в простейших постановках в теории ГРП получены в 70-х годах XX века: для моделей Перкинса – Керна-Нордгрена, Христиановича – Гиртсма – де-Клерка и радиальной трещины. Дальнейшее развитие моделирования ГРП преимущественно заключалось в развитии численных моделей, таких как Lumped pseudo3D, Cell-based Pseudo3D, Planar3D, Full3D и др. В данной работе описаны два подхода к моделированию ГРП: первый основан на связывании существующих аналитических решений для их обобщения на Pseudo3D постановку; второй заключается в получении приближенного аналитического решения методом выделения малого параметра в Pseudo3D постановке.

Прокси-подход к моделированию ГРП был представлен М. Экономидисом, но разработанная им модель не учитывала ряд аспектов, например, влияние барьеров напряжений на раскрытие трещины ГРП. В результате точность модели была существенно ниже, чем у коммерческого программного обеспечения (ПО). После устранения ряда недочетов прогнозная способность в упрощенной постановке стала сопоставима с коммерческим ПО.

Аналитическое решение для Pseudo3D модели позволяет строить зависимости длины, высоты, распределения раскрытия трещины и давления в ней от объема/времени закачки. Так как решение выполнено в безразмерных переменных и зависит от трех безразмерных параметров, оно позволяет определить степень влияния литологии пласта и реологии жидкости на достижимые геометрические параметры трещины ГРП. Отличительной особенностью данного решения является принципиальная возможность задавать реологические свойства на забое.

Разработанные модели могут быть применены для получения экспресс-оценок геометрии трещины ГРП, а также для проверки более сложных моделей и коммерческих симуляторов ГРП в упрощенной постановке.

Предлагаемые подходы и приемы, показали свою эффективность, и могут быть использованы для дальнейшего расширения применения разработанных моделей.