

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00532

(22) Data de depozit: 16.07.2012

(41) Data publicării cererii:
28.12.2012 BOPI nr. 12/2012

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ
CLUJ NAPOCA;
• CENTRUL UNIVERSITAR NORD DIN
BAIA MARE, STR. DR. VICTOR BABEȘ
NR. 62/A, BAIA MARE, MM, RO

(72) Inventatori:
• RAVAI NAGY SANDOR, ALEEA SERELOR
NR. 1, SC. D, ET. 4, AP. 36, BAIA MARE,
MM, RO;

• LOBONȚIU MIRCEA, SAT UNGURAȘ
NR. 124B, BUMBRĂVIȚA, MM, RO

(74) Mandatar:
CABINET INDIVIDUAL NEACȘU CARMEN
AUGUSTINA, STR. ROZELOR NR. 12/3,
BAIA MARE, JUDEȚUL MARAMUREȘ

(54) DISPOZITIV ȘI METODĂ DE TESTARE A DINȚILOR ROȚILOR
DINȚATE ASIMETRICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv și la o metodă de testare a dinților roților dințate asimetrice, destinat a fi utilizat în stabilirea forței maxime de încărcare în regim static a unui dinte de roată dințată cu dinți asimetrici, încă din faza de proiectare a roții dințate din ansamblul unui reductor. Dispozitivul conform invenției este montat pe o mașină (8) de încercat materiale, și este compus dintr-o placă (1) de bază, un suport (5) pentru epruvetă, un jug (6) de fixare, o epruvetă (4), un suport (2) al cremalierii și o cremalieră (3). Metoda de testare, conform invenției, pentru realizarea dispozitivului, are următoarele etape: se fabrică epruveta (4), se așază dispozitivul (7) în mașina (8) de încercat materiale, se așază epruveta (4) în suport (5), se acționează dispozitivul (7) pentru solicitarea dintelui, se măsoară variația forței tangențiale F_{ta} de încercare și a deformației dintelui până la momentul ruperii acestuia, se scoate epruveta (4) încercată din dispozitiv (7), se scoate dispozitivul (7) din mașina (8) de încercat materiale și se prelucrează datele.

Revendicări: 4
Figuri: 6

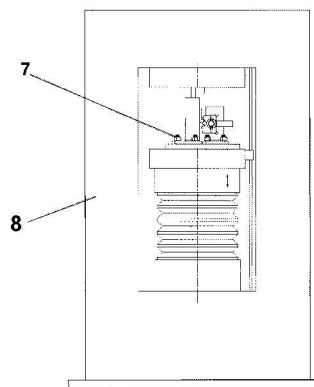


Fig. 6



DISPOZITIV ȘI METODĂ DE TESTARE A DINTILOR ROȚILOR DINȚATE ASIMETRICE

Invenția se referă la un dispozitiv și o metodă de testare a dintelui unei roți dințate cu dinți asimetrici, într-o construcție simplă și ușor de manevrat. Această soluție permite și testarea dintelui unei roți dințate cu dinți simetrici, fără să necesite modificări sau adaptări suplimentare. Dispozitivul de testare este destinat a fi utilizat în stabilirea forței maxime de încărcare în regim static a unui dinte de roată dințată cu dinți asimetrici sau simetrici, încă din faza de proiectare a roții dințate din ansamblul unui reductor, de exemplu, chiar înainte de realizarea prototipului.

Roțile dințate cu dinți asimetrici sunt cu flancuri de evolvente cu cercuri de bază diferite, ceea ce conferă angrenajului specificitatea de a avea două unghiuri de angrenare diferite în funcție de sensul de rotire. Datorită formei speciale și asimetrice a flancurilor dinților, acest tip de roți dințate este recomandat în transmisiile care pot transfera momente de torsiune mai mari decât cele din cazul roților dințate cu dinți simetrici.

De-a lungul timpului, s-au efectuat testări ale zonei de rupere a dinților roților dințate cilindrice cu dinți drepți cu profil simetric. Roțile dințate cu dinți asimetrici, deși sunt cunoscute și au fost studiate, până la această dată nu se cunosc modalități de testare a solicitării dinților la încovoiere.

Este cunoscut un „Aparat de testare a roților dințate”, în documentul de brevet cu nr. **GB 1,061,492**, care este o structură mecanică, cu ajutorul căreia se execută încercări la încovoiere ale dintelui unei roți dințate cu dinți simetrici. Dezavantajul major al acestei soluții este acela că este aplicabil numai dintelui unei roți dințate cu dinți simetrici; în afara acestui neajuns, este o soluție complicată, care realizează colectarea datelor într-un mod greoi.

Mai este cunoscută „O metodă și un aparat pentru testarea la încovoiere a roților dințate”, conform documentului de brevet cu nr. **JP 11230881(A)**. Această soluție se bazează pe încercarea dintelui roții dințate cu dinți simetrici utilizând două cremaliere **43** pe care se sprijină roata **33** dințată de încercat (**Fig.1**). Dezavantajele acestei soluții sunt următoarele: aparatul are o configurație complexă, greoaie, cu consum ridicat de material, iar posibilitatea de testare este limitată la dinți simetrici.

O altă soluție cunoscută este un „Aparat de testare a solicitării roților dințate”, prezentată în documentul de brevet cu nr. **JP 2000065688(A)**. Acest aparat realizează tot o testare mecanică, destinată numai roților dințate cu dinți simetrici, bazat pe angrenarea a

două roți dințate, încercarea realizându-se prin generarea unui moment de torsiune. În afara capacității limitate de testare a aparatului, acesta mai prezintă dezavantajul că necesită o roată dințată suplimentară confecționată dintr-un material cu rezistență superioară roții de încercat.

Un alt dezavantaj comun și major al soluțiilor cunoscute prezentate este acela că acestea testează dintelul roții dințate după ce roata dințată este confecționată.

Problema tehnică, pe care își propune să o rezolve invenția, este aceea de a realiza un dispozitiv unic și simplu, cu ajutorul căruia se realizează o testare la încovoiere atât a dinților roților dințate cu dinți simetrici, cât și asimetrici, încă din etapa de proiectare a roții dințate, fără să necesite fabricarea unei roți dințate întregi, ci numai a unui dinte al acesteia.

Dispozitivul de testare a roților dințate cu dinți asimetrici, conform invenției revendicate, rezolvă problema tehnică prin aceea că este format dintr-un angrenaj tip roată dințată - cremalieră montat pe o mașină de încercat materiale universală, din roata dințată virtuală (care va fi proiectată) fiind extrasă o porțiune cu rol de epruvetă, care va fi testată.

Metoda de testare a dinților roților dințate cu dinți asimetrici, conform invenției revendicate, constă în blocarea dintelui roții dințate de încercat, cremaliera fiind cea acționată și proiectată să reziste la solicitare. Prin deplasarea cremalierii, aceasta apasă pe dinte și determină, într-un final, ruperea dintelui roții dințate. Metoda are ca și primă fază determinarea secțiunii de încastrare și, implicit a solicitărilor maxime ale unui dinte de roată dințată cu dinți asimetrici sau simetrici.

Testarea dintelui se face prin măsurarea forței de apăsare a cremalierii pe dinte. Variația forței de apăsare și deplasarea cremalierii sunt măsurate de către orice mașină de încercat la tracțiune și compresiune, sau mașină standard cu achiziția automată a datelor.

Dispozitivul și metoda de testare a dinților roților dințate cu dinți asimetrici, conform invenției revendicate, prezintă următoarele avantaje:

- datorită construcției simplificate, nu necesită spațiu mare de depozitare, consum mare de materiale;
- datorită soluției alese, metoda de testare nu necesită fabricarea întregii roți, fiind suficient un singur dinte, care se poate realiza prin metode nespecifice danturării, pe o mașină unealtă simplă de tip CNC (Computer Numeric Control);
- datorită soluției constructive și a metodei de testare, se reduce considerabil timpul necesar testării, dar și al pregătirii în vederea testării;
- datorită soluției constructive și a metodei de testare anterioare proiectării finale și execuției prototipului, se poate dimensiona roata dințată;

- datorită soluției constructive, dispozitivul de testare poate fi utilizat pe orice tip de mașină de încercat materiale.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a dispozitivului de testare a roților dințate cu dinți asimetrici și a metodei, conform invenției revendicate, în legătură cu figurile 2, 3a, 3b, 4, 5a, 5b și 6, care reprezintă:

- Fig. 2: elementele definitorii ale roții dințate cu dinți asimetrici;
- Fig.3a: vizualizarea forțelor la care este supus dintel unei roți dințate;
- Fig.3b: vizualizarea secțiunii de încastrare a dintelui roții dințate cu dinți simetrici;
- Fig.4: dispozitivul 7 de testare a dinților roților dințate cu dinți asimetrici;
- Fig.5a: epruvetă pentru încercarea flancului **m-** al dintelui;
- Fig.5b: epruvetă pentru încercarea flancului **m+** al dintelui;
- Fig.6: dispozitivul 7 de testare a dinților roților dințate cu dinți asimetrici montat pe mașina 8 de încercat materiale;

Roțile dințate cu dinți asimetrici sunt cu flancuri de evolvente cu cercuri de bază diferite, ceea ce conferă angrenajului specificitatea de a avea două unghiuri de angrenare diferite în funcție de sensul de rotire.

În funcție de unghiul cremalierii de referință admitem următoarele convenții:

- Flancul normal, fără indicativ, este flancul specific roților dințate clasice cu dinți simetrici unde unghiul cremalierii de referință și al celei generatoare este egal pentru cele două flancuri, de obicei în corelare cu valorile standardizate.
- Flancul modificat, cu indicativ **m**, este flancul specific unei roți dințate cu dinți asimetrici unde unghiul de angrenare al cremalierii de referință și al celei generatoare este o valoare diferită față de cel specific flancului normal, cu valori standardizate. Flancul **m+** este modificat pozitiv (în creștere) iar **m-** este modificat negativ (în scădere) față de valorile standardizate.

Dinții asimetrici ai roții dințate sunt definiți de două evolvente generate pe două cercuri de bază diferite (**fig.2**). Cercul de rostogolire, cerc care în cazul danturilor nedepasate coincide cu cercul de divizare, este același pentru ambele flancuri. Astfel, unghiurile de angrenare pe cele două flancuri ale dintelui vor fi diferite.

Relația dintre cercurile de bază, cercul de divizare și unghiul de angrenare în cazul angrenajului fără deplasare de profil este de forma:

$$d_d = \frac{d_b}{\cos \alpha} \quad \text{sau} \quad d_b = d_d \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

d_d - diametrul cercului de divizare

d_b - diametrul cercului de bază

α - unghiul de angrenare

Diametrul de divizare fiind egal pentru cele două evolvente putem scrie:

$$d_{b_{m+}} = d_d \cdot \cos \alpha_{m+} \quad (2)$$

$$d_{b_{m-}} = d_d \cdot \cos \alpha_{m-}$$

$$d_d = \frac{d_{b_{m-}}}{\cos \alpha_{m+}} = \frac{d_{b_{m-}}}{\cos \alpha_{m-}} \quad (3)$$

d_d - diametrul cercului de divizare

$d_{b_{m+}}$ - diametrul cercului de bază al flancului cu unghi de angrenare $m+$

$d_{b_{m-}}$ - diametrul cercului de bază al flancului cu unghi de angrenare $m-$

α_{m+} - unghiul de angrenare $m+$

α_{m-} - unghiul de angrenare $m-$

Calculul de rezistență la încovoiere a roților dințate cu dinți simetrici este standardizat și face tema stasului STAS 12268, DIN 3990 respectiv standardul internațional ISO 6336.

Standardele amintite realizează calculul de rezistență luând în considerare numai solicitarea la încovoiere a unui dinte, corectând ulterior cu coeficientul gradului de acoperire.

Calculul se bazează pe faptul că dintele roții dințate este solicitat la încovoiere la valori maxime în momentul când punctul de contact dintre dinți ajunge în punctul **E (fig.3a și 3b)**, la ieșirea din angrenare sau punctul **A** la intrare în angrenare, adică atunci când forța normală F_n acționează pe vârful dintelui [1].

Dintele se consideră ca o grindă profilată încastrată în coroana roții dințate și încărcată cu forța normală F_n . În cadrul calculului, se fac următoarele ipoteze: forța F_n se aplică la vârful dintelui și este preluată numai de un dinte, iar secțiunea de încastrare S_1 , adică secțiunea periculoasă este acolo unde dreptele duse sub un unghi de 30° față de axa dintelui sunt tangente la profilul de racord, adică zona S_1S_2 [1,2].

La evidențierea solicitărilor din dinte, forța normală F_n se deplasează pe linia sa de acțiune în punctul **F** și se descompune în forța radială F_{ra} a cărei efect se neglijează și în forța tangențială F_{ta} care va solicita la încovoiere piciorul dintelui.

Efortul unitar σ_b la solicitarea de încovoiere este:

$$\sigma_b = \frac{F_{ta} \cdot h_F}{\frac{S_{nF}^2 \cdot b}{6}} \quad (4)$$

Sau, în cazul roților dințate cu dinți asimetrici, formula (4) se transformă în:

$$\sigma_b = k_{RL} \cdot \frac{F_{ta} \cdot h_F}{\frac{S_{nF}^2 \cdot b}{6}} \quad (5)$$

unde: k_{RL} – coeficientul de corecție la asimetrie a rezistenței dintelui asimetric

Datorită formei asimetrice a dinților roților dințate cu dinți asimetrici, relația de dimensionare (verificare), prezentată în (rel. 4), folosită la roțile dințate cu dinți simetrici pentru a fi aplicabilă și la roțile dințate cu dinți asimetrici, se impune completarea relației cu niște coeficienți de corecție, care iau în considerare forma asimetrică a danturii la calculul de rezistență a dintelui și la verificarea la rezistență la presiunea de contact.

Pentru determinarea coeficienților de corecție k_{RL} din (rel.5), trebuie stabilită secțiunea de încastrare a dintelui asimetric.

Invenția revendicată se referă la o metodă și un dispozitiv de încercare cu ajutorul căruia se poate analiza comportamentul dintelui și valoarea maximă de încărcare la care apare ruperea dintelui.

Dispozitivul de testare este conceput și proiectat pentru folosirea sa pe mașinile de încercare a materialelor la compresiune (**Fig.4, Fig.6**).

Dispozitivul este compus din placa **1** de bază, pe care este montat suportul **5** pentru epruvetă și suportul **2** al cremalierii (poansonului).

În suportul **5** pentru epruvetă, se așează epruveta **4** fixată cu un dispozitiv tip menghină numit jug **6** de fixare. În suportul **2** al cremalierii, glisează cremaliera **3** cu un singur dinte, în acest caz. Dacă se consideră și este nevoie, se pot utiliza și cremaliere cu mai mulți dinți, dar atunci și epruveta **4** trebuie proiectată corespunzător. Pe capătul superior al cremalierii **3**, va apăsa capul de deformare al mașinii **8** de încercat. Cu ajutorul sistemului de monitorizare al preseii, se poate urmări comportamentul dintelui în funcție de variația componentei tangențiale a forței de angrenare și se poate ridica diagrama

Funcționarea dispozitivului de testare se bazează pe angrenarea dintre o roată dințată și o cremalieră. Prin funcționarea sa, dispozitivul 7 blochează roata 4 dințată, iar cremaliera 3 fiind cea acționată și fiind proiectată să reziste, prin deplasarea sa va rupe dintele roții dințate. Prin acest mod se modelează solicitarea până la ruperea dintelui.

Practic, metoda de testare a dispozitivului de testare a dintelui unei roți dințate cu dinți asimetrici cuprinde următoarele etape: se fabrică epruveta 4, se așează dispozitivul 7 în mașina 8 de încercat materiale, se așează epruveta 4 în suportul 5, se acționează dispozitivul 7 pentru solicitarea dintelui, se măsoară variația forței tangențiale F_{ta} de încercare și a deformației dintelui până la momentul ruperii acestuia (dintelui), se scoate epruveta 4 încercată din dispozitivul 7, se scoate dispozitivul 7 din mașina 8 de încercat materiale și se prelucrează datele.

Pentru ușurința rigidizării și blocării roții dințate, din dantura încercată este extras un singur dinte conform **Fig.5a și 5b**, sau se execută o epruvetă conform **Fig.5a și 5b**.

Vitezele de încărcare a dintelui sunt cele standardizate pentru încercarea materialelor la tracțiune sau cele din domeniul de reglaj a mașinii de încercat.

Forma epruvetei folosite în cadrul metodei de încercare prezentată rezultă din luarea în considerare a faptului că dintele roții dințate este solicitat la încovoiere maximă în momentul când punctul de contact dintre dinți ajunge în punctul **E**. În acest punct, forța normală F_n acționează pe vârful dintelui (**fig.5a și 5b**).

Epruveta materializează un dinte complet, precum și un flanc din dintele precedent, respectiv un flanc al dintelui următor.

În punctul **E**, tangenta la cercul de bază al evolventei definatorii flancului dintelui, este perpendiculară pe flancul cremalierii și tangenta trece și prin polul angrenării **C**.

Dimensiunile de gabarit ale epruvetei A_E , B_E sunt stabilite funcție de dimensiunile dispozitivului de încercare. Acestea pot fi modificate funcție de specificitatea testului și a capacității mașinii de încercat.

REVENDICĂRI

1. Dispozitiv de testare a dinților roților dințate asimetrice **caracterizat prin aceea** că este montat pe mașina (8) de încercat materiale și este compus dintr-o placă (1) de bază, un suport (5) pentru epruvetă, un jug (6) de fixare, o epruvetă (4), un suport (2) al cremalierei (poansonului) și o cremaliere (3).
2. Dispozitiv de testare a dinților roților dințate asimetrice, conform revendicării 1. **caracterizat prin aceea că** epruveta (4) materializează un dinte complet, precum și un flanc din dinte precedent, respectiv un flanc al dintelui următor, iar forma ei rezultă din luarea în considerare a faptului că dinte roții dințate este solicitat la încovoiere maximă în momentul când punctul de contact dintre dinți ajunge în punctul E, iar forța normală F_n acționează pe vârful dintelui.
3. Metodă de testare a dinților roților dințate asimetrice, **caracterizată prin aceea** că are următoarele etape: se fabrică epruveta (4), se așează dispozitivul (7) în mașina (8) de încercat materiale, se așează epruveta (4) în suportul (5), se acționează dispozitivul (7) pentru solicitarea dintelui, se măsoară variația forței tangențiale F_{ta} de încercare și a deformației dintelui până la momentul ruperii acestuia (dintelui). se scoate epruveta (4) încercată din dispozitivul (7), se scoate dispozitivul (7) din mașina (8) de încercat materiale și se prelucrează datele.
4. Dispozitiv de testare a dinților roților dințate asimetrice, conform revendicării 1. **caracterizat prin aceea că** efortul unitar σ_b la solicitarea de încovoiere a dintelui se calculează cu ajutorul unui coeficient k_{RL} de corecție la asimetrie a rezistenței dintelui asimetric, a cărui determinare depinde de secțiunea de încastrare a dintelui asimetric.

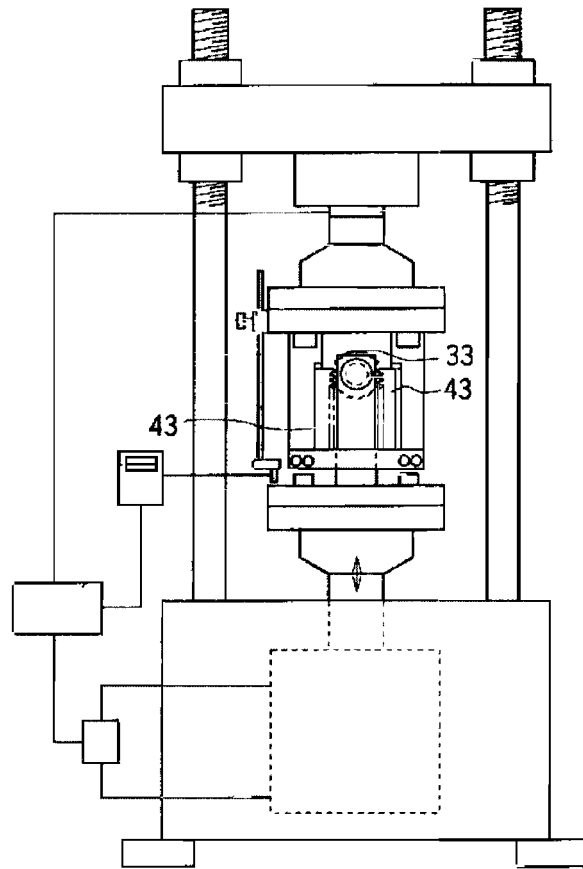


Fig.1

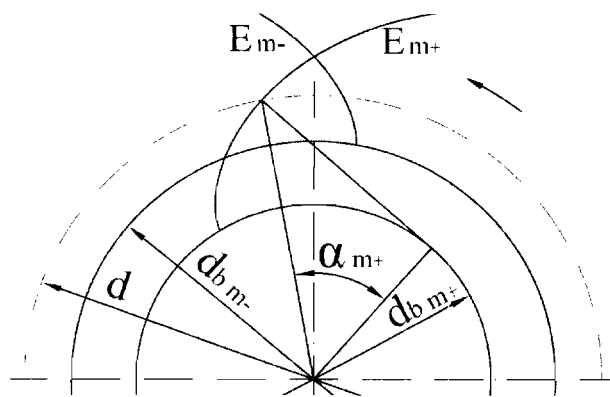
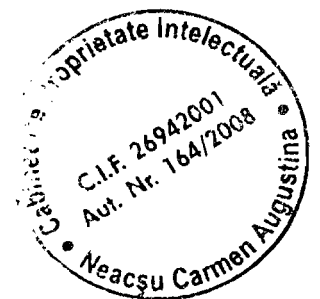


Fig.2

UNIVERSITATEA TEHNICĂ CLUJ-NAPOCA,
Centrul Universitar Nord din Baia Mare



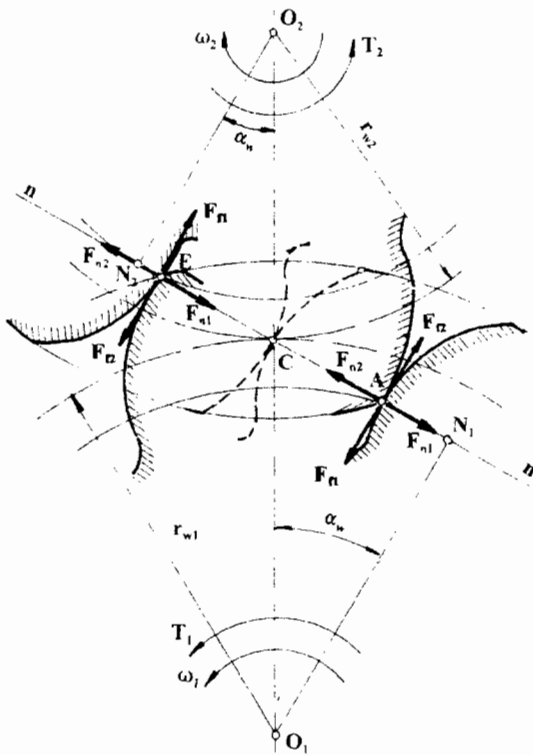


Fig.3a

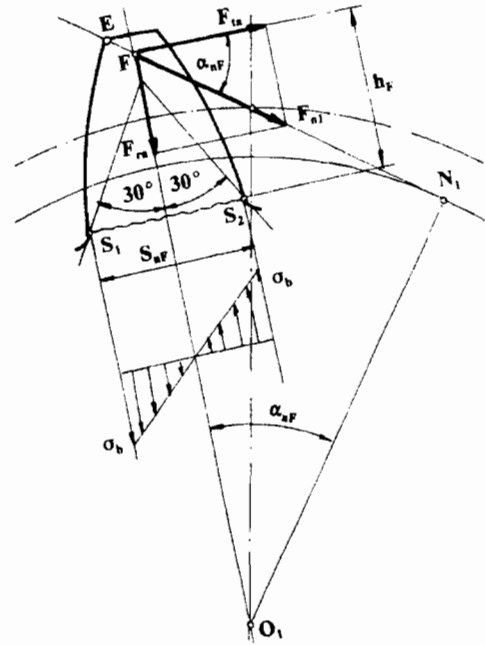


Fig.3b

UNIVERSITATEA TEHNICĂ CLUJ-NAPOCA,
Centrul Universitar Nord din Baia Mare

Handwritten signature



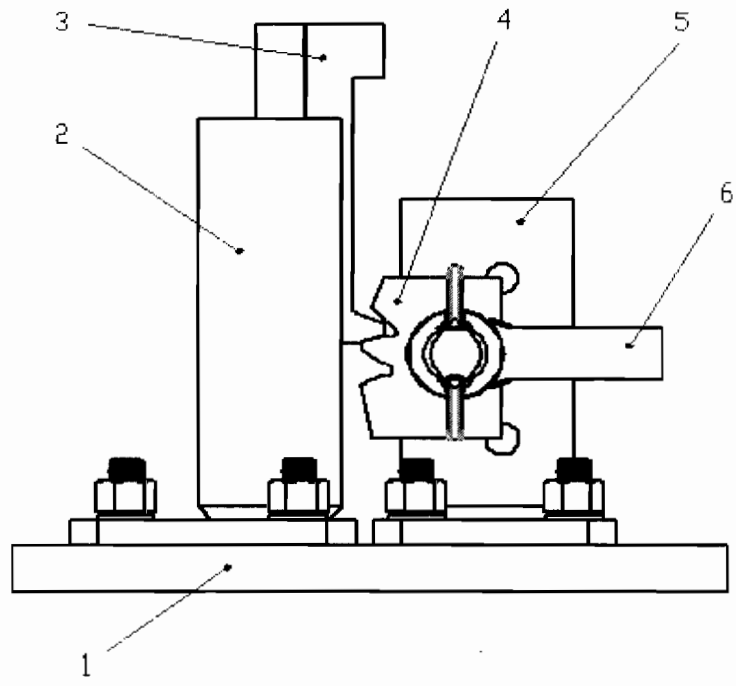


Fig.4

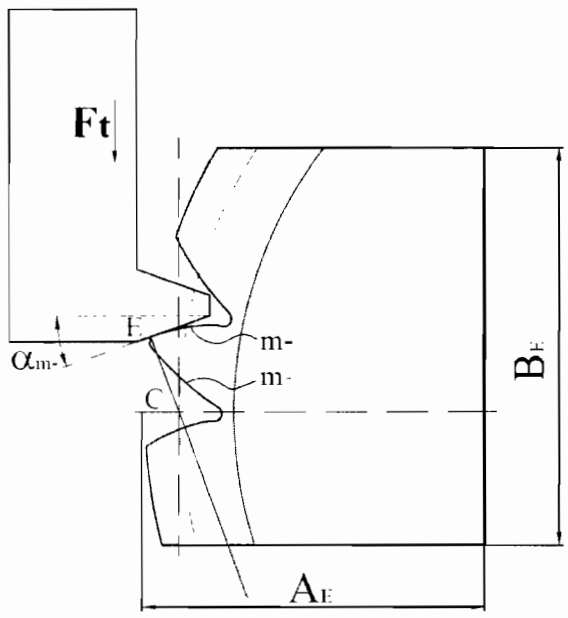


Fig.5a

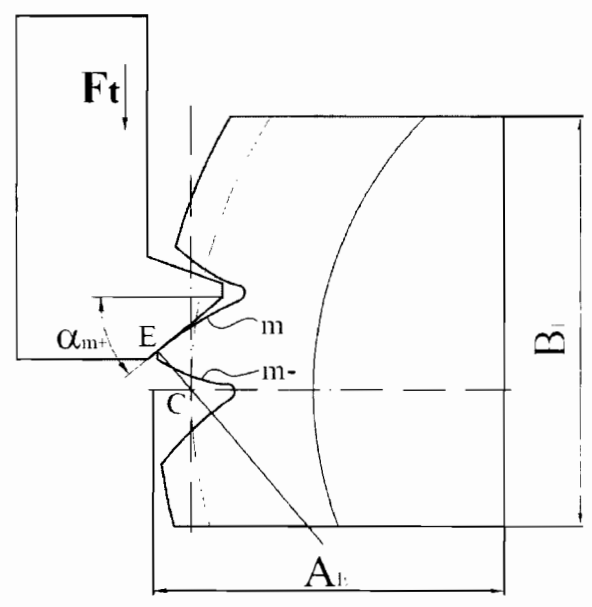


Fig.5b

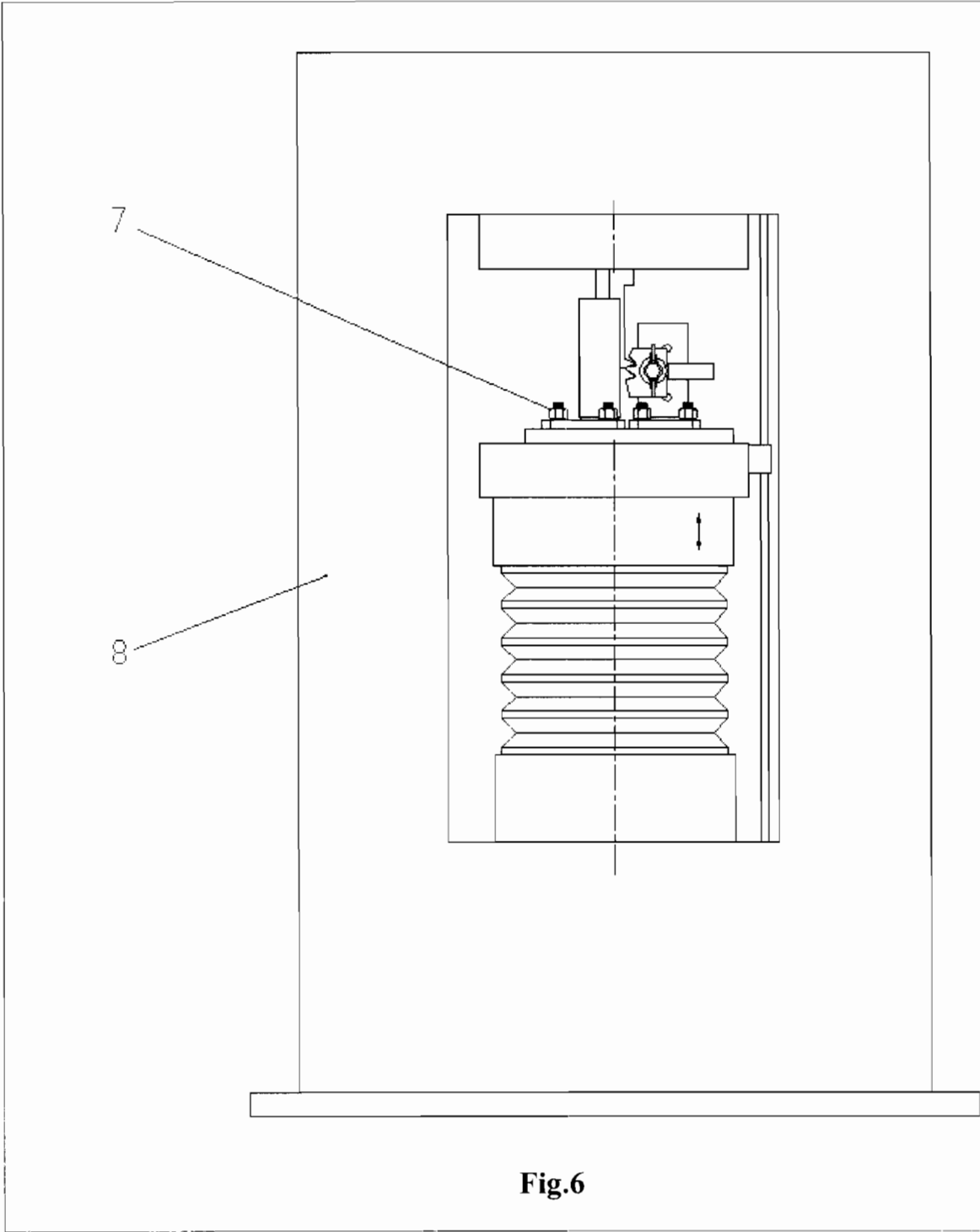


Fig.6

UNIVERSITATEA TEHNICĂ CLUJ-NAPOCA,
Centrul Universitar Nord din Baia Mare

