



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00436**

(22) Data de depozit: **15/06/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/12/2022** BOPI nr. **12/2022**

(41) Data publicării cererii:
28/12/2018 BOPI nr. **12/2018**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"**
DIN GALAȚI, STR.DOMNEASCĂ NR.47,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• **FETECAU CATALIN, STR. TRAIAN**
NR. 85A, GALAȚI, GL, RO;

• **STAN FELICIA, STR.CĂLUGĂRENI NR.11,**
BL.L 1 A, SC.2, PARTER, AP.21, GALAȚI,
GL, RO;
• **STANCIU NICOLETA-VIOLETA,**
STR.COSTACHE CONACHI NR.8, BL.F7,
SC.4, ET.1, AP.67, GALAȚI, GL, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2015330884 A1; RO 128552;
DE 3320971 A1; US 4926694 A

(54) **DISPOZITIV DE FIXARE A EPRUVETELOR DIN MATERIALE
POLIMERICE BICOMPONENT PENTRU TESTAREA
REZISTENȚEI LA DELAMINARE**



RO 133005 B1

1 Inventția se referă la un dispozitiv care asigură fixarea și menținerea în poziție orizon-
tală a epruvetelor din materiale polimerice bi-component pentru măsurarea rezistenței (forței)
3 la delaminare la tracțiune (Modul I de rupere).

5 Este cunoscut din documentul **US 2015330884 A1** un dispozitiv și o metodă pentru
separarea eșantioanelor multistrat sudate, cuprinzând o structură de bază, o primă clemă
7 montată pe structura de bază capabilă să rețină o primă porțiune a elementului incluzând
primul și al doilea strat în acesta, o a doua clemă montată pe structura de bază la o distanță
9 de prima clemă aproximând cel puțin o porțiune dintr-o lungime a elementului și capabilă să
rețină o a doua porțiune a elementului incluzând primul strat în acesta și un ax rotativ cu
11 fante acționat de motor capabil să primească o porțiune a celui de-al doilea strat într-o poziție
intermediară dintre prima clemă și a doua clemă și răsucirea primului strat în jurul axului
când este rotit și în timp ce primul strat este prins de prima și a doua clemă pentru a separa
13 al doilea strat de primul strat, iar senzorii pot simți forța necesară pentru a rupe sudurile, iar
datele pot fi stocate și analizate într-un computer.

15 Mai este cunoscut din brevetul **RO 128552 B1** se referă la un stand pentru testarea
la oboseală, la temperatura mediului ambiant, a unei epruvete cu secțiune necirculară,
17 realizată dintr-un material polimeric, cu precădere injectat bicomponent cap la cap, având
în componență un motor electric, de la care mișcarea de rotație este transmisă, prin inter-
19 mediul unui cuplaj elastic cu bolțuri, la un arbore al unei mese circulare, rotative, pe care sunt
montate niște sănii deplasate cu ajutorul unui șurub cu filet stânga-dreapta, prima sanie
21 amintită fiind în legătură, printr-o bielă, cu o placă culisantă pe două coloane de ghidare,
fixate la capete de o placă suport, pe placa culisantă fiind fixat un suport al unor role de
23 antrenare, care este în legătură și cu un ax solidarizat de o eclisă, pe ax fiind fixate alte axe,
pe care se pot roti niște role de antrenare a unei epruvete, aceasta din urmă fiind fixată, la
25 capătul inferior, într-o menghină montată pe o masă mobilă.

27 Din documentul **DE 3320971 A1** cunoscut un dispozitiv pentru testarea rezistenței
mecanice, în special a rezistenței interlaminare și a rezistenței la delaminare, a materialelor
de ambalare flexibile, în care un tub de eșantionare a compozitului de material este împărțit
29 prin intermediul unei forțe care acționează perpendicular pe suprafața sa, la o viteză
predeterminată, printr-un plan de bază, cu o rolă, care este trasă de o frânghie perpendi-
31 culară pe axă și paralelă cu baza, printr-un dispozitiv pentru introducerea și măsurarea forței
care acționează asupra rolei și prin mijloace pentru lipirea unei suprafețe a benzii de testare
33 cu baza, iar cealaltă suprafață a benzii de probă cu rola, astfel încât eșantionul să fie împărțit
în zona respectivei linii de intersecție dintre bază și un plan care îl intersectează vertical și
35 conține axa rolei.

37 Un aparat și o metodă de testare a delaminării unei probe compozite, descris în
documentul **US 4926694 A**, are un capăt delaminat ce formează niște brațe inferioare și
39 superioare dispuse opus, cuprinzând un prim suport care se extinde în sus de la bază și
susține în mod mobil primul capăt al specimenului, un al doilea suport care se extinde în sus
de la bază și este distanțat de primul suport și conectat fix la brațul inferior al celui de-al
41 doilea capăt al specimenului, o grindă de aplicare a sarcinii, un al treilea suport care se
extinde de la al doilea capăt al specimenului, al doilea și al treilea suport fiind aliniate în mod
43 substanțial și mijloace pentru aplicarea unei sarcini la specimen într-un punct pentru a crește
delaminarea la al doilea capăt.

45 Epruvetele bi-component, realizate prin injectare din două materiale polimerice
diferite, au o fisură inițială care permite inițierea procesului de delaminare, ca în fig. 1.

47 Fig. 2 prezintă schema de principiu a procesului de delaminare [1] a unei epruvete
bi-component. Epruveta are un braț flexibil **1** și un braț rigid **2**. Datorită rigidităților diferite ale
49 celor două brațe, așa cum se poate vedea în fig. 2, în timpul testului de delaminare se
formează două unghiuri, θ și respectiv ϕ .

RO 133005 B1

Rezistența la delaminare (tenacitatea) se calculează cu relația [1]	1
$G = G_1 + G_2 \quad [J/m],$	(1) 3
în care:	3
$G_1 = \frac{F}{b} \cdot (1 + \cos \phi) \quad [J/m]$	(2) 5
$G_2 = \frac{F}{b} \cdot (1 - \cos \phi) \quad [J/m]$	(3) 7
unde:	
F este forța de delaminare, [daN];	9
b - lățimea epruvetei, [mm];	
θ, ϕ - unghiuri de delaminare, $\theta < 90^\circ$, $\phi > 90^\circ$ care trebuie măsurate;	11
1, 2 - materiale (fig. 2).	
Datorită rigidităților diferite, unghiurile de delaminare variază în timpul testului, așa cum se poate vedea în fig. 3, măsurarea lor fiind foarte dificil de realizat. Metoda de măsurare a unghiului de delaminare θ este foarte complicată deoarece presupune utilizarea unei camere video de mare viteză care înregistrează procesul de delaminare, extragerea unghiului de delaminare realizându-se prin procesarea imaginilor video [2].	13 15 17
Din acest motiv s-a propus proiectarea și realizarea unui dispozitiv pentru fixarea și menținerea epruvetei în poziție orizontală, astfel încât unghiurile de delaminare să rămână constante pe toată durata de delaminare ($\theta = \phi = 90^\circ$).	19
Pe baza literaturii de specialitate s-au identificat cele mai cunoscute soluții pentru testarea la delaminare prin tracțiune - Modul I de rupere care prezintă și unele dezavantaje:	21
- soluția prezentată în fig. 4 presupune folosirea unor piese de tip balama. Balamalele sunt fixate pe capetele epruvetelor, fixarea fiind demontabilă, folosind șuruburi de fixare sau nedemontabilă prin lipire [3]. Dezavantajul major al acestei metode este dat de faptul că sistemul poate fi folosit doar pe mașini de încercat universale cu două bacuri mobile, deci o construcție mai complicată;	23 25 27
- o altă soluție presupune fixarea unor prisme cu alezaj pe capetele epruvetei, care sunt conectate la mașina de testat prin intermediul unei articulații cilindrice, de tip bolț-alezaj, ce permite păstrarea direcției pe care acționează forța (fig. 5) [4]. Dezavantajul este acela că fixarea epruvetei se realizează prin lipire, iar acest lucru introduce complicații deoarece, în anumite situații, datorită forțelor dezvoltate, legătura dintre sistemul de fixare și epruvetă cedează în timpul testului. Un alt dezavantaj este acela că și în acest caz, sistemul se fixează pe o mașină de testare cu două bacuri mobile.	29 31 33
Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în menținerea și ghidarea epruvetelor bi-component în poziție orizontală la un dispozitiv care poate fi montat pe o mașină de încercat universală și care are un singur bac mobil (bacul superior), în timpul testului pentru măsurarea rezistenței la delaminare (Modul I), în continuare denumit "test de delaminare" (fig. 6).	35 37 39
Dispozitivul propus conform invenției prezintă următoarele avantaje:	
- permite realizarea de "teste de delaminare" pe o mașină de încercat universală cu un singur bac mobil;	41
- epruveta este ghidată și menținută în poziție orizontală într-o casetă cu role, culisabilă în plan orizontal pe tot parcursul testului și care se deplasează pe verticală, folosind o transmisie cremalieră - roți dințate cilindrice - cremalieră, cu numere de dinți și module diferite, astfel încât, deși unul dintre bacurile mașinii este fix, axa epruvetei are deplasări egale față de bacurile mașinii;	43 45 47

RO 133005 B1

1 - prin asigurarea orizontalității epruvetei pe toată durata testului de delaminare, nu
necesită măsurarea unghiului de delaminare;

3 - nu necesită un alt echipament sau dispozitiv atașat mașinii de încercat care să
acționeze asupra epruvetei bi-component în vederea realizării testelor de delaminare;

5 - poate fi montat foarte ușor pe orice mașină de încercat universală cu un singur bac
mobil.

7 Soluția tehnică prezentată în fig.4 presupune folosirea unor piese de tip balama [3],
care poate fi folosită însă, doar pe mașini de încercat universale cu două bacuri mobile.

9 Se dă în continuare un exemplu de realizare a dispozitivului care asigură
orizontalitatea epruvetelor bi-component în timpul testului de delaminare, în legătură cu
11 fig.7...11, care reprezintă:

- fig.7, schema cinematică a dispozitivului;

13 - fig.8, vedere 3D a dispozitivului;

15 - fig.9, poziții 3D succesive ale bacului mobil și ale casetei în care este introdusă
epruveta;

- fig.10, vedere de sus și secțiune parțială a dispozitivului;

17 - fig.11, vedere din față și secțiune parțială a dispozitivului.

19 Pentru a demonstra că axa epruvetei are deplasări egale față de bacurile mașinii,
referitor la fig. 7, raportul de transmitere a angrenajului este definit ca

$$21 \quad i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{z_3}{z_2} = \frac{36}{18} = 2 \quad (1)$$

23 unde $z_3 = 36$ dinți, $z_2 = 18$ dinți, cu modulul $m_3 = m_2 = 1$ mm.

Vitezele unghiulare sunt

$$25 \quad \omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot v_1 \quad \text{și} \quad \omega_3 = 2 \cdot \pi \cdot v_2 \quad (2)$$

27 iar

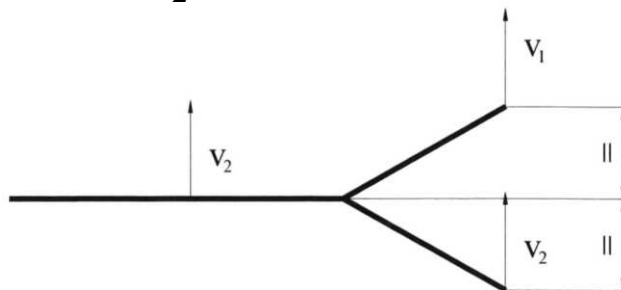
$$29 \quad i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{2 \cdot \pi \cdot v_1}{2 \cdot \pi \cdot v_2} \rightarrow i_{23} = \frac{v_1}{v_2} \quad (3)$$

și

$$31 \quad v_2 = \frac{v_1}{i_{23}} = \frac{v_1}{2} = \frac{d_1}{t} \cdot \frac{1}{2} = \frac{d_2}{t} \quad (4)$$

33 iar

$$35 \quad d_2 = \frac{d_1}{2} \quad (5)$$



45 Capătul liber (brațul) al epruvetei prins de bacul mobil al mașinii de încercat se
deplasează cu o viteză v_1 , respectiv cu o distanță d_1 în timp ce, datorită raportului de
47 transmitere $i_{23} = 2$, capătul epruvetei (brațul) fixat pe bacul fix parcurge distanța d_2 , care se
calculează din relațiile (2-5), unde timpul $t = ct$.

RO 133005 B1

Dispozitivul care asigură orizontalitatea epruvetelor bicomponent în timpul testului de delaminare se fixează între bacul mobil **1** al mașinii de încercat la tracțiune și bacul fix **7** și are în componență: 1
3

Sistemul „T” **2** cu plăcuță mobilă **3**, pentru fixarea unuia dintre capetele epruvetei bicomponent **4**, sistemul „T” **5** în care se fixează al doilea capăt al epruvetei cu plăcuța **6**. Epruveta **4** este menținută în poziție orizontală între rolele **8**, lăgăruite în caseta **9**, care poate culisa prin intermediul plăcii de ghidare **10** pe ghidajul **11**. Ghidajul **11** este fixat pe capătul cremalierii **12** $m_1=1$ care se poate deplasa în piesa de ghidare **13**. Brațul în formă de „L” **14** solidarizează sistemul **2** cu cremaliera **15** $m_1=2$ care culisează în piesa de ghidare **16** și care angrenează cu roata dințată **17** $z_1=18$, $m_1=2$ fixată pe același ax **20** cu roata dințată **18** $z_2=18$, $m_2=1$. Aceasta angrenează cu roata dințată **19** $z_3=36$, $m_2=1$ fixată pe axul **21**, care la rândul ei angrenează cu cremaliera **12**. Axele **20** și **21** sunt lăgăruite de plăcile **22** și **23** fixate cu suportții **24** pe placa de bază a dispozitivului **25** care se poziționează pe masa mașinii de încercat la tracțiune. Două bride **26** fixate pe ambele părți ale pieselor de ghidare **13** și **16** asigură rigidizarea acestora. 5
7
9
11
13
15

Modul de funcționare a dispozitivului care asigură orizontalitatea epruvetelor bi-component în timpul testului de delaminare este următorul: 17

În bacul mobil **1** al mașinii de tracțiune se fixează sistemul „T” **2**, în care se fixează cu plăcuța mobilă **3**, unul dintre capetele epruvetei bi-component **4**. Al doilea capăt al epruvetei este fixat cu plăcuța **6** în sistemul „T” **5**, fixat la rândul său în bacul fix al mașinii de tracțiune **7**. Bacul mobil **1** se deplasează pe verticală antrenând în mișcarea **I**, prin intermediul brațului în formă de „L” **14**, cremaliera **15** $m_1=2$ care culisează în piesa de ghidare **16** și care transmite mișcarea de rotație **II** la roata dințată **17** $z_1=18$, $m_1=2$ fixată pe același ax **20** cu roata dințată **18** $z_2=18$, $m_2=1$. Aceasta va transmite mișcarea de rotație **III** roții dințate **19** $z_3=36$, $m_2=1$ fixată pe axul **21** care va antrena în mișcarea rectilinie **IV** cremaliera **12**. Aceasta va deplasa cu o viteză de două ori mai mică, rămânând în poziție orizontală, caseta **9**, în care culisează epruveta bi-component **4** ca urmare a faptului că în sistemul „T” **2** este fixat capătul inferior al acesteia cu plăcuța mobilă **3**. Sistemul „T” **2** este fixat în bacul fix al mașinii **7**. Epruveta **4** este ghidată și alunecă între rolele **8**, lăgăruite în caseta **9** care poate culisa prin intermediul plăcii de ghidare **10** pe ghidajul **11**, asigurând ghidarea epruvetei și menținerea în poziție orizontală pe toată durata experimentului. 19
21
23
25
27
29
31

Bibliografie 33

[1] Moore D. R., Williams J., “A protocol for determination of the adhesive fracture toughness of flexible laminates by peel”, 2007 35

[2] Stan F., Fetecău C, 2014, “Experimental investigation of the adhesion between thermoplastic polyurethane and acrylonitrile-butadiene-styrene substrate”, Proceedings of the ASME 2014 International Manufacturing Science and Engineering Conference, MSEC2014, Detroit, Michigan, USA 37
39

[3] May M., 2015, “Measuring the rate-dependent mode I fracture toughness of composites” - A review, Elsevier Ltd., Composites: Part A 81, 1-12 41

[4] Gude R., M. Prolongo G. S., Urena A., 2015, “Toughening effect of carbon nanotubes and carbon nanofibres in epoxy adhesives for joining carbon fibre laminates”, Elsevier Ltd., International Journal of Adhesion & Adhesives 62, 139-145. 43

RO 133005 B1

Revendicare

1

3

5

7

9

11

13

15

Dispozitiv de fixare și menținere în poziție orizontală a epruvetelor din materiale polimerice bicomponent pentru testarea rezistenței la delaminare constituit dintr-un bac (1) mobil, un bac (7) fix, un sistem (2) prevăzut cu o plăcuță mobilă (3) pentru fixarea unuia dintre capetele epruvetei bicomponent (4), un sistem (5) în care se fixează celălalt capăt al epruvetei cu o altă plăcuță (6), **caracterizat prin aceea că** epruveta este menținută în poziție orizontală și alunecă între niște role (8) lăgăruite într-o casetă (9) care poate culisa, prin intermediul unei plăci de ghidare (10), pe un ghidaj (11) fixat pe capătul unei cremaliere (12) care se poate deplasa într-o piesă de ghidare (13), un braț (14) solidarizând sistemul (2) cu altă cremalieră (15) ce culisează într-o altă piesă de ghidare (16) și angrenează o roată dințată (17) fixată pe același ax (20) cu roata dințată (18) ce angrenează o altă roată dințată (19) fixată pe alt ax (21), care la rândul ei angrenează cu prima cremalieră (12), axele (20, 21) fiind lăgăruite de niște plăci (22, 23) fixate cu niște suporturi (24) pe placa de bază (25) a dispozitivului.

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01),

G01N 19/04 (2006.01)

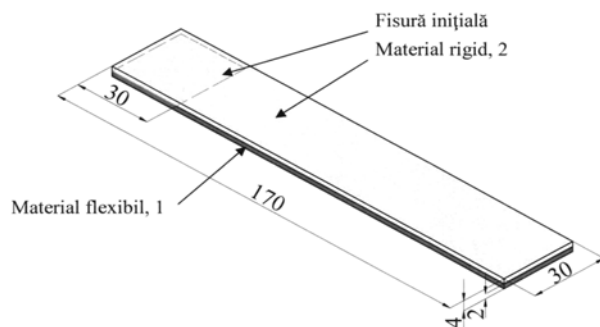


Fig. 1

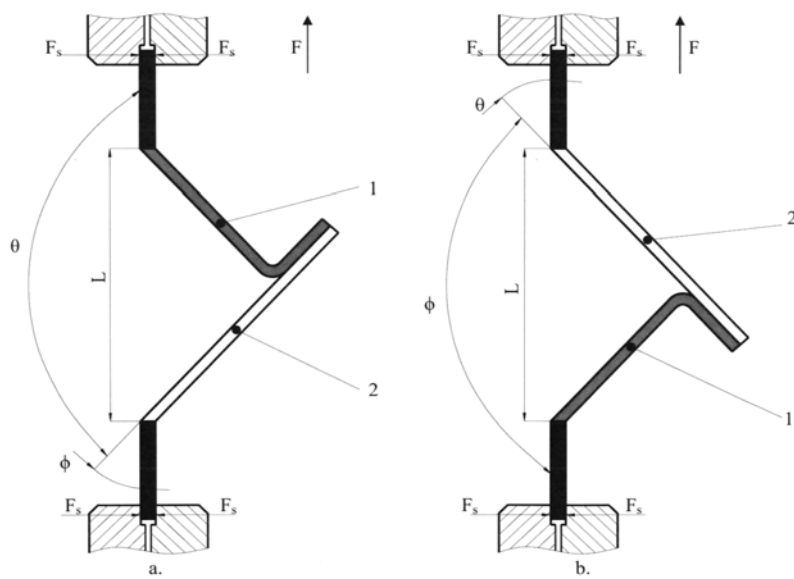


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01);

G01N 19/04 (2006.01)

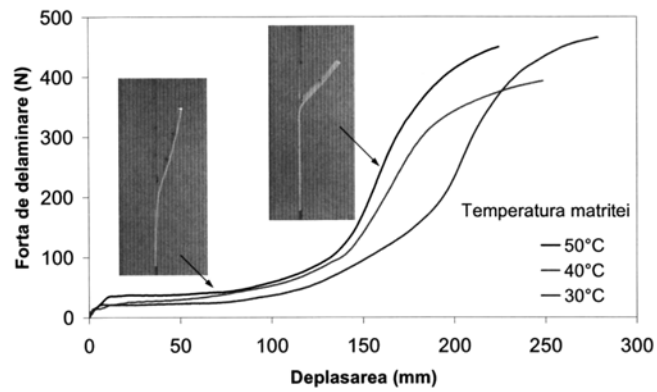


Fig. 3

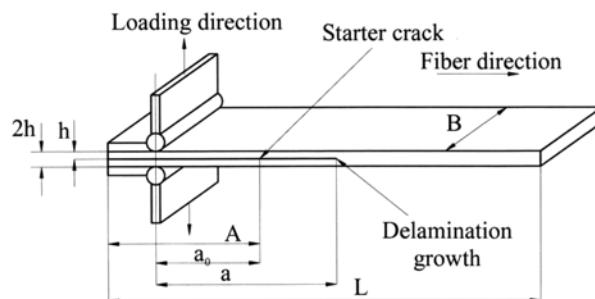


Fig. 4

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01);

G01N 19/04 (2006.01)

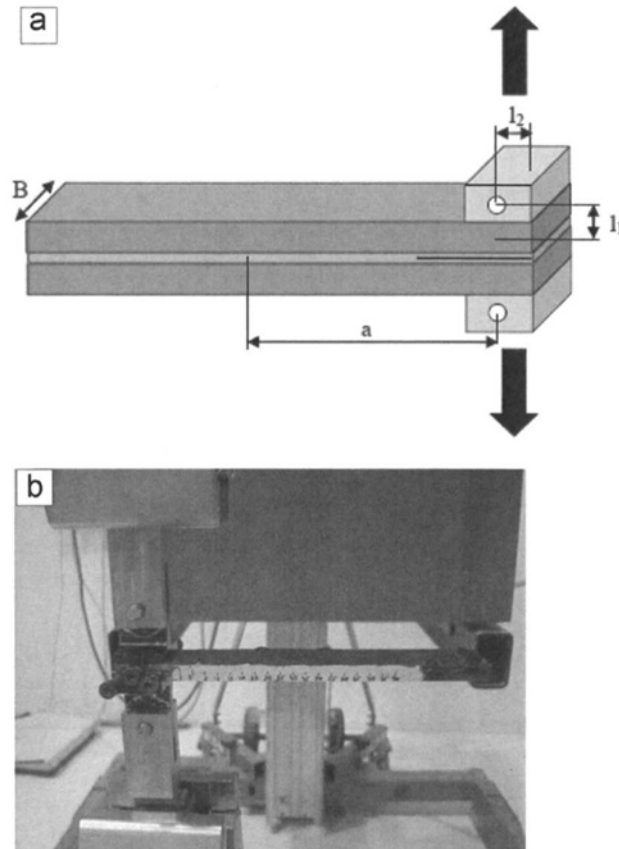


Fig. 5

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01);

G01N 19/04 (2006.01)

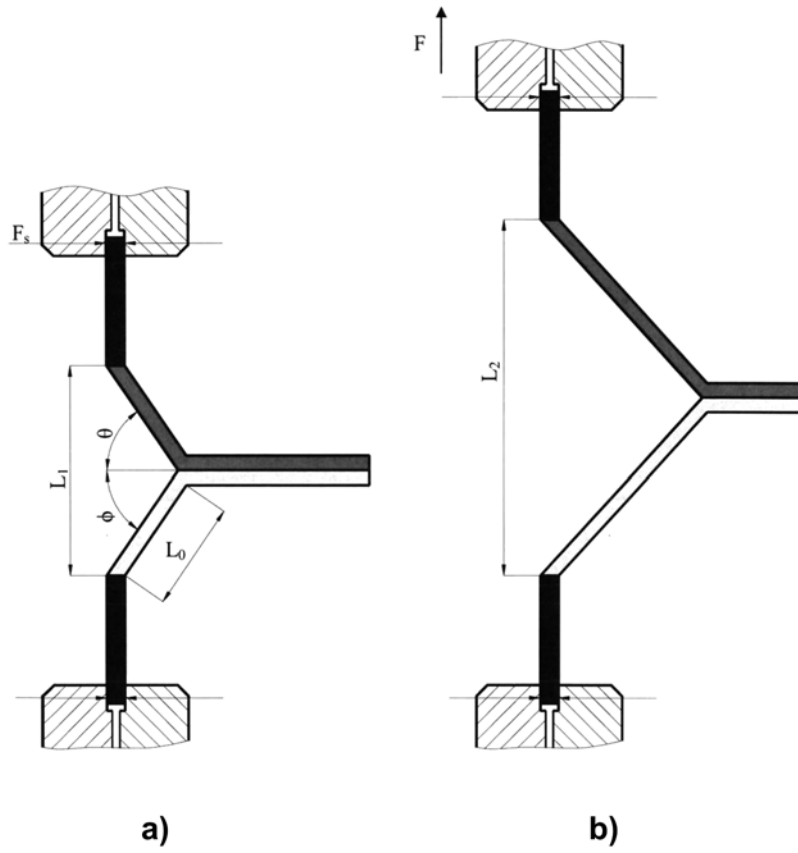


Fig. 6

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01),

G01N 19/04 (2006.01)

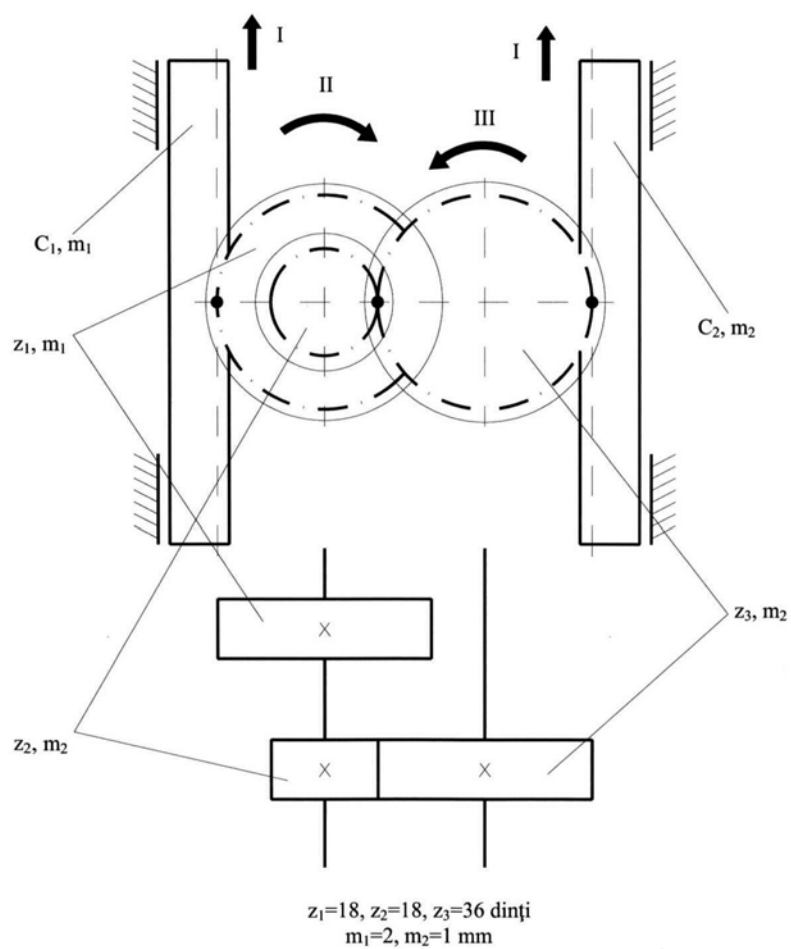


Fig. 7

RO 133005 B1

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01);

G01N 19/04 (2006.01)

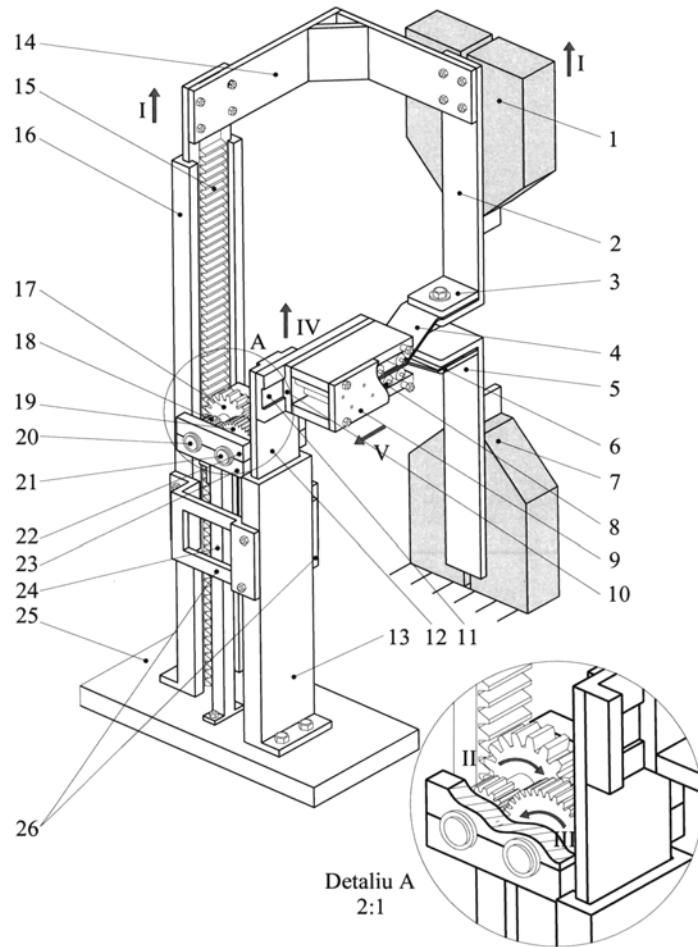


Fig. 8

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01);

G01N 19/04 (2006.01)

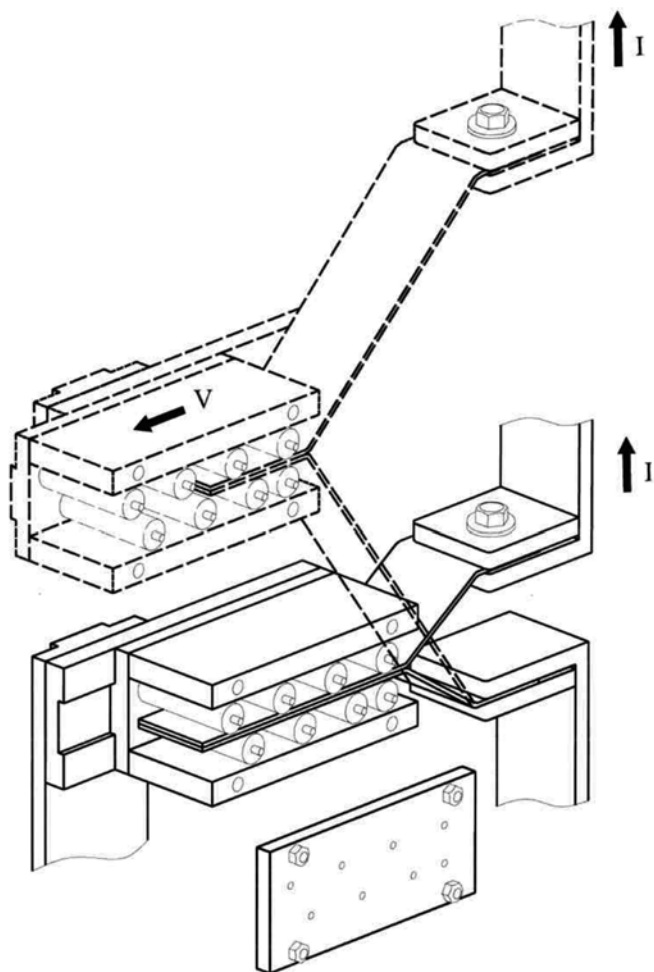


Fig. 9

(51) Int.Cl.

G01N 3/08 (2006.01);

G01N 19/04 (2006.01)

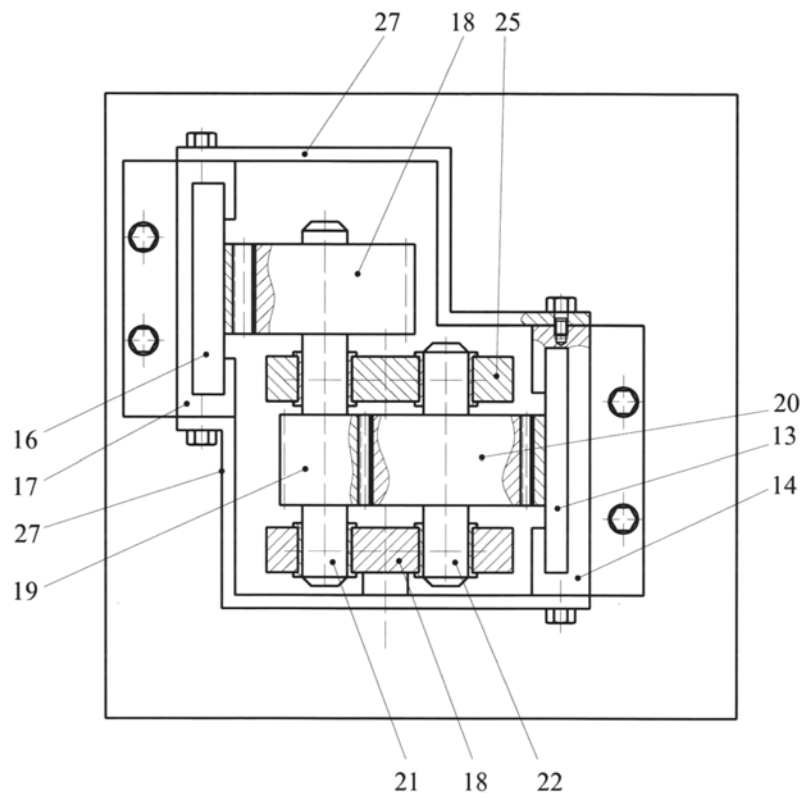


Fig. 10

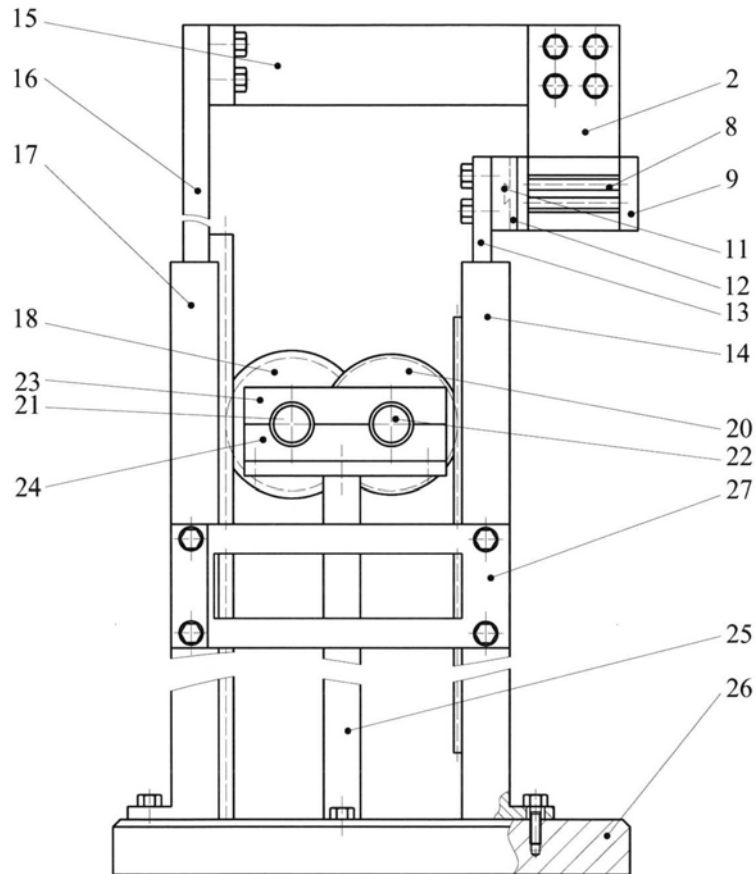


Fig. 11