

## Лабораторная работа № 2

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА С АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ: УСТАНОВИВШИЕСЯ КОЛЕБАНИЯ УПРУГОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ В АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

### Индивидуальные задания

Написать программу на языке APDL ANSYS для расчета задачи о взаимодействии твердого тела с акустической средой в режиме установившихся колебаний в двумерной постановке (осесимметричная задача или задача о плоской деформации).

Предварительно решить задачу о собственных колебаниях упругого тела. Найти первые собственные частоты и оценить возможность их возбуждения заданными внешними воздействиями  $F = \tilde{F} \exp[i2\pi ft]$  или  $p_r = \tilde{p}_r \exp[i2\pi ft]$ . В итоге выбрать частотный интервал в окрестности первой (из возбуждаемых) резонансной частоты.

Оценить значение радиуса расположения акустических конечных элементов FLUID129 или импедансных акустических границ и размеры конечных элементов.

Построить амплитудно-частотную характеристику смещений в характерной точке. Для резонансной частоты получить деформированную форму упругого тела, распределения давления в акустической среде и график изменения акустического давления вдоль характерного пути.

Провести расчеты при различной плотности конечно-элементной сетки и для нескольких значений радиуса акустической среды и найти его подходящее значение.

Проанализировать результаты и оформить отчет. Отчет должен содержать данные об исполнителе, описание задачи, а также указанные выше результаты, полученные с помощью вычислительного комплекса ANSYS.

При моделировании использовать следующие значения материальных констант изотропных сред, заданных в системе СИ:

- сталь с модулем Юнга  $E=2 \cdot 10^{11}$  (Н/м<sup>2</sup>), коэффициентом Пуассона  $\nu=0.29$  и плотностью  $\rho=7860$  (кг/м<sup>3</sup>);
- медь с модулем Юнга  $E=1.2 \cdot 10^{11}$  (Н/м<sup>2</sup>), коэффициентом Пуассона  $\nu=0.33$  и плотностью  $\rho=8900$  (кг/м<sup>3</sup>);
- титан с модулем Юнга  $E=1.12 \cdot 10^{11}$  (Н/м<sup>2</sup>), коэффициентом Пуассона  $\nu=0.32$  и плотностью  $\rho=4500$  (кг/м<sup>3</sup>);
- морская вода со скоростью звука  $c_a=1560$  (м/с) и с плотностью  $\rho_a=1030$  (кг/м<sup>3</sup>);

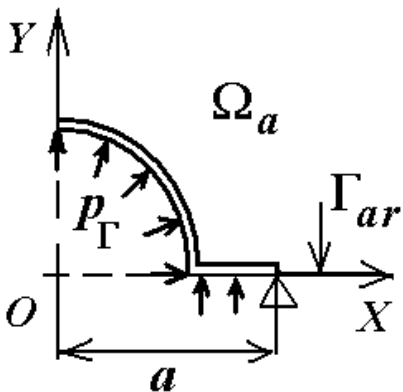
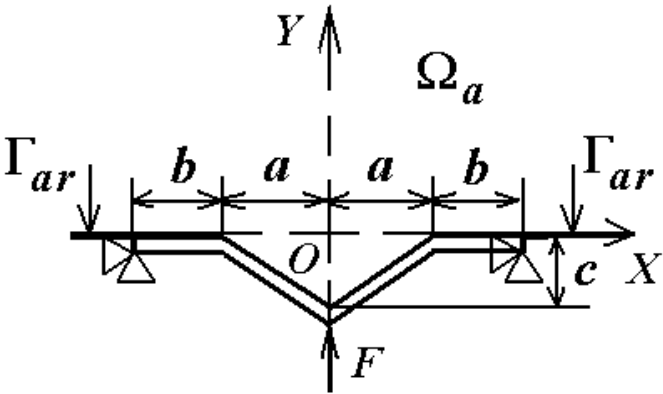
- пресная вода со скоростью звука  $c_a=1500$  (м/с) и с плотностью  $\rho_a=1000$  (кг/м<sup>3</sup>);
- воздух со скоростью звука  $c_a=340$  (м/с) и с плотностью  $\rho_a=1.2$  (кг/м<sup>3</sup>).

Варианты индивидуальных заданий собраны в следующей таблице 1. (По возможности учитывайте симметрию задачи!)

Сосредоточенные воздействия  $\tilde{F}$  имеют здесь размерность Н/м, так как в действительности для плоской деформации они распределены вдоль линии, параллельной оси  $z$ , а для осесимметричной задачи – вдоль окружности с радиусом  $R_f$ , равным координате  $X$  точки приложения силы на меридиональном сечении. В ANSYS для осесимметричной задачи значение силы надо умножать на длину окружности  $2\pi R_f$ . Таким образом, в случае задания сосредоточенной силы  $\tilde{F}$  для осесимметричной задачи надо использовать значение  $2\pi R_f \tilde{F}$ , а для плоской деформации – значение  $\tilde{F}$ . (Исключение для осесимметричной задачи составляет случай задания силы  $\tilde{F}$  на оси вращения, т.е. при  $R_f=0$ . Здесь  $\tilde{F}$  имеет размерность Н, и используется именно это значение  $\tilde{F}$ .)

Всюду на рисунках ниже  $\Omega_a$  – акустическая область,  $\Gamma_{ar}$  – поверхность акустической области с граничными условиями жесткой стенки.

Таблица 1 Варианты заданий

№	Вид излучателя	Входные данные и условие задачи
1.		<p>Осесимметричная задача. Материал излучателя – титан, внешний радиус купола <math>R_1 = 0.2</math> м, толщина <math>h = 0.01</math> м, <math>a = 0.3</math> м. Акустическая среда (морская вода) заполняет область со стороны внешней нормали к поверхности излучателя радиуса <math>R_1</math>, <math>\tilde{p}_\Gamma = 50</math> Н/м<sup>2</sup>.</p>
2.		<p>Плоская деформация. Материал излучателя – титан, толщина <math>h = 0.02</math> м, <math>a = 0.4</math> м, <math>b = c = 0.3</math> м. Акустическая среда (воздух) заполняет область со стороны внешней нормали к верхней поверхности излучателя, <math>\tilde{F} = 100</math> Н/м.</p>

Распределение вариантов

№	№ задания	ФИО студента
1	1	Долгополова Диана
2	2	Коршикова Анастасия