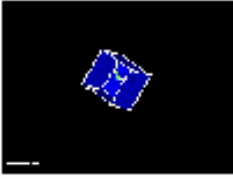


## Часть 7. Явный динамический анализ

### Испытание контейнера на удар



- Постановка задачи
- Описание задачи
- Определение типа анализа
- Ввод геометрии
- Определение типа элемента, реальных констант, свойства моделей материала
- Генерирование сетки
- Приложение нагрузки
- Получение решение
- Просмотр результатов

#### 7.1. Испытание контейнера на удар (явный анализ)

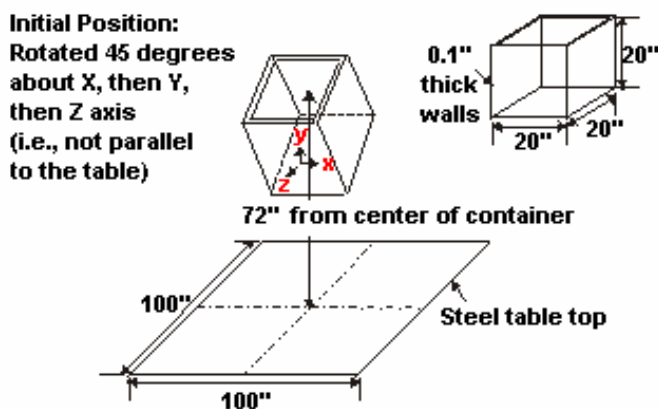
##### 7.1.1. Постановка задачи

<a href="#">Применяемые ANSYS продукты:</a>	ANSYS LS-DYNA, ANSYS ED
<a href="#">Уровень сложности:</a>	средний
<a href="#">Требуемое время</a>	60 - 90 минут
<a href="#">Дисциплина:</a>	структурный анализ
<a href="#">Тип анализа:</a>	Кратковременная динамика (явный метод)
<a href="#">Используемый тип элемента:</a>	<a href="#">SHELL163</a>
<a href="#">ANSYS особенности демонстрации:</a>	Прямое создание узлов и элементов, параметры массивов, автоматическое сеточное разбиение, анимация
<a href="#">Применение помощи:</a>	<a href="#">ANSYS LS-DYNA User's Guide</a> , <a href="#">SHELL163</a> в <a href="#">ANSYS Elements Reference</a> .

##### 7.1.2. Описание задачи

Этот динамический анализ удара алюминиевого контейнера об стальной верх стола. Как показано ниже, контейнер - пятисторонняя квадратная коробка, 20 дюймов по всем сторонам и 0.1 дюйм толщиной. Он повернут на 45 град. Относительно каждой оси X, Y, и Z. Верх стола – 100 дюймовая квадратная стальная

пластина и 0,1 дюйм толщиной. Единственная сила действующая на контейнер – его собственный вес. Он брошен с расстояния 72 дюйма. Задача типична для испытания на удар. Цель этой задачи продемонстрировать явные динамические возможности ANSYS LS-DYNA – хорошо подходящий для больших деформаций и сложного контакта в динамической задаче.



(начальная позиция: повернут на 45 град. Относительно X, Y, Z оси, т.е. на параллелен столу)

### 7.1.2.1. Исходные данные задачи

Размеры контейнера и стола указаны выше. Контейнер сделан из алюминиевого сплава с модулем Юнга  $10.3E6$  psi, плотностью  $2.5E-4$  lb<sub>f</sub>-sec<sup>2</sup>/in<sup>4</sup>, с коэффициентом Пуассона 0,334, напряжением текучести 5000 psi и тангенциальным модулем 20000 psi. Вершина стола сделана из углеродистой стали с модулем Юнга  $30.0E6$  psi, плотностью  $7.3E-4$  lb<sub>f</sub>-sec<sup>2</sup>/in<sup>4</sup> и коэффициентом Пуассона 0,334

### 7.1.2.2. Подход и допущения

В течении свободного падения контейнер просто ускоряется под действием силы гравитации. Чтобы сэкономить время процессора начнем анализ в 20 дюймах от стола и применить начальную скорость 200 дюймов в секунду чтобы смоделировать первые 52 дюйма свободного падения. 200 дюймов в секунду получено используя формулу:  $V_f = \text{SQRT}(2*a*s)$  где  $V_f$  – это конечная скорость,  $a$  - ускорение свободного падения,  $s$  – перемещение. Трением об воздух пренебрегаем.

Принимаем твердое поведение для вершины стола и билинейного кинематического упрочнения von Mises пластичности для контейнера.

Чтобы создать 3-D модель контейнера используется твердотельное моделирование, на котором будет создана сетка. Прямое создание узлов и элементов используется для моделирования верхf стола. Верх стола будет смоделирован как твердый элемент и только один элемент будет использоваться, чтобы представить это.

### 7.1.2.3. Общие шаги

Используя информацию в описании задачи и шаги приведенные ниже в качестве директивы в решении вашей задачи. Или используя детальное интерактивное пошаговое решение используя ссылку для шага 1.

#### Определение типа анализа

1. [Установление предпочтений.](#)

#### Введением геометрии

2. [Чтение геометрии контейнера](#)

#### Определение типа элемента, реальных констант, свойств моделей материала

3. [Определение типа элемента.](#)

4. [Определение реальных констант](#)

5. [Определение свойств моделей материала](#)

#### Создание сетки

6. [Сетка](#) на контейнере

7. [Создание](#) элементов на верхней части стола

8. [Создание](#) компонент контейнера

9. [Создание](#) компонент верха стола

10. [Определение](#) контактных параметров

#### Приложение нагрузки

11. [Приложение](#) начальной скорости контейнера

12. [Приложение](#) ускорения контейнера

#### Получение решения

13. [Определение](#) контроля выходных параметров

14. [Решение](#)

#### Просмотр результатов

15. [Анимация](#) контуров напряжения

16. [Анимация искажения формы.](#)

17. [Выход из Ansys программы.](#)

### 7.1.3. Определение типа анализа

7.1.3.1. Шаг 1: [Установка предпочтений.](#)

Первое что вы должны это установить предпочтение установить фильтр, принадлежащий только этой дисциплине

1. **Main Menu> Preferences**
2. (выбрать) “Individual discipline(s) to show in the GUI” = Structural
3. (выбрать) “Discipline options” = LS-DYNA Explicit
4. [OK]

### 7.1.4. Ввести геометрию

7.1.4.1. Шаг 2: **Чтение геометрии контейнера**

Вы должны прочесть файл включающий модель контейнера.

1. **Utility Menu> File> Read Input from ...**
2. File name: `container.inp`

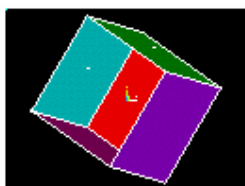
UNIX версия:

```
/ansys_inc/v80/ansys/data/models/container.inp
```

PC версия:

```
\Program Files\Ansys  
Inc\V80\ANSYS\data\models\container.inp
```

3. [OK]



7.1.5. **Определение типа элемента, реальных констант, свойств моделей материала**

7.1.5.1. Шаг 3: **Определение типа элемента.**

Так как модель контейнер сделан из тонких стенок и ударяется о поверхность стола, то для моделирования физической модели будут использоваться элементы

оболочек. Более точно элементом выбора является [SHELL163](#), как явная тонкая структурная оболочка. Это элемент с 4-мя узлами может быть взят как в плоскости так и нормально нагружен.

**1. Main Menu> Preprocessor> Element Type> Add/Edit/Delete**

2. [Add...]
3. “LS-DYNA Explicit” (левая колонка)
4. “Thin Shell 163” (правая колонка)
5. [OK]

Теперь определите S/R corotational Hughes-Liu формулировку элемента, чтобы устранить некоторые hourglass моды.

6. [Options...]
7. (открывается вниз) “Element Formulation” = S/R corotation
8. [OK]
9. [Close]

**7.1.5.2. Шаг 4: Определение реальных констант.**

Следующее, определяем толщину элементов оболочки с помощью соответствующих реальных констант.

**1. Main Menu> Preprocessor> Real Constants**

2. [Add...]
3. [OK] определить набор реальных констант для [SHELL163](#).

Замечание: Поскольку никаких введений не сделано для №. Интеграций pts. (NIP) используется определение значения 2. Для демонстрации возможностей в этой обучающей программе, значение 2 достаточно. Однако, для большинства нелинейных исследований NIP должен быть установлен больше чем 2.

4. Если элемент имеет одинаковую толщину, то может быть определена толщина только в узле 1 Для этого примера “Thickness at node 1” = 0.1.
5. [OK]
6. [Close]

**7.1.5.3. Шаг 5: Определение моделей материала**

Теперь определите модель материала для контактной и целевой поверхности.

1. **Main Menu> Preprocessor> Material Props> Material Models**
2. (Двойной клик) “LS-DYNA” - “Rigid Material” определение вершины стола который “Material Model Number 1”.
3. “DENS” = 7.3e-4 (плотность)

4. “EX” = 30e6 (модуль Юнга)
5. “NUXY” = 0.292 (коэффициент Пуассона)
6. (раскрывается вниз) “Translational Constraint Parameter” = All disps. (все перемещения)
7. (раскрывается вниз) “Rotational Constraint Parameter” = All rotations (все повороты)
8. [OK]
9. **Material> New Model** чтобы определить материал для контейнера, который будет “Material Model Number 2”.
10. “Define Material ID” = 2
- 11.[OK]
- 12.(Двойной клик) “Nonlinear” - “Inelastic” - “Kinematic Hardening” - “Bilinear Kinematic”
- 13.“DENS” = 2.5e-4
- 14.“EX” = 10.3e6
- 15.“NUXY” = 0.334
- 16.“Yield Stress” = 5000
- 17.“Tangent Modulus” = 20000
- 18.[OK]
- 19.**Material> Exit**
- 20.Панель Toolbar: **SAVE\_DB**

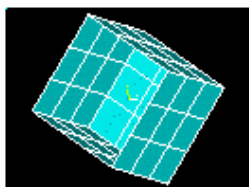
### 7.1.6. Создание сетки

#### 7.1.6.1. Шаг 6: Сеточное разбиение контейнера.

В явном решателе, таком как ANSYS LS-DYNA, время анализа сильно зависит от наименьшего элемента в модели. Поэтому для эффективных результатов должен использоваться однородный размер элемента..

Для этого примера используется определенный размер элемента. Это сетка 3x3 на каждой стороне контейнера..

1. **Main Menu> Preprocessor> Meshing> MeshTool**
2. (раскрывается вниз) “Element Attributes” = Global; - [Set]
3. (раскрывается вниз) “Material number” = 2
4. [OK]
5. (раскрывается вниз) “Mesh” = Areas
6. (выберите) “Mapped”
7. [Mesh]
8. [Pick All]

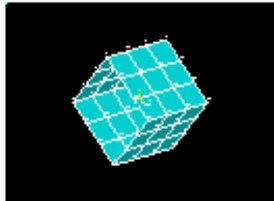


## 9. Меню Toolbar: **SAVE\_DB**

### 7.1.6.2. Шаг 7: Создание элементов верха стола.

Теперь создадим сетку верха стола прямым созданием элементов. Верх стола будет определена как твердая поверхность и поэтому необходим только один элемент чтобы смоделировать эту поверхность. Создайте эту модель, определяя 4 угловых узла и затем строя элементы от этих узлов.

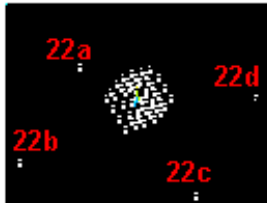
1. **Utility Menu> PlotCtrls> Pan, Zoom, Rotate**
2. [Obliq]
3. [Close]
4. **Utility Menu> PlotCtrls> Numbering**
5. (выберите) “Node numbers” = On
6. [OK]



7. (открыть вверх в MeshTool) “Element Attributes” = Global; затем [Set]
8. (открыть вниз) “Material number” = 1
9. [OK]
10. [Close] MeshTool
11. **Main Menu> Preprocessor> Modeling> Create> Nodes> In Active CS**
12. “Node number” = Оставьте пробел.
13. “X Y Z Location in active CS” = -50, -20, -50
14. [Apply] создать узел в дальнем левом углу
15. “X Y Z Location in active CS” = -50, -20, 50
16. [Apply] создать узел в ближнем левом углу
17. “X Y Z Location in active CS” = 50, -20, 50
18. [Apply] создать узел в ближнем правом углу.
19. “X Y Z Location in active CS” = 50, -20, -50
20. [OK] создать узел в дальнем правом углу.

Теперь создайте элемент.

21. **Main Menu> Preprocessor> Modeling> Create> Elements> Auto Numbered> Thru Nodes**
22. Против часовой стрелки укажите 4 только что созданных узла.



23.[OK]

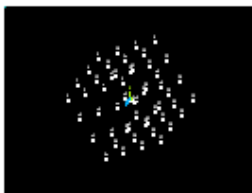
24.Utility Menu> Plot> Elements



### 7.1.6.3. Шаг 8: Создание компонентов контейнера.

Большинство контактных алгоритмов требует контактные параметры, которые могут быть компонентами, частями IDs или частями сборки IDs. Для этого примера создайте компонент, сделанных из узлов контейнера.

1. **Utility Menu> Select> Entities**
2. (первое раскрывающее вниз) “Elements”
3. (второе раскрывающее вниз) “By Attributes”
4. (выберите) “Material num”
5. “Min,Max,Inc.” = 2
6. [Apply]
7. (первое раскрывающее вниз)) “Nodes”
8. (второе раскрывающее вниз) “Attached to”
9. (выберите) “Elements”
- 10.[OK]
- 11.**Utility Menu> Select> Comp/Assembly> Create Component**
- 12.“Component name” = BOX
- 13.(раскрытие вниз) “Component is made of” = Nodes
- 14.[OK]
- 15.**Utility Menu> Plot> Nodes**



16.Utility Menu> Select> Everything

### 7.1.6.4. Шаг 9: Создание компонента верха стола

Сейчас создайте компонент созданный из узлов вершины стола.

1. **Utility Menu> Select> Entities**
2. (первое раскрывающее вниз) “Elements”
3. (второе раскрывающее вниз) “By Attributes”
4. (выберите) “Material num”
5. “Min,Max,Inc” = 1
6. [Apply]
7. (первое раскрывающее вниз) “Nodes”
8. (второе раскрывающее вниз) “Attached to”
9. (выберите) “Elements”
- 10.[OK]
- 11.**Utility Menu> Select> Comp/Assembly> Create Component**
- 12.“Component name” = TABLE
- 13.(раскрытие вниз) “Component is made of” = Nodes
- 14.[OK]
- 15.**Utility Menu> Plot> Nodes**



- 16.**Utility Menu> Select> Everything**
- 17.Меню Toolbar: **SAVE\_DB**

#### 7.1.6.5. Шаг 10: Определение контактных параметров.

В анализе в котором поведение контакта известно для лучших результатов может быть выбран соответствующий алгоритм. Однако, из-за природы этой задачи условия контакта будут непредсказуемы. Таким образом, выбирая автоматический контакт поверхности о поверхность программа автоматически приспосабливается для изменений, которые происходит в течении этого моделирования.

1. **Main Menu> Preprocessor> LS-DYNA Options> Contact> Define Contact**
2. “Contact Type” = “Surface to Surf” (левая колонка); “Automatic (ASTS)” (правая колонка)
3. [OK]
4. (раскрытие вниз) “Contact Component or Part no.” = BOX
5. (раскрытие вниз) “Target Component or Part no.” = TABLE
6. [OK]
7. Меню Toolbar: **SAVE\_DB**

#### 7.1.7. Приложение нагрузок

##### 7.1.7.1. Шаг 11: Приложить начальную скорость на контейнер.

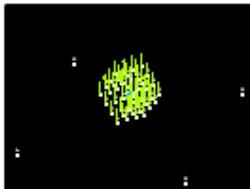
1. **Main Menu> Solution> Initial Velocity> On Nodes> w/Nodal Rotate**
2. (раскрытие вниз) “Input velocity on component” = BOX
3. “Global Y-component” = -200
4. [OK]

В переходном динамическом анализе, нагрузки должны быть определены для продолжительности анализа. Чтобы сделать так, создайте множество, содержащее это данные.

5. **Utility Menu> Parameters> Array Parameters> Define/Edit**
6. [Add...]
7. “Parameter name” = TIME
8. [OK]
9. [Edit...]
10. “1” = 0
11. “2” = 1
12. **File> Apply/Quit**
13. [Add...]
14. “Parameter name” = ACCG
15. [OK]
16. (подсвеченное) “ACCG”
17. [Edit...]
18. “1” = 386.4
19. “2” = 386.4
20. **File> Apply/Quit**
21. [Close]

#### 7.1.7.2. Шаг 12: Приложение ускорение на контейнер.

1. **Main Menu> Solution> Loading Options> Specify Loads**
2. “Load Labels” = ACLY
3. (раскрытие вниз) “Component name or PART number:” = BOX
4. (раскрытие вниз) “Parameter name for time values:” = TIME
5. (раскрытие вниз) “Parameter name for data values:” = ACCG
6. [OK]



#### 7.1.8. Получение решения

##### 7.1.8.1. Шаг 13: Определение выходного контроля

1. **Main Menu> Solution> Time Controls> Solution Time**
2. “Terminate at Time :” = 1.0 (окончательное время)

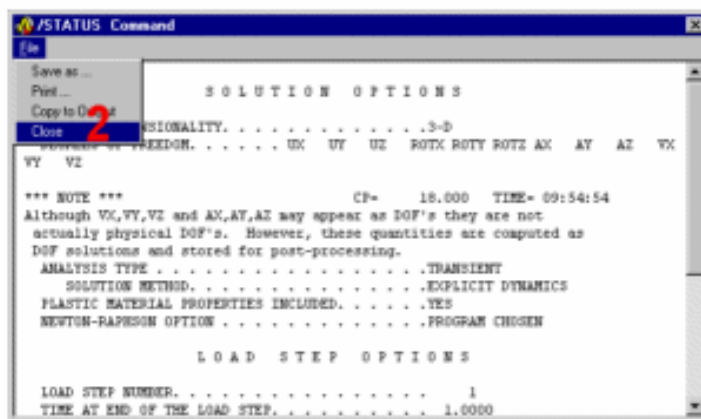
3. [OK]
4. **Main Menu> Solution> Output Controls> File Output Freq> Number of Steps**
5. “Specify Results File Output Interval ” = 50
6. “Specify Time History Output Interval” = 50
7. [OK]
8. **Main Menu> Solution> Analysis Options> Energy Options**
9. [OK] to turn on all energy options (выбрать все энергетические опции)
10. Меню Toolbar: **SAVE\_DB**

### 7.1.8.2. Шаг 14: Решение.

1. **Main Menu> Solution> Solve**
2. Просмотрите информацию в окне статуса, затем выберите:

**File> Close** (Windows) or

**Close** (X11/Motif), закройте окно.



3. [OK] начинается решение.

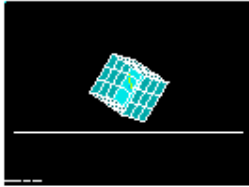
Замечание: Окно проверки будет уведомлять вас сообщениями предупреждения. Это предупреждение будет появляться из-за ограничения верхней поверхности стола , определяя его как твердый элемент вместо того, чтобы использовать ограничение степеней свободы. This warning was generated due to constraining the table top by defining it as a rigid element rather than using degrees of freedom constraints. Поэтому предупреждение можно игнорировать.

4. [Yes]
5. [Close]

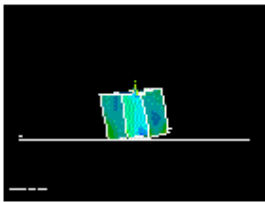
## 7.1.9. Обзор результатов

### 7.1.9.1. Шаг 15: Анимация контуров напряжения.

1. **Utility Menu> Plot> Elements**
2. **Utility Menu> PlotCtrls> Pan, Zoom, Rotate**
3. [Front]
4. [Close]
5. **Utility Menu> PlotCtrls> Numbering**
6. (выбрать) “Node numbers” = Off
7. [OK]



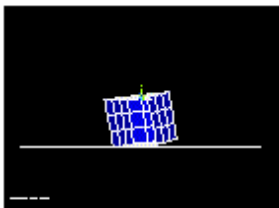
8. **Main Menu> General Postproc> Read Results> First set**
9. **Utility Menu> PlotCtrls> Animate> Over Results**
10. (выберите) “Auto contour scaling” = On (Удостоверьтесь, что он отмечен)
11. “Contour data for animation” = Stress (левая колонка); von Mises SEQV (правая колонка)
12. [OK]



13. Сделать выбор в диспетчере анимации (не показано), если необходимо, затем [Close].

#### 7.1.9.2. Шаг 16: Анимация искривление формы.

1. **Utility Menu> PlotCtrls> Animate> Over Results**
2. (выберите) “Auto contour scaling” = On
3. “Contour data for animation” = DOF Solution (левая колонка); Deformed Shape (правая колонка)
4. [OK]



14. Сделать выбор в диспетчере анимации (не показано), если необходимо, затем [Close].

### **7.1.9.3. Шаг 17: Выход из ANSYS программы.**

1. Меню Toolbar: **Quit**
2. (нажмите) “Quit - No Save!”
3. [OK]

Поздравления! Вы закончили эту обучающую программу.