

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»**

## **ОТЧЕТ**

о выполнении лабораторной работы по вычислительной механике  
«Расчет изменения площади элемента с помощью Abaqus PDE»

Выполнил Киселев П. Д.



Руководитель работы Ле-Захаров С. А.



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

2015

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	4
2. РЕАЛИЗАЦИЯ В ABAQUS .....	5
3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	6
4. ВЫВОДЫ.....	7

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Требуется рассчитать задачу сжатия пластины (см. Рисунок 1) с помощью метода конечных элементов в системе Abaqus и найти изменение площади элемента, используя Abaqus PDE.

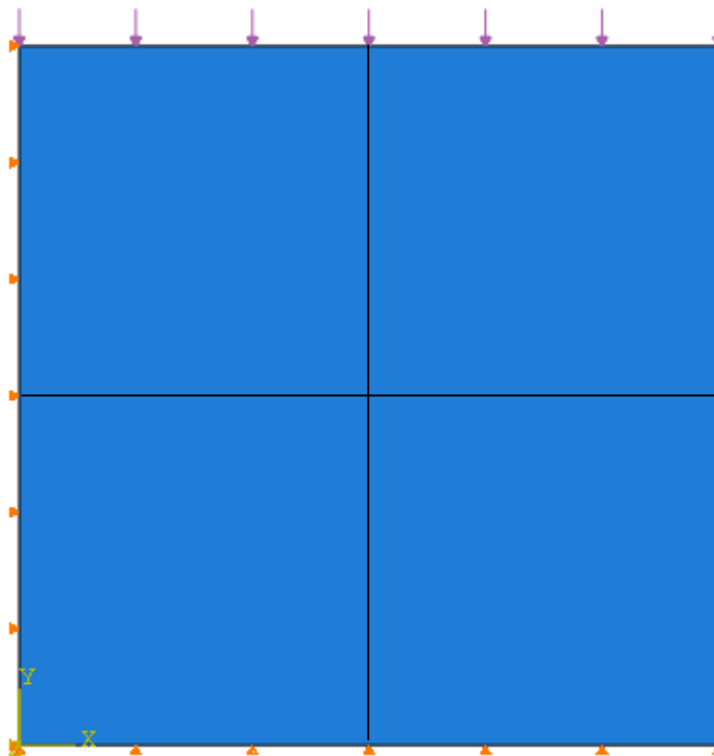


Рисунок 1. Пластина с изображенными граничными условиями, сеткой и приложенной нагрузкой

Известны модуль Юнга ( $2e11$  Па) и коэффициент Пуассона (0.35) материала пластины, величина распределенной нагрузки ( $1e10$  Н/м) и геометрические размеры пластины (квадрат со стороной 1 м).

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ В ABAQUS

Для нахождения площади элемента написана программа под Abaqus на языке Python. Для этого используется Abaqus PDE. Найдем площадь элемента до деформации:

```
import visualization
import customKernel
myMdb=openMdb('Test.cae')
myOdb=visualization.openOdb(path='Test.odb')
nodes=myMdb.models['Model-1'].rootAssembly.allInstances['Part-1-1'].nodes //нахождение узлов
элементов
x1 = nodes[0].coordinates[0]
y1 = nodes[0].coordinates[1]
x2 = nodes[1].coordinates[0]
y2 = nodes[1].coordinates[1]
x3 = nodes[3].coordinates[0]
y3 = nodes[3].coordinates[1]
x4 = nodes[4].coordinates[0]
y4 = nodes[4].coordinates[1]
Sb = (x3-x1)*(y3-y1) // нахождение площади элемента
```

Получили

$$S_b = 0.25 \text{ м}^2$$

Далее найдем площадь элемента после деформации. Если в первом случае мы нашли площадь по координатам узлов элементов, то в этом сначала находим приращения перемещений узлов, так как тело деформировалось.

```
dx1 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[0].data[0]
dy1 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[0].data[1]
dx2 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[1].data[0]
dy2 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[1].data[1]
dx3 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[3].data[0]
dy3 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[3].data[1]
dx4 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[4].data[0]
dy4 = myOdb.steps['Step-1'].frames[1].fieldOutputs['U'].values[4].data[1]
```

$$S_1 = 0.5 * ((x_2 + dx_2 - x_1 - dx_1)) * (y_3 + dy_3 - y_1 - dy_1)$$

$$S_2 = 0.5 * ((x_4 + dx_4 - x_3 - dx_3)) * (y_2 + dy_2 - y_3 - dy_3)$$

$$S_a = \text{abs}(S_1) + \text{abs}(S_2) \text{ // нахождение площади элемента}$$

Площадь элемента после деформирования

$$S_a = 0.24(9) \text{ м}^2$$

Отличие площадей  $S_b$  и  $S_a$  составляет  $10^{-14} \text{ м}^2$ . Полученные площади элементов отличаются не сильно, потому что перемещения узлов очень малы.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

С помощью написанного скрипта было найдено изменение площади левого нижнего элемента, которое оказалось равно  $8.09907696464052e-14$  м<sup>2</sup>.

#### **4. ВЫВОДЫ**

В данной работе был изучен инструмент Abaqus PDE на примере задачи расчета изменения площади элемента сжимаемой пластины.