

Отчёт №9

Виктория Вяльцева

Март 2023

Постановка задачи

Рассматривается конструкция, которая состоит из нескольких секторов. Нижний сектор - цилиндр высоты $h_1 = 10$ м, радиуса $r_1 = 18$ м. Затем кусок конуса высоты $h_2 = h_1$ м, верхний цилиндр радиуса $r_2 = 18$ м и высоты $h_3 = h_1$ м, и купол (половина сферы). На верхнем цилиндре конструкции расположено пятно нагрузки радиуса r . Конструкция изготовлена из однородного и изотропного материала. Необходимо проанализировать напряжённо-деформированное состояние и прогиб конструкции в зависимости от r .

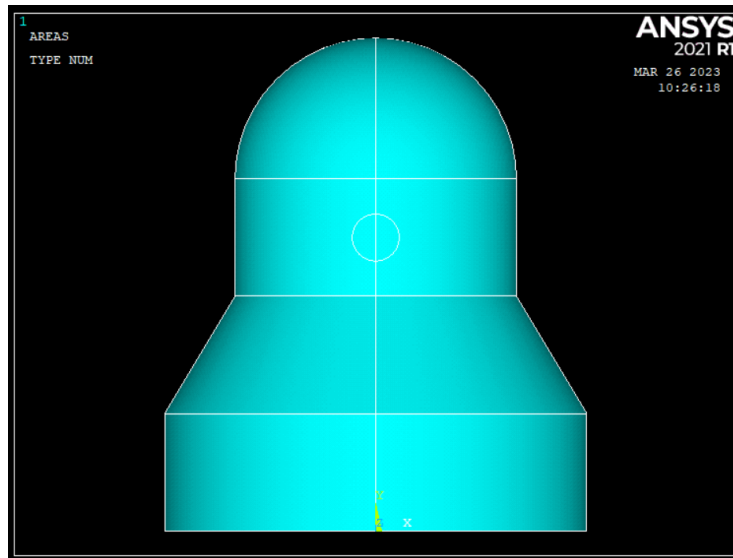


Рис. 1: Вид конструкции при $r=2$ м

Решение задачи и конечно-элементная модель

Конструкция изготовлена материала с модулем Юнга $E = 210 \cdot 10^9$ Па и коэффициентом Пуассона $\nu = 0.3$. Тип материала - shell181. Толщина конструкции $t = 0.1$ м. Нагрузка составляет $p = 10000$ Па. Линии в основании конструкции жестко закреплены. Ниже приведены результаты работы программы для разных значений r и значений длин элементов $n = 0.25$ м и 0.125 м.

$$\left(1 - \frac{\epsilon_z^1}{\epsilon_z^2}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0.186 \cdot 10^{-3}}{0.187 \cdot 10^{-3}}\right) \cdot 100\% \approx 0.5\% < 1\% \quad (1)$$

Так и для остальных рассмотренных случаев отклонение решений на разных сетках не превышает 1%.

Рассмотрим значение максимального прогиба (м) при разных r :

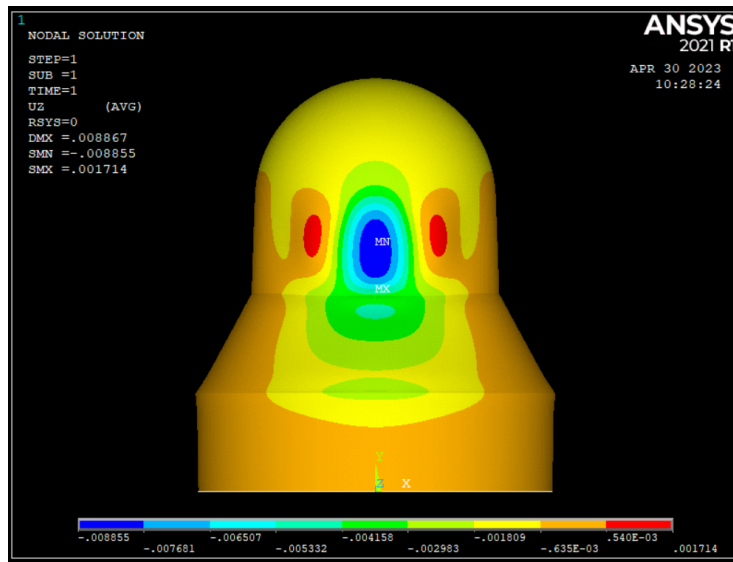


Рис. 2: ϵ_z при $n = 0.25$ м и $r = 4$ м

r	1	2	3	4	
n	0.25	$0.186 \cdot 10^{-3}$	$0.521 \cdot 10^{-3}$	$0.776 \cdot 10^{-3}$	$0.887 \cdot 10^{-3}$

Вывод

Произведён анализ значения максимального прогиба при разных значениях радиуса пятна нагрузки, результаты представлены в виде таблицы.

Листинг

```
/clear
/prep7
h1=10 !высота нижнего цилиндра
h2=10 !высота начала второго цилиндра
h3=10 !уровень начала купола
r1=18
r2=12
r=4
n=1/4
t=0.1
p=1000
! свойства материала
E=210e9 !модуль Юнга (Па)
nu=0.3 !коэффициент Пуассона
k,1,0,h3+h2+h1
```

```

k,2,0,h3+h2+h1+r2
k,3,r2,h3+h2+h1
k,4,r2,h2+h1
k,5,r1,h1,
k,6,r1,0
larc,3,2,1,r2
l,3,4
l,4,5
l,5,6
AROTAT,all, , , , ,1,2,360, ,
k,,0,h2+h1+h3/2
k,,h2+h1+h3/2,30
!k,,30,h2+h1+h3/2,r
l,19,20
CIRCLE, 20, r,
adrag,37,34,35,36,, ,33
aovlap,10,14,19,18,17,20
adele,27
adele,28
adele,29
adele,30
adele,24
adele,25
adele,23
adele,26
ldele,33
ldele,38
ldele,41
ldele,43
ldele,45
ldele,58
ldele,55
ldele,56
ldele,57
ldele,34
ldele,36
ldele,35
ldele,37
ldele,51
ldele,52
ldele,53
ldele,54
et,1,shell181
sectype,1,shell
secdata,t
mp,ex,1,E

```

```
mp,prxy,1,nu  
esize,n  
type,1  
mat,1  
amesh,all  
dl,20,,all,  
dl,24,,all,  
dl,28,,all,  
dl,32,,all,  
sfa,21,,pres,p  
sfa,22,,pres,p  
/solu  
solve  
/post1  
set,last
```