

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9-12.

Рішення задачі посадки з натягом колеса (напівмуфти) на вал. Моделювання динаміки ротора, аналіз стійкості.

Приклад аналізу напружено-деформованого стану системи “вал-втулка” при посадці з натягом

Припущення .Унаслідок симетрії для розв’язання задачі (рис. 2.20) моделюється тільки один сектор (90 градусів). Для наочності і зручності візуальної оцінки і контролю береться перебільшена величина початкового проникнення, матеріал при цьому вважається лінійно пружним. Цей приклад призначений для вивчення методики розв’язання задач контактного типу. З метою можливості розв’язання на всіх типах навчальних версій використовується грубе розбиття (464 елементи і 576 вузлів), унаслідок чого ефекти концентрації напружень в районі зіткнення ребер втулки з валом не можуть бути виявлені [7].

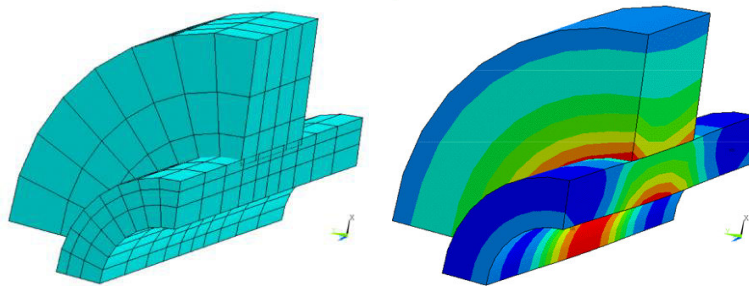


Рисунок 26 – Сітка і напружений стан системи “вал-втулка”

Покроковий опис процедури розв’язання

Main Menu→**Preprocessor**→**Element Type**→
→**Add/Edit/Delete**→**Add**→**Structural**→**Solid**→
→**Brick 8 node 45**→**Apply**
Contact→**3D Target 170**→**Apply**
Contact 4nd surf 173→**OK**

Для знаходження урівноваженого стану при початковому проникненні (initial penetration) необхідно виконати дві умови:

- 1) на першому кроці розв’язання не задаються ніякі навантаження (зусилля, моменти, переміщення), крім граничних умов (викривлення, умови симетрії та інше). У даному прикладі задача складається тільки з одного кроку для знаходження урівноваженого стану;
- 2) включити алгоритм початкового проникнення:

Type 3 Conta173→**Options**→**Effect of Initial penetration K9**→**Include-ramp**→**OK**

Для активації алгоритму контакту поверхні гнучка-у-гнучку необхідно набрати в командному рядку вікна введення (**ANSYS Input**→) команду: **keyopt,3,8,1** (введення).

Main Menu→**Preprocessor**→**Real Constants**→**Add**→**Type 3 Conta173**→**OK**

Real Constant Set No. 2
Normal Penalty stiffness FKN 5
Penetration Tolerance FTOLN 0.05 **OK**
Закрийте вікно **Close**

Задамо властивості матеріалу (сталь в одиницях SI).

Material Props→**Constant Isotropic**→**OK**→**EX 2.1E11**
Poisson's Ratio (minor) 0.3

Friction coefficient 0.1 OK

Створимо геометрію поверхні вала.

Main Menu→Preprocessor→Modeling Create→Volumes Cylinder →Partial Cylinder

**Rad-1 0.06
Theta-1 90
Rad-2 0.1
Theta-2 180
Depth 0.3 OK**

При створенні твердотільних примітивів основа об'єкта завжди знаходиться на робочій площині (Working Grid). Для побудови другого циліндра із зсувом щодо першого по подовжній осі (висоті) необхідно пересунути робочу площину:

**ANSYS Utility Menu→Workplane→Offset by Increments X,Y,Z offsets 0.,0.,0.1
OK**

Створимо геометрію поверхні втулки.

Main Menu→Preprocessor→Modeling Create→Volumes Cylinder→Partial Cylinder

**Rad-1 0.095
Theta-1 90
Rad-2 0.2
Theta-2 180
Depth 0.1 OK**

ANSYS Utility Menu→Plot→Lines

ANSYS Utility Menu→PlotCtrls→Pan Zoom Rotate→Iso

Підготуємо модель для розбиття на скінченні елементи.

Main Menu→Preprocessor→Size Ctrls→Picked Lines

- 1) вибрати всі радіальні лінії довгого циліндра **Apply**
No of Element Divisions NDIV 3 Space Spacing Ratio 2 Apply
- 2) вибрати всі радіальні лінії порожнистого циліндра **Apply**
No of Element Divisions NDIV 3 Space Spacing Ratio 0.5 Apply
- 3) вибрати будь-яку твірну короткого циліндра **Apply**
No of Element Divisions NDIV 4 Space Spacing Ratio 1 Apply
- 4) вибрати всі твірні довгого циліндра **Apply**
No of Element Divisions NDIV 10 Space Spacing Ratio -0.5 Apply
- 5) вибрати будь-яку окружність довгого і короткого циліндрів **Apply**
No of Element Divisions NDIV 8 Space Spacing Ratio 1 OK

Створимо скінченно-елементну сітку

**Main Menu→Preprocessor→Mesh→Volumes→Mapped→
→4 to 6 Sided→Pick All**

ANSYS Utility Menu→Select →Entities→Areas By Num Pick Apply

Виберемо внутрішню поверхню короткого циліндра (втулки) **OK**

**ANSYS Utility Menu→Select →Nodes→Attached to→
→Areas All→Apply**

ANSYS Utility Menu→Plot→Nodes

Перед побудовою контактних елементів необхідно змінити атрибути для елементів, які будуть побудовані:

Main Menu→Preprocessor →Modeling Create→

Elements→Elem Attributes

TYPE 3 Conta173

REAL 2 OK

Побудуємо контактні елементи для компоненти “контактна поверхня”

Main Menu→**Preprocessor**→**Modeling Create**→**Elements**→
 →**On Free Surf** **OK**
ANSYS Utility Menu→**Plot**→**Lines**
ANSYS Utility Menu→**Select** →**Entities**→**Areas**→**By Num Pick**→**Apply**
 Виберемо зовнішню поверхню довгого циліндра (вала) **OK**
ANSYS Utility Menu→**Select** →**Entities**→**Nodes**→**Attached to**→**Areas All**→**Apply**
Nodes→**By Location**→**Z coordinates** **0.075, 0.225** **Reselect** **OK**
Main Menu→**Preprocessor** →**Modeling Create**→
 →**Elements**→**Elem Attributes**
 TYPE 2 Targe170
 REAL **2** **OK**

Побудуємо контактні елементи для компоненти “поверхня проникнення”

Main Menu→**Preprocessor** →**Modeling Create**→
Elements→**On Free Surf** →**OK**
ANSYS Utility Menu→**Select Everything**
ANSYS Utility Menu→**Plot**→**Elements**

Прикладемо граничні умови (симетрії)

Main Menu→**Solution**
Loads→**Apply**→**Structural Displacement**→**Symmetry BC**→**on Areas**
 Виберемо всі бокові поверхні (радіальні) втулки і вала→**OK**
Pan Zoom Rotate→**Bot**

Для безпосереднього прикладення умови симетрії до вузлів:

Displacement→**On Nodes** **Box** - За допомогою “гумового вікна“ виберіть всі вузли, які знаходяться посередині (рис. 27) **OK**→ виберіть ступінь вільності **UZ** **OK**

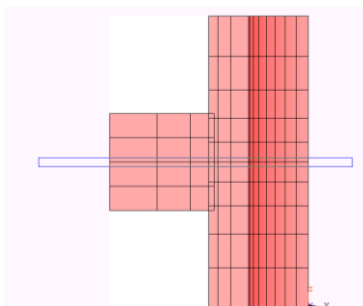


Рисунок 27 – Вибір середніх вузлів

Задання параметрів розрахунку і розв’язання

Analysis Options→**NLGEOM Large deform effects** **ON**
 EQSLV Equation Solver→**Sparse Solver** →**OK**
Load Step Opts→**Time/Frequency**→**Time and Substps**
 TIME Time at end of load step **100**
 Number of Substeps **1** **OK**
Nonlinear **Equil Iterations** **120** **OK**
Solve→ **Current LS.**

Закриємо вікно лістингу, натиснувши **OK**, після появи повідомлення “**Solution is Done**” натиснемо у цьому вікні **OK**.

Перегляд результатів розрахунку – постпроцесинг.

Main Menu→**General PostProc**

Відображення еквівалентних напружень за Мізесом
Plot Results→Nodal Solution→Stress von Mises SEQV→OK.

Для перегляду результатів можна скористатися функцією динамічного обертання зображення - для обертання використовуйте праву кнопку миші, для переміщення - ліву, для масштабування з одночасним обертанням – середню (Shift+права кнопка, якщо миша 2- кнопкова

(Pan Zoom Rotate→Dynamic Mode).

Анімація результатів еквівалентних напружень:
Utility Menu→PlotCtrls→Animate→DeformedResults→
→Stress von Mises SEQV→OK.

Після перегляду анімації вийдіть з медіаплеєра:

Media player →File – Exit.

Для зручності перегляду результатів розрахунку для елементів групи “контактна поверхня” необхідно вибрати тільки елементи відповідного типу (3 згідно з порядком введення на початку сеансу роботи).

Utility Menu→Select→Elements→By attributes→Element type Num введіть 3→OK.

Відображення контактних напружень:

Plot Results→Nodal Solution→Contact→Total Stress STOT→OK.