

## Лабораторная работа 4

### РАСЧЕТ СОБСТВЕННЫХ И УСТАНОВИВШИХСЯ КОЛЕБАНИЙ с использованием конечно-элементного пакета ANSYS и программы FlexPDE

**Индивидуальные задания** – тела в форме букв из лабораторной работы 2 (без кругового отверстия), либо можете рассмотреть другую область, состоящую из разных материалов. Для симметричных букв следует строить полную модель.

**Часть 1.** Пользуясь программами St2LM\_1.inp и St2LM.pde, напишите собственные программы для расчета первых собственных частот тонкой пластины заданной формы в ANSYS (командный режим) и FlexPDE. Разделите область пластины горизонтально на два различных материала. Нижнюю границу пластины жестко закрепите. Материальные параметры для двухслойной области следует взять из таблицы ниже. Проведите расчеты в условиях плоского напряженного состояния. Определите несколько первых собственных частот и формы колебаний на этих частотах.

**Часть 2.** Пользуясь программами Sl2LH\_AFC\_1.inp и St2LH\_AFC.pde, напишите собственные программы для расчета амплитудно-частотной характеристики пластины на заданном частотном интервале в ANSYS (командный режим) и FlexPDE. Задайте такие силовые факторы, которые могли бы возбуждать одну или две моды колебаний, полученных при расчете собственных частот (часть 1). Сравните несколько вариантов приложения нагрузки и определите, как это влияет на вычисление резонансных частот и результирующие картины деформированных форм на этих частотах. Приведите графики амплитудно-частотной характеристики для узлов с заданной сосредоточенной нагрузкой. Приведите картины деформированных форм на резонансных частотах и сравните с формами колебаний, полученных при расчете собственных частот.

Проверьте сходимость результатов (точность определения собственных и резонансных частот), проведя расчеты для различных размеров конечно-элементного разбиения.

Сравните результаты, полученные в ANSYS и FlexPDE.

Проанализируйте результаты, сделайте выводы и оформите отчет.

#### Требования к отчету.

Отчет должен содержать ФИО студентов, полное описание задачи, а также результаты, полученные с помощью конечно-элементного комплекса ANSYS в командном режиме (с текстом входных файлов), а также с помощью FlexPDE (с текстом входных файлов).

В качестве результатов расчетов приведите:

- конечно-элементную сетку с граничными условиями (для модального и гармонического анализа)
- рассчитанные значения первых нескольких собственных частот
- картины форм колебаний, соответствующих собственным частотам
- амплитудно-частотную характеристику для заданного узла (в ANSYS)

- расчет значений резонансных частот
- картины форм колебаний на резонансных частотах

Таблица 1

№ задания	Вид области	Номера материалов из таблицы 2
1	<b>A</b>	<b>1, 2</b>
2	<b>Г</b>	<b>3, 4</b>
3	<b>Д</b>	<b>5, 6</b>
4	<b>Е</b>	<b>7, 8</b>
5	<b>Ж</b>	<b>9, 10</b>
6	<b>И</b>	<b>11, 12</b>
7	<b>К</b>	<b>13, 14</b>
8	<b>Л</b>	<b>15, 16</b>
9	<b>М</b>	<b>17, 18</b>
10	<b>Н</b>	<b>19, 20</b>
11	<b>П</b>	<b>21, 22</b>
12	<b>Т</b>	<b>23, 24</b>
13	<b>X</b>	<b>1, 13</b>
14	<b>Ц</b>	<b>2, 14</b>
15	<b>Ш</b>	<b>3, 15</b>
16	<b>Щ</b>	<b>4, 16</b>
17	<b>F</b>	<b>5, 17</b>
18	<b>I</b>	<b>6, 18</b>
19	<b>L</b>	<b>7, 19</b>
20	<b>N</b>	<b>8, 20</b>
21	<b>V</b>	<b>9, 21</b>
22	<b>W</b>	<b>10, 22</b>
23	<b>Y</b>	<b>11, 23</b>
24	<b>Z</b>	<b>12, 24</b>
25	<b>Δ</b>	<b>1, 24</b>
26	<b>Σ</b>	<b>2, 23</b>
27	<b>Υ</b>	<b>3, 22</b>
28	<b>ϕ</b>	<b>4, 21</b>
29	<b>ϗ</b>	<b>5, 20</b>
30	<b>Λ</b>	<b>6, 19</b>
31	<b>Ł</b>	<b>7, 18</b>
32	<b>V</b>	<b>8, 17</b>
33	<b>Æ</b>	<b>9, 16</b>
34	<b>Z</b>	<b>10, 15</b>
35	<b>F</b>	<b>11, 14</b>
36	<b>K</b>	<b>12, 13</b>
37	<b>ƒ</b>	<b>1, 3</b>

38	<b>A</b>	<b>2, 4</b>
39	<b>Я</b>	<b>5, 7</b>
40	<b>A'</b>	<b>8, 10</b>

Таблица 2. Материальные свойства

№ задания	Материалы	Модуль Юнга $E$ , ГПа	Коэффициент Пуассона $\nu$
1	Алюминий	70-74	0.3-0.34
2	Бронза	112.78	0.32-0.35
3	Висмут	31.9	0.33
4	Железо	190-210	0.3-0.32
5	Золото	79	0.44
6	Кадмий	49.9	0.3
7	Каучук	0.00786	0.47
8	Константан	162.79	0.33
9	Латунь	89.24-97.09	0.32-0.42
10	Манганин	123.56	0.33
11	Медь	110-120	0.31-0.35
12	Никель	210	0.28
13	Платина	168	0.37
14	Плексиглас	5.25	0.35
15	Полиметилметакрилат	60	0.33
16	Резина	0,002	0.49
17	Свинец	16.67-18	0.42
18	Серебро	83	0.38
19	Сталь легированная	205.94	0.25-0.30
20	Сталь углеродистая	196.13-205.94	0.24-0.28
21	Стекло	49.03-78.45	0.24-0.27
22	Титан	116	0.32
23	Цинк	82.38	0.27
24	Чугун белый, серый	112.78-156.91	0.23-0.27

Данные материальных свойств из источника

Пустовалова О. Г., Дударев В. В. Решение задач теории упругости в конечно-элементном пакете FlexPDE [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. — 1 электрон. опт. диск (CD-R).