

## Лабораторная работа №2 РАСТЯЖЕНИЕ УПРУГОЙ ПЛАСТИНЫ С КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ

**Индивидуальные задания** – тела в форме букв.

Решите задачу о растяжении тонкой пластинки в форме буквы из **таблицы 1** с небольшим отверстием в середине. При построении области используйте свойства симметрии задачи, если это возможно. На верхних границах, задайте растягивающую нагрузку, а нижнюю границу пластинки жестко закрепите. Геометрические размеры области придумайте самостоятельно. Материальные параметры представлены в таблице ниже. Все входные данные переведите в выбранную систему единиц измерения (например, СИ). Проведите расчеты в условиях плоского напряженного состояния и в трехмерной постановке и сравните результаты. Определите максимальные напряжения и постройте графики поведения осевых напряжений вдоль пути, проходящего через точку их максимума. Проанализируйте сходимость перемещений  $u_x$  и  $u_y$  и характерных осевых напряжений, проведя расчеты для различных параметров конечно-элементного разбиения. Определите оптимальные параметры конечно-элементной сетки (сравните использование линейных и квадратичных КЭ). Определите, при какой толщине пластины результаты расчетов в трехмерной постановке уже не совпадают с результатами расчетов в условиях плоского напряженного состояния.

Проведите расчеты в ANSYS и FlexPDE. Сравните расчеты, полученные с помощью ANSYS и FlexPDE. Проанализируйте результаты и оформите отчет.

Требования к отчету.

Отчет должен содержать ФИО студента, полное описание задачи со схемой области и нанесенными на ней геометрическими размерами, а также результаты, полученные с помощью конечно-элементного комплекса ANSYS (приложите текст входного файла).

В качестве результатов расчетов приведите:

- конечно-элементную сетку с граничными условиями
- картину деформированной формы
- картины распределения перемещений ( $u_x$  и  $u_y$ )
- картину распределения вектора перемещений
- картины распределения напряжений (три компоненты  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{xy}$ ,  $\sigma_{yy}$ )
- картины распределения деформаций (три компоненты  $\varepsilon_{xx}$ ,  $\varepsilon_{xy}$ ,  $\varepsilon_{yy}$ )
- графики поведения осевых напряжений ( $\sigma_{xx}$  или  $\sigma_{yy}$ ) вдоль пути, проходящего через точку их максимума
- анализ сходимости перемещений (можно представить в виде таблицы или графиков)
- выводы по полученным результатам

Таблица 1

№ задания	Вид области	Материал	Модуль Юнга $E$ , ГПа	Коэффициент Пуассона $\nu$
1	<b>A</b>	Алюминий	70-74	0.3-0.34
2	<b>Г</b>	Бронза	112.78	0.32-0.35
3	<b>Д</b>	Висмут	31.9	0.33
4	<b>Е</b>	Железо	190-210	0.3-0.32
5	<b>Ж</b>	Золото	79	0.44
6	<b>И</b>	Кадмий	49.9	0.3
7	<b>К</b>	Каучук	0.00786	0.47
8	<b>Л</b>	Константан	162.79	0.33
9	<b>М</b>	Латунь	89.24-97.09	0.32-0.42
10	<b>Н</b>	Манганин	123.56	0.33
11	<b>П</b>	Медь	110-120	0.31-0.35
12	<b>Т</b>	Никель	210	0.28
13	<b>Х</b>	Платина	168	0.37
14	<b>Ц</b>	Плексиглас	5.25	0.35
15	<b>Ш</b>	Полиметилметакрилат	60	0.33
16	<b>Щ</b>	Резина	0,002	0.49
17	<b>Ф</b>	Свинец	16.67-18	0.42
18	<b>І</b>	Серебро	83	0.38
19	<b>L</b>	Сталь легированная	205.94	0.25-0.30
20	<b>N</b>	Сталь углеродистая	196.13-205.94	0.24-0.28
21	<b>V</b>	Стекло	49.03-78.45	0.24-0.27
22	<b>W</b>	Титан	116	0.32
23	<b>Y</b>	Цинк	82.38	0.27
24	<b>Z</b>	Чугун белый, серый	112.78-156.91	0.23-0.27
25	<b>Δ</b>	Алюминий	70-74	0.3-0.34
26	<b>Σ</b>	Бронза	112.78	0.32-0.35
27	<b>Ў</b>	Висмут	31.9	0.33
28	<b>Ў</b>	Железо	190-210	0.3-0.32
29	<b>Ѡ</b>	Золото	79	0.44
30	<b>ѡ</b>	Кадмий	49.9	0.3
31	<b>Ѣ</b>	Каучук	0.00786	0.47
32	<b>Ѥ</b>	Константан	162.79	0.33
33	<b>Æ</b>	Латунь	89.24-97.09	0.32-0.42
34	<b>Z</b>	Манганин	123.56	0.33
35	<b>F</b>	Медь	110-120	0.31-0.35
36	<b>К</b>	Никель	210	0.28
37	<b>Ѹ</b>	Платина	168	0.37
38	<b>A</b>	Плексиглас	5.25	0.35
39	<b>Д</b>	Полиметилметакрилат	60	0.33
40	<b>A</b>	Резина	0,002	0.49

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).