

## APLICAȚIA 1

# ANALIZA STATICĂ A UNUI ARC ELICOIDAL CILINDRIC DE COMPRESIUNE

### 1.1 Descrierea aplicației

Arcurile sunt organe de mașini care, prin proprietățile elastice, proprietăți datorate formei lor și materialelor din care sunt executate, se deformează elastic. În timpul deformării elastice, arcurile înmagazinează lucrul mecanic efectuat de sarcina exterioară sub formă de energie de deformație, având posibilitatea să-l restituie în perioada de revenire la starea lor inițială.

Arcurile elicoidale cilindrice de compresiune preiau forțe axiale, iar suprafața directoare este de formă cilindrică.

Pentru întocmirea modelului de analiză cu elemente finite, în

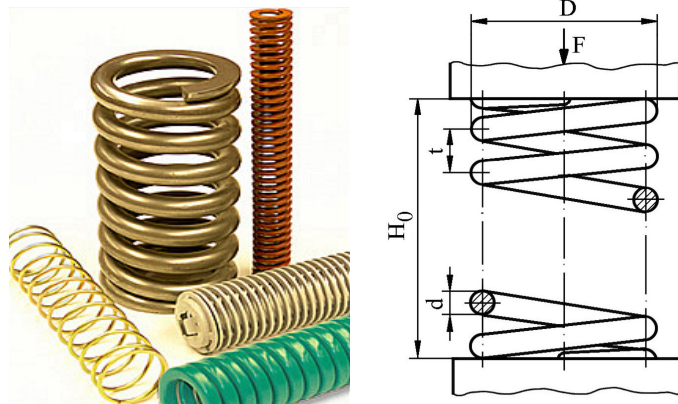


Fig.1.1

figura 1.1 este reprezentat un arc elicoidal cilindric de compresiune, cu parametrii geometrici: diametrul exterior  $D=90$  mm; diametrul spirei  $d=10$  mm; lungimea arcului nesolicitat  $H_0=140$  mm; pasul arcului  $t=20$  mm; numărul total de spire  $n=8$ . Forța care acționează asupra arcului este  $F=50$  N.

Aplicația își propune determinarea valorilor maxime ale tensiunii echivalente *Von Mises* și, respectiv, a deplasării, produse de forța  $F$ . În acest sens, modelarea legăturii cu baza a arcului se realizează prin intermediul unei restricții care presupune anularea celor 6 grade de libertate posibile ale suprafeței de așezare a arcului. Arcul (fig.1.2) este executat din oțel de arc 38Si7, cu următoarele caracteristici mecanice: modulul de elasticitate longitudinală  $E=2,1 \cdot 10^5$  N/mm<sup>2</sup> și coeficientul contracției transversale (*Poisson*)  $\nu=0,3$ . Valoarea rezistenței admisibile la rupere, pentru arcul

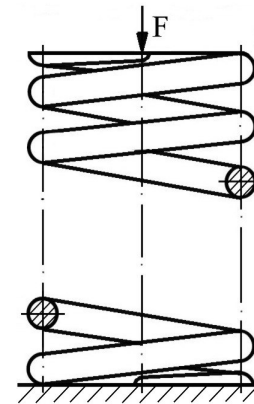



Fig.1.2


elicoidal cilindric de compresiune executat din oțel de arc 38Si7 este  $\sigma_r=1180$  MPa, iar cea a rezistenței admisibile la torsiune  $\tau_{at}=660,8$  MPa [11].

### 1.2 Preprocesarea modelului de analiză

#### 1.2.1 Modelarea geometrică

Obținerea spirei de reazem a arcului se realizează în modulul **Part**, care se accesează prin parcurgerea succesivă a comenzilor **Start**  $\Rightarrow$  **Mechanical Design**  $\Rightarrow$  **Part Design**.

Punctul de capăt a spirei de reazem a arcului se creează prin comanda  (**Point**), **Point type: coordinates**; se introduc coordonatele **X=40 mm, Y=0 mm, Z=0 mm, OK**.

Punctul de pe axa arcului se creează prin comanda  (**Point**), **Point type: coordinates**; se introduc coordonatele **X=0 mm, Y=0 mm, Z=0 mm, OK**; în acest punct se definește un

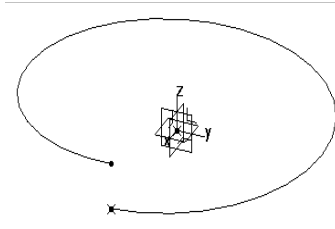
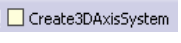









Fig.1.3

sistem de coordonate  (**Insert** ⇒ **Create3DAxisSystem**), **Axis System Definition, Axis system type: Standard; Origin: Point.2; Current, OK**.

Spira arcului se definește din punctul de capăt a spirei de reazem a arcului  (**Helix**), **Helix Curve Definition, Starting Point: Point.1; Axis: Axis System.1/Z Axis selectare a axei Z a sistemului de referință creat; Pitch: 10**

**mm; Height: 10 mm; Orientation: Counterclockwise; Starting Angle: 0 deg; Taper Angle: 0 deg; Way: Inward, OK** (fig.1.3).

În modulul **Sketcher** ( (**Sketcher**) ⇒ **zx plane**) se desenează cercul care reprezintă secțiunea spirei arcului  (**Circle**) ⇒  (**Constraint**), cu diametrul de 10 mm. Prin comanda  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de coincidență între centrul cercului și punctul de pe capătul spirei de reazem **Point.1**;  ⇒ (**Exit Workbench**).

Prin extrudarea profilului cercului creat după spirala directoare, se obține spira de reazem a arcului  (**Rib**), **Rib Definition, Profile: Sketch.1 se selectează cercul creat; Center Curve: Helix.1 se selectează spirala creată; Profile Control: Keep Angle, OK** (fig.1.4).

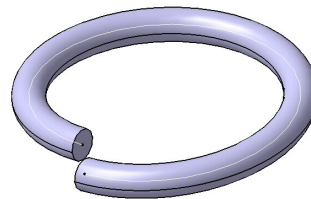
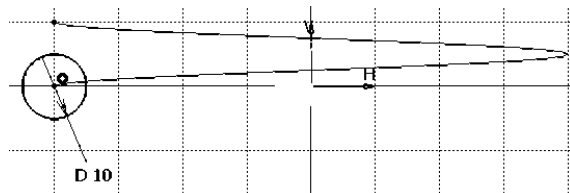










Fig.1.4

Pentru obținerea spirelor active ale arcului, într-o primă etapă, se creează punctul de început al spirei active  (**Point**), **Point type: coordinates**; se introduc coordonatele **X=0 mm, Y=0 mm, Z=0 mm; Reference Point: Helix.1/Vertex selectare a punctului de legătură dintre spira de reazem și spirele active ale arcului, OK**.

Spirele active se definesc din punctul anterior creat, de legătură dintre spira de reazem și spirele active ale arcului,  (**Helix**), **Helix Curve Definition, Starting Point: Point.3; Axis: Axis System.1/Z Axis selectare a axei Z a sistemului de referință creat; Pitch: 20 mm; Height: 120 mm; Orientation: Counterclockwise; Starting Angle: 0 deg; Taper Angle: 0 deg; Way: Inward, OK** (fig.1.5).

În modulul **Sketcher** ( (**Sketcher**)  $\Rightarrow$  **zx plane**) se desenează cercul care reprezintă secțiunea spirei arcului  (**Circle**)  $\Rightarrow$   (**Constraint**), cu diametrul de 10 mm. Prin comanda  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de coincidență între centrul cercului și punctul de legătură dintre spira de reazem și spirele active ale arcului **Point.3**;   $\Rightarrow$  (**Exit Workbench**).

Prin extrudarea profilului cercului creat după spirala directoare, se obțin spirele active ale arcului  (**Rib**), **Rib Definition, Profile: Sketch.2 se selectează cercul anterior creat; Center Curve: Helix.2 se selectează spirala creată anterior; Profile Control:  $\perp$  Keep Angle, OK** (fig.1.6).

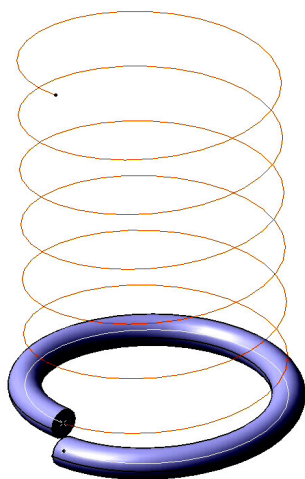


Fig.1.5

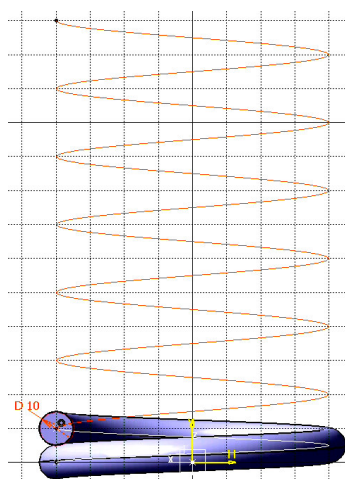



Fig.1.6

Ultima spirală a arcului (spira de reazem) se generează prin crearea, într-o primă etapă, a punctului de început a spirei  (**Point**), **Point type: coordinates**; se introduc coordonatele **X=0 mm, Y=0 mm, Z=0 mm**; **Reference Point: Helix.2/Vertex** selectare a punctului de legătură dintre spirele active ale arcului și spira de reazem, **OK**.








Spira de reazem se definește din punctul anterior creat, de legătură dintre spirele active ale arcului și spira de reazem,  (**Helix**), **Helix Curve Definition, Starting Point: Point.4; Axis: Axis System.1/Z Axis** selectare a axei Z a sistemului de referință creat; **Pitch: 10 mm; Height: 10 mm; Orientation: Counterclockwise; Starting Angle: 0 deg;  $\blacksquare$  Taper Angle: 0 deg; Way: Inward, OK** (fig.1.7).



Fig.1.7

În modulul **Sketcher** ( (**Sketcher**)  $\Rightarrow$  **zx plane**) se desenează cercul care reprezintă secțiunea spirei arcului  (**Circle**)  $\Rightarrow$   (**Constraint**), cu diametrul de 10 mm. Prin comanda  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de coincidență între centrul cercului și punctul de legătură dintre spirele active ale arcului și spira de reazem **Point.4**;   $\Rightarrow$  (**Exit Workbench**).

Prin extrudarea profilului cercului creat după spirala directoare, se obține spira de reazem a arcului  (**Rib**), **Rib Definition, Profile: Sketch.3 se selectează cercul anterior creat; Center Curve: Helix.3 se selectează spirala creată anterior; Profile Control:  $\perp$  Keep Angle, OK** (fig.1.8).

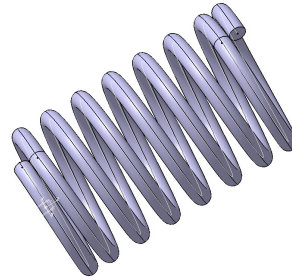
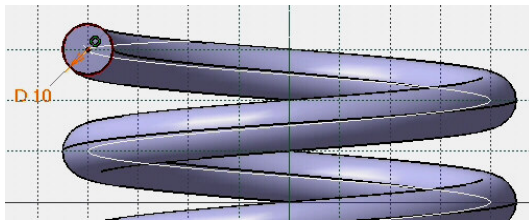





Fig.1.8

Suprafețele de așezare ale arcului se obțin în modulul **Sketcher** ( (**Sketcher**)  $\Rightarrow$  **yz plane**) prin desenarea a două dreptunghiuri la capetele arcului  (**Rectangle**)  $\Rightarrow$   (**Constraint**), prin indicarea distanței de 5 mm dintre punctele **Point.1** și **Point.4**, pe de o parte și, respectiv, laturile paralele cu suprafețele de așezare așle arcului, pe de altă parte (fig.1.9).

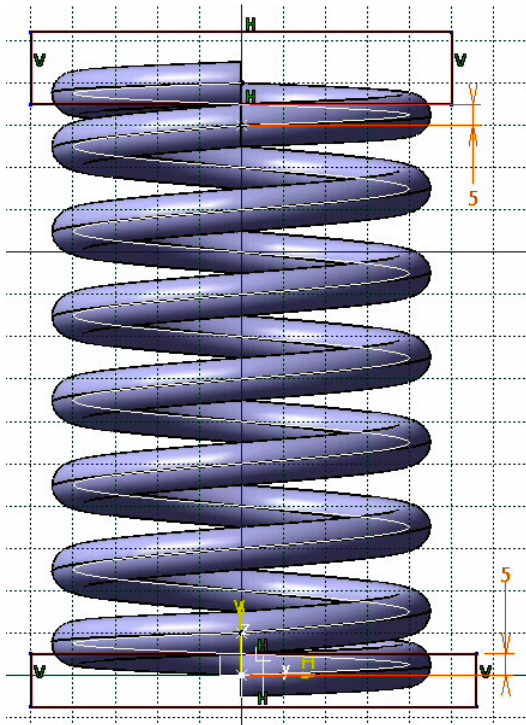


Fig.1.9

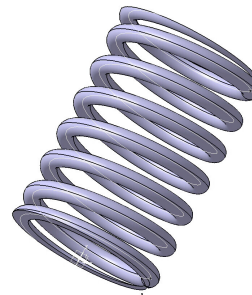




Fig.1.10

Zonele plane de așezare a arcului se obțin prin “extragerea” materialului utilizând comanda  (**Pocket**), **Pocket Definition, Type:  $\perp$  Dimension; Depth: 100 mm; Profile**

**Selection: Sketch.4;  Mirrored Extend, OK (fig.1.10).**

### 1.2.2 Modelarea materialului

Introducerea valorilor caracteristicilor materialului necesare pentru analiza cu elemente finite se face utilizându-se biblioteca de materiale a mediului CATIA, din care se alege material metalic din grupa oțelurilor (**Steel**), pentru care se modifică valorile modulului de elasticitate (modulul lui *Young*) și coeficientului *Poisson*, ținând seama de valorile indicate ca date de intrare *selectare ansamblu Part.1* ⇒  (**Apply Material**) ⇒ **Libray (ReadOnly) Metal, Steel dublă selecție** ⇒ **Properties, Feature Properties, Feature Name: Steel; Analysis, Young Modulus 2,1e+011N\_m2, Poisson Ratio 0,3, Cancel, OK.**

### 1.2.3 Modelarea cu elemente finite

Pentru generarea modelului cu elemente finite se parcurg comenzile **Start** ⇒ **Analysis & Simulation** ⇒ **Generative Structural Analysis** ⇒ **New Analysis Case Static Analysis, OK** care presupun analiza statică a structurii în condițiile unor constrângeri impuse și a unor încărcări independente de timp.

Dimensiunea elementelor finite **Size** se alege de 15 mm iar abaterea maximă admisă pentru modelarea geometrică **Sag** se impune de 5 mm (*activarea meniului se realizează prin dublu click pe OCTREE Tetrahedron Mesh.1: Part.1 din arborecența de specificații*) (fig.1.11).

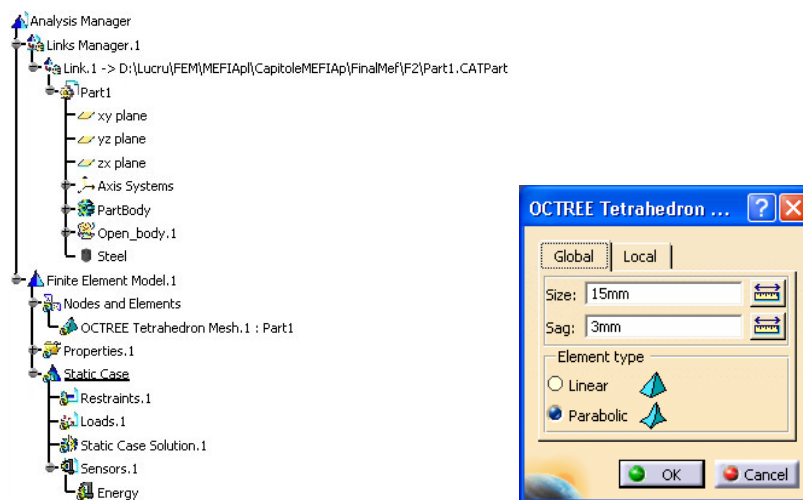




Fig.1.11

### 1.2.4 Modelarea constrângerilor

Constrângerile impuse modelului se definesc prin anularea celor 6 grade de libertate posibile ale suprafeței de așezare a arcului:  (**Clamp**), **Clamp Name: Clamp.1, Supports: 1 Face selectarea unei suprafețe de reazem a arcului, OK (fig.1.12).**

### 1.2.5 Modelarea încărcărilor

Încărcarea modelului se materializează printr-o forță axială de 50 N, distribuită pe suprafața de așezare a arcului (suprafața fără constrângeri):  (**Distributed Force**), **Distributed Force, Supports: 1 Face** selectarea feței de rezemare a arcului, fără constrângeri; **Force vector X 0N, Y 0N, Z -50N, OK** (semnul „-” corespunde, în cazul de față, sensului forței axiale care produce comprimarea arcului) (fig.1.13).

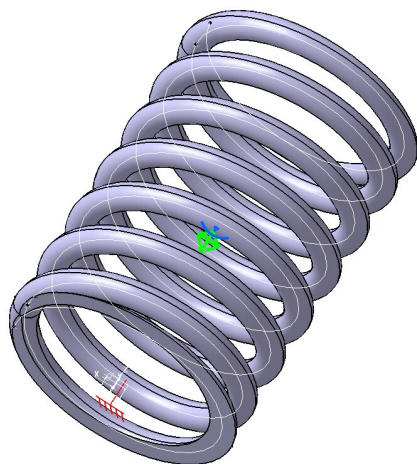


Fig.1.12

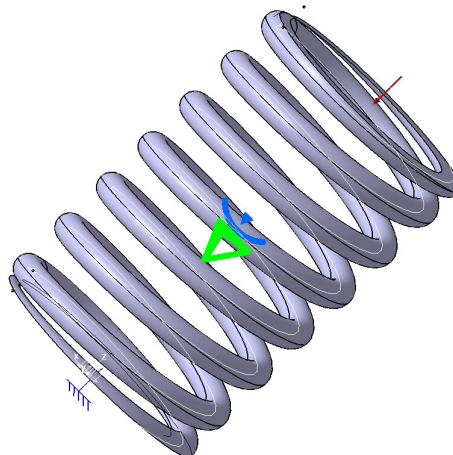



Fig.1.13

### 1.3 Verificarea modelului

În etapa verificării modelului se obțin informații despre corectitudinea modelului creat:

 (**Model Checker**), **OK**; ledul verde este aprins și însoțit de un mesaj de confirmare a corectitudinii întocmirii modelului (fig.1.14).

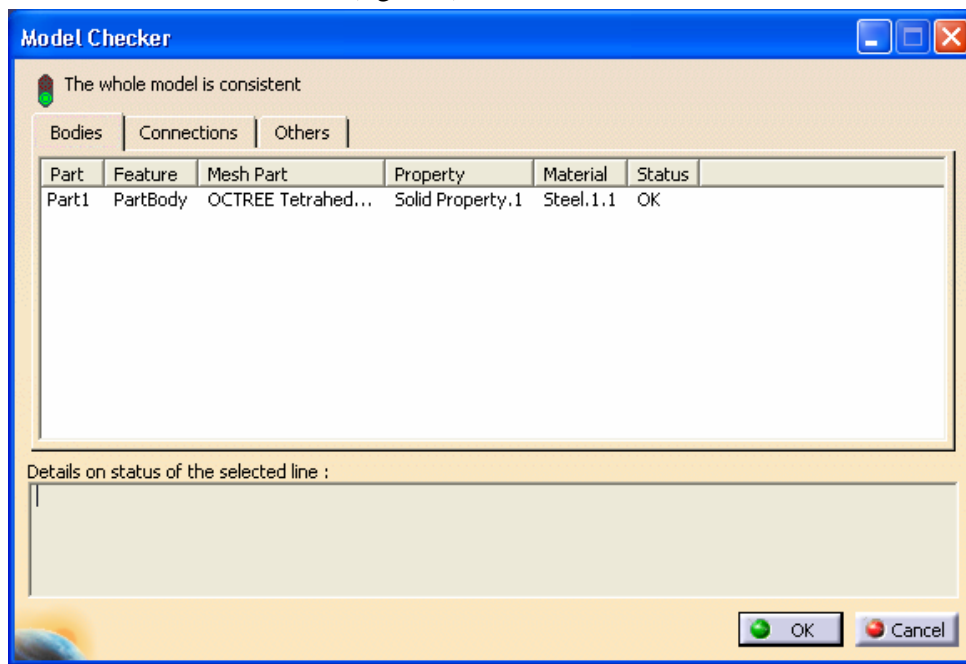






Fig.1.14

### 1.4 Rezolvarea modelului

Rezolvarea modelului se realizează automat de către soft:  (**Compute**) ⇒ **Compute** ↓ **All**; **OK** ⇒ **Computation Resources Estimation, Yes; Computation Status ...** (fig.1.15).

### 1.5 Postprocesarea rezultatelor

Starea deformată a modelului se vizualizează prin activarea comenzii  (**Deformation**) (fig.1.16); modificarea factorului de scară se realizează prin activarea icon-ului  (**Deformation Scale Factor**). Starea animată se vizualizează prin  (**Animate**).

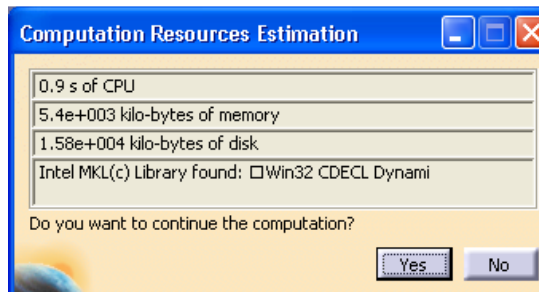


Fig.1.15

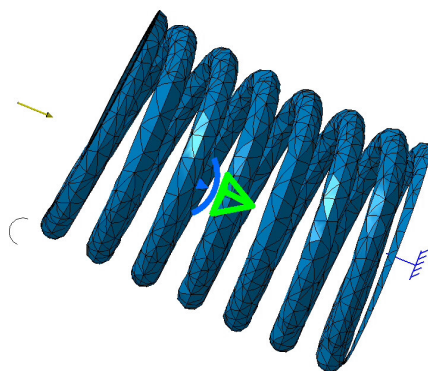


Fig.1.16

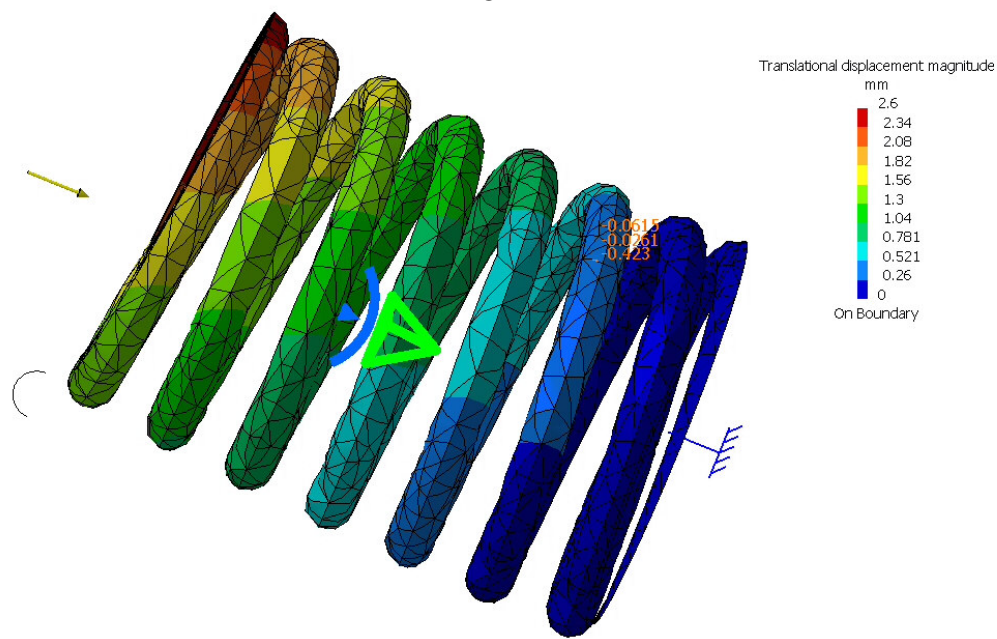


Fig.1.17

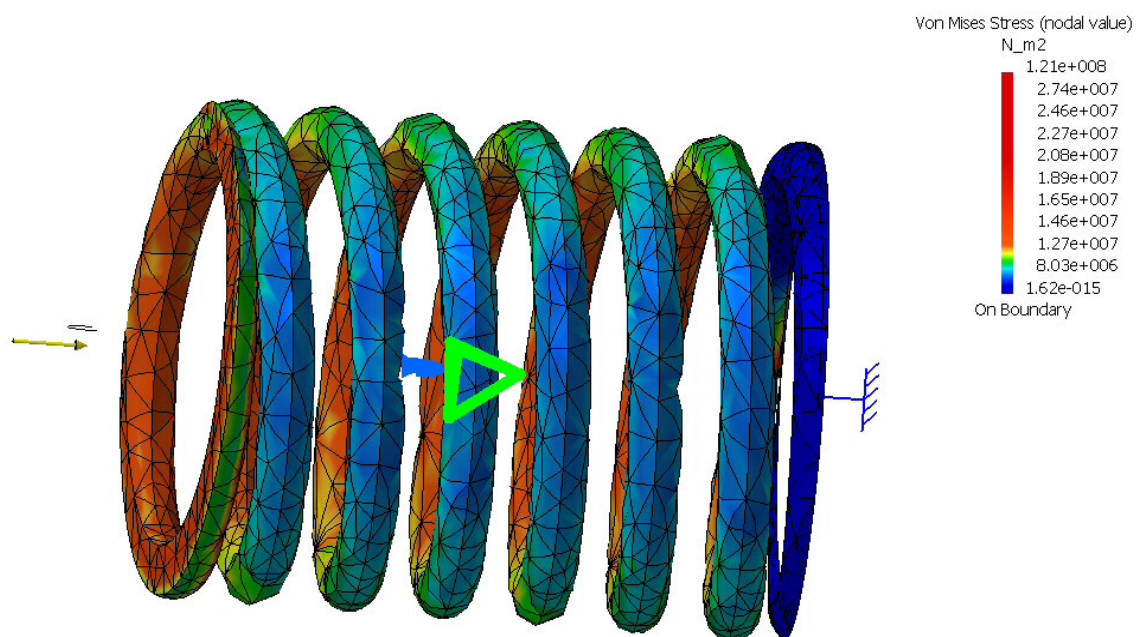




Fig.1.18

Câmpul de deplasări se vizualizează prin comanda  (**Displacement**) (fig.1.17). iar tensiunile echivalente *Von Mises* prin  (**Stress Von Mises**) (fig.1.18).

### 1.6 Concluzii

Din analiza cu elemente finite a arcului cilindric de compresiune reiese că, tensiunile echivalente maxime se regăsesc pe zona interioară a spirelor, ceea ce confirmă studiile de specialitate [4, 8, 9, 11, 13, 23]. Numeric, valoarea maximă a tensiunii echivalente *Von Mises* (121 MPa) este mai mică decât rezistența admisibilă la torsiune  $\tau_{at}=660,8$  MPa, solicitarea principală a arcului, ceea ce confirmă rezistența arcului la solicitări.

Din punct de vedere al deformației, analiza cu elemente finite este utilă în vederea determinării caracteristicii elastice a arcului.