

## 1 Общая структура работы.

Модель KGD: трещина с прямоугольным вертикальным сечением; применима в случаях, когда высота трещины много больше её длины; допущение о плоской деформации в горизонтальной плоскости;

Модель PKN: трещина с эллиптическим вертикальным сечением; применима в случаях, когда полу-длина трещины много больше её высоты; допущение о плоской деформации в вертикальной плоскости;

## 2 Важные источники.

- 1) Ткаченко Д.Р. Анализ влияния режима работы нагнетательной скважины на рост трещины авто-ГРП.
- 2) Hagoort J. Waterflood-induced hydraulic fracturing. PhD. Thesis, Delft Technical University, 1981 (моделирование трещин на нагнетательных скважинах; для трещины KGD получена формула для давления распространения трещины)
- 3) Hagoort J., Weatherill B.D. and Settari A. Modeling the propagation of waterflood-induced hydraulic fractures. (объединили аналитическую модель трещины с численной моделью пласта и изучили скорость распространения трещины; сделан вывод, что обычная модель Картера для одномерных утечек, перпендикулярных трещине, не всегда верна; здесь показано, что в бесконечном пласте при любой скорости распространения трещины её длина будет пропорциональна квадратному корню времени, различия будут только в коэффициентах)
- 4) Koning E.J.L. Fractured water-injection wells. Analytical modelling of fracture propagation.
- 5) Кабанова П.К. Моделирование давления инициации трещины гидроразрыва пласта на нагнетательной скважине в пороупругой постановке (поведение линейной изотропной пороупругой среды)
- 6) T.K. Perkins, L.R. Kern. Widths of hydraulic fractures
- 7) R.P. Nordgren. Propagation of vertical hydraulic fractures
- 8) Тримонова М., Дубиня Н., Основные закономерности развития трещины автоГРП
- 9) Perkins T.K., Gonzalez, J.A. The effect of thermo-elastic stresses on injection well fracturing ( )
- 10) Gringarten A. C., Ramey H. J., Raghavan R. Unsteady-State Pressure Distributions Created by a Well With a Single Infinite-Conductivity Vertical Fracture. Society of Petroleum Engineers (аналитическое выражение для нахождения давления с постоянной скоростью расхода в стационарной трещине бесконечной проводимости)
- 11)

## 3 Дополнительные источники.

- 1) Economides. Unified Fracture Design. Bridging the gap between theory and practice.
- 2) Логвинюк А.В. Комплексный анализ и моделирование разработки Приобского месторождения для оптимизации системы поддержания пластового давления
- 3) Старобинский Е.Б. Разработка модели распространения планарной трещины ГРП в слоистой среде
- 4) Дегтерев Д.А. Интегральные преобразования в планарной модели трещины гидроразрыва пласта
- 5) Краева С.О. Моделирование переноса и оседания проппанта в трещине ГРП
- 6) Барсуков С.С. Задача экспресс-оценки корректности моделирования трещины ГРП на примере постановки planar3D.
- 7) Perkins T. K., Kern L. R. Widths of Hydraulic Fractures
- 8) Koning E.J.L. Poro- and thermo-elastic rock stresses around a wellbore

9)

## 4 Общие заметки.

- 1) Если скорость давления, проходящего через пласт, имеет порядок скорости распространения трещины, распределение утечек будет двумерным в плоскости пласта. Т.е. одномерная модель утечек (модель Картера) не работает.
- 2) Предположение о малости полудлины трещины по сравнению с толщиной пласта (модель KGD).
- 3) Модель Картера перестаёт быть верной, когда скорость распространения трещины становится меньше скорости пластового давления. Возможные режимы утечек: линейный 1D режим (Картер), эллиптический 2D режим (Грингартен), радиальный режим.
- 4) Повлиять на состояние напряжения в пласте может изменение температуры и давления в нём. Когда пласт охлаждается, то порода начинает сжиматься и, следовательно, происходит термоупругое уменьшение горизонтальных напряжений пласта. Поэтому опасно закачивать холодную воду в пласт (неконтролируемый рост трещин автоГРП). Изменения горизонтального напряжения в пласте зависит от соотношения высоты трещины и глубины проникновения давления / фронта температур.
- 5) Насыщение пласта водой по мере закачки может сдерживать рост трещины за счёт эффектов пороупругости.
- 6) Для случая нулевой утечки: по модели PKN эффективное давление увеличивается во времени, а по модели KGD и радиальной – уменьшается во времени. Из постулатов модели KGD (и в радиальной тоже) вытекает, что когда размеры трещины становятся очень большими, требуются очень малые эффективные давления для поддержания определенной ширины. Хотя это является следствием теории линейной упругости и того способа, как применено допущение о плоской деформации, в целом это приводит к абсурдным результатам. Можно с уверенностью сказать, что модель PKN лучше описывает физику процесса гидроразрыва, чем две другие модели.
- 7)

## 5 Вопросы.

- 1) Важно ли предположение о малости полудлины трещины (по сравнению с высотой пласта) для возможности рассмотрения плоско-деформированной задачи? Вроде это не связано. Предположение о малости высоты или полудлины равносильно тому, используем ли двухмерный или одномерный поток жидкости по трещине. В KGD плоская деформация в горизонтальной плоскости, а в PKN – в вертикальной.
- 2)
- 3)