

## Раздел 6.2

# Упражнение: расчет на флаттер



# Упражнение 6.2

- В этом упражнении будут рассмотрены следующие возможности
  - Ввод данных, путем редактирования входного файла .bdf для NASTRAN
  - Импортрование структурной и аэродинамической модели во Flighloads из файла .bdf, настройка параметров расчета и расчет.

# Упражнение 6.2

- 6.2-1 ha145e – тонкая пластина в аэродинамической трубе
- 6.2-2 половина модели ЛА – антисимметричная модель
- 6.2-3 обтекатель двигателя
- 6.2-4 половина модели ЛА – симметричная модель

# Упражнение 6.2 –1

## Анализ проблем библиотеки HA145e

1. Подключить ha145e.bdf напрямую в Natran и сравнить полученный результат с результатом предсказанным в Aeroelastic Analysis User's Guide
2. Сделайте следующие изменения в ha145e.bdf
  - Выбрать метод расчета на флаттер - PK
  - Выполнить расчет на флаттер на скоростях 200,300,400,450,500 и 600 ft/sec (не забудьте перевести в in./sec).
  - Получить собственные вектора на скоростях 450 и 500 ft/sec.
  - Установить DISP=ALL
  - Изменить NORM=MASS ( по умолчанию ) на EIGR в bulk data
  - Задать PARAM POST 0  
PARAM OPPIPA 1  
получить результаты в XDB файле

# Упражнение 6.2 –1

## Анализ проблем библиотеки НА145е

- Запустите расчет и сравните результаты, полученные с помощью РК и KE методов.
- Отобразите собственные вектора в PATRAN
- Если используется NASTRAN 70.7, перезапустите расчет с PARAM POST –1 получите файл .OP2 , отобразите собственные вектора PATRAN, иначе используйте для получения и отображения результатов файл .XDB.

### 3. Импортируйте ha145e\_flds.bdf во Flightloads

- Импортировать структурную модель

- Импортировать аэродинамическую модель или создать свою аэродинамическую модель исходя из того что аэродинамическая сетка должна иметь размерность 6x12

- Исходные данные для расчета на флаттер приведены ниже

```
Mach No for MK pairs 0.45
```

```
K for MK pairs
```

```
      .001      0.10      0.12      0.14      0.16      0.20
```

```
Flutter Data
```

```
Relative Density 0.967
```

```
Mach No .45
```

```
K      .20000  .16667  .14286  .12500  .11111  .10000
```

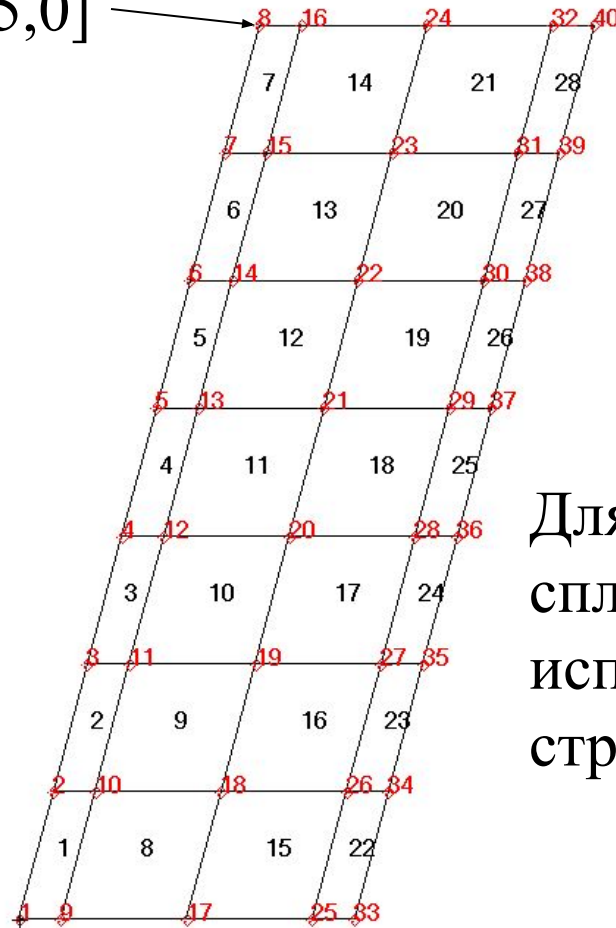
```
Reference Chord 2.0706
```

```
Reference Density 1.1092-7
```

- Сравнить результаты с результатами, представленными в руководстве пользователя

Хорда = 2.07

[1.48, 5.525, 0]



[0,0,0]

Для создания  
сплайнов  
используйте все узлы  
структурной модели



# Упражнение 6.2 –2

## Антисимметричная модель

Результаты расчета на собственные значения, полученные в Упражнении 2 теперь используются для определения параметров расчета на флаттер для пожарной модели.

- Файл для упражнения example4\_flutt.bdf
- Примечание: эта модель имеет граничные условия, характеризующие антисимметричность модели, однако, при решении вы получите только антисимметричные собственные значения.
- В предыдущем расчете частоты были в диапазоне от 1.274 до 17.856 hz
- Скоростной диапазон 22 м/с ... 134 м/с
- Длина хорды = 1.3
- Запустите расчет на флаттер с параметрами  $M = 0.1$  и  $V = 30 \dots 140$  м/с и соответствующими значениями  $k$  для расчетного случая, коэффициент плотности - 0.8 и 0.6.

# Упражнение 6.2 –2

## Антисимметричная модель

- Определите точку флаттера, используя данные из файла F06 .
- Сравните частоты с полученными частотами в неподвижном воздухе
- Отредактируйте .bdf файл: добавьте скорость, соответствующую скорости флаттера, что бы получить собственные вектора.
- Перезапустите расчет с PARAM POST –1 и PARAM OPHPRIA 1, используя файл .OP2, отобразите полученные собственные вектора в PATRAN

# Упражнение 6.2 –2

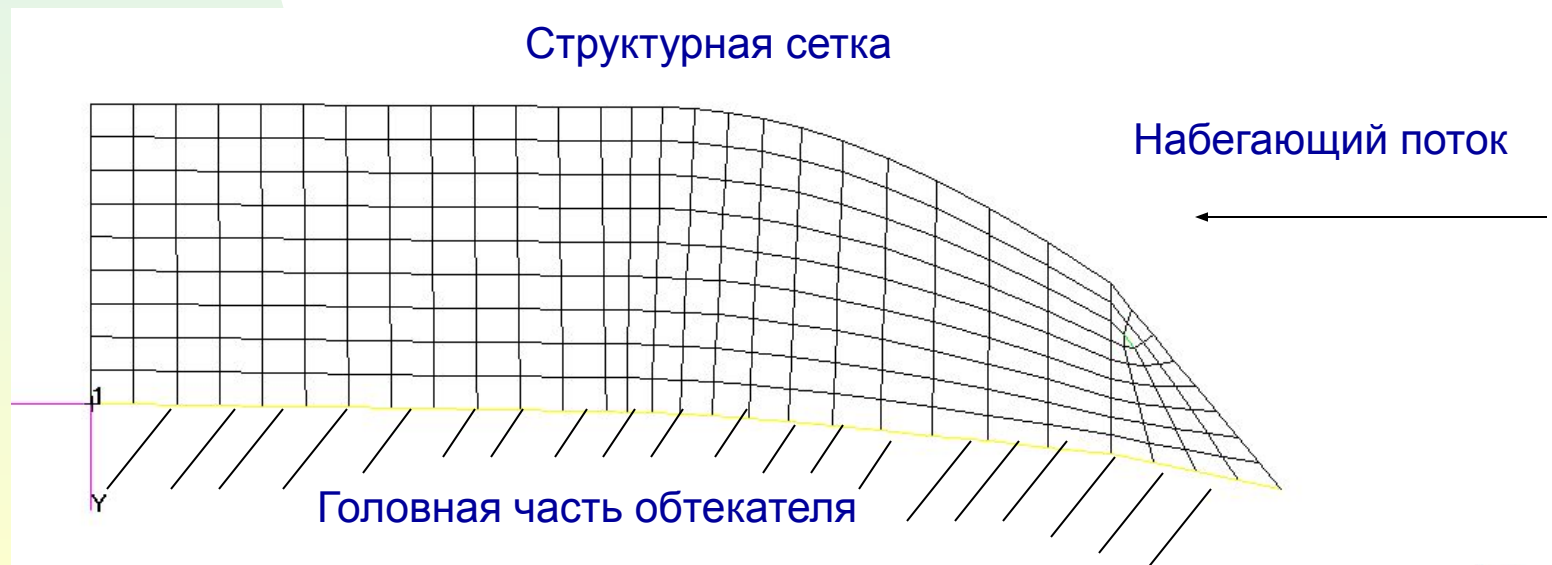
## Антисимметричная модель

- Решение
- Точка 4 располагается в диапазоне скоростей 80 ... 90 м/с (2.13 ... 2.33 hz) точка флаттера характеризуется снижением коэффициента плотности и несущественным ростом скорости.
- Флаттер элерона связан с антисимметричным изгибным тоном и проявляется на на 4-ом тоне в неподвижном воздухе, значение которого 1.274 Hz

# Упражнение 6.2 –3

## Обтекатель двигателя

- Импортировать структурную модель strake.bdf
- Запустите расчет на собственные частоты, получите собственные значения
- Модель аэродинамической сетки: внимательно определите плоскость симметрии и создайте сплайны по своему усмотрению.
- Данные, необходимые для решения задачи представлены на следующей странице.



# Упражнение 6.2 –3

## Обтекатель двигателя

Число Маха: 0.1, 0.8

PARAM WTMASS: .00259

REF CHORD: 28.1784 in

REF DENSITY: 1.147-07 in

DENSITY RATIOS: 1.0 0.6 0.3369 0.1581 0.0719

# Упражнение 6.2 –3

## Обтекатель двигателя

- Результаты – собственные частоты

Собственные частоты

1	8.567277E+01
2	1.031582E+02
3	1.346166E+02
4	1.804329E+02
5	2.451039E+02
6	3.192253E+02
7	3.563760E+02
8	4.086743E+02
9	4.292180E+02
10	4.483886E+02

- Результаты – расчет флаттера

Точка флаттера соответствует второму тону и находится между 19000 in/c и 20000 in/c (около 938 Kts)

# Упражнение 6.2 – 4

## Симметричная модель

Модель из Упражнения 1 теперь используется для определения собственных значений, параметров флаттера, порыва и расчета отклика на импульсную нагрузку.

- Измените тип решения в `example1a_trim.bdf` на SOL103, удалите данные в Case Control, необходимые для расчета SOL144 и добавьте карту METHOD. Добавьте карту EIGRL в bulk data, запрашивающую 10 тонов.  
( Примечание: существующие данные о расчете SOL144 могут не удаляться из bulk data, так как они не активируются из Case Control)  
Если у вас мало времени, то вы можете использовать файл `example5a_modes.bdf`
- Исследуйте полученные собственные тона в PATRAN

# Упражнение 6.2 – 4

## Симметричная модель

- Теперь выполните расчет флаттера, исправив файл предыдущей модели. Из примера 4 используйте карты данных о флаттере.
- Используйте диапазон частот полученный из предыдущего расчета
- Диапазон скорости 80 м/с ... 400 м/с
- $b = 1.3$
- Используйте первые 4 ненулевых тона (установите EIGRL f1 = .1)
- Запустите расчет флаттера с параметрами  $M = 0.9 \dots 1.5$  и  $V = 80 \dots 400$  м/с и задайте значения  $k$  для расчетного случая, 3000м (коэффициент плотности .742), 6000м (.539), 9000м (.381) и 12000м (.255)
- Если у вас недостаточно времени то используйте файл `example5a_flutt.bdf`



# Упражнение 6.2 – 4

## Симметричная модель

- Определите точку флаттера, используя данные из файла F06 .
- Сравните частоты с полученными частотами в неподвижном воздухе
- Отредактируйте .bdf файл: добавьте скорость, соответствующую скорости флаттера, что бы получить собственные вектора.
- Перезапустите расчет с PARAM POST -1 и PARAM OPHPRIA 1, используя файл .OP2, отобразите полученные собственные вектора в PATRAN

# Упражнение 6.2 – 4

## Симметричная модель

- Результаты
- Собственные частоты (расчет в неподвижном воздухе)

0	rbm
6.4	изгиб крыла
18.1	local panel
19.9	изгиб оперения
20.3	local panel
26.9	local panel
28.9	local panel
30.0	local panel
32.9	local panel
35.1	local panel

- Флаттер возникает при значениях Числа маха свыше 1.0 для 1-го, 2-го и 3-го упругого корня
- На дозвуковых режимах корни не найдены