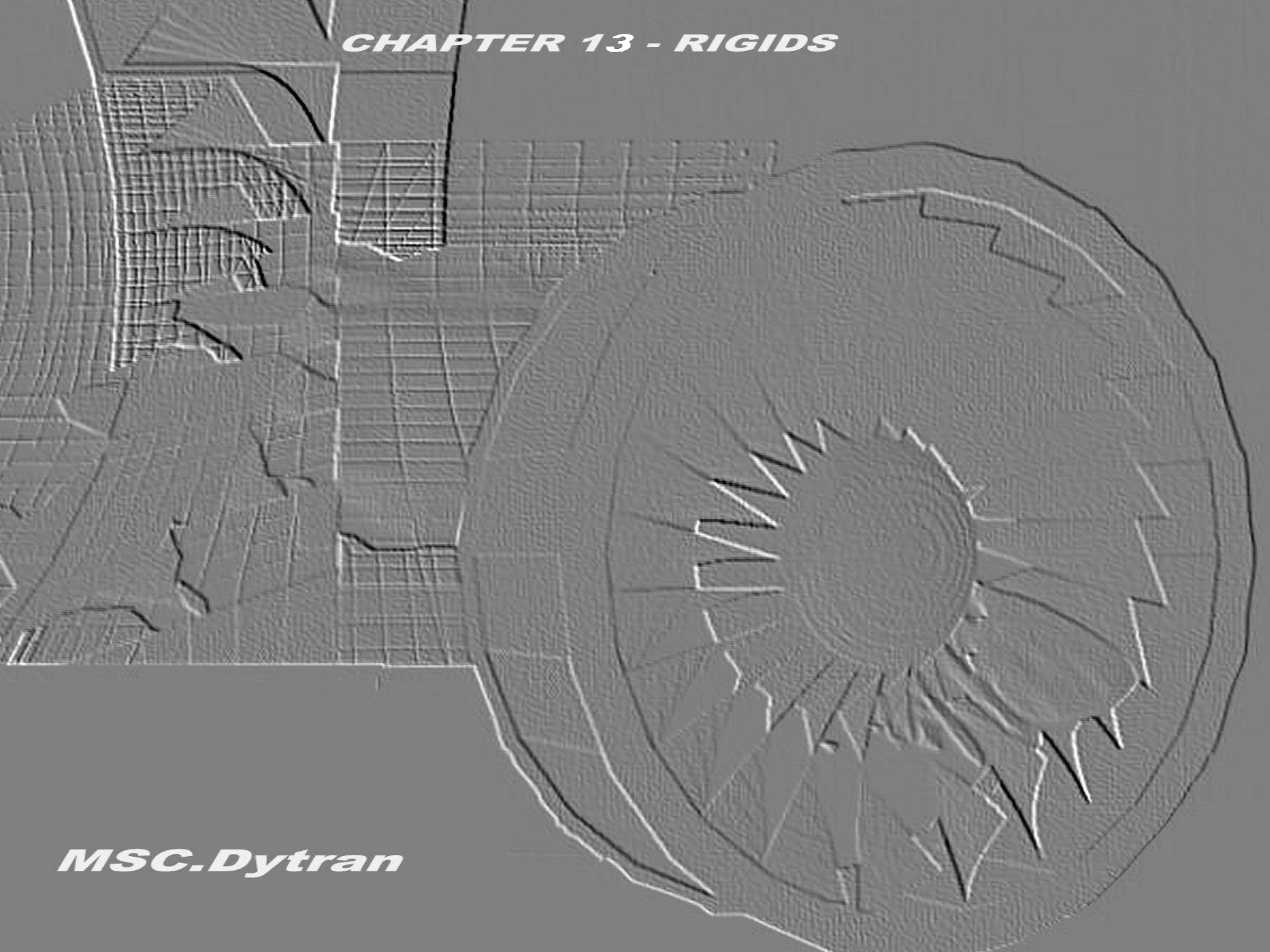


**CHAPTER 13 - RIGIDS**



**MSC.Dytran**

## СОДЕРЖАНИЕ

- Типы жёстких тел
- Жёсткие поверхности
- Жёсткий материал
- Нагружение жёстких тел
- Закрепления жёстких тел

## ТИПЫ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

- В MSC.Dytran можно применить жёсткие тела следующих типов:
  - Жёсткие поверхности произвольной формы
  - Тела, представленные конечными элементами из жёсткого материала
  - Элемент – жёсткое тело

## ЖЁСТКИЕ ПОВЕРХНОСТИ - RIGID

- ❑ Многогранная поверхность произвольной формы
- ❑ Свойства жёстких поверхностей должны быть заданы пользователем
  - Координаты центра масс
  - Масса
  - Моменты инерции
- ❑ Может быть задана начальная скорость жёсткой поверхности
- ❑ Пример: жёсткое тело, заданное поверхностью 333, имеет массу 200 и все моменты инерции  $1 \cdot 10^5$ , центр масс в начальный момент времени имеет координаты (1., 1., 1.), начальная скорость равна 100 в положительном направлении по оси z

```

SURFACE, 333, , PROP, 111
SET1, 111, 222
RIGID, 25, 333, 200., , 1., 1., 1., , +
+, , , , 100., , , , +
+, , 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5
    
```

## ЖЁСТКИЙ МАТЕРИАЛ - MATRIG

- ❑ **Материал интерпретируется как жёсткий элемент**
  - Не имеет значения, сколько элементов и/или свойств использовано для задания такого жёсткого тела – в процессе решения все они обрабатываются как один элемент
  - Имя единого элемента: **MR**<номер материала>
  - Нетребовательное в вычислительном плане решение
  
- ❑ **Свойства тела, “сделанного” из жёсткого материала (MATRIG) могут быть заданы пользователем**
  - Обычно, пользователю достаточно заменить оператор описания материала (например, DMATER) на оператор MATRIG, после чего MSC.Dytran будет вычислять свойства жёсткого тела на основе геометрии и массовой плотности
  - В то же время пользователь может сам задать координаты центра масс, массу и моменты инерции жёсткого тела

## ЖЁСТКИЙ МАТЕРИАЛ - MATRIG

- ❑ Пример: тело, заданное жёстким материалом 19, характеристики которого вычисляются MSC.Dytran на основе геометрии и массовой плотности

MATRIG, 19, 7850.

- Имя жёсткого тела – MR19

- ❑ Пример: тело, заданное жёстким материалом 200, с начальными координатами центра масс (0., 7., -3.1), массой и моментами инерции, заданными пользователем, имеет начальную скорость 10 в положительном направлении оси x

MATRIG, 200, , 210.0E9, 0.3, 1000., 0.0, 7.0, -3.1, +

+, 17.0, 13.2, 14.3, 0., 0., 10., , +

+, 10., 0., 0., 0., 0., 0.

Плотность не задана, величины модуля упругости и коэффициента Пуассона значения не имеют

Моменты инерции

Начальные скорости

- Имя жёсткого тела – MR200

## ЭЛЕМЕНТ-ЖЁСТКОЕ ТЕЛО – RBE2-FULLRIG

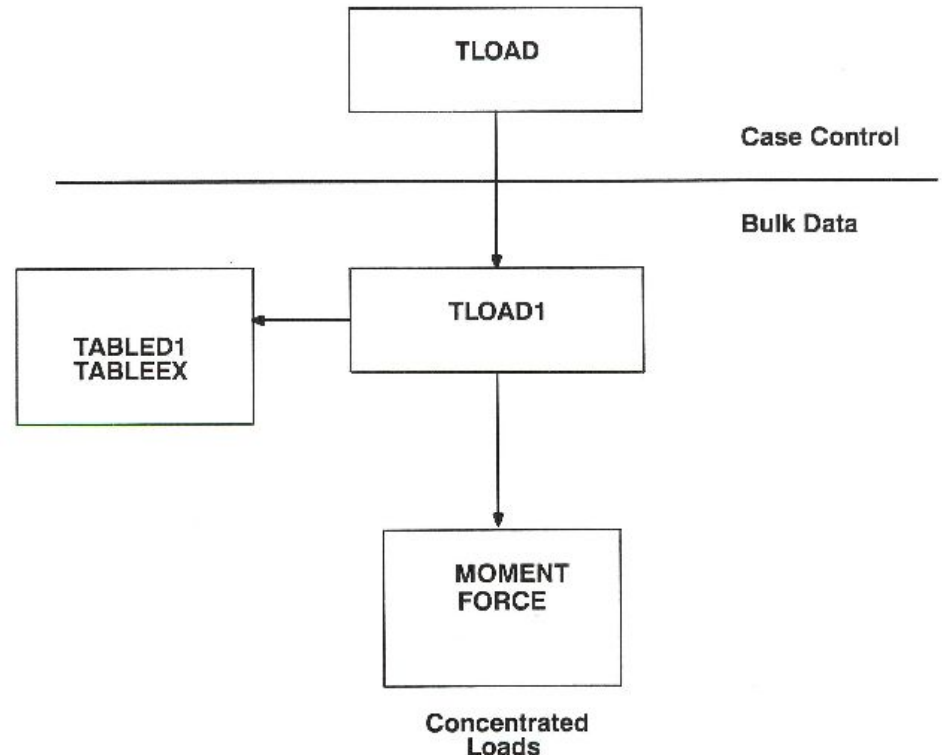
- **Задаётся набор узлов, которые формируют жёсткое тело**
  - Этот оператор позволяет таким образом “связать” степени свободы отдельных узлов, что они всегда перемещаются как единое целое
  - Свойства такого жёсткого тела вычисляются MSC.Dytran с учётом масс, ассоциирующихся с узлами, входящими в элемент RBE2-FULLRIG
  - Имя жёсткого тела – FR<номер материала>
  
- **Пример: узлы с 1 по 28 и 55 ведут себя как жёсткое тело**

RBE2,12,55,FULLRIG,1,THRU,28

- Имя жёсткого тела – FR12

## НАГРУЖЕНИЕ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

- ❑ Задание зависимостей нагрузок от времени
- ❑ Для приложения нагрузок к жёстким телам в операторе TLOAD1/TLOAD2 необходимо положить TYPE=13
- ❑ Операторы Bulk Data TLOAD1/TLOAD2 необходимо инициировать оператором Case Control
- ❑ Неинициированные операторы TLOAD1/TLOAD2 игнорируются
- ❑ Нагрузки прикладываются к центру масс жёсткого тел





## НАГРУЖЕНИЕ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

- Пример: изменяющаяся во времени сила прикладывается к жёсткому телу 19, заданного жёстким материалом

```
TLOAD = 1
BEGIN BULK
...
MATRIG, 19, 7850.
TLOAD1, 1, 444, , 13, 12
FORCE, 444, MR19, , 100., 0., 0., 1.
TALED1, 12, , , , , , +
+, 0., 0., 1., 1., ENDT
```

- Пример: изменяющаяся во времени сила прикладывается к жёсткой поверхности

```
TLOAD = 1
BEGIN BULK
...
RIGID, 19, 333, 200., , 1., 1., 1., , +
+, , , , 100., , , , , +
+, , 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5, 1.0E5,
TLOAD1, 1, 444, , 13
FORCE, 444, 19, , 100., 0., 0., 1.
```

## НАГРУЖЕНИЕ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

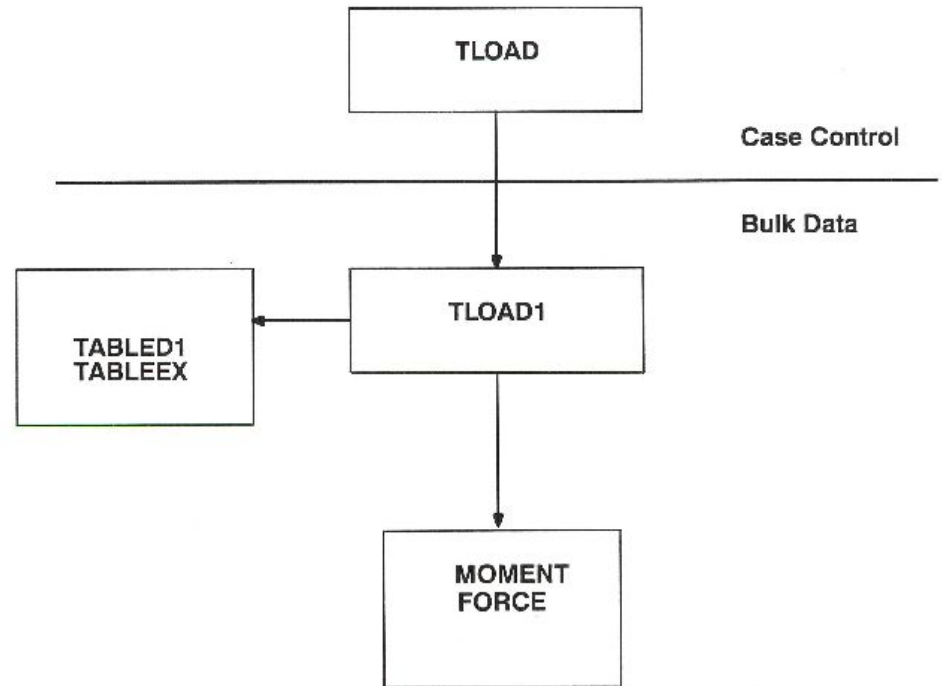
- Пример: сила и момент прикладываются к жёсткому телу, заданному элементом RBE2-FULLRIG 19

```

TLOAD = 1
BEGIN BULK
...
RBE2, 19, 55, FULLRIG, 1, THRU, 28
TLOAD1, 1, 444, , 13
FORCE, 444, FR19, , 100., 0., 0., 1.
MOMENT, 444, FR19, , 100., -1., 0., 0.
    
```

## ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

- ❑ Задание зависимостей скоростей от времени
- ❑ Для задания скорости жёсткого тела в операторе TLOAD1/TLOAD2 необходимо положить TYPE=12
- ❑ Операторы Bulk Data TLOAD1/TLOAD2 необходимо инициировать оператором Case Control
- ❑ Неиницированные операторы TLOAD1/TLOAD2 игнорируются
- ❑ Заданные зависимости скоростей относятся к центру масс жёсткого тела



## ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

- Пример: задаётся изменяющаяся во времени скорость жёсткого тела 19 (MATRIG) вдоль оси z; в направлении осей x и y тело свободно

```

TLOAD = 1
BEGIN BULK
...
MATRIG, 19, 7850.

TLOAD1, 1, 444, , 12, 13

FORCE, 444, MR19, ,100., , , 1.

TABLED1, 12, , , , , , +

+, 0., 0., 1., 1., ENDT
    
```

Поля оставлены пустыми: по направлениям x и y тело свободно

## ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЖЁСТКИХ ТЕЛ

- **Пример: жёсткое тело (MATRIG) полностью закреплено**

**TLOAD = 1**

**BEGIN BULK**

**...**

**MATRIG, 19, 7850.**

**TLOAD1, 54, , 12**

**FORCE, 54, MR19, , 0., 1., 1., 1.**

**MOMENT, 54, MR19, , 0., 1., 1., 1.**