

Отчет по лабораторной работе №3
«Зависимость деформации тела от
размера выреза»

Выполнил:

Студент 3-го курса

Кафедры «Теоретическая Механика»

Баглай М.И.

Проверил:

Ле-Захаров С.А.

Постановка задачи

Требуется численно найти зависимости компонент тензора напряжений в точках А и В (рис.1) от размеров круглого выреза в квадратном теле, к которому приложено давление на верхнюю и нижнюю грани.

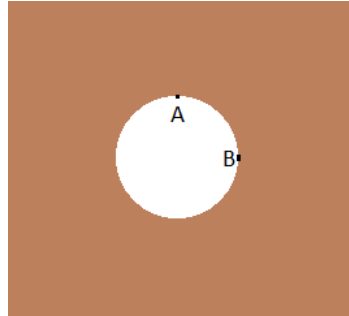


Рис.1

Для моделирования берется четверть тела, нижняя и боковые грани которого закрепляются по осям y и x соответственно. Сверху прикладывается постоянное давление P .



Рис.2

На рис.2 показаны тела с радиусом выреза R в $1/10$, $1/5$, $1/20$ и $1/30$ от длины грани L соответственно. $L = 10$ м для всех тел. Задаются следующие параметры материала: плотность – 2700, модуль Юнга – $7.2 \cdot 10^8$, коэффициент Пуассона – 0.3. Приложенное давление $P = 100$ Па.

Реализация в пакете Abaqus

Данная задача является задачей на упругость. Соответственно, в пакете «Abaqus» для моделирования данной задачи используется процедурный тип «Static, General».

Задача решается методом конечных элементов. Разбиение недеформированных тел приведено на рис.3. Для большего контроля разбиения каждое тело было разбито на две секции (видно на рис.2).

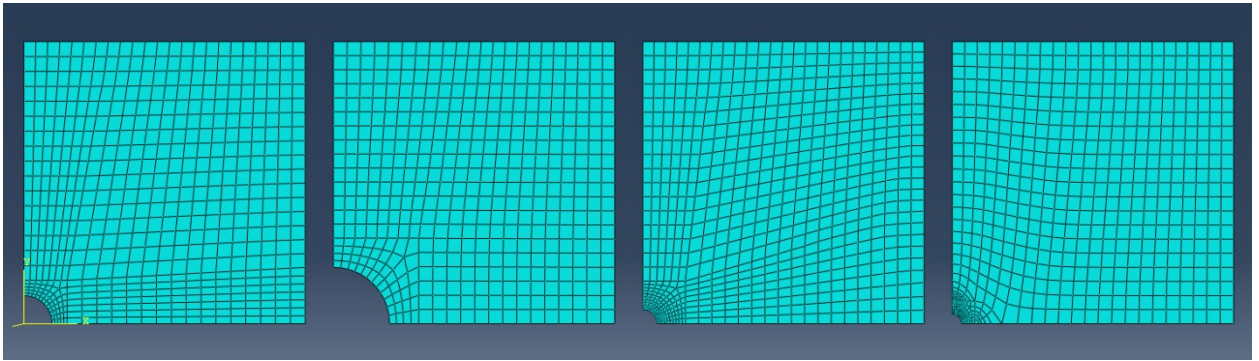
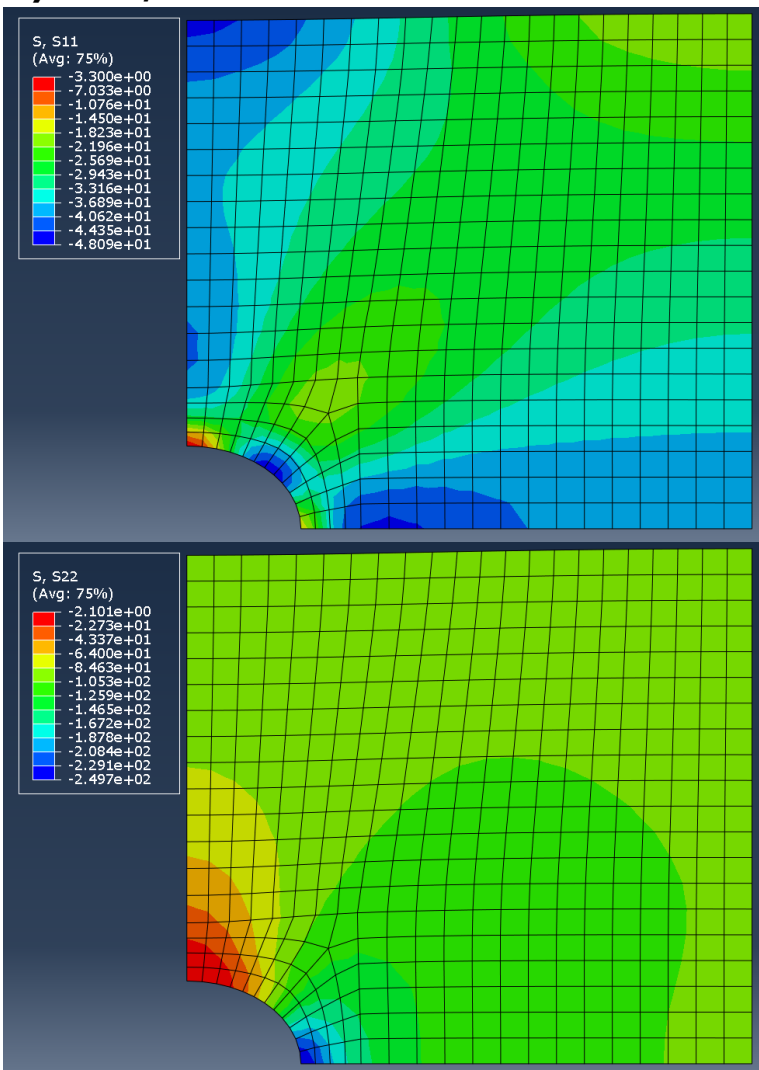


Рис.3

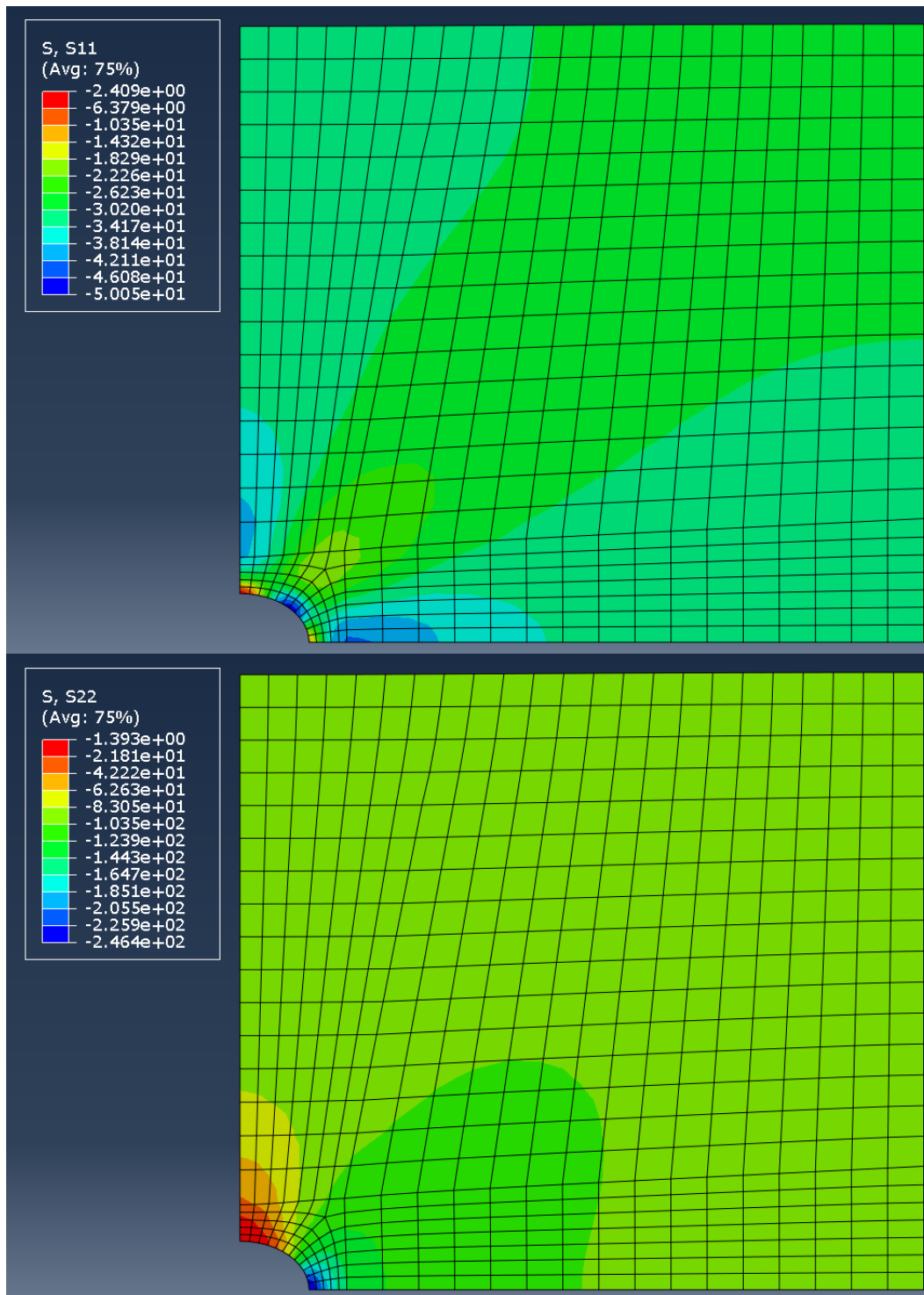
Результаты

На рисунках ниже представлены компоненты тензора напряжений.

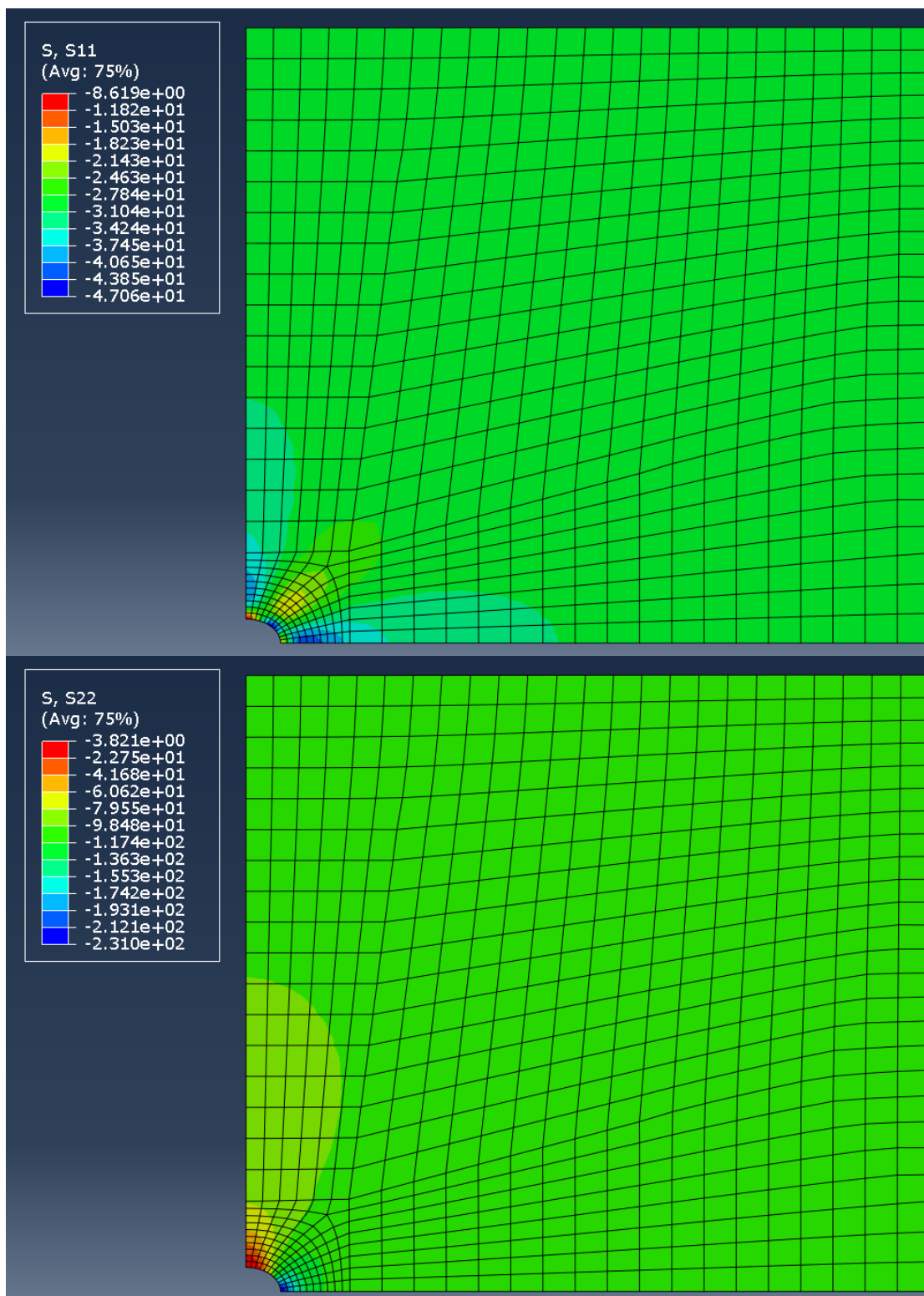
1) $R=L/5$



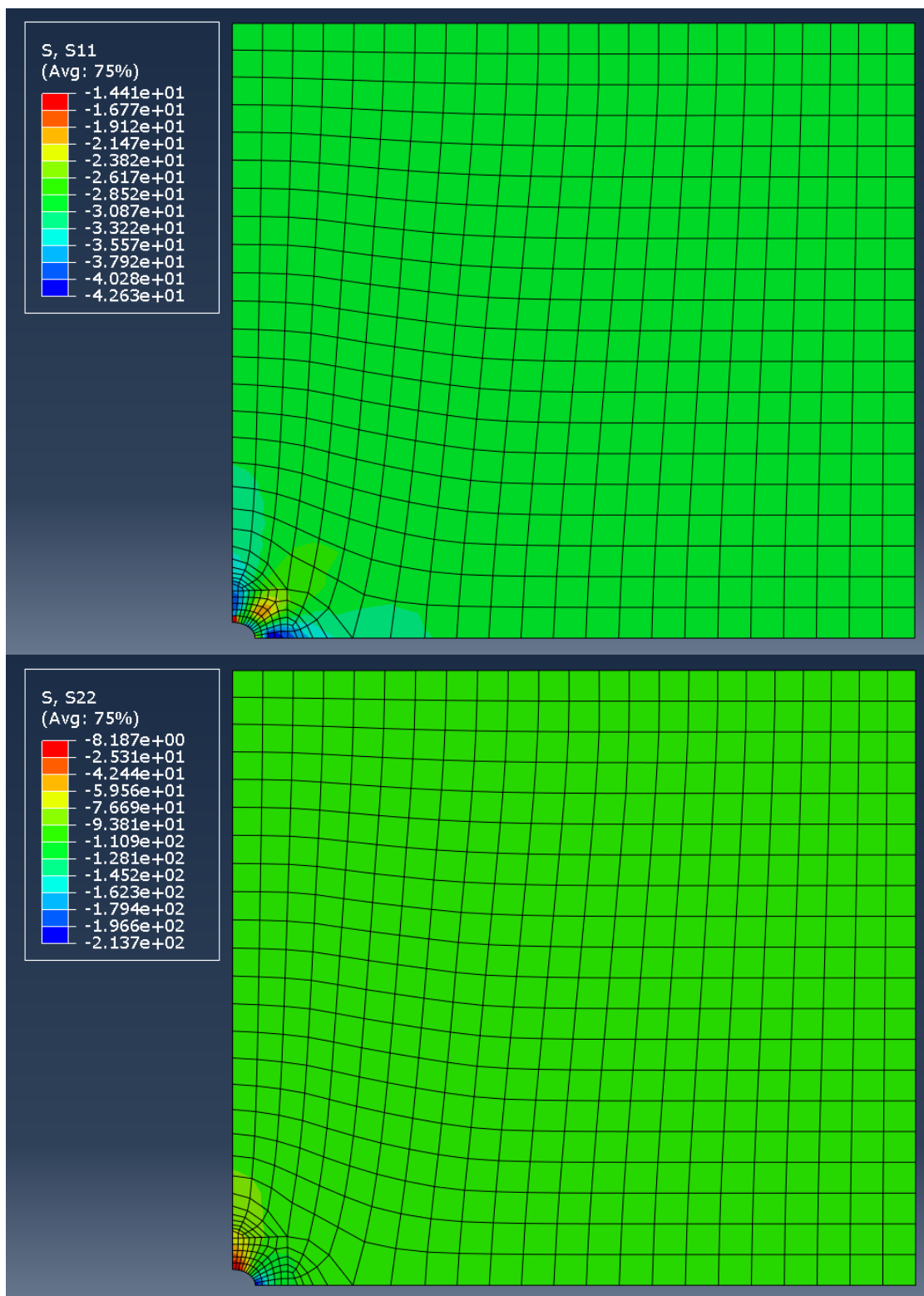
2) $R=L/10$



3) $R=L/20$



4) $R=L/30$



В таблице 1 представлены полученные численные значения компонент тензора в точках А и В.

Табл.1

R, размер выреза	S11 в А	S11 в В	S22 в А	S22 в В

L/5	-3.30	-14.31	-2.10	-249.69
L/10	-2.41	-11.96	-1.39	-246.35
L/20	-8.61	-17.03	-3.82	-231.00
L/30	-14.41	-21.20	-8.19	-213.69

На периметре выреза поставлены естественные граничные условия, следовательно, перпендикулярная поверхности компонента тензора должна обращаться в ноль. В наших обозначениях это S_{11} в В и S_{22} в А.

Наибольший интерес представляет S_{22} в В. Значение монотонно зависит от размеров выреза, уменьшаясь по мере уменьшения выреза. В пределе оно должно стремиться к аналитическому решению задачи Кирша, равному $3P = 300$ Па. Видно, что в данном случае эффект размера элементов вблизи границы выреза оказывает большее влияние, чем границы.

Выводы:

В изначальной постановке задачи - задаче Кирша - исследуется бесконечная область с круговым вырезом. В задаче, решаемой выше, исследовалось влияние границ при выборе конечной области на численное решение. Размер разбиения тела на конечные элементы, как выяснилось, оказывает существенно большее влияние на точность решения, чем размер выреза и, что то же самое, влияние границ.