**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

**Отчет по лабораторной работе №3**

**«Статическая и динамическая задачи о деформации балки»**

Выполнила:

студентка 3-го курса

кафедры «Теоретическая механика»

Сизова Е.А.

Проверил:

Ле-Захаров С.А.

Санкт-Петербург, 2015 г

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Постановка задачи………................................................................................ 3

2. Выполнение расчетов в ABAQUS ................................................................. 4

3. Результаты......................................................................................................... 5

4. Выводы.............................................................................................................. 17

**Постановка задачи**

Дана стальная балка(Рис.1). Необходимо решить следующие задачи:

1. Найти перемещения интересующих нас точек (A и B) по оси OY, вызванных действием заданной статической нагрузки. Построить эпюры перемещения.
2. Найти собственные частоты и собственные формы колебаний.
3. После статической нагрузки, убрать нагрузку с балки. Найти в разные моменты времени формы колебаний балки. Построить график изменения координат точек во времени.



Рис. 1. Схема балки.

Исходные данные:

L = 1 м – длина балки;

a = b = 0.03 м – размеры торца балки;

E = 2.1 \* 1011 – модуль Юнга для стали;

 = 0.3 – коэффициент Пуассона для стали;

F = 1000 Н – сила, приложенная к точке В;

Левый край – консоль (жесткая заделка).

**Выполнение расчётов в ABAQUS**

Первый пункт будем рассматривать сначала для случая, когда балка представлена как 2D объект с прямоугольным профилем, затем рассмотрим этот пункт для 3D объекта и сравним результаты. На Рис. 2. представлена конечно-элементная модель для 3D объекта(балки).



Рис. 2. Конечно-элементная модель 3D балки.

|  |  |
| --- | --- |
| **3D** | **2D** |
| $N\_{E}=189$(C3D8R)$$N\_{n}=80$$ | $N\_{E}=21$(B21)$$N\_{n}=20$$ |

Таблица 1. Количество точек(NE) и количество элементов(Nn) в разбиении балки.

**Результаты**

1. Перемещения точек А и В, эпюры перемещений.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 2D | 3D |
| U\_у,A | -0,00667071 | -0,0072481 |
| U\_у,B | -0,0235279 | -0,0241488 |
| U\_х,A | -2.50627E-005 | -1.94194E-005 |
| U\_х,B | -5.29101E-005 | -6.01821E-005 |

Таблица 2. Значения перемещения точек А и В.



График 1. Эпюры перемещений.

1. Собственные частоты и собственные формы колебаний

Таблица 3. Собственные частоты колебаний в случае 2D-объекта.

На Рис. 3.1 – 3.10 Представлены собственные формы. колебаний для первых 10 собственных частот.

 

Рис. 3.1 Собственная форма, соответствующая первой собственной частоте(157.82 рад/с).



Рис. 3.2 Собственная форма, соответствующая второй собственной частоте(984.07 рад/с).



Рис. 3.3 Собственная форма, соответствующая третьей собственной частоте(2735.5 рад/с).



Рис. 3.4 Собственная форма, соответствующая четвертой собственной частоте(5307 рад/с).



Рис. 3.5 Собственная форма, соответствующая пятой собственной частоте(8149.6 рад/с).



Рис. 3.6 Собственная форма, соответствующая шестой собственной частоте(8664.1 рад/с).



Рис. 3.7 Собственная форма, соответствующая седьмой собственной частоте(12753 рад/с).



Рис. 3.8 Собственная форма, соответствующая восьмой собственной частоте(17513 рад/с).



Рис. 3.9 Собственная форма, соответствующая девятой собственной частоте(22880 рад/с).



Рис. 3.10 Собственная форма, соответствующая десятой собственной частоте(24429 рад/с).

1. Формы колебаний балки без учета статической нагрузки. График зависимости положения точек от времени. На Рис. 4.1-4.12 приведены формы балки в разные моменты времени.



Рис.4.1Форма балки в момент времени Time=0.003



Рис.4.2Форма балки в момент времени Time=0.01



Рис.4.3Форма балки в момент времени Time=0.011



Рис.44Форма балки в момент времени Time=0.03



Рис.4.5Форма балки в момент времени Time=0.031



Рис.4.6Форма балки в момент времени Time=0.049



Рис.4.7Форма балки в момент времени Time=0.05



Рис.4.8Форма балки в момент времени Time=0.051



Рис.4.9Форма балки в момент времени Time=0.07



Рис.4.10Форма балки в момент времени Time=0.072



Рис.4.11Форма балки в момент времени Time=0.09



Рис.4.12Форма балки в момент времени Time=0.1

На рисунке 5 приведен график изменения координаты точки В по оси ОУ в разные моменты времени после снятия действующих нагрузок.



Рис 5. Изменение координаты точки B по оси OY после снятия нагрузок

На рисунке 6 приведен график изменения координаты точки А по оси ОУ в разные моменты времени после снятия действующих нагрузок.



Рис 6. Изменение координаты точки A по оси OY после действия нагрузок

**Выводы**

 В ходе выполнения данной работы была решена статическая задача о деформировании балки в двух различных постановках: в балочной и трёхмерной. Для этих случаев приведены перемещения по оси OY и OX в точках A и B(Таблица 2). Построена эпюра перемещений в этих точках (График 1.).

 В отчете приведены собственные частоты и формы первых 10 колебаний. Первая собственная частота равна 25.118 рад/c.

 При рассмотрении динамической части задачи приведены формы балки в разные моменты времени и построен график изменения координаты точек A и B по оси OY в зависимости от рассматриваемого момента.