

Отчет по лабораторной работе №4
«Расчет первых десяти собственных частот балки»

Выполнила:
студентка 3 курса
кафедры «Теоретическая Механика»
Погодина В. С.
Проверил:
Ле-Захаров С. А.

Постановка задачи

Имеется балка, опирающаяся на три шарнира. Сечение имеет вид трубы. Требуется найти первые 10 собственных частот балки. На рисунке 1 показана балка, а на рисунке 2 профиль балки. Ниже приведены модуль Юнга(E), масса(m), коэффициента Пуассона(ν) и геометрические параметры балки(h, l).

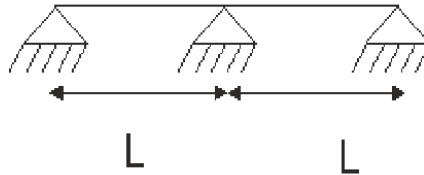


Рис. 1. Балка

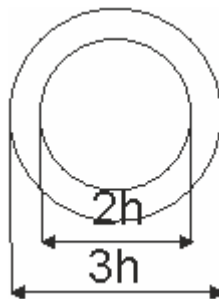


Рис.2 Профиль

$$L = 1 \text{ м}$$

$$h = 1 \text{ см}$$

$$E = 2e11 \text{ Па}$$

$$\nu = 0.35$$

Граничные условия заданы в соответствие с формулой 1.

$$U_{y|x=0} = 0 \begin{cases} U_{y|x=0} = 0 \\ U_{y|x=l/2} = 0 \\ U_{y|x=l} = 0 \\ U_{x|x=0} = 0 \\ U_{x|x=l/2} = 0 \end{cases}$$

Реализация в пакете Abaqus

Данная задача является двумерной задачей на нахождение собственных частот. Задача решается методом конечных элементов. Моделирование реализуется созданием двумерных элементов типа «Балка». Таким образом, строится сетка, размер элемента которого равен 0.01 м. Тип элемента B21. У каждого узла есть 2 перемещения и поворот вокруг оси, перпендикулярной этим двум. Ниже приведен эскиз балки. (Рис. 5). Задача решается в один шаг.

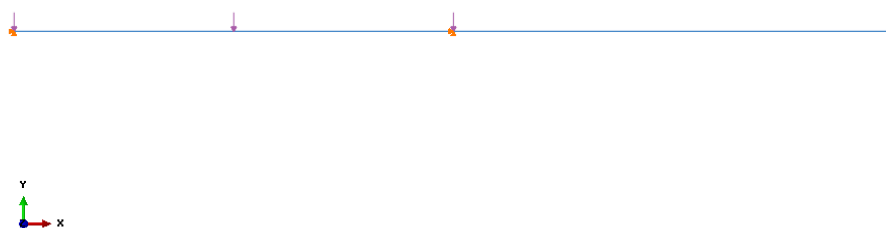
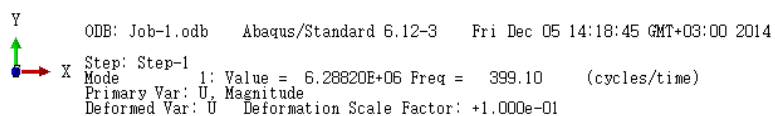
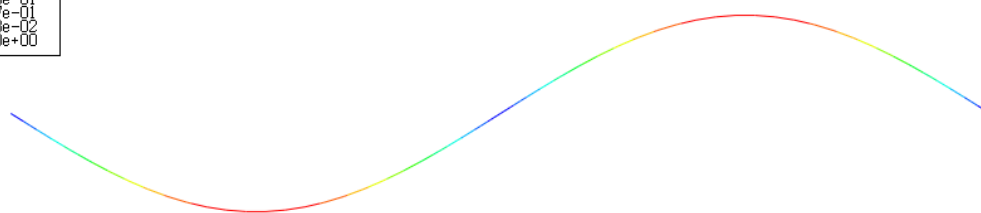
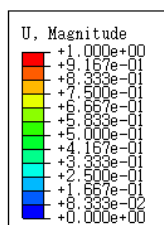


Рис. 5 Эскиз

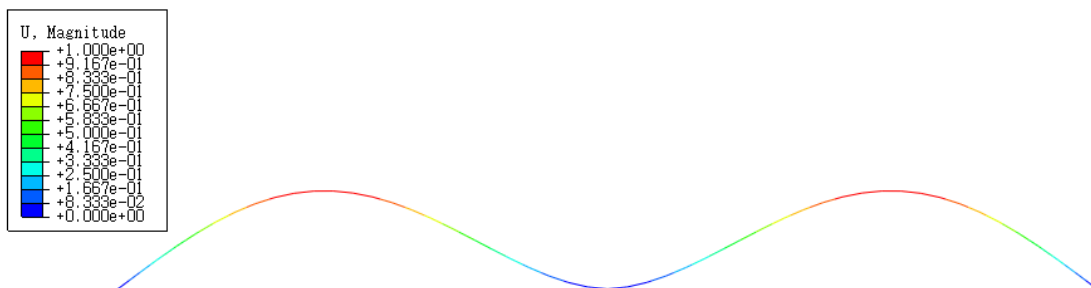
Численное решение

Ниже приведены значения частот и соответствующие им формы.

1.) $\omega_1 = 399.1$ Гц

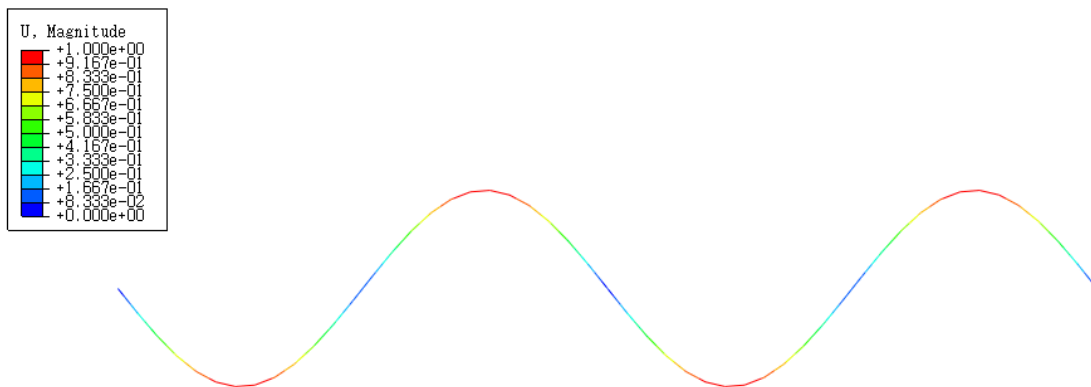


2.) $\omega_2 = 614.85$ Гц



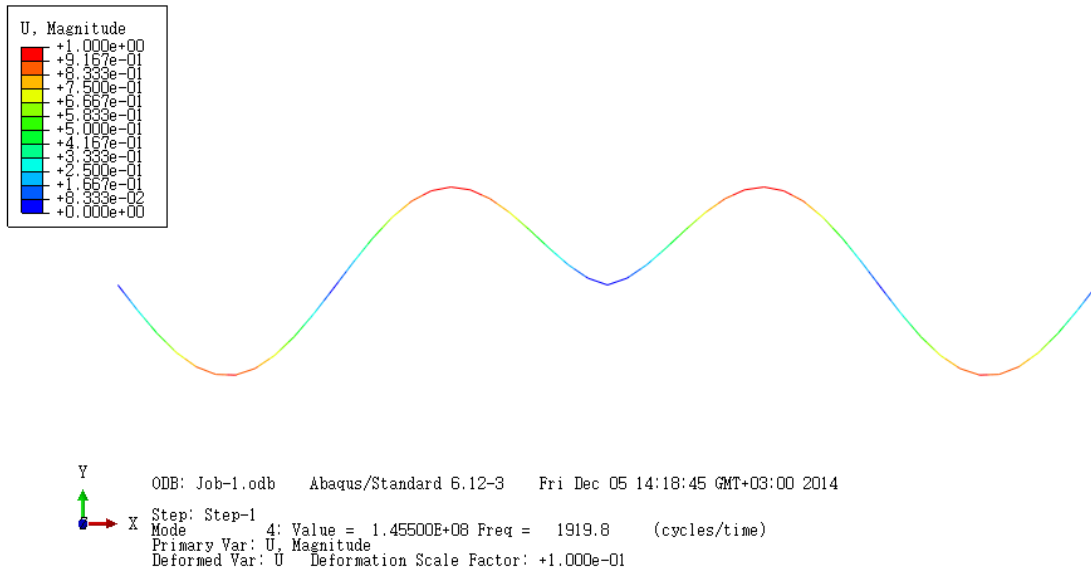
Y
X
ODB: Job-1.odb Abaqus/Standard 6.12-3 Fri Dec 05 14:18:45 GMT+03:00 2014
Step: Step-1
Mode 2: Value = 1.49243E+07 Freq = 614.85 (cycles/time)
Primary Var: U, Magnitude
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e-01

3.) $\omega_3 = 1553.5$ Гц

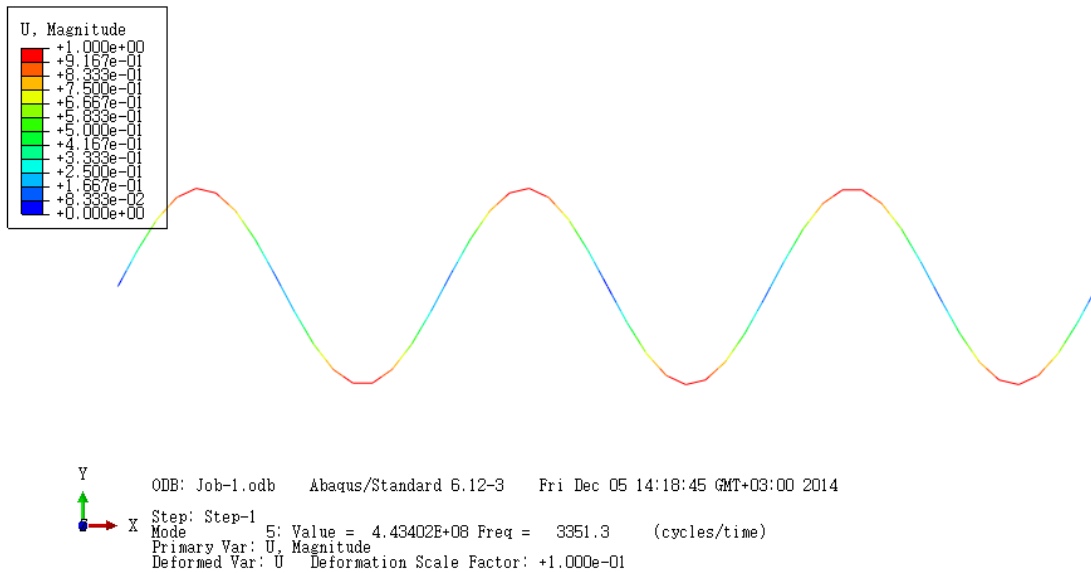


Y
X
ODB: Job-1.odb Abaqus/Standard 6.12-3 Fri Dec 05 14:18:45 GMT+03:00 2014
Step: Step-1
Mode 3: Value = 9.52732E+07 Freq = 1553.5 (cycles/time)
Primary Var: U, Magnitude
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e-01

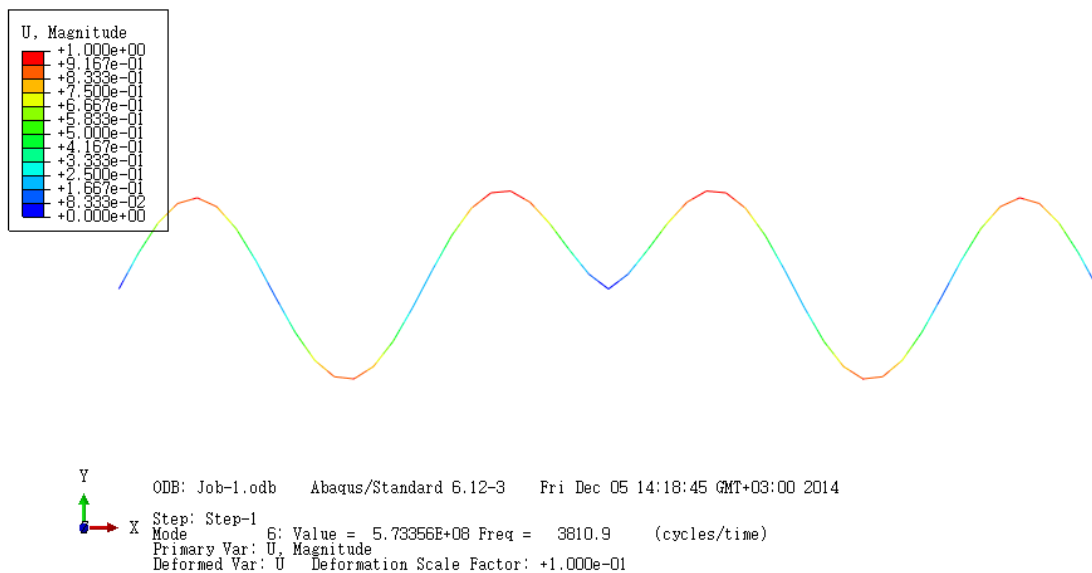
4.) $\omega_4 = 1919.8$ Гц



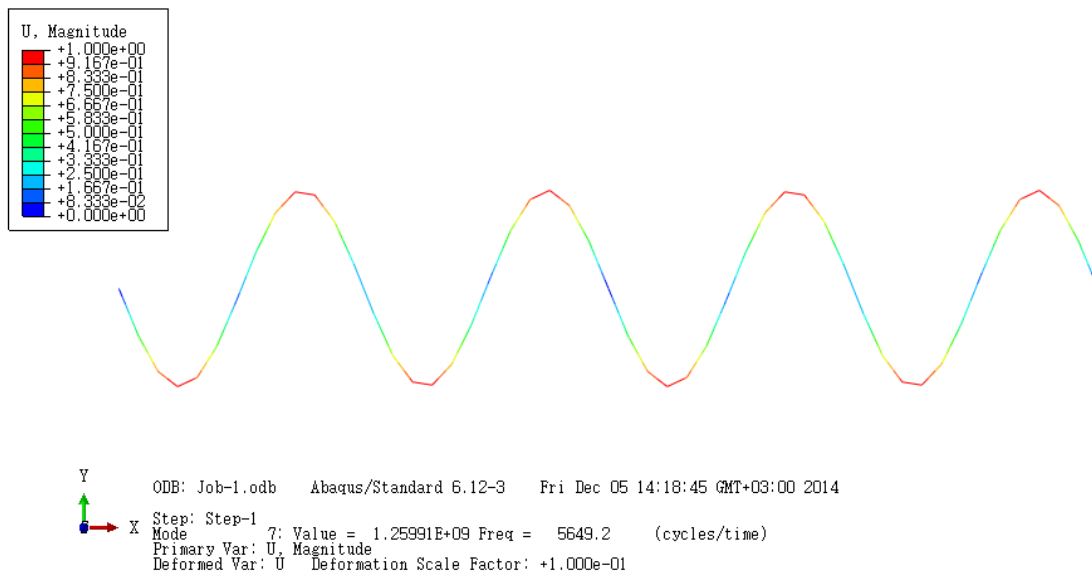
5.) $\omega_5 = 3351.3$ Гц



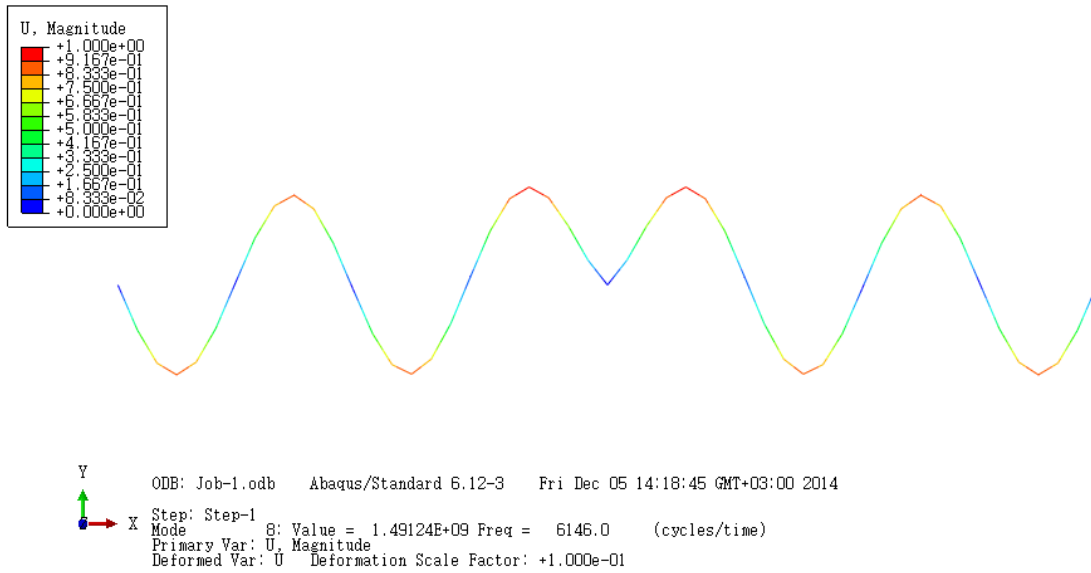
6.) $\omega_6 = 3810.9$ Гц



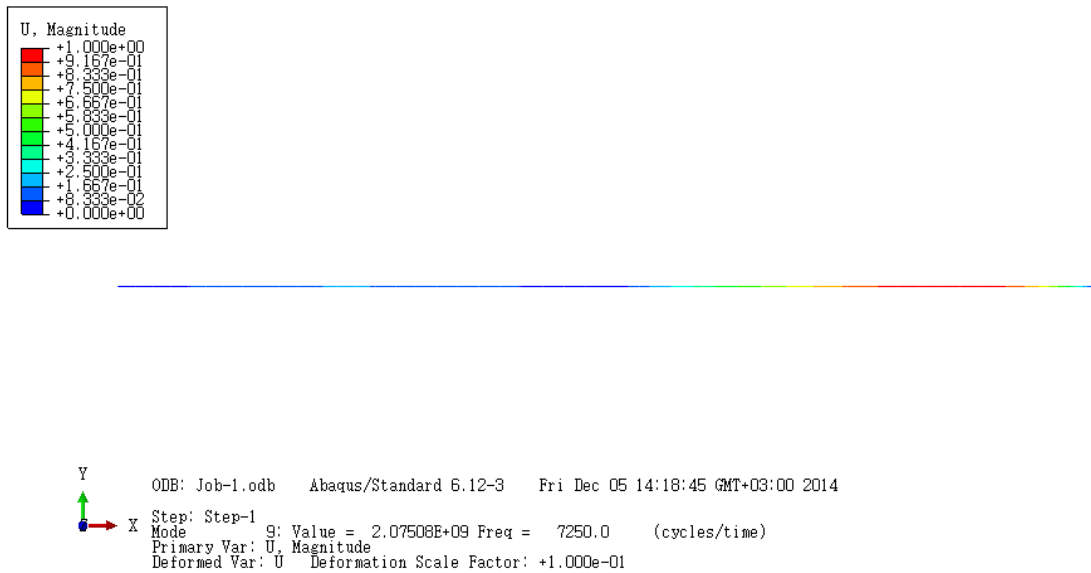
7.) $\omega_7 = 5649.2$ Гц



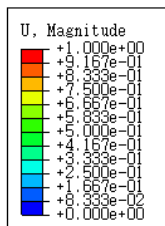
8.) $\omega_8 = 6146.0$ Гц



9.) $\omega_9 = 7250.0$ Гц



10.) $\omega_{10} = 7250.0$ Гц



Y
↑
X →

ODB: Job-1.odb Abaqus/Standard 6.12-3 Fri Dec 05 14:18:45 GMT+03:00 2014

Step: Step-1
Mode 10: Value = 2.07508E+09 Freq = 7250.0 (cycles/time)
Primary Var: U, Magnitude
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e-01

Выводы

Были найдены первые 10 частот балки и соответствующие им формы. Первая собственная частота поперечных колебаний: 399.1 Гц. Первая собственная частота продольных колебаний: 7250.0 Гц.