



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00532**

(22) Data de depozit: **16/07/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/07/2017** BOPI nr. 7/2017

(41) Data publicării cererii:
28/12/2012 BOPI nr. 12/2012

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ NAPOCA, CENTRUL
UNIVERSITAR NORD DIN BAI A 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, BAI A MARE,
MM, RO;**

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

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

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2992491; GB 1061492

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



RO 128055 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv, la o metodă de testare a dintelui unei roți dințate cu
dinți asimetrice, într-o construcție simplă și ușor de manevrat, precum și la o metodă de dimensi-
3 onare a dinților asimetrice. Această soluție permite și testarea dintelui unei roți dințate cu dinți
simetrici, fără să necesite modificări sau adaptări suplimentare.

5 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 asimetrice sau simetrici, încă din faza de pro-
7 iectare a roții dințate din ansamblul unui reductor, de exemplu, chiar înainte de realizarea proto-
tipului. De asemenea, rezultatele testărilor dinților simetrici și asimetrice permit dimensionarea
9 dinților asimetrice.

11 Roțile dințate cu dinți asimetrice sunt cu flancuri de evolvente cu cercuri de bază diferite,
ceea ce conferă angrenajului specificitatea de a avea două unghiuri de angrenare diferite, în
13 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.

15 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 asimetrice, deși sunt cunoscute
17 și au fost studiate, până la această dată nu se cunosc modalități de testare a sollicitării dinților
la încovoiere.

19 Se cunoaște, din documentul **US 2992491**, un dispozitiv de testare a dinților roților
dințate, care cuprinde o bază pe care este montat un palpator prevăzut cu un dinte de angrenaj,
21 pentru măsurarea dinților roților, acționat prin intermediul unor electromagneți.

23 Mai este cunoscut un „*Aparat de testare a roților dințate*”, în documentul de brevet
GB 1061492, care se referă la un aparat de testare a roților dințate, acționat de un motor
electric, aparat care cuprinde o pârghie oscilantă, montată și antrenată în mișcare de niște
25 arcuri lamelare, pârghie prevăzută cu o proeminență (dinte) ce angrenează cu dinții roții ce
urmează a fi testată. Dezavantajul major al acestei soluții este acela că este aplicabil numai
27 dintelui unei roți dințate cu dinți simetrici; în afara acestui neajuns, este o soluție complicată, ce
realizează colectarea datelor într-un mod greoi.

29 Se mai cunoaște „*O metodă și un aparat pentru testarea la încovoiere a roților dințate*”,
conform documentului **JP 11230881 (A)**. Această soluție se bazează pe încercarea dintelui roții
31 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
33 complexă, greoaie, cu consum ridicat de material, iar posibilitatea de testare este limitată la dinți
simetrici.

35 O altă soluție cunoscută este un „*Aparat de testare a sollicitării roților dințate*”, prezentată
în documentul **JP 2000065688 (A)**. Acest aparat realizează tot o testare mecanică, destinată
37 numai roților dințate cu dinți simetrici, fiind bazat pe angrenarea a două roți dințate, încercarea
realizându-se prin generarea unui moment de torsiune. În afara capacității limitate de testare
39 a aparatului, acesta mai prezintă dezavantajul că necesită o roată dințată suplimentară,
confecționată dintr-un material cu rezistență superioară roții de încercat.

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

43 Problema tehnică, pe care își propune să o rezolve invenția, din revendicarea 1, este
aceea de a realiza un dispozitiv pentru testarea la încovoiere atât a dinților roților dințate cu dinți
45 simetrici, cât și asimetrice, din etapa de proiectare a roții dințate, fără să necesite fabricarea unei
roți dințate întregi.

RO 128055 B1

Dispozitivul de testare a roților dințate cu dinți simetrici și asimetrici, conform invenției, 1
înlătură dezavantajele dispozitivelor cunoscute prin aceea că pe placa de bază sunt montate 3
un suport pentru epruvetă și un suport pentru poansonul tip cremalieră, astfel încât în suportul 3
pentru epruvetă este așezată o epruvetă fixată cu un jug de fixare de tip menghină, iar în supor- 5
tul pentru poanson glisează o cremalieră cu un singur dinte, acționată de capul de deformare 5
al mașinii de încercat materiale.

Metoda de testare a dinților roților dințate simetrice și asimetrice, conform invenției, se 7
caracterizează prin etapa de pornire a mașinii de încercat materiale, apoi capul de deformare 7
al mașinii de încercat materiale acționează asupra capătului superior al cremalierii dispozi- 9
tivului, pentru solicitarea unui singur dinte, și măsoară variația forței tangențiale F_{ta} de încercare 9
și a deformației dintelui, până la momentul ruperii acestuia. 11

Utilizarea metodei de testare a dinților roților dințate pentru dimensionarea dinților roților 13
dințate asimetrice, conform invenției, folosește rezultatele testărilor efectuate cu ajutorul 13
dispozitivului de testare a dinților roților dințate simetrice și asimetrice, conform revendicării 1,
montat pe mașina de încercat materiale, pe baza cărora se determină un coeficient k_{RL} de 15
corecție la asimetrie a rezistenței dintelui asimetric, calculat prin raportul dintre forța tangențială
 F_{ta} de încercare, exercitată asupra dintelui asimetric, și forța tangențială F_{ta} de încercare, 17
exercitată asupra dintelui simetric.

Dispozitivul și metoda de testare a dinților roților dințate cu dinți simetrici și asimetrici, 19
conform invenției revendicate, prezintă următoarele avantaje:

- datorită construcției simplificate, nu necesită spațiu mare de depozitare, și nici consum 21
mare de materiale;

- datorită soluției alese, metoda de testare nu necesită fabricarea întregii roți, fiind 23
suficient un singur dinte, care se poate realiza prin metode nespecifice danturării, pe o mașină
unealtă simplă, de tip CNC (Computer Numeric Control); 25

- datorită soluției constructive și metodei de testare, se reduce considerabil timpul 27
necesar testării, dar și cel al pregătirii în vederea testării;

- datorită soluției constructive și metodei de testare anterioare proiectării finale și 29
execuției prototipului, se poate dimensiona roata dințată;

- datorită soluției constructive, dispozitivul de testare poate fi utilizat pe orice tip de 31
mașină de încercat materiale.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a dispozitivului de testare a roților dințate 33
cu dinți simetrici și asimetrici și a metodei, conform invenției revendicate, în legătură cu fig. 2...6, 33
ce reprezintă:

- fig. 2, elementele definatorii ale roții dințate cu dinți asimetrici; 35

- fig. 3a, vizualizarea forțelor la care este supus dintele unei roți dințate;

- fig. 3b, vizualizarea secțiunii de încastrare a dintelui roții dințate cu dinți simetrici; 37

- fig. 4, dispozitivul **7** de testare a dinților roților dințate cu dinți asimetrici;

- fig. 5a, epruvetă pentru încercarea flancului **m-** al dintelui; 39

- fig. 5b, epruvetă pentru încercarea flancului **m+** al dintelui;

- fig. 6, dispozitivul **7** de testare a dinților roților dințate cu dinți asimetrici, montat pe 41
mașina **8** de încercat materiale.

Roțile dințate cu dinți asimetrici sunt cu flancuri de evolvente cu cercuri de bază diferite, 43
ceea ce conferă angrenajului specificitatea de a avea două unghiuri de angrenare diferite, în 45
funcție de sensul de rotire.

RO 128055 B1

1 În funcție de unghiul cremalierii de referință, admitem următoarele convenții:

2 Flancul normal, fără indicativ, este flancul specific roților dințate clasice cu dinți simetrici,
3 unde unghiul cremalierii de referință și al celei generatoare este egal pentru cele două flancuri,
de obicei în corelare cu valorile standardizate.

5 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
7 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.

9 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,
11 coincide cu cercul de divizare, este același pentru ambele flancuri. Astfel, unghiurile de
angrenare pe cele două flancuri ale dintelui vor fi diferite.

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

$$15 \quad d_d = \frac{d_b}{\cos \alpha} \quad \text{sau} \quad d_b = d_d \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

17 unde d_d - diametrul cercului de divizare;

d_b - diametrul cercului de bază;

21 α - unghiul de angrenare.

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

$$23 \quad d_{b_{m+}} = d_d \cdot \cos \alpha_{m+} \quad (2)$$

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

$$25 \quad d_d = \frac{d_{b_{m+}}}{\cos \alpha_{m+}} = \frac{d_{b_{m-}}}{\cos \alpha_{m-}} \quad (3)$$

27 unde d_d - diametrul cercului de divizare;

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

31 $d_{b_{m-}}$ - diametrul cercului de bază al flancului cu unghi de angrenare **m-**;

α_{m+} - unghiul de angrenare **m+**;

33 α_{m-} - unghiul de angrenare **m-**.

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

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

Calculul se bazează pe faptul că dintele roții dințate simetrice este solicitat la încovoiere
39 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
41 normală F_n acționează pe vârful dintelui [1].

Dintele se consideră ca o grindă profilată, încastrată în coroana roții dințate, și încărcată
43 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_F , adică secțiunea
45 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].

RO 128055 B1

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} al 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, în cazul roților dințate simetrice, 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 formula 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 formula 5, trebuie stabilită secțiunea de încastrare a dintelui asimetric.

Invenția revendicată se referă la o metodă și la 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 așază 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 cremalieră 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 simetrici sau asimetrici cuprinde următoarele etape: se fabrică epruveta **4**, se așază dispozitivul **7** în mașina **8** de încercat materiale, se așază epruveta **4** în suportul **5**, se acționează dispozitivul **7** pentru solicitarea dintelui, se măsoară variația forței tangențiale F_{ta} de încercare, și deformația dintelui până la momentul ruperii acestuia, se scoate epruveta **4** încercată din dispozitivul **7**, se scoate dispozitivul **7** din mașina **8** de încercat materiale, și se prelucrează datele.

RO 128055 B1

- 1 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.
- 3 Vitezele de încărcare a dintelui sunt cele standardizate pentru încercarea materialelor
la tracțiune, sau cele din domeniul de reglaj al mașinii de încercat.
- 5 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
7 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).
- 9 Epruveta materializează un dinte complet, precum și un flanc din dintele precedent,
respectiv, un flanc al dintelui următor.
- 11 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**.
- 13 Dimensiunile de gabarit ale epruvetei A_E , B_E sunt stabilite în funcție de dimensiunile
dispozitivului de încercare. Acestea pot fi modificate în funcție de specificitatea testului și a
15 capacității mașinii de încercat.

RO 128055 B1

Revendicări

1

1. Dispozitiv de testare a dinților roților dințate simetrice și asimetrice, montat pe mașina (8) de încercat materiale, având o placă de bază (1) și un suport (2) pentru poansonul de testare, **caracterizat prin aceea că** pe placa de bază (1) sunt montate un suport (5) pentru epruvetă și un suport (2) pentru poansonul tip cremalieră astfel, încât în suportul (5) pentru epruvetă este așezată o epruvetă (4) fixată cu un jug (6) de fixare de tip menghină, iar în suportul (2) pentru poanson glisează o cremalieră (3) cu un singur dinte, acționată de capul de deformare al mașinii (8) de încercat materiale. 3 5 7 9

2. Dispozitiv de testare a dinților roților dințate simetrice și asimetrice, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** epruveta (4) are forma unui segment decupat din roata dințată, și conține un dinte complet, încadrat de un flanc din dintele precedent și un flanc al dintelui următor, astfel încât punctul de contact dintre dinte și cremalieră (3) este punctul (E) care se află în vârful dintelui, și în care tangenta la cercul de bază al evolventei definitorii flancului dintelui este perpendiculară pe flancul cremalierei (3), și trece și prin polul angrenării (C), iar forța normală F_n acționează chiar pe vârful dintelui. 11 13 15

3. Metodă de testare a dinților roților dințate simetrice și asimetrice, care utilizează o epruvetă (4) ce reproduce un segment din roata dințată asimetrică, așezată în suportul (5) unui dispozitiv (7), conform revendicării 1, montat pe o mașină (8) de încercat materiale, **caracterizată prin aceea că** se pornește mașina (8) de încercat materiale, apoi capul de deformare al mașinii (8) de încercat materiale acționează asupra capătului superior al cremalierei (3) dispozitivului (7) pentru solicitarea unui singur dinte, și măsoară variația forței tangențiale F_{ta} de încercare, și a deformației dintelui până la momentul ruperii acestuia. 17 19 21 23

4. Utilizare a metodei de testare a dinților roților dințate pentru dimensionarea dinților roților dințate asimetrice, **caracterizată prin aceea că** folosește rezultatele testărilor efectuate cu ajutorul dispozitivului de testare a dinților roților dințate simetrice și asimetrice, conform revendicării 1, montat pe mașina (8) de încercat materiale, pe baza cărora se determină un coeficient k_{RL} de corecție la asimetrie a rezistenței dintelui asimetric, calculat prin raportul dintre forța tangențială F_{ta} de încercare, exercitată asupra dintelui asimetric, și forța tangențială F_{ta} de încercare, exercitată asupra dintelui simetric. 25 27 29

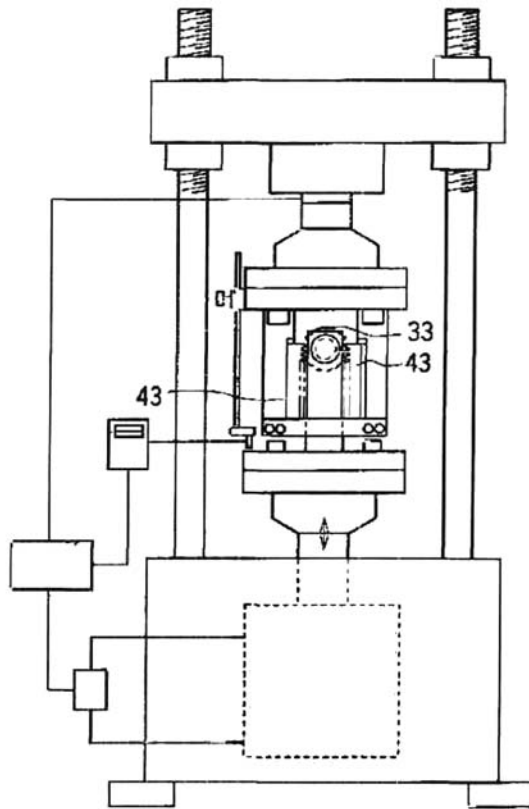


Fig. 1

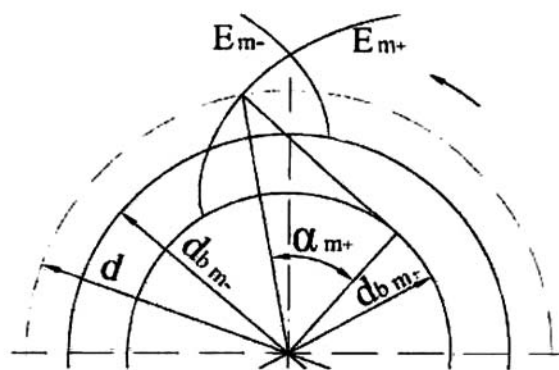


Fig. 2

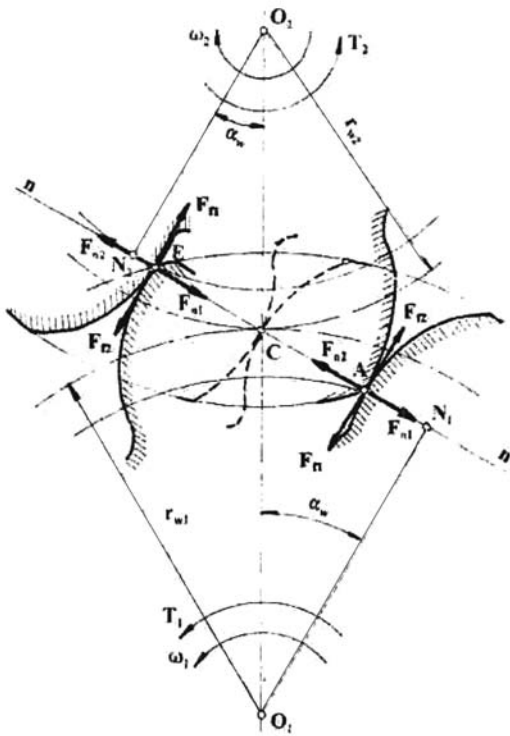


Fig. 3a

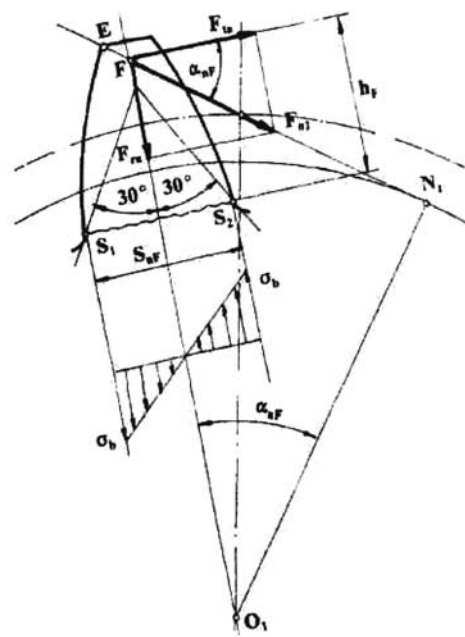


Fig. 3b

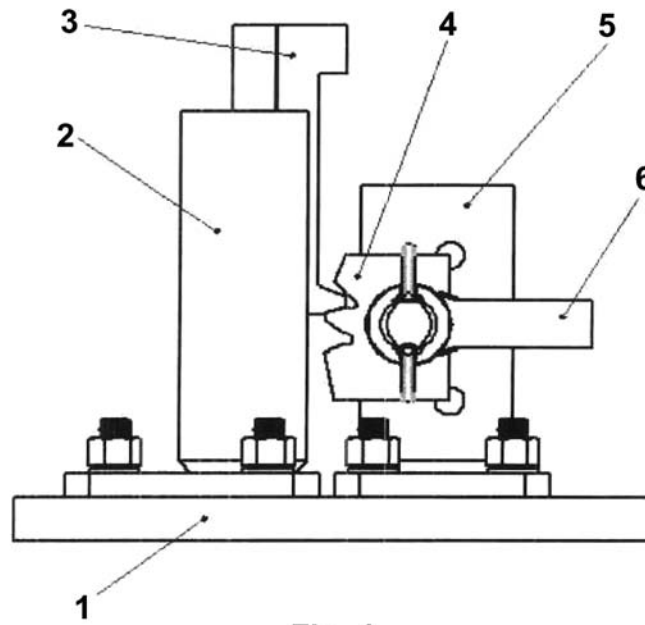


Fig. 4

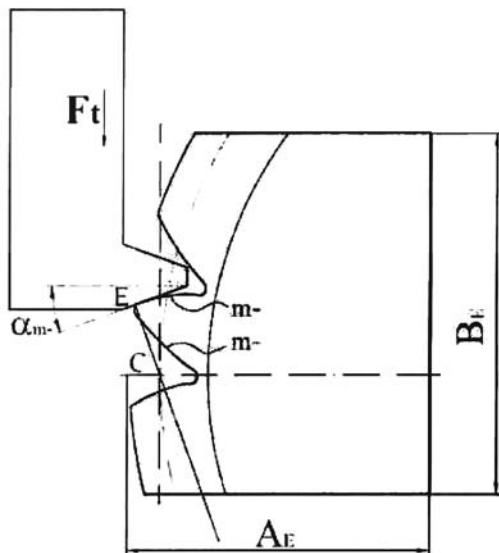


Fig. 5a

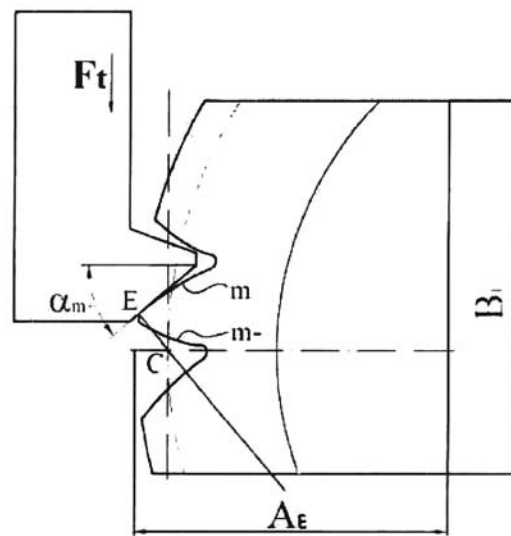


Fig. 5b

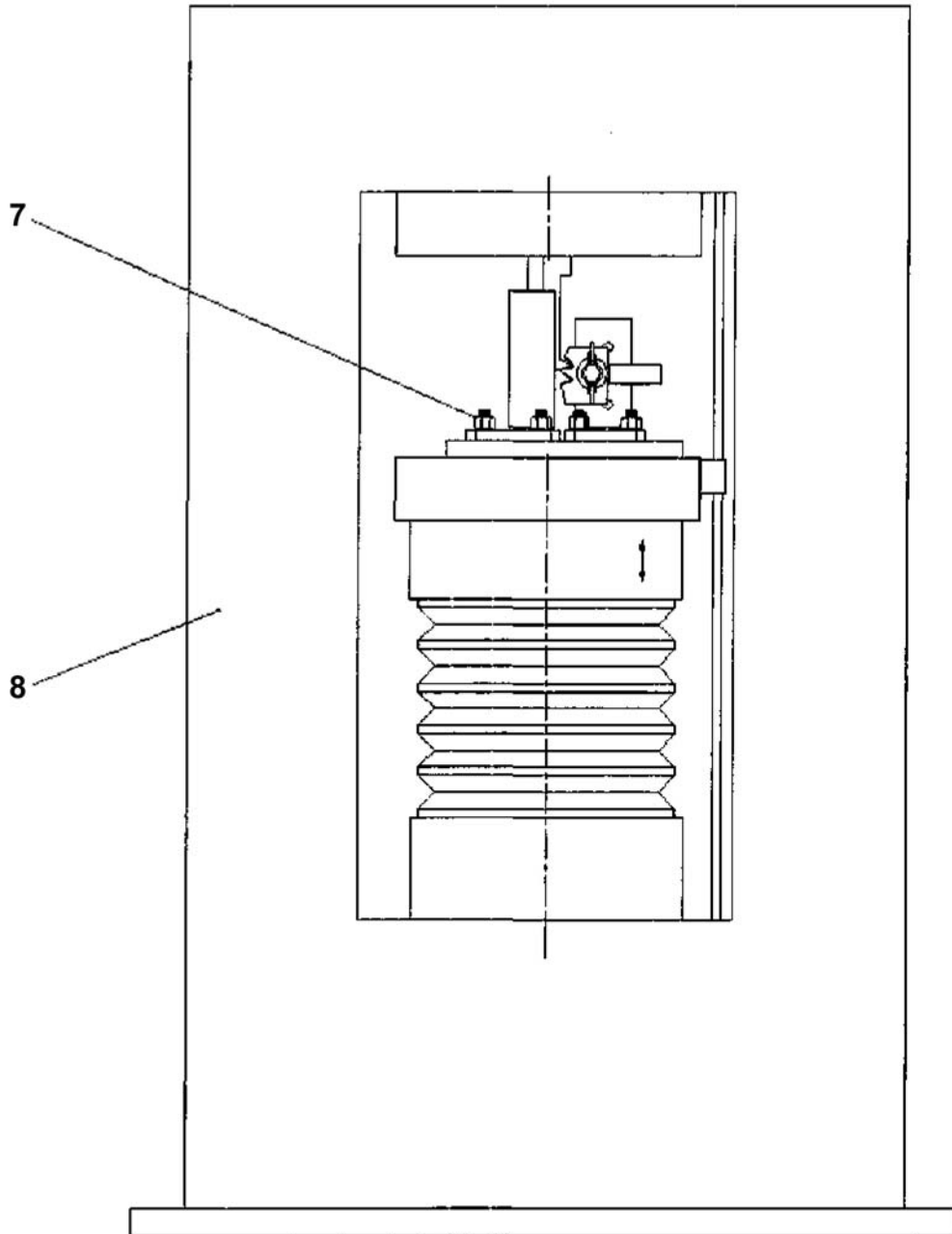


Fig. 6