

Отчёт №10

Виктория Вяльцева

Март 2023

Постановка задачи

Рассматривается купол радиуса $R = 3$ м и толщиной $t = 0.05$ м. На нём расположено пятно нагрузки радиуса $r_p = 1$ м, центр которого смещен от центра купола по оси Ox на δ . В куполе есть $L = 10$ дуг образующих балки с квадратным поперечным сечением со стороной $h = 0.1$ м. Конструкция изготовлена из однородных и изотропных материалов. Необходимо проанализировать напряжённо-деформированное состояние и максимальный прогиб конструкции в зависимости от δ .

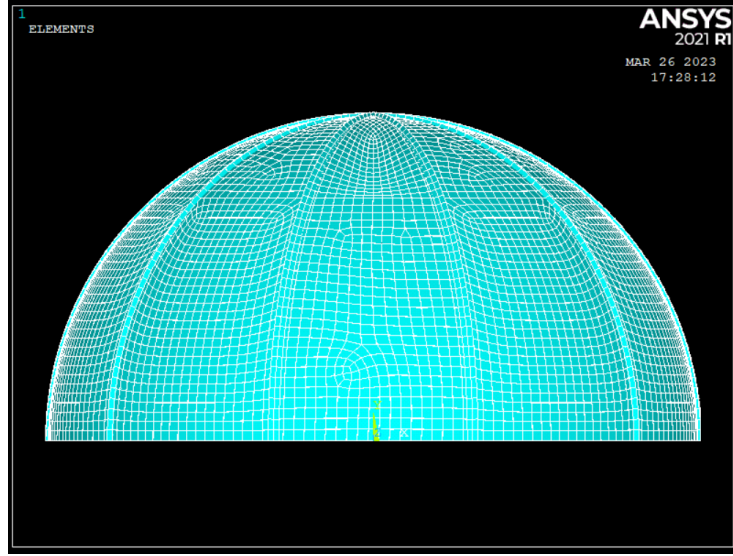


Рис. 1: Вид конструкции

Решение задачи и конечно-элементная модель

Материалы, из которых сделана конструкция, имеют параметры: $E = 210 \cdot 10^9$ Па и $\nu = 0.3$. Тип элементов купола - shell181, тип элементов балок - beam189. Приложено давление $p = 1000$ Па. Проанализируем максимальный прогиб конструкции при длине элемента $n = 0.05$ м и 0.1 м, $\delta = 0$ м.

$$\left(1 - \frac{\epsilon_{0.1}}{\epsilon_{0.05}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0.791 \cdot 10^{-6}}{0.791 \cdot 10^{-6}}\right) \cdot 100\% \approx 0\% < 1\% \quad (1)$$

Так и для остальных рассмотренных случаев отклонение решений на разных сетках не превышает 1%. Далее рассмотрим отдельно максимальные прогибы купола ϵ_1 (м) и балок ϵ_2 (м) при $n = 0.1$ м.

δ	0 м	0.25 м	0.5 м	0.75 м	0.99 м
ϵ_1	$0.791 \cdot 10^{-6}$	$0.867 \cdot 10^{-6}$	$0.949 \cdot 10^{-6}$	$0.963 \cdot 10^{-6}$	$0.963 \cdot 10^{-6}$
ϵ_2	$0.790 \cdot 10^{-6}$	$0.866 \cdot 10^{-6}$	$0.921 \cdot 10^{-6}$	$0.937 \cdot 10^{-6}$	$0.934 \cdot 10^{-6}$

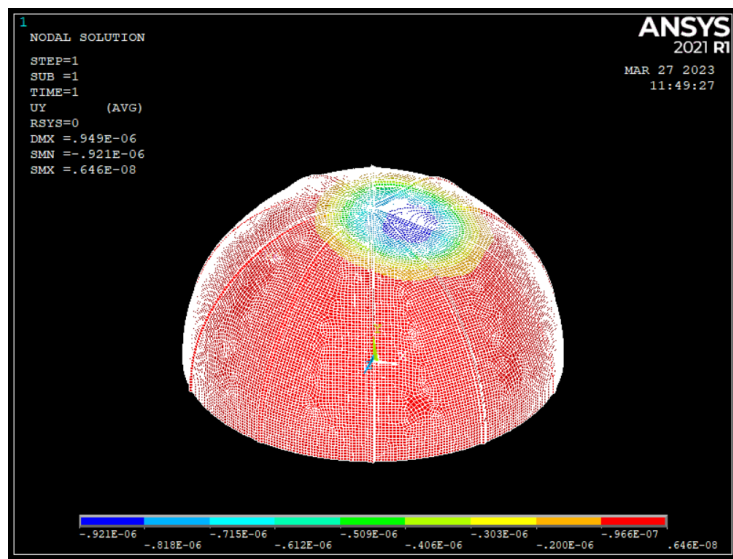


Рис. 2: ϵ_y при $\delta = 0.5$

Вывод

Прогиб конструкции увеличивается с ростом δ от 0 м до 0.75 м, после чего его значение меняется не более чем на 1%.

Листинг

```
/clear
/prep7
R=3
F=-10000
L=10
h=0.1
E=210e9
nu=0.3
t=0.05
n=0.05
del=0.5
rp=1
p=1000
k,1,0,R,
k,2,R,,0
k,3,0,0,0
larc,1,2,3,R
AROTAT,all,, , , ,1,3,360,L,
k,1+3,del,0
```

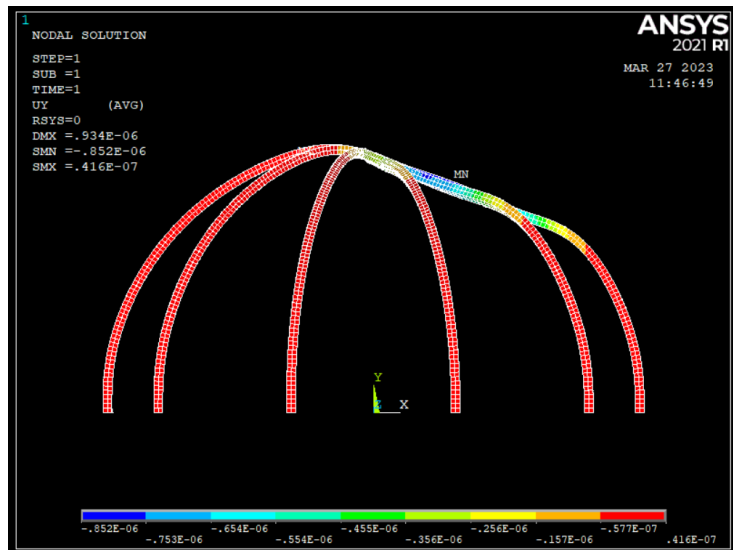


Рис. 3: ϵ_y для купола при $\delta = 0.99$

```
k,1+4,del,r*2
k,1+5,del,r*2,rp
l,1+3,1+4
CIRCLE, 1+4, rp,1+3
adrag,2*1+2,2*1+3,2*1+4,2*1+5,,2*1+1
aovlap,all
adele,3*1+5
adele,3*1+6
adele,3*1+7
adele,3*1+8
adele,3*1+9
adele,3*1+10
adele,3*1+11
adele,3*1+12
ldele,1*2+2
ldele,1*2+3
ldele,1*2+4
ldele,1*2+5
ldele,1*2+6
ldele,1*2+9
ldele,1*2+11
ldele,1*2+13
*do,i,6,13
ldele,1*6+i
*enddo
```

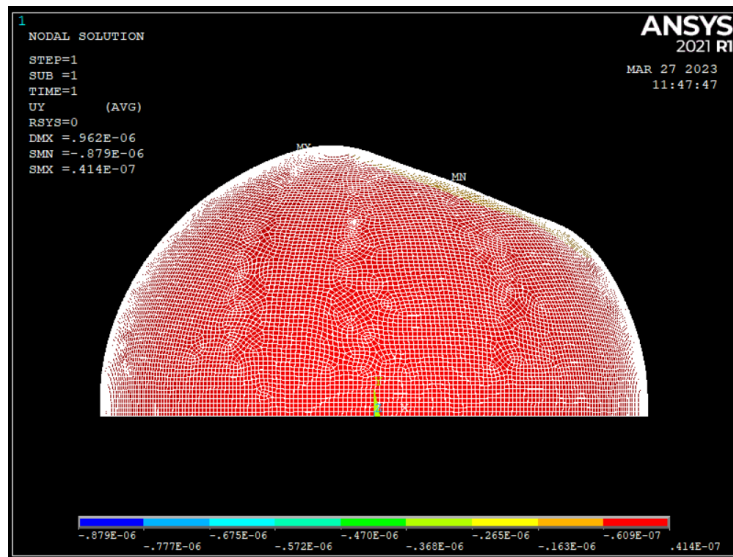


Рис. 4: ϵ_y для балок при $\delta = 0.99$

```

ldelete,21
et,1,beam189,
sectype,1,beam,RECT
secdata,h,h
mp,Ex,1,E
et,2,shell181
sectype,2,shell
secdata,t
mp,ex,2,E
mp,prxy,2,nu
esize,n
lselect,s,,,1*5+2,1*5+11,1
lselect,a,,,1*3+4
lselect,a,,,1*4
lselect,a,,,1*4+2
lselect,a,,,1*4+9
lselect,a,,,1*3+5,1*3+9,2
lselect,a,,,1*4+4,1*4+8,2
type,1
mat,1
secnum,1
lmesh,all
allselect,all
type,2

```

```

mat,2
secnum,2
amesh,all
/eshape,1,1
lsel,s,loc,y,
dl,all,,all
allsel,all
asel,s,,1*3+1,1*3+2
*do,i,1,8
asel,a,,1+4+i
*enddo
sfa,all,,pres,-p
allsel,all
/solu
solve
/post1
set,past
plnsol,u,y
esel,s,ename,,shell181
plnsol,u,y
esel,s,ename,,beam189
plnsol,u,y

```