

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

ОТЧЕТ

о выполнении лабораторной работы по вычислительной механике
«Бесконечные элементы в Abaqus»



Выполнил
Опочанский А. А.



Руководитель работы
Ле-Захаров С. А.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2015

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	3
РЕАЛИЗАЦИЯ В ABAQUS.....	4
Случай конечного стержня.....	4
Случай бесконечного стержня.....	5
РЕЗУЛЬТАТЫ.....	6
Случай конечного стержня.....	6
Случай бесконечного стержня.....	7
ВЫВОДЫ.....	8

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Дана балка длиной $L = 1.5$ км, левый конец которой жестко заделан. Происходит кинематическое возбуждение колебаний. На Рисунке 1 отмечена точка наблюдения (x_0).



Рисунок 1. Балка (изображены граничные и начальные условия)

Балка сделана из материала с модулем Юнга $E = 2e11$ Па и плотностью $\rho = 7860$ кг/м³.

Требуется провести конечно-элементный расчет в системе Abaqus для двух случаев:

- 1) исследуемое тело представляет собой обычный стержень.
- 2) тело бесконечно справа, то есть правому концу присвоено свойство «бесконечный».

Для каждого из этих случаев получить зависимости смещения следующих точек:

- 1) точка передачи начального импульса
- 2) точка, находящаяся справа на некотором удалении от точки передачи начального импульса.

После сравнить полученные зависимости.

2. РЕАЛИЗАЦИЯ В ABAQUS

1) Случай конечного стержня

1.1) Эскиз, материал и сетка

На рисунке 2 представлены размеры стержня. Материалу присвоены характеристики инструментальной стали модуль Юнга $E=187e9 \text{ Па}$ и плотностью $\rho=7860 \text{ кг/м}^3$, коэффициент Пуассона $=0,3$. Скорость звука в такой среде, согласно табличным данным составляет 5150 м/с .

Модель представляет собой полосу из заданного выше материала размерами 1 на 1500 м. Сетка с шагом примерно 80м, элементам присвоен тип "Plane Stress"

При помощи инструмента "Create Partition" монолитная плоская полоска была разбита на отрезки, согласно рисунку 2.

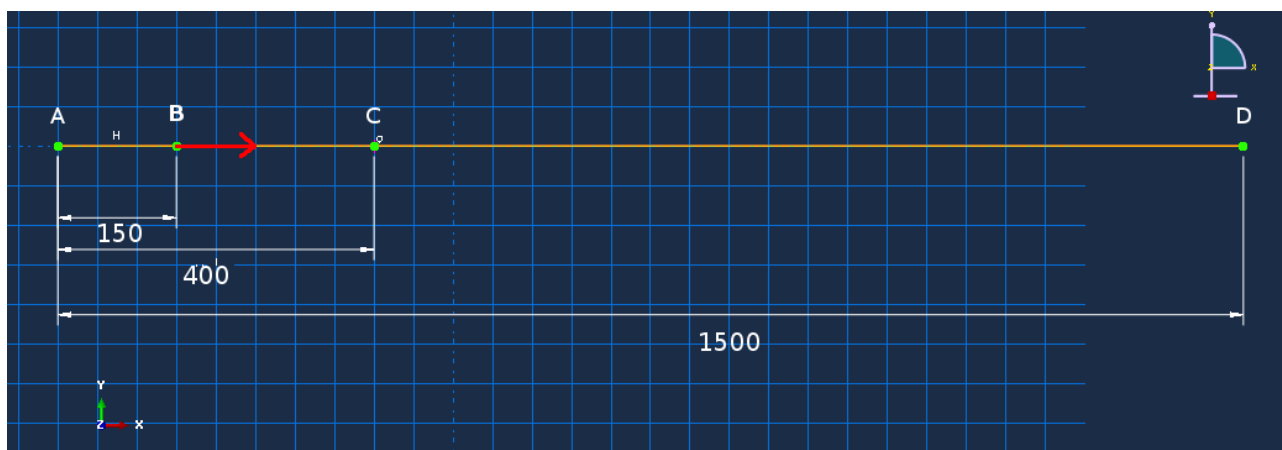


Рисунок 2. Размеры плоской полоски, м.

Граница А — левый заделанный конец стержня (left_end)

Граница В — граница, которой передаётся начальный импульс (impulse_border)

Граница С — граница наблюдения (watch_border)

Граница D — правая крайняя граница полоски (right_border)

1.2) Заделки и шаги моделирования

Границе А запрещаем перемещение по координате X. Назовём эти граничные условия BC-1.

Передачу импульса границе В реализуем следующим образом: пусть после взаимодействия она приобрела скорость V , после чего скорость этой точки линейно падала, пока не достигла 0 м/с , пройдя расстояние $a \text{ м}$. Для реализации этого в модели было создано 3 шага: "Initial", "impulse" и "free". На шаге "Initial" создаются граничные условия BC-1. На шаге "impulse" происходит смещение точки В на 0.41 м вправо, относительно её начального положения (реализовано при помощи создания заделки BC-2), за 0.01 с . Таким образом начальная скорость была равной 100 м/с . Далее, на шаге "free" действие граничных условий BC-2 снимается и в течении 1 секунды записываются положения координат точек В, С и D. Задача решается как двумерная динамическая методом конечных элементов. Тип шага «implicit».

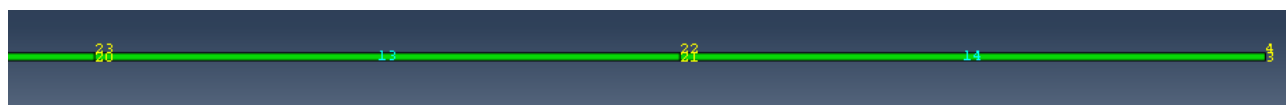
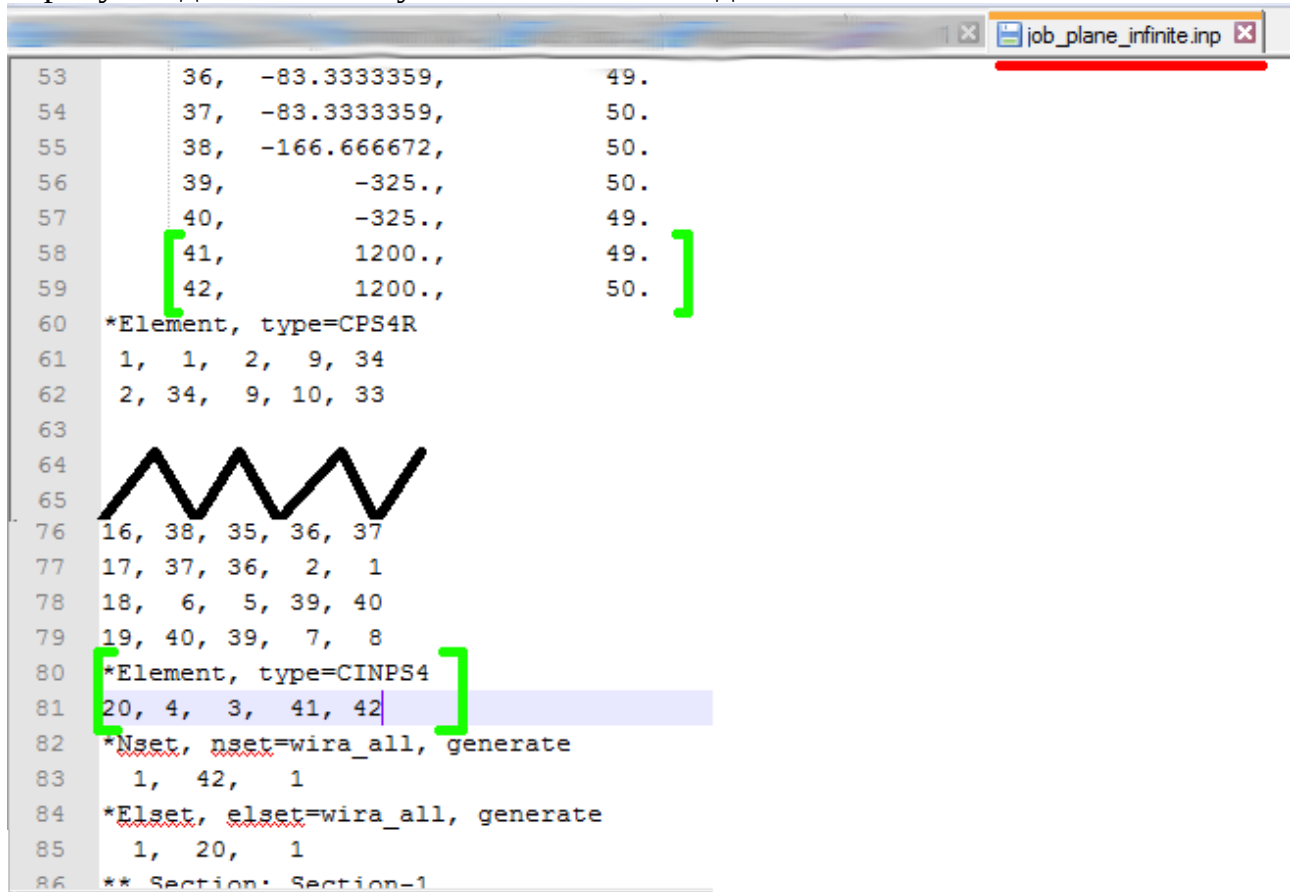


Рисунок 3. Правый конец пластины с пронумерованными узлами.

2) Случай бесконечного стержня

В задаче из предыдущего пункта волна, пущенная от границы В отразится от края D и может испортить картину. Чтобы вывести энергию волны из системы создадим бесконечный элемент. Для этого произведём редактирование `inp` файла, добавив в него ещё один элемент, зададим ему свойство «CINPS4», то есть бесконечный элемент.

На рисунке добавленные узлы и элементы выделены зелёным.



```
53      36, -83.3333359,      49.
54      37, -83.3333359,      50.
55      38, -166.666672,      50.
56      39,      -325.,      50.
57      40,      -325.,      49.
58      41,      1200.,      49.
59      42,      1200.,      50.
60 *Element, type=CPS4R
61   1,  1,  2,  9, 34
62   2, 34,  9, 10, 33
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76  16, 38, 35, 36, 37
77  17, 37, 36,  2,  1
78  18,  6,  5, 39, 40
79  19, 40, 39,  7,  8
80 *Element, type=CINPS4
81  20, 4,  3, 41, 42
82 *Nset, nset=wira_all, generate
83   1, 42,  1
84 *Elset, elset=wira_all, generate
85   1, 20,  1
86 ** Section: Section-1
```

Рисунок 4. Редактирование `inp` файла

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

1) Случай конечного стержня

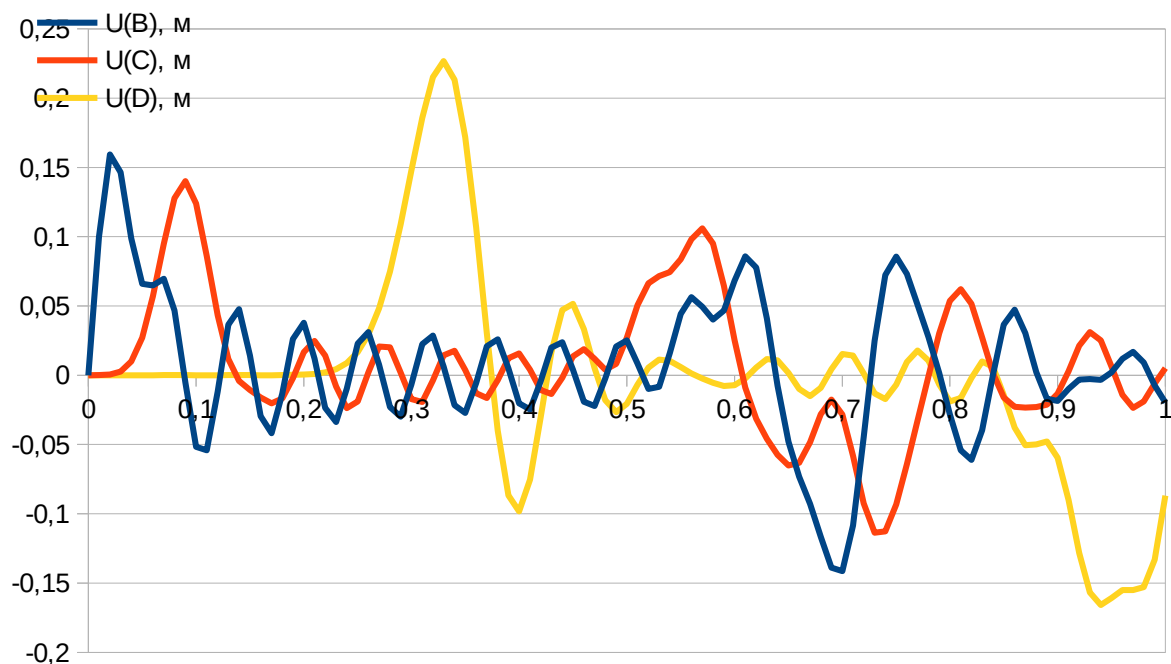


Рисунок 5. График зависимости смещения контрольных точек от времени.

В результате моделирования получаем график зависимости смещения контрольных точек от времени (рис. 3). По нему видно как волна, прошедшая от точки В отражается от правого конца (точка D).

Отметим интересное наблюдение: по графику на рисунке 3. можно вычислить скорость распространения волны.

По разности максимумов $U(B)$ и $U(C)$ получаем что волна прошла 250 м за 0,06 с скорость получается 4583 м/с, что такого же порядка как и табличная скорость звука в тонком стержне из инструментальной стали 5150 м/с.

2) Случай бесконечного стержня

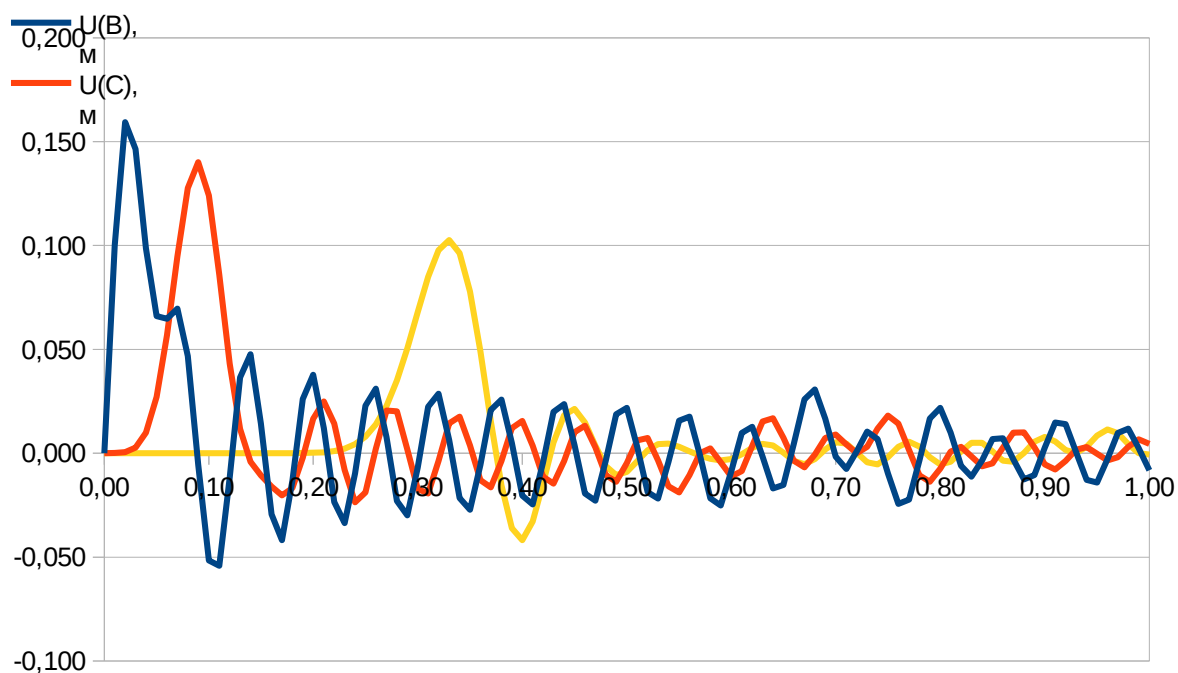


Рисунок 6. График зависимости смещения контрольных точек от времени.

В результате моделирования получаем график зависимости смещения контрольных точек от времени(рис. 3) . По нему видно как волна, прошедшая от точки В не отражается от правого конца(точка D), а уходит на бесконечность.

4. ВЫВОДЫ

В работе продемонстрировано применение элементов со свойством «CINPS4» – бесконечный элемент. Графики, полученные в ходе работы показывают эффект, вызываемый применением этого элемента. Кроме того в процессе выполнения работы была изучена структура in файла.