# Моделирование случайного кинематического воздействия на конструкцию с учётом преднагруженного состояния

С.А. Сергиевский Московский офис MSC



# Анализируемая конструкция

#### 🗋 Внутренне давление

Случайная нагрузка, прикладываемая в двух местах





#### Анализ влияния давления на собственные колебания конструкции Файл tube-test-02.dat

**SOL 103** 



# Результат влияния преднагрузки на собственные колебания 7-12 частоты собственных колебаний <u>без</u> преднагрузки

4.024501E+01 4.113594E+01 4.383533E+01 5.805606E+01 5.908952E+01 6.279641E+01 4.080841E+01 4.114142E+01 4.546114E+01 6.911430E+01 7.106975E+01 7.261095E+01



7-12 частоты собственных колебаний <u>с</u> преднагрузкой



# Приложение случайных нагрузок

- Две гармонические нагрузки
- Постоянное внутреннее давление





### Основное соотношение

#### Вычисление отклика на случайное воздействие



# Вычисление корреляционной функции и дисперсии

$$R_{XX}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{0}^{\infty} S_{XX}(\omega) e^{i\omega t} d\omega;$$

$$R_{XY}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{0}^{\infty} S_{XY}(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

$$R_{XX}(0) = \frac{1}{2\pi} \int_{0}^{\infty} S_{XX}(\omega) d\omega$$



## Вычисление передаточных функций

#### **SOL 111**

```
Преднагрузка
SUBCASE 1
 LOAD = 2
SUBCASE 2
 METHOD = 10
 STATSUB = 1
 DLOAD = 1
 FREQUENCY = 101
 DISPLACEMENT(PLOT,SORT1,REAL)=ALL
SUBCASE 3
 METHOD = 10
 STATSUB = 1
 DLOAD = 21
 FREQUENCY = 301
 DISPLACEMENT(PLOT,SORT1,REAL)=ALL
BEGIN BULK
PARAM POST
PARAM INREL -1
......
SUPORT 89
            123456
EIGRL,10,,,12
PSHELL 1 .....
CQUAD4 1 .....
```

Вычисление передаточной функции по первому "входу"

Вычисление передаточной функции по второму "входу"

Вывод результатов в файл .xdb !!!



### Вычисление передаточных функций

+

+

#### 🔲 Файл tube-test-04.dat

GRID ..... LOAD 2 1. 1. 1 **PLOAD4** 1 ..... PLOAD4 1 ..... **\$ Loads for Load Case : SC 2** RLOAD2 1 0 22 11 DAREA 22 79 1 1.0 **TABLED1 11** 0. 1. 1.0E+6 1.0 ENDT + FREQ1 101 20. 2. 90 **\$** Loads for Load Case : SC 3 RLOAD2 21 32 31 0 DAREA 32 157 1 1.0 **TABLED1 31** 0. 1. 1.0E+6 1.0 ENDT + FREQ1 301 20. 2. 90 **ENDDATA** 

Описание мест приложения и направления <u>единичных</u> нагрузок (соответствующих <u>случайным</u> нагрузкам)



#### Вычисление характеристик отклика

- С помощью меню Fields MSC.Patran ввести зависимости реальных и мнимых частей спектральных плотностей входного воздействия от частоты
- Запустить процессор расчёта отклика на случайное воздействие Utilities -> Applications -> MSC.Random...



# Меню MSC.Random



"Переключатель" типов анализа: Freq. Response <u>RMS Analysis</u> Read RMS XY Plots



# **RMS** Analysis

- Select XDB File...
- Random Input...
- Наиболее общий случай:
  - Combine Cases
  - Uncoupled

#### 🗋 Пример:

- СП по первому "входу" Field.11
- СП по второму "входу" Field.11
- Реальная часть взаимной СП первого-второго "входов" – Field.31
- Мнимая часть взаимной СП первого-второго "входов" равна нулю



# **RMS** Analysis

#### **Random Analysis Input** Random Input Method: Auto Spectral Density Oncoupled C Combine Cases Complete One or More Rows (Similar to MSC.Nastran RANDPS card) PSD Input fields Excited Set Applied Set Complex X Complex Y Input Field Field.11 Field.31 E 2 12 I Field.11 (1.0 (0.0 (1.0 E3 13 I Field.11 (0.0) E2 13 | Field.31 (1.0 (0.0) E Complex X Complex Y Applied Set Input Field Complex X Complex Y Excited Set Applied Set Complex X Complex Y Excited Set Input Field Excited Set Applied Set Input Field Complex X Complex Y Input Field Complex X Excited Set Applied Set Complex Y 1 ×. Applied Set Input Field Complex X Complex Y Excited Set Applied Set Input Field Excited Set Complex X Complex Y Excited Set Applied Set Input Field Complex X Complex Y Update List Box Applied Set Input Field Complex X Excited Set Complex Y Excited Set Complex X Complex Y Applied Set Input Field • Excited Set Annlied Set Input Field Complex X Complex Y Clear SpreadSheet Interpolation Scheme X Axis: Log 🔻 Y Axis: Log 🔻 Close



Close ... Apply

## **Меню XY Plots**





# **XY** Plots

- 🔲 Задать номер узла
- Выбрать интересующую характеристику (ускорение, скорость, перемещение, …)
- Выбрать компоненту (х, у, z, φ<sub>x</sub>, φ<sub>v</sub>, φ<sub>z</sub>)
- 🔲 Выбрать тип графика
  - PSDF СП
  - CRMS "кумулятивное" значение среднеквадратического значения "выходного" параметра
  - Auto Corr. корреляционная функция
- Apply



















