

Отчёт №3

Виктория Вяльцева

Март 2023

Постановка задачи

Рассматривается пластина с длиной стороны $h = 10$ мм и центральным почти круговым отверстием радиуса $r = 1$ м, искривление которого задаётся через коэффициент ϵ . Пластина изготовлена из линейно-упругого, изотропного материала. Необходимо определить влияние ϵ на максимальное значение σ_{xx} в условиях плоско деформированного состояния.

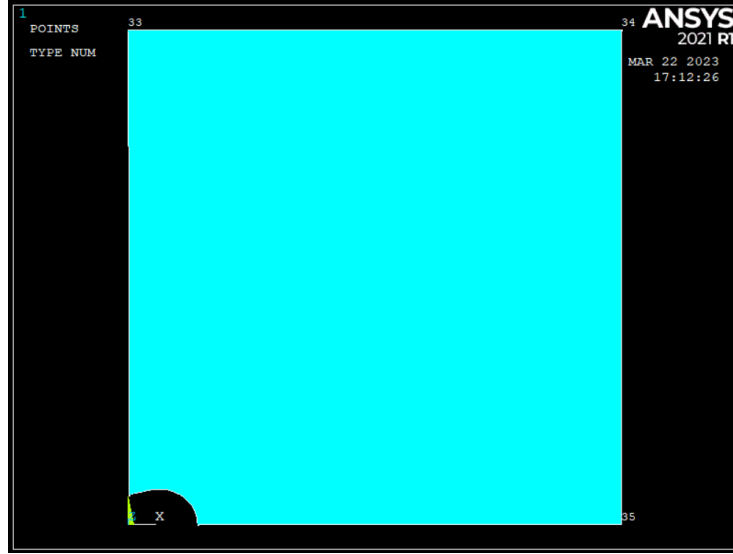


Рис. 1: Четверть пластины с $\epsilon = 0.4$

Решение задачи и конечно-элементная модель

Учитывая симметрию, будем работать с четвертью пластины. Пластина изготовлена из материала с модулем Юнга $E = 210 \cdot 10^9$ Па и коэффициентом Пуассона $\nu = 0.3$. Тип элементов - plane183. К пластине приложено давление $p = -1$ Па на боковые грани. Нижняя грань ограничена в перемещениях вдоль оси Oy , правая - по Ox (из условий симметрии). Проанализируем решения (напряжение по оси Ox) с разными размерами элементов на прямых линиях (s_1) и на отверстии (s_2) с коэффициентом сгущения $p = 0.1$. Первый вариант сетки: $s_1 = 0.05$ мм и $s_2 = 0.001$ мм, второй вариант сетки: $s_1 = 0.1$ мм и $s_2 = 0.002$ мм. Сравним полученные значения с первым приближением аналитического решения (σ_{xx}^a).

ϵ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
σ_{xx}^a , Па	2.8333	2.7143	2.625	2.5555	2.5
σ_{xx}^1 , Па	3.0443	2.5876	1.9371	1.9981	2.0318
σ_{xx}^2 , Па	3.0431	2.5722	1.9252	1.9984	2.0319
Отклонение σ_{xx}^2 от σ_{xx}^1	0.04%	0.6%	0.6%	-0.5%	-0.004%
Отклонение σ_{xx}^1 от σ_{xx}^a	-7%	5%	26%	22%	19%

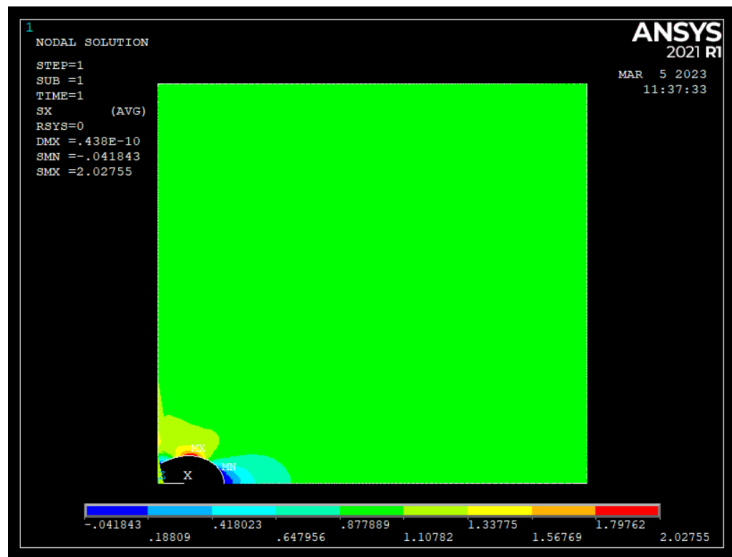


Рис. 2: σ_{xx}^a для $\epsilon = 0.1$ на втором варианте сетки

Разница между решениями на разных сетках для всех рассмотренных значений ϵ менее одного процента. Будем считать что имеет место внутренняя сходимость.

Вывод

Таким образом, ϵ влияет на значение напряжений. Максимальное значение напряжения достигается при $\epsilon = 0.1$ и равняется $\sigma_{xx} = 3.0443$ Па, затем оно уменьшается до ≈ 2 Па и значения при $\epsilon = 0.3, 0.4, 0.5$ отличаются между собой менее чем на 6%.

Листинг

```
/clear
/prep7

r=1
pi=4*atan(1)
E=210e9
nu=0.3
n=150
h=10
m=2
s1=0.1
s2=0.001
p1=0.1
```

```

et,1,plane183,,,1,
mp,ex,1,E
mp,prxy,1,nu
eps=0.4
analit = 1+2*(1+eps)/(1+2*eps)
j=1
*do,i,0,pi/2,0.05
k,j,r*(1+eps*cos(m*i))*cos(i),r*(1+eps*cos(m*i))*sin(i)
j=j+1
*enddo
spline,all
lcomb,all

k,j,0,h
k,j+1,h,h
k,j+2,h,0

lstr,j-1,j
lstr,j,j+1
lstr,j+1,j+2
lstr,j+2,1

al, 1,2,3,4,5

!lesize,all,,n

lesize,5,s1,,p1
lesize,4,s1,,p1
lesize,3,s1,,p1
lesize,2,s1,,p1
lesize,1,s2
amesh,1

sfl,4,pres,-1
dl,5,,uy,
dl,2,,ux,

/solu
solve

/post1
SET, LAST
plnsol,s,x

```