

Распределение напряжений вокруг эллиптической трещины, влияние трещин друг на друга

Е.И. Бочкарев^{1,2}, А.Н. Галыбин²

¹Объединенный институт высоких температур РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

В нефтяной отрасли все чаще приходится сталкиваться с разработкой трудно извлекаемых запасов углеродов. Один из методов добычи нефти из таких месторождений – многостадийный гидроразрыв пласта (ГРП). Суть метода заключается в создании трещин в коллекторе, что увеличивает значения дебита скважины и коэффициент извлечения нефти. В данной работе исследуются напряжения, созданные эллиптической трещиной под гидростатическим давлением, и влияние трещин друг на друга.

Рассматриваются два типа трещин: с соотношением полу осей 1:1 и 2:1. Из поля деформаций вокруг эллиптической трещины [1], находится поле напряжений вокруг трещин. Что бы последующая трещина развивалась параллельно предыдущим, необходимо, что бы минимальное напряжение из главных напряжений было направленно перпендикулярно плоскости предыдущих трещин. При добавлении подходящих внешних напряжений на бесконечности, можно добиться развития параллельных трещин на любом расстоянии. Из распределения напряжений для круглой трещины вдоль оси перпендикулярной плоскости трещины (рис. 1.) было найдено условие (1) на внешние напряжения σ_{xx} и σ_{yy} ($\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma$, случай с круглой трещиной) для распространения второй трещины параллельно первой.

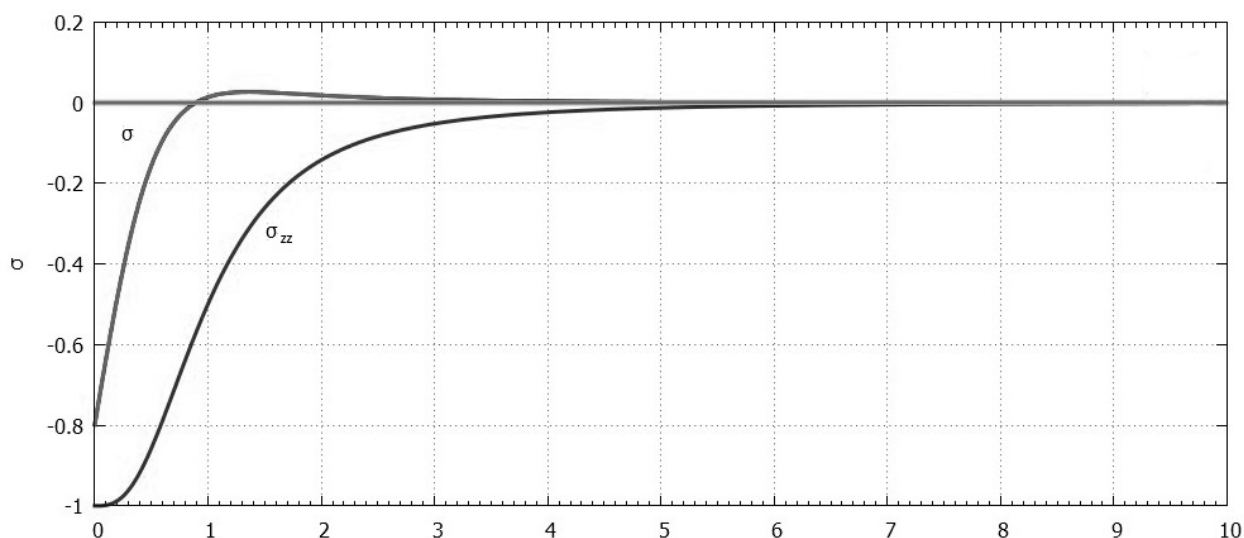


Рис. 1 Нормированные на гидростатическое давление в трещине значения напряжений вдоль оси перпендикулярной трещине (ось абсцисс – расстояние от трещины вдоль оси z нормированное на длину большей полуоси эллипса)

$$\sigma \geq \frac{1.7h+0.202}{0.85h^4+0.04h^3+1.9h^2-0.1h+1} \quad \text{при } h \leq 10 \quad (1).$$

Пользуясь принципом суперпозиции и данной формулы можно найти условие на внешние напряжения на распространение трех и более параллельных трещин. Считается что трещины распространяются по плоскости без касательных напряжений, перпендикулярной минимальному главному напряжению. Ниже представлена плоскость распространения второй трещины под влиянием круглой трещины (рис. 2).

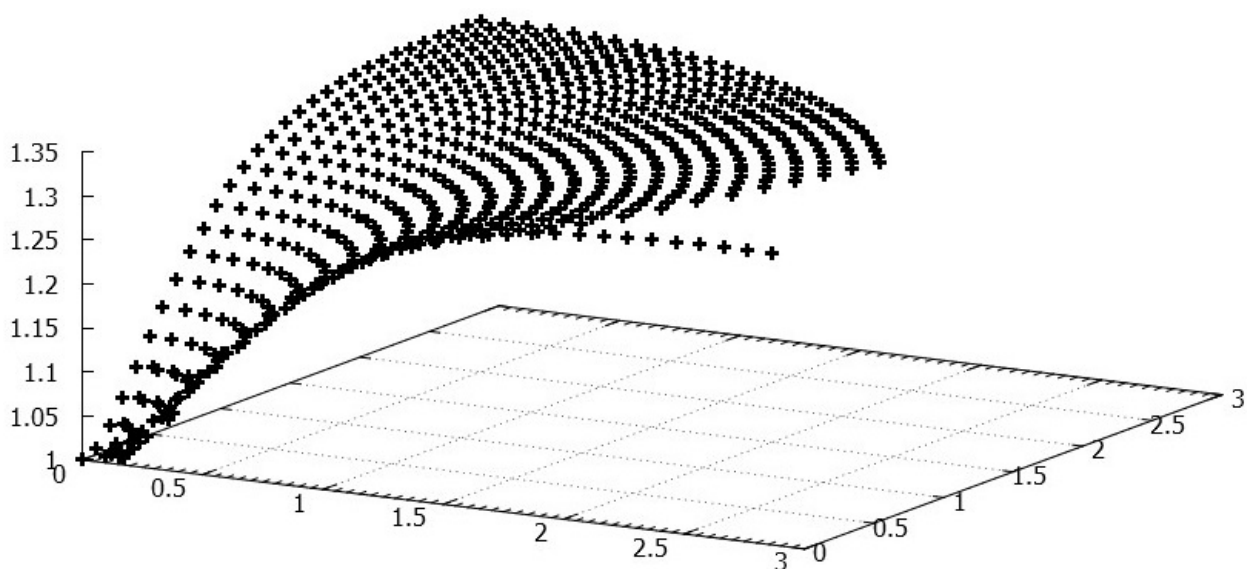


Рис. 2 Поверхность распространения второй трещины (все расстояния нормированы на длину большей полуоси эллипса).

Такие же шаги были проделаны для трещин с соотношением полуосей 2:1. Данный метод можно применить для любых эллиптических трещин, и найти условия на внешние напряжения для параллельного развития трещин.

Литература

1. *Atroshchenko E.* Stress Intensity Factors for Elliptical and Semi-Elliptical cracks subjected to an arbitrary mode I loading - Waterloo, Ontario, Canada, 2010.