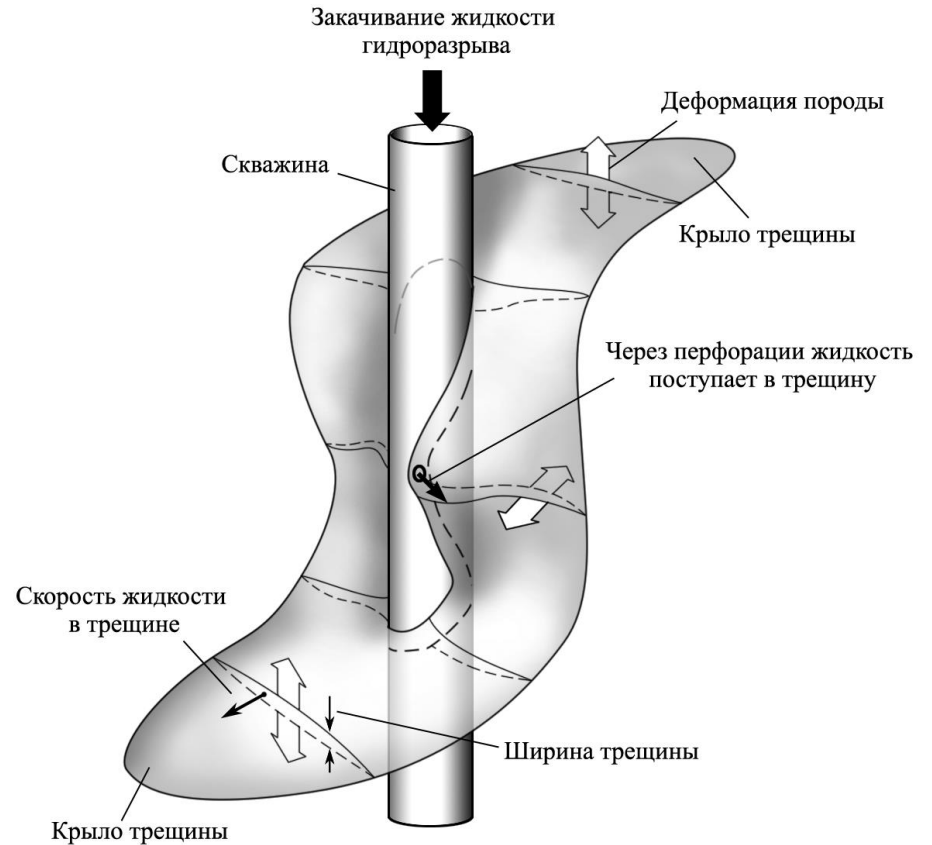
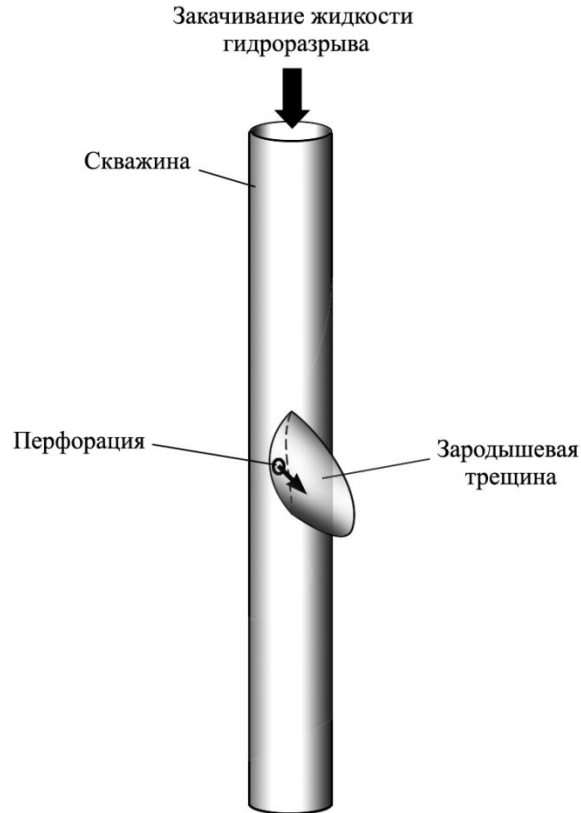


**Исследования
Института вычислительных
технологий СО РАН
по моделированию
гидроразрыва пласта**

Директор

ЧЕРНЫЙ Сергей Григорьевич

Моделирование процесса гидроразрыва пласта

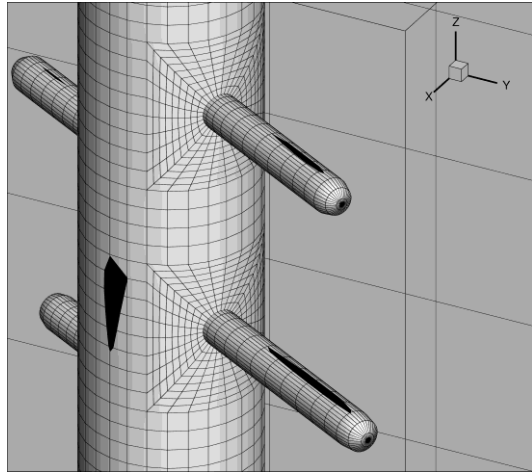


Процесс гидроразрыва включает в себя

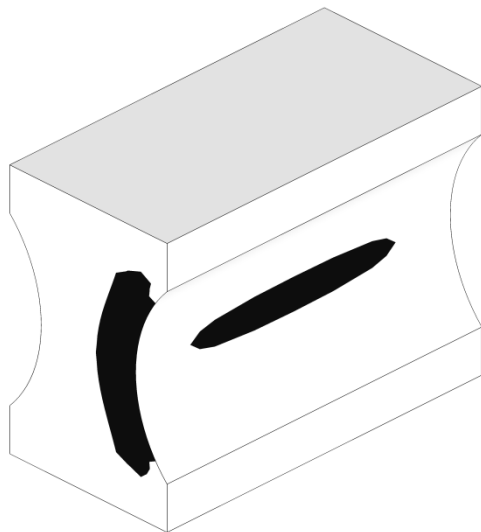
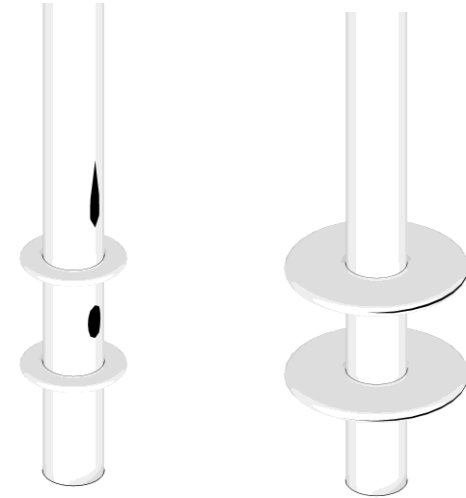
- Деформацию породы
- Разрушение
- Течение неньютоновской жидкости в трещине
- Фильтрацию
- Перенос частиц
- Химические процессы

Расчет зон разрушения тел

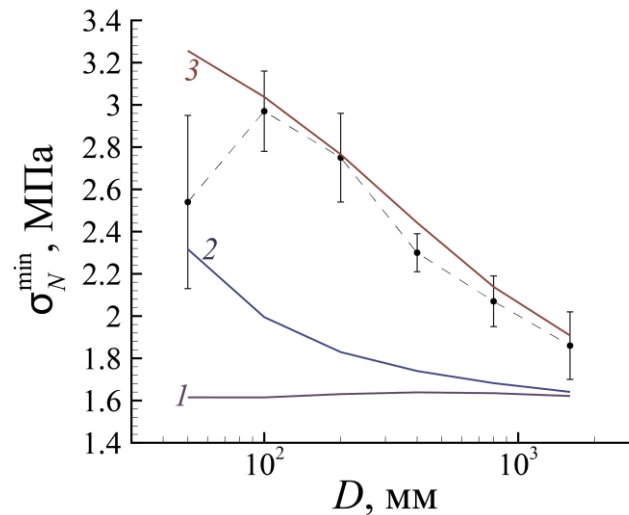
Скважина с перфорациями



Скважина с пропилами



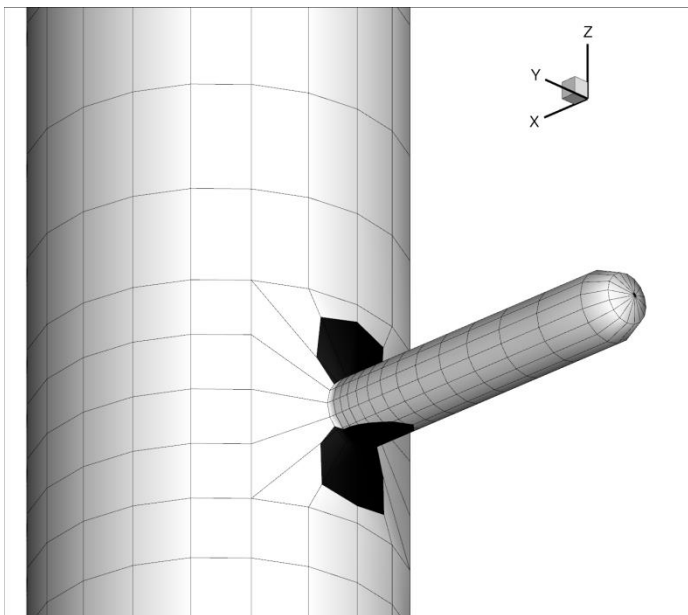
Блок с выемкой



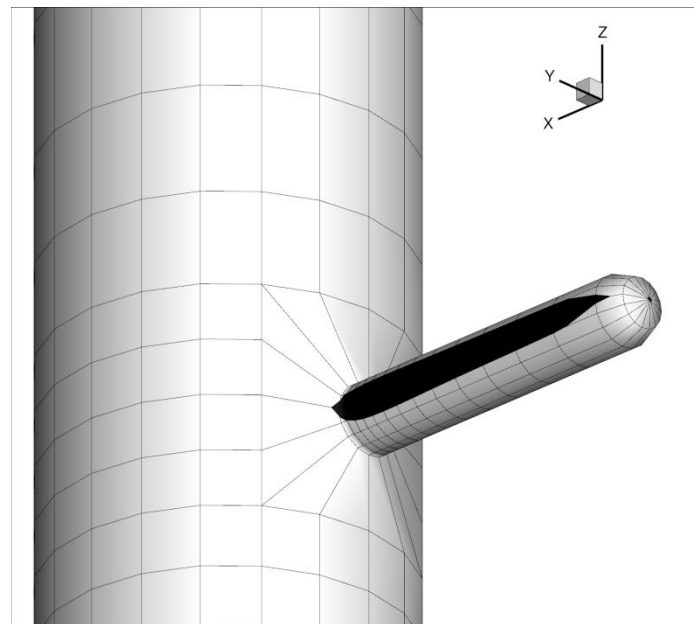
Критерий:

- 1 – локальный МРН
- 2 – Нейбера-Новожилова
- 3 – R-критерий

Положения зон разрушения при различных геофизических параметрах



$$\sigma_{xx} = 69\text{МПа}, \sigma_{yy} = 57.5\text{МПа}, \\ \sigma_{zz} = 46\text{МПа}$$

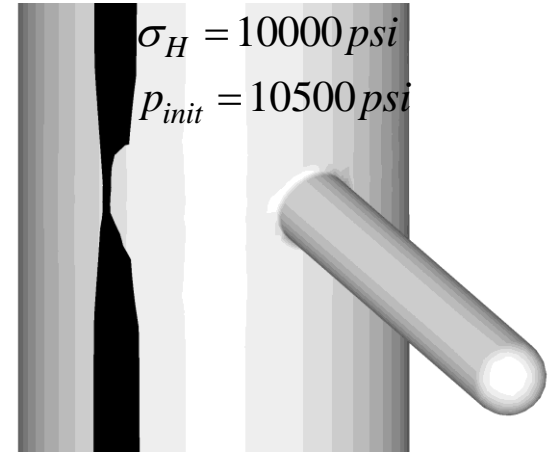
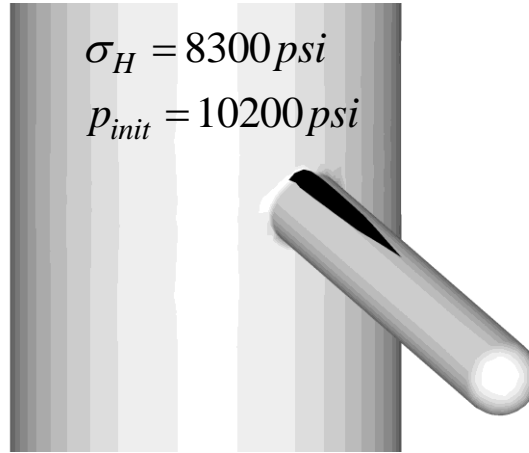
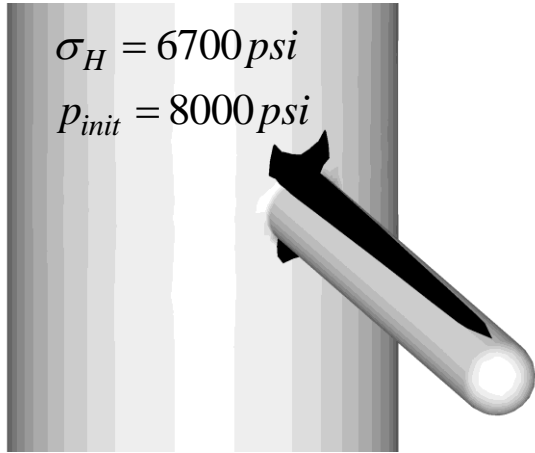


$$\sigma_{xx} = 69\text{МПа}, \sigma_{yy} = 57.5\text{МПа}, \\ \sigma_{zz} = 26\text{МПа}$$

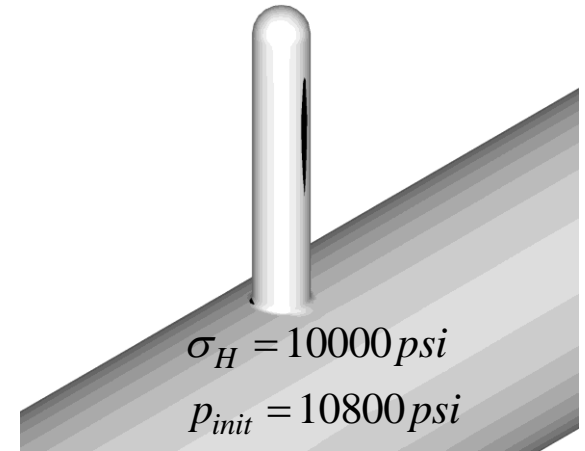
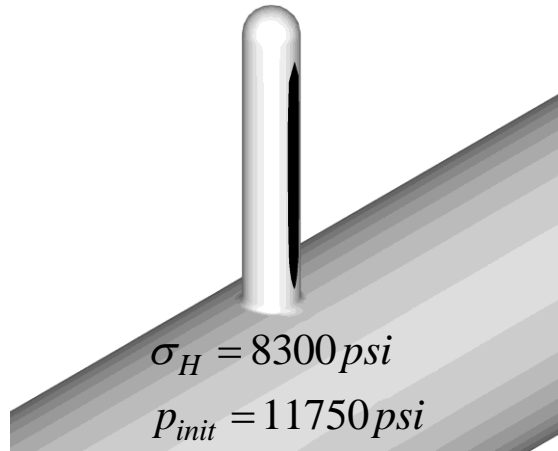
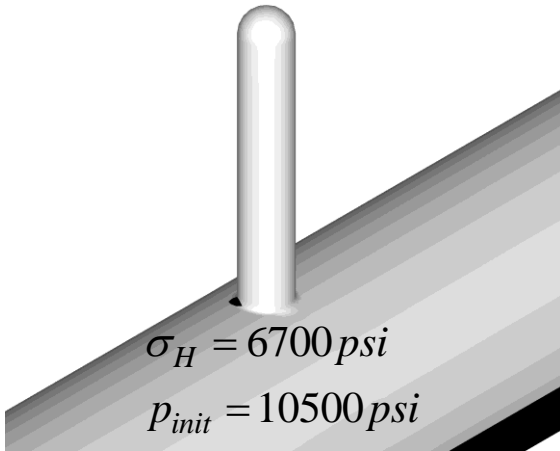
Зоны инициации трещины на поверхности скважины и перфорации для различных напряжений залегания при $P_w = 75\text{МПа}$

Инициация трещины на поверхности перфорированной скважины

Вертикальная скважина

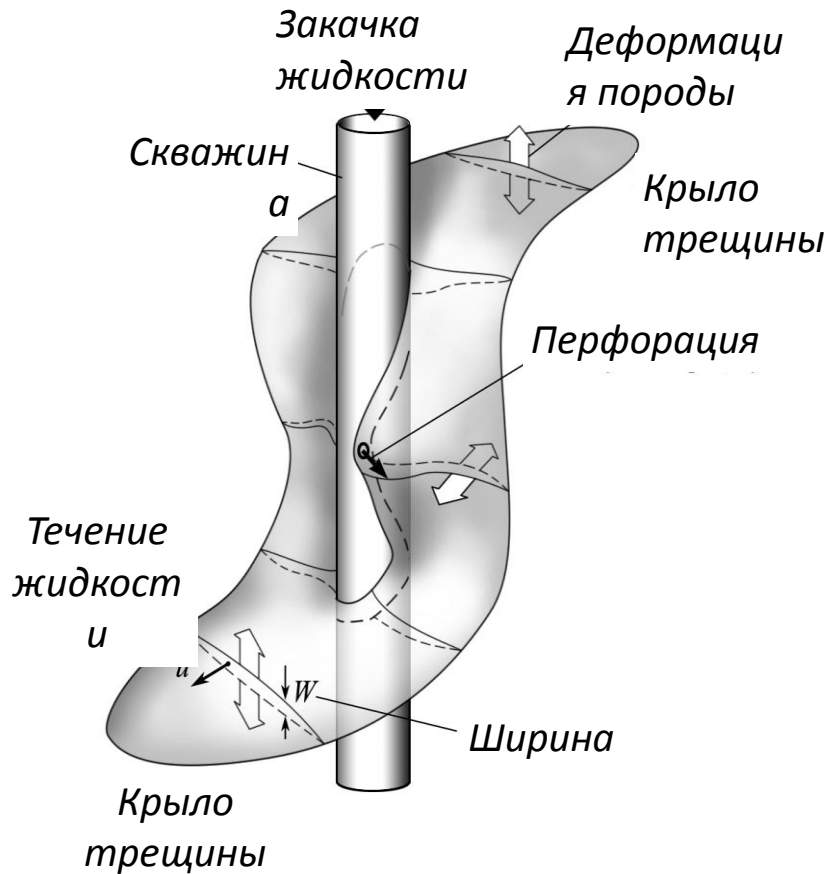


Горизонтальная скважина

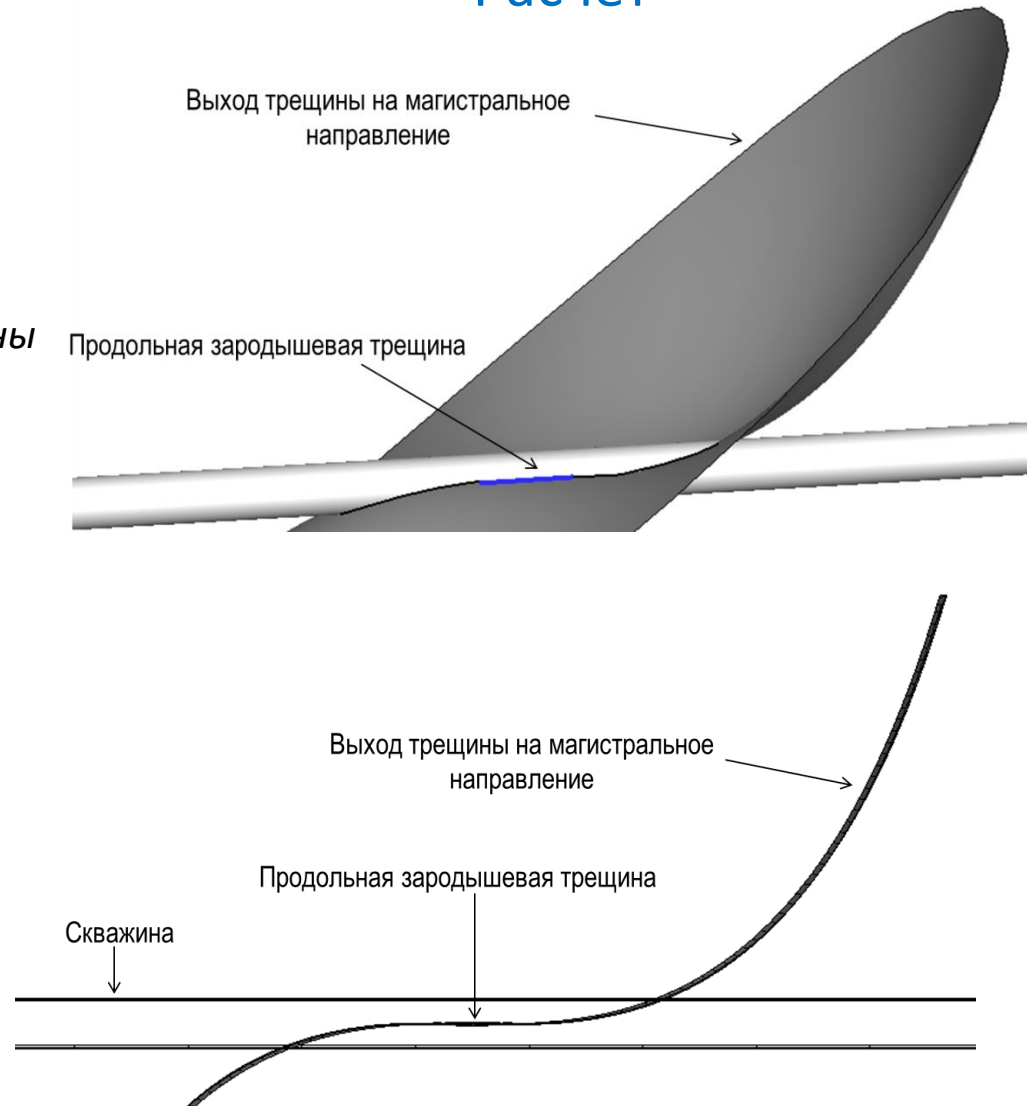


Распространение трещин

Схема

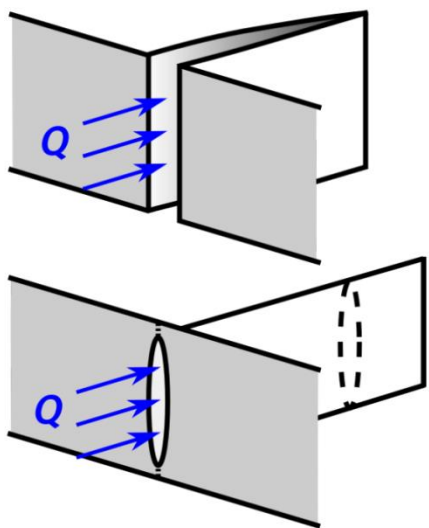


Расчет

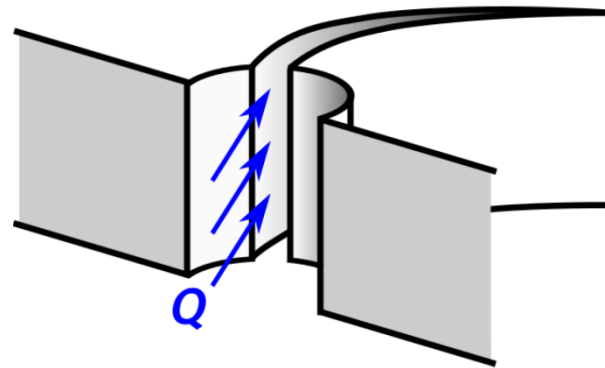


Модели гидроразрыва

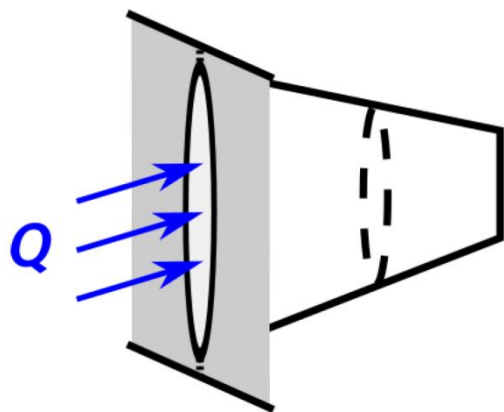
Одномерные



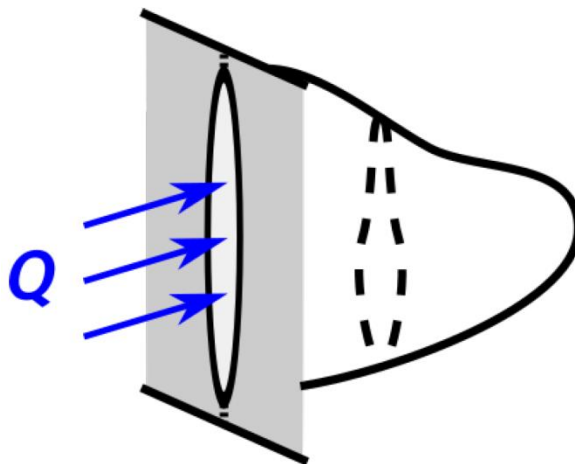
Двумерные



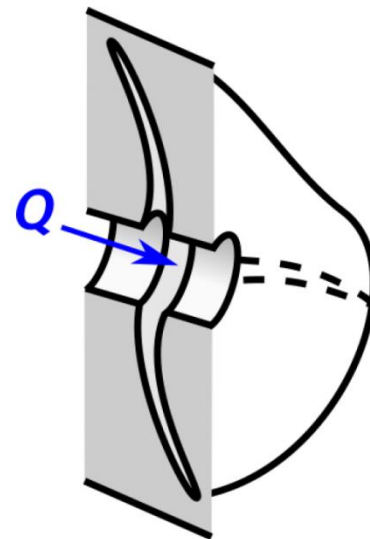
Псевдотрехмерные



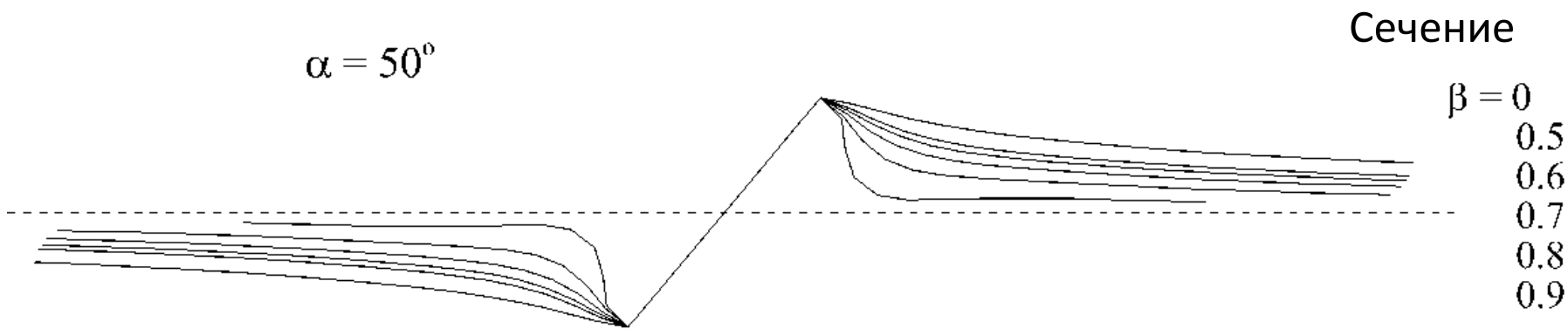
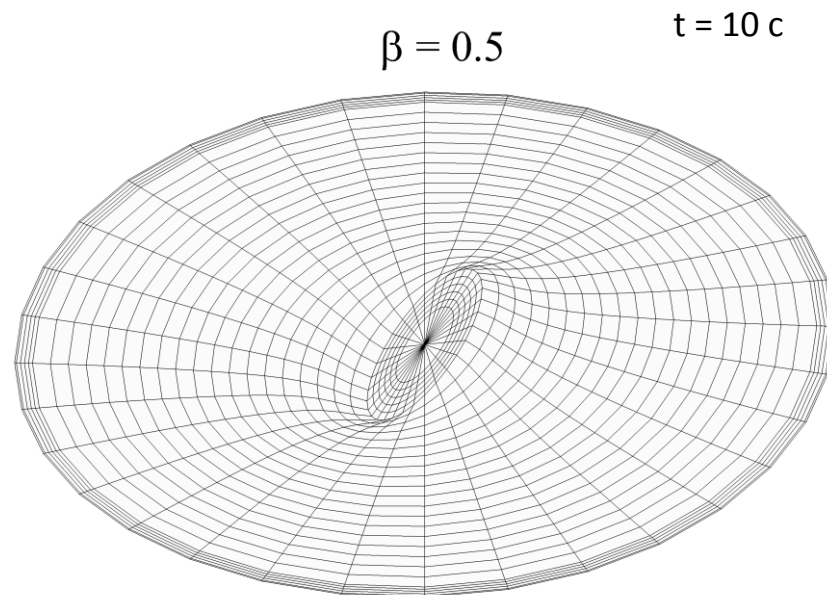
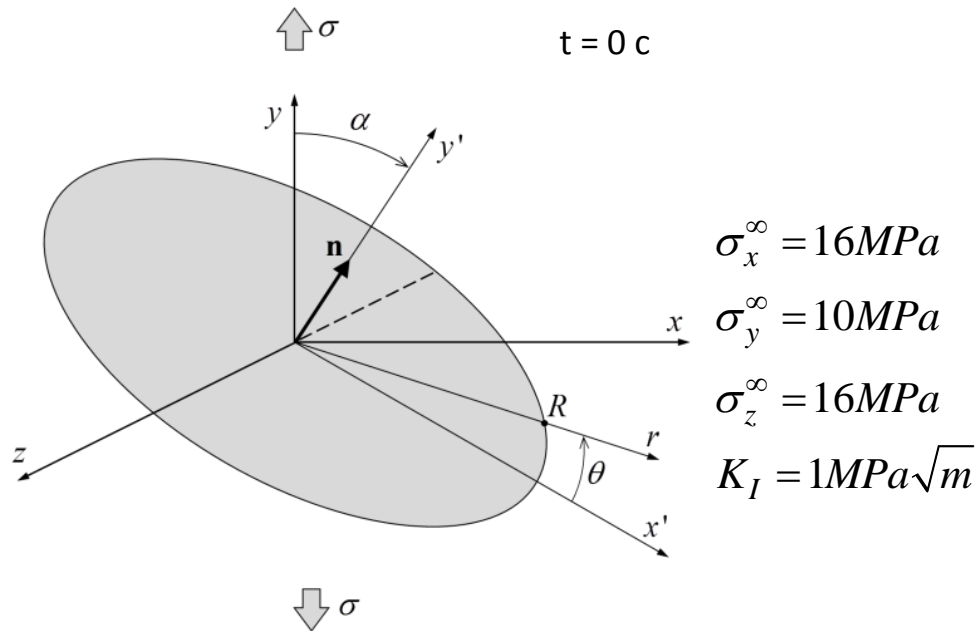
Плоские трехмерные



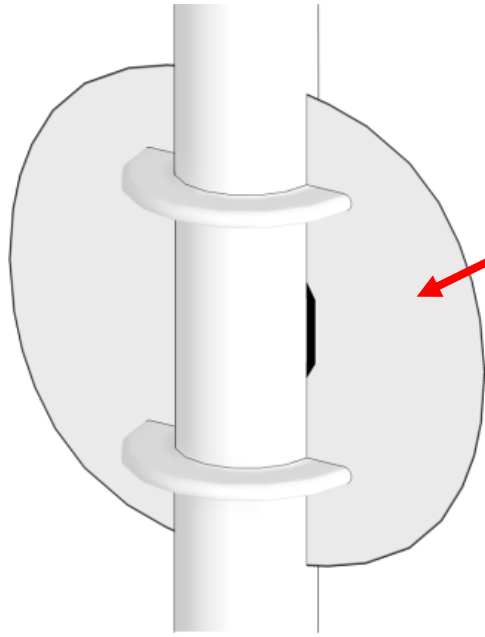
Трехмерные



Новый критерий распространения трещины

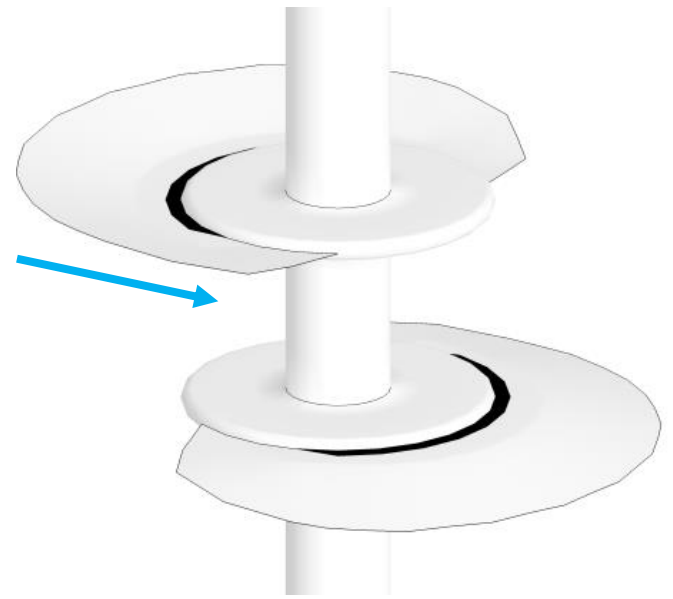


Два типа трещины



Test 2

Распространение
горизонтальной или
вертикальной трещины в
зависимости от радиусов
пропилов



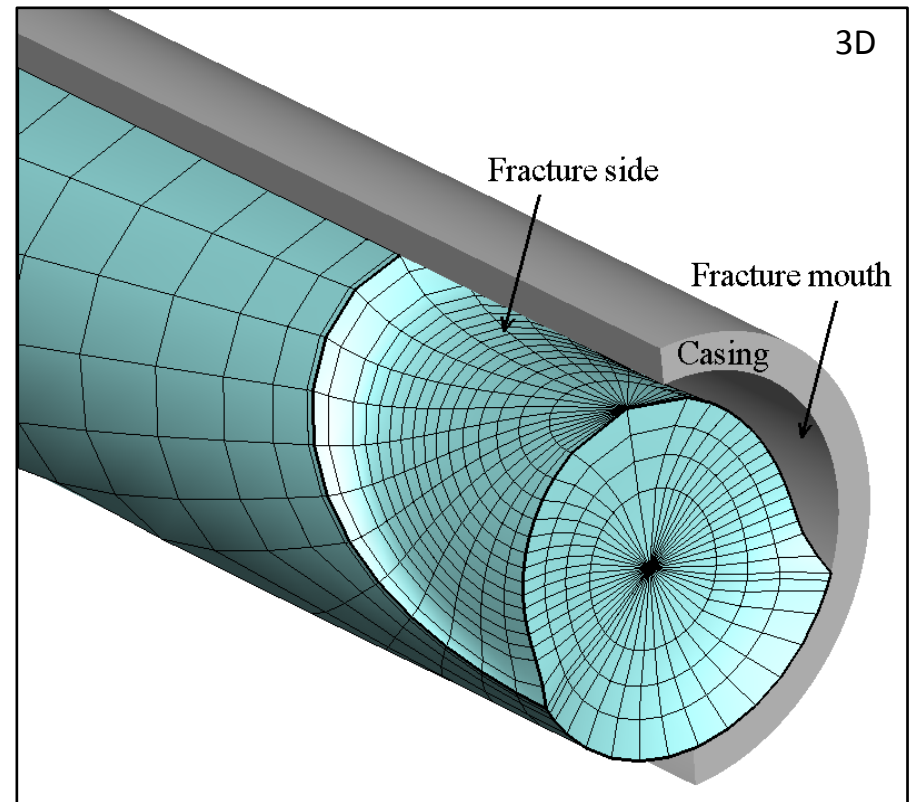
Test 3

Альтернативное применение модели гидроразрыва

Преодоление трещиной цементной пробки в скважине (гидроизоляция, консервация скважины)

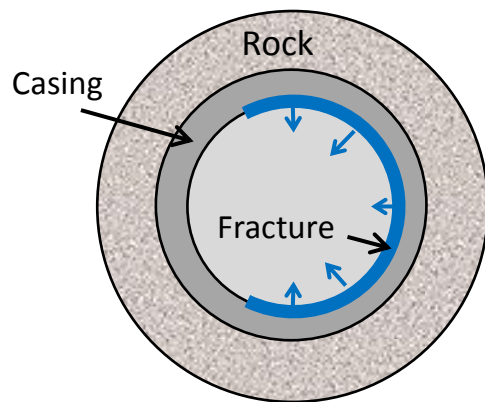
Описываемые процессы:

- Деформация пробки/породы
- Отслаивание цемента, распространение трещины по границе
- Движение жидкости

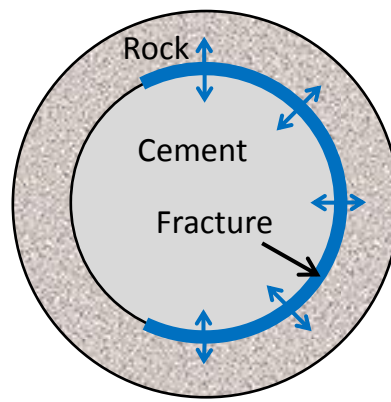


Распространение трещины между стальной обсадной колонной и цементной пробкой под действием давления жидкости

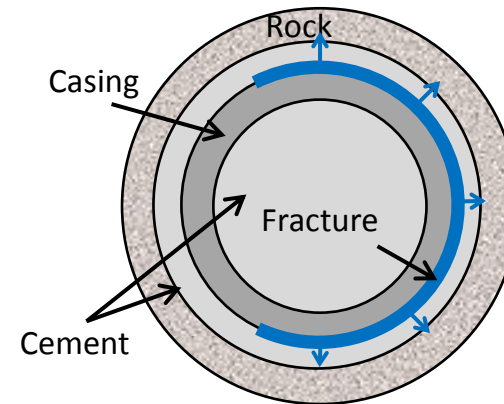
Три основных сценария процесса



Пробка-колонна (1)



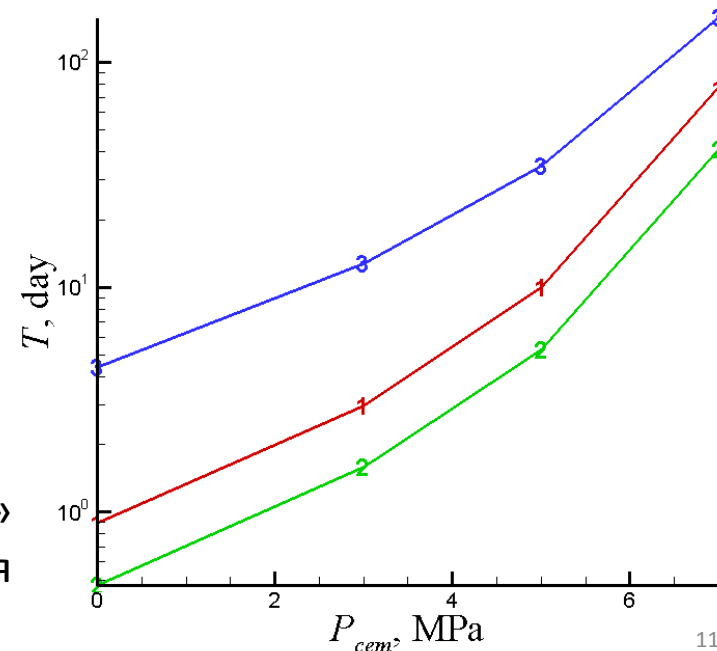
Пробка-порода (2)



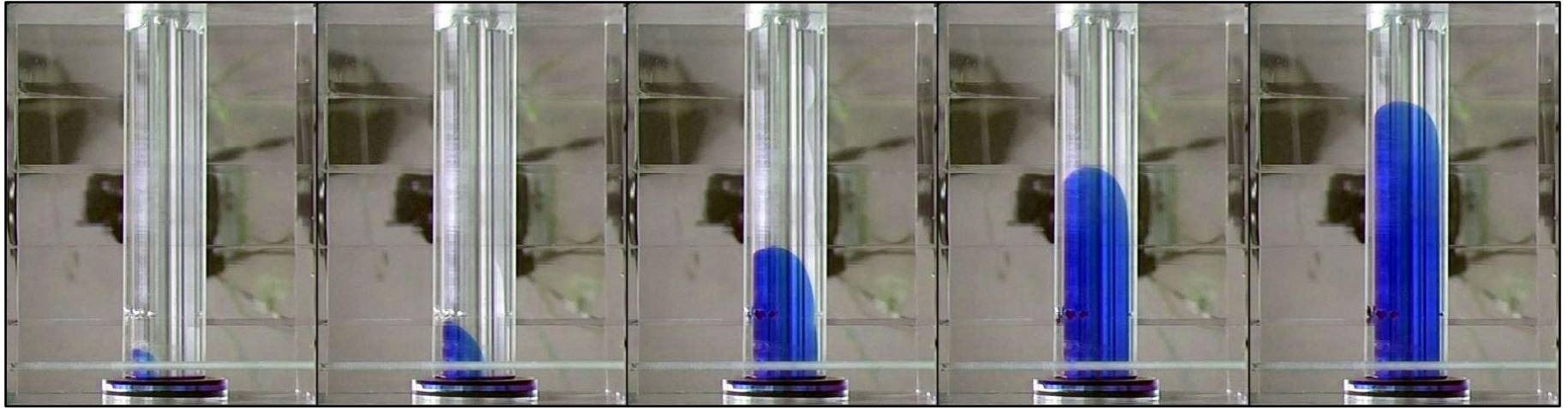
Колонна-порода (3)

- Будет ли развиваться отслаивание?
- Сколько времени может противостоять пробка давлению?

Зависимость времени «противостояния» пробки от давления цементирования



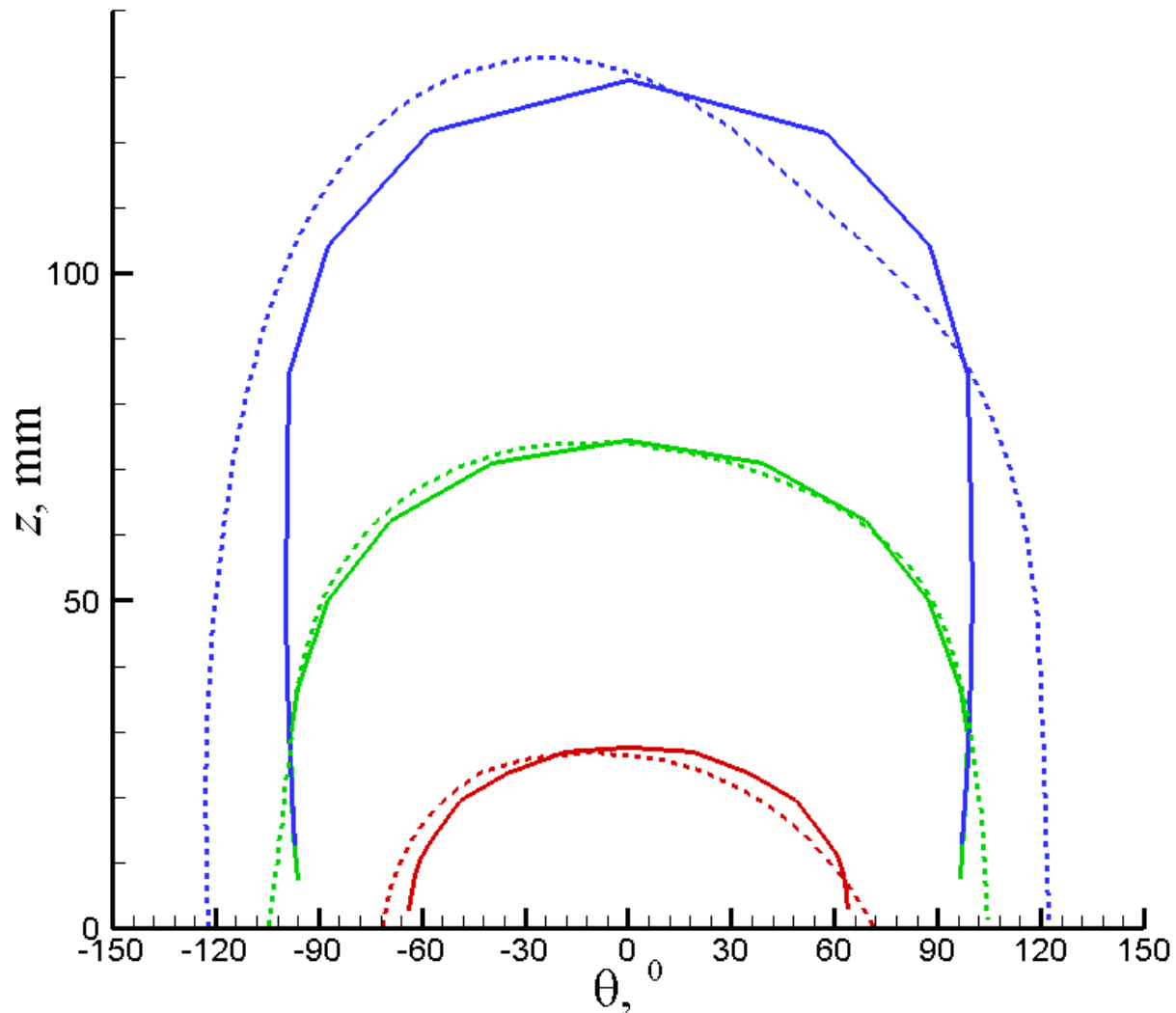
Валидация



Эксперимент по распространению трещины по внешней стороне обсадной колонны

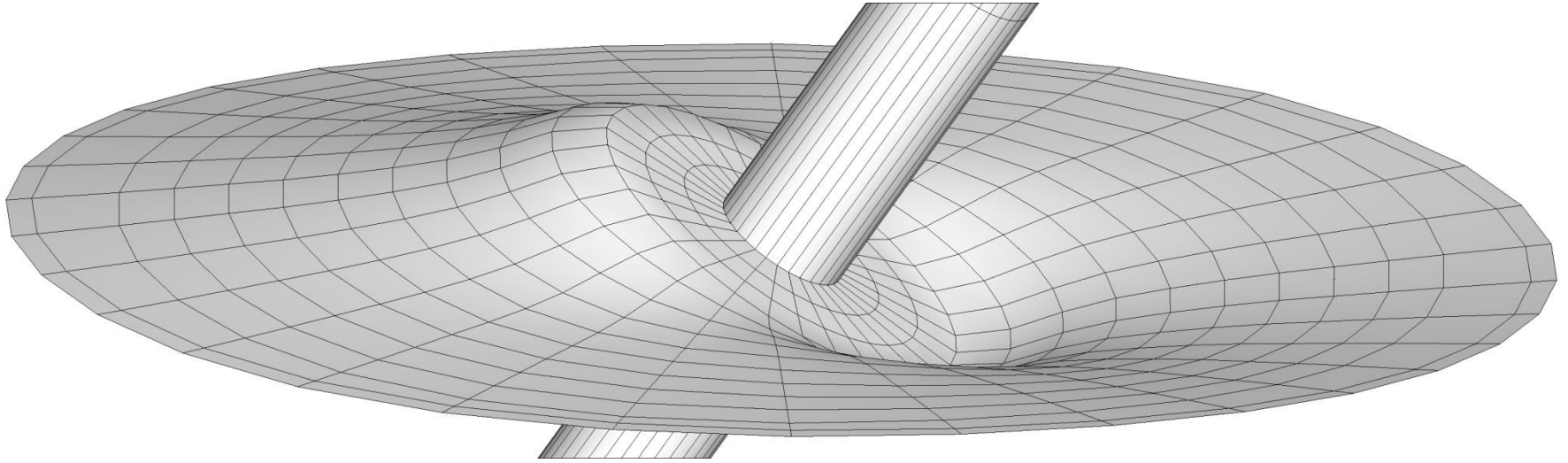
Алюминиевая труба ($E = 69$ ГПа, $\nu = 0.33$) соответствующая обсадной колонне, помещалась в скважину в блоке из оргстекла ($E = 3.3$ ГПа, $\nu = 0.35$). Цементирование моделировалось эпоксидной смолой ($E = 2.5$ ГПа, $\nu = 0.35$). Трещина распространялась под давлением жидкости $P = 10$ МПа.

Валидация



Формы трещин в различные моменты времени:
Сплошная линия – расчет; пунктир - эксперимент

Метод управления распространением трещины



1. Трехмерная модель распространения трещины от полости под воздействием закачиваемой вязкой жидкости
2. Метод оптимизационного проектирования:
 - реологии жидкости,
 - условий закачки,
 - свойств упругой среды,обуславливающих выполнение заданных критериев качества распространения трещины