

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕШЕНИИ ЗАДАЧ АКУСТИКИ В ANSYS

Акустика применяется в исследовании генерации, распространения, поглощения и отражения волн звукового давления. Приведём некоторые приложения акустики:

- Акустические радары
- Разработка дизайна концертных залов, с целью равномерного распределения звукового давления
- Минимизация шума в магазинах
- Подавление шума в автомобиле
- Подводная акустика
- Дизайн колонок, динамиков корпусов, акустические фильтры, шумоглушители и многие другие подобные устройства
- Геофизическая разведка

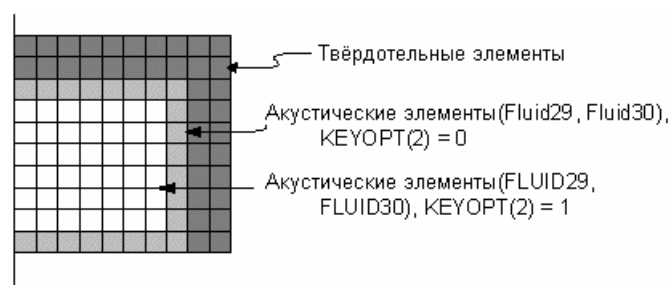
Среди множества акустических задач, обычно интерес представляет нахождение распределения давления в жидкости для различных значений частот, градиентов давления, скорости частиц, уровня звукового давления, а также рассеяния и дифракции, передачи, излучения, ослабления и рассеяния акустических волн. В ANSYS предполагается, что жидкость несжимаемая, но при этом могут быть сравнительно небольшие изменения давления по отношению к среднему значению давления. Кроме того, предполагается, что жидкость не течет и невязкая (нет диссипативных эффектов).

В ANSYS можно решить различные задачи акустики, выполняя гармонический анализ отклика системы. В процессе решения находится распределение давления в жидкости от гармонического (по синусоиде) воздействия. Указав диапазон частот для нагрузки, можно найти распределение давления на различных частотах. Также можно выполнить модальный анализ и анализ переходных процессов.

Типы конечных элементов. Константы элементов и материалов

Четыре типа элемента в ANSYS предназначены для акустического анализа: FLUID29 и FLUID30 используются для моделирования жидкости, размерность 2-D и 3-D соответственно. Элементы FLUID129 и FLUID130 используются вместе с FLUID29 и FLUID30, чтобы продлить решение на бесконечность. Элементы FLUID29 и FLUID30 могут находиться в контакте с твёрдотельными элементами (либо внутри или вне структуры), например с PLANE42, SOLID45, и т.д. Элементы FLUID129 и FLUID130 могут находиться в контакте только с FLUID29 и FLUID30 соответственно.

Для акустических элементов, которые контактируют с твердотельными элементами, обязательно нужно использовать опцию элементов KEYOPT(2)=0 (разрешением взаимодействия). Это приводит к несимметричной конечно-элементной матрице. Для всех других акустических элементов, нужно установить KEYOPT(2) = 1, что позволит получить симметричную конечно-элементную матрицу. Симметричные матрицы требуют гораздо меньше места в памяти и машинного времени, так что необходимо использовать их там, где это возможно.

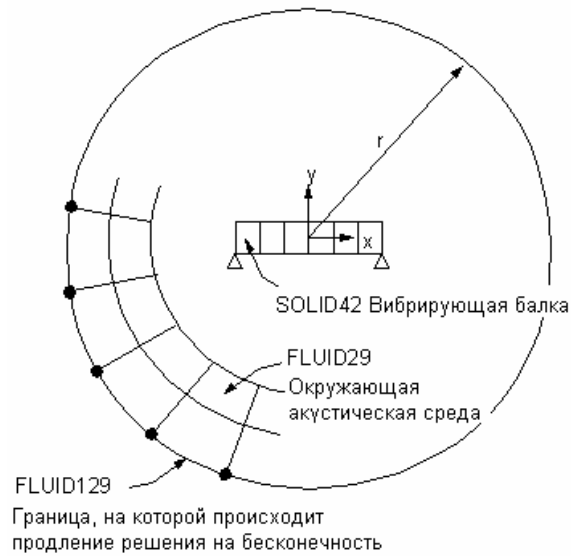


При решении акустических задач в ANSYS необходимо задать следующие значения констант материала для акустических элементов: DENS – плотность жидкости, SONC – скорость звука.

Если существует поглощение звука на границе раздела сред, то используется константа MU, чтобы указать коэффициента поглощения β . Значение β обычно определяется из экспериментальных измерений.

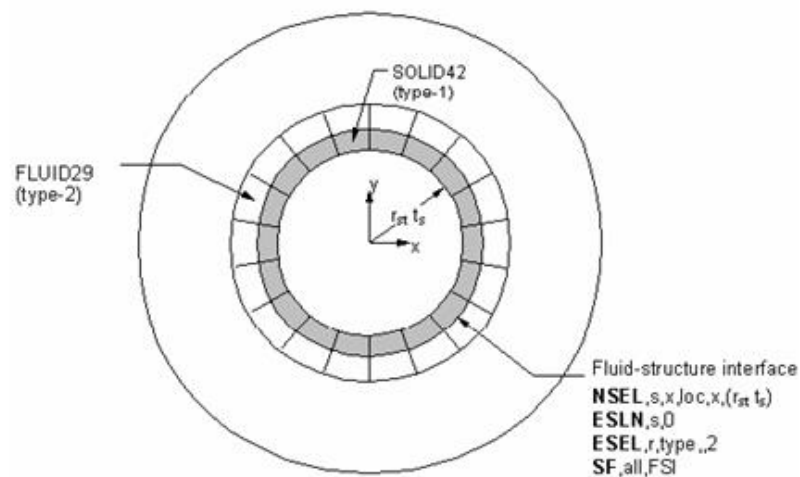
При использовании FLUID129 и FLUID130, граница основной сетки конечных элементов должна иметь форму окружности (для 2-D и осесимметричных элементов) или сферы (для 3-D). Радиус окружности или сферической границы ограниченной области, а также координаты центра окружности или сферы должны быть указаны в константах элемента.

Использование бесконечных элементов дает хорошие результаты, как для низких, так и для высоких частот. Численные эксперименты показали, что хорошая точность решения достигается при расположении бесконечных элементов приблизительно на расстоянии 0.2λ за пределами области, которую занимает твердое тело. Здесь $\lambda = c/f$ – доминирующая длина волны волн давления, c – скорость звука (SONC) в жидкости, f – доминирующая частота волн давления. Например, в случае погружения кольца или сферической оболочки диаметра D , радиус внешней границы RAD, на которую должны быть помещены бесконечные элементы, должен быть равен примерно $(D/2) + 0.2 \lambda$. Также, при проведении акустического анализа важно, чтобы сетка конечных элементов была достаточно мелкой для вычисления минимальной доминирующей частоты.



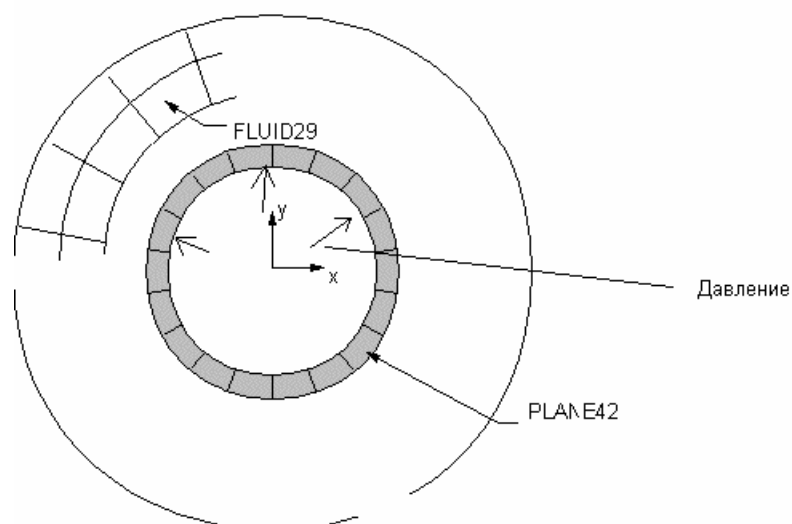
Разбиение на конечные элементы

При решении данного класса задач необходимо выполнить ряд операций, для того чтобы акустическое и твёрдое тело взаимодействовали по общей границе. Для этого необходимо выбрать все узлы твёрдого тела, которые лежат на границе взаимодействия. Затем следует выбрать элементы акустического тела, которые лежат на этой же границе. После этого необходимо выполнить команду `SF,all,FSI`. Ниже приведён пример выполнения данной операции.



Нагрузки

Возможны различные варианты приложения нагрузок. Обычно нагрузка (сила, давление, перемещения) прикладывается к твёрдому телу, контактирующему с акустической средой. На рисунке приведён пример задания нагрузок в модели. К твёрдому телу (длинная труба) прикладывается внутреннее давление, изменяющееся по гармоническому закону. Данная нагрузка передаётся на акустическую среду через границу раздела.



Просмотр результатов

В ANSYS программа записывает результаты гармонического акустического анализа в структурный файл результатов Jobname.RST. Результаты состоят из следующих данных:

Первичные данные

- Узловые давления
- Узловые перемещения

Вторичные данные

- Узловые и элементные градиенты давления
- Узловые и элементные напряжения
- Элементные силы
- Узловые силы реакции

Можно просматривать эту информацию, используя постпроцессоры POST1 или POST26.