



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENTIE

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

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

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

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "DUNAREA DE JOS"  
DIN GALATI, STR.DOMNEASCĂ NR.47,  
GALATI, GL, RO

(72) Inventatori:  
• FETECAU CATALIN, STR. TRAIAN  
NR. 85A, GALATI, GL, RO;  
• STAN FELICIA, STR.CĂLUGĂRENI NR.11,  
BL.L 1 A, SC.2, PARTER, AP.21, GALATI,  
GL, RO;  
• CRISTEA NICOLETA-VIOLETA,  
STR. DRUMUL VIILOR NR. 38, BL. T11,  
SC. 1, AP. 5, GALATI, GL, RO

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de fixare și menținere în poziție orizontală a epruvetelor din materiale polimerice bicomponent pentru testarea rezistenței la delaminare. Dispozitivul, conform inventiei, montat pe o mașină de încercat universală, având un singur bac mobil, cuprinde un sistem T (2) cu o plăcuță mobilă (3) pentru fixarea unuia dintre capetele epruvetei bicomponent (4), un sistem T (5) cu o plăcuță (6) în care se fixează celălalt capăt al epruvetei, epruveta fiind menținută într-o poziție orizontală între niște role (8) lărgărite într-o casetă (9), care poate culisa, prin intermediul unei plăci deghidare (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 o cremalieră (15) care culisează într-o piesă de ghidare (16) și angrenează o roată dințată (17) fixată pe același ax (20) cu roata dințată (18).

Revendicări: 1

Figuri: 11

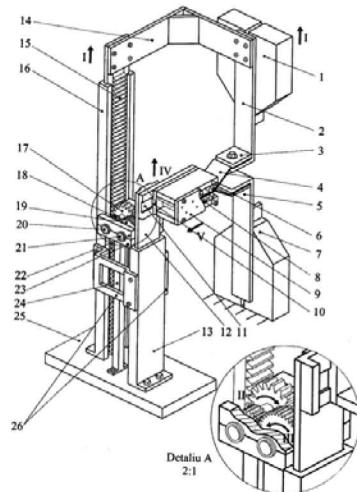
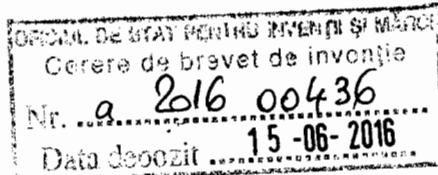


Fig. 8

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozitivilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





42

## DESCRIEREA INVENȚIEI

### DISPOZITIV DE FIXARE A EPRUVETELOR DIN MATERIALE POLIMERICE BI-COMPONENT PENTRU TESTAREA REZISTENȚEI LA DELAMINARE

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

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

Figura 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 celor două brațe, aşa cum se poate vedea în figura 2, în timpul testului de delaminare se formează două unghiuri,  $\theta$  și respectiv  $\phi$ .

Rezistența la delaminare (tenacitatea) se calculează cu relația [1]

$$G = G_1 + G_2 \quad [\text{J/m}] , \quad (1)$$

în care:

$$G_1 = \frac{F}{b} \cdot (1 + \cos \phi) \quad [\text{J/m}] ; \quad (2)$$

$$G_2 = \frac{F}{b} \cdot (1 - \cos \theta) \quad [\text{J/m}] , \quad (3)$$

unde:

$F$  este forța de delaminare, [daN];

$b$  – lățimea epruvetei, [mm];

$\theta, \phi$  – unghiuri de delaminare,  $\theta < 90^\circ, \phi > 90^\circ$  care trebuie măsurate;

1, 2 – materiale (figura 2).

Datorită rigidităților diferite, unghiurile de delaminare variază în timpul testului, aşa cum se poate vedea în figura 3, măsurarea lor fiind foarte dificil de realizat. Metoda de măsurare a unghiului de delaminare  $\theta$  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].

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 ( $\theta = \phi = 90^\circ$ ).

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:

- Soluția prezentată în figura 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;

- 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 (figura 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 epruveta 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.

**Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta inventie constă** în propunerea unui dispozitiv care poate fi montat pe o mașină de încercat universală care are un singur bac mobil (bacul superior), asigurându-se orizontalitatea epruvetelor bi-component în timpul testului pentru măsurarea rezistenței la delaminare (Modul I), în continuare denumit "test de delaminare" (figura 6).

Dispozitivul propus conform invenției **rezintă avantajele**:

- 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;
- prin asigurarea orizontalității epruvetei pe toată durata testului de delaminare, nu necesită măsurarea unghiului de delaminare;
- nu necesită un alt echipament sau dispozitiv atașat mașinii de încercat care să acționeze asupra epruvetei bi-component în vederea realizării testelor de delaminare;
- poate fi montat foarte ușor pe orice mașină de încercat universală cu un singur bac mobil.

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

- figura 7, Schema cinematică a dispozitivului;
- figura 8, Vedere 3D a dispozitivului;
- figura 9, Poziții 3D successive ale bacului mobil și ale casetei în care este introdusă epruveta;
- figura 10, Vedere de sus și secțiune parțială a dispozitivului;
- figura 11, Vedere din față și secțiune parțială a dispozitivului.

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

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

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

Vitezele unghiulare sunt

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

iar

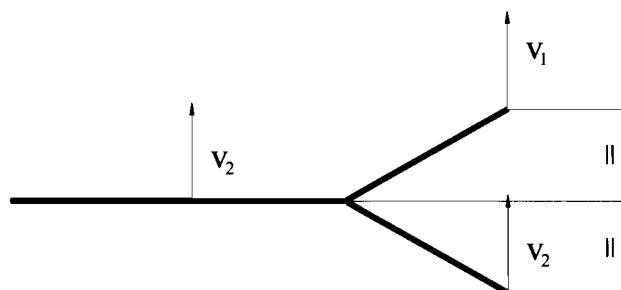
$$i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{2 \cdot \pi \cdot v_1}{2 \cdot \pi \cdot v_2} \rightarrow i_{23} = \frac{v_1}{v_2}, \quad (3)$$

și

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

iar

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



Capătul liber (brațul) al epruvetei prinț 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 transmitere  $i_{23} = 2$ , capătul epruvetei (brațul) fixat pe bacul fix parcurge distanța  $d_2$ , care se calculează din relațiile (2- 5), unde timpul  $t=ct$ .

**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 compoñență**:

Sistemul „T” (2) cu plăcuță mobilă (3), pentru fixarea unuia dintre capetele epruvetei bi-component (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), lărgăruite în caseta (9), care poate culisa prin intermediul plăcii de ghidare (10) pe ghidajul (11). Ghidajul (11) este fixat pe capătul cremalierei I  $m_1=1$  (12) care se poate deplasa în piesa de ghidare I (13). Brațul în formă de „L” (14) solidarizează sistemul (2) cu cremaliera II  $m_1=2$  (15) care culisează în piesa de ghidare II (16) și care angrenează cu roata dințată  $z_1=18$ ,  $m_1=2$  (17) fixată pe același ax (20) cu roata dințată  $z_2=18$ ,  $m_2=1$  (18). Aceasta angrenează cu roata dințată  $z_3=36$ ,  $m_2=1$  (19) fixată pe axul (21), care la rândul ei angrenează cu cremaliera I (12). Axele (20) și (21) sunt lărgăruite de plăcile (22) și (23) fixate cu suporții (24) pe placă 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 I (13) și II (16) asigură rigidizarea acestora.

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

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 II,  $m_1=2$  (16) care culisează în piesa de ghidare II (16) și care transmite mișcarea de rotație (II) la roata dințată  $z_1=18$ ,  $m_1=2$  (17) fixată pe același ax (20) cu roata dințată  $z_2=18$ ,  $m_2=1$  (18). Aceasta va transmite mișcarea de rotație (III) roții dințate  $z_3=36$ ,  $m_2=1$  (19) fixată pe axul (21) care va antrena în mișcarea rectilinie (IV) cremaliera I (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 plăcuță mobilă (3). Sistemul „T” (2) este fixat în bacul fix al mașinii (7). Epruveta (4) este ghidată și alunecă între rolele (8), lărgăruite 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.

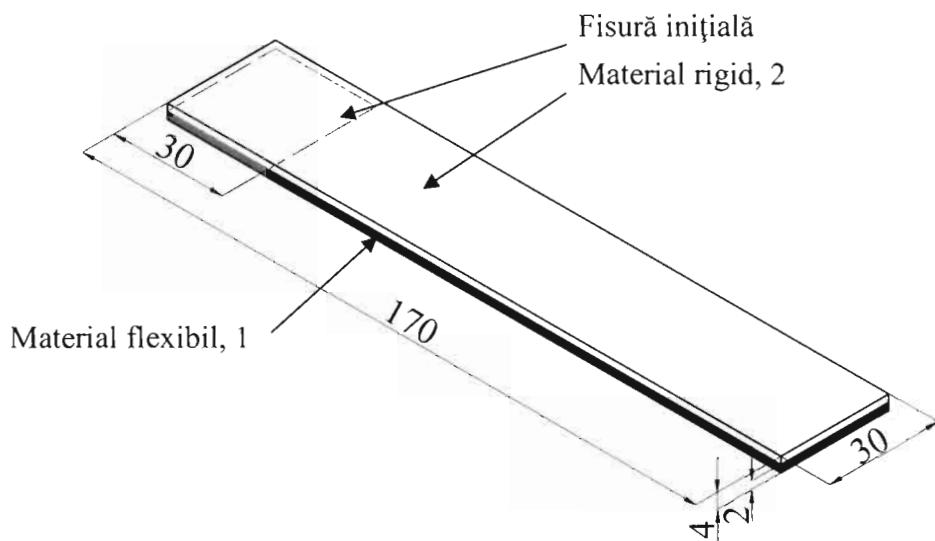
## Bibliografie

- [1] Moore D. R., Williams J., *A protocol for determination of the adhesive fracture toughness of flexible laminates by peel*, 2007
- [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
- [3] May M., 2015, *Measuring the rate-dependent mode I fracture toughness of composites – A review*, Elsevier Ltd., Composites: Part A 81, 1-12
- [4] Gude R., M. Prolongo G. S., Ureña 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

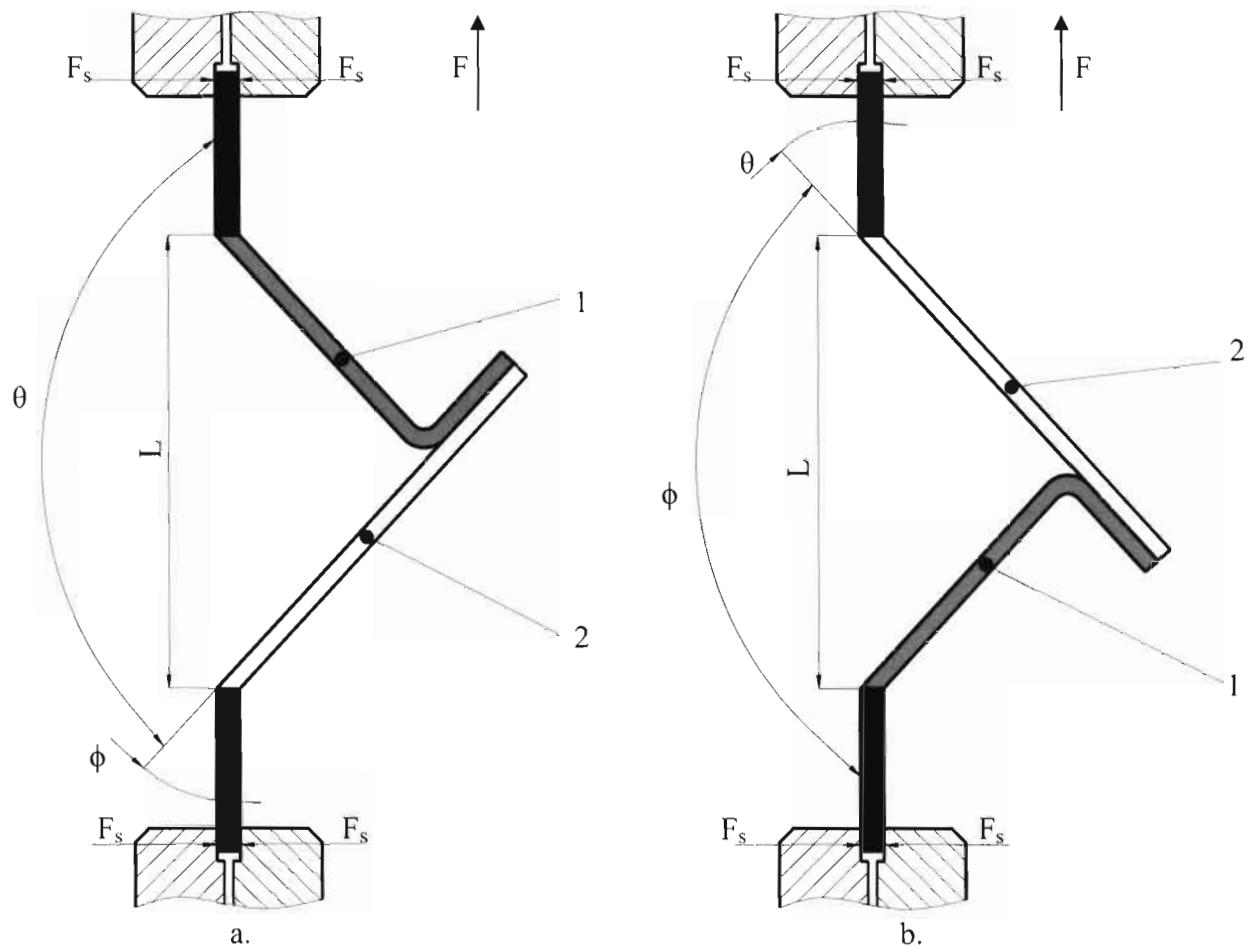
## REVENDICARE

1. Dispozitiv care asigură orizontalitatea epruvetelor din materiale polimerice bi-component pentru măsurarea rezistenței (forței) la delaminare la tracțiune (Modul I) și care se fixează între bacul mobil al mașinii de încercat la tracțiune (1) și bacul fix (7), caracterizat prin aceea că are în componență sistemul „T” (2) cu plăcuță mobilă (3), pentru fixarea unuia dintre capetele epruvetei bi-component (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 cremalierei I  $m_1=1$  (12) care se poate deplasa în piesa de ghidare I (13). Brațul în formă de „L” (14) solidarizează sistemul (2) cu cremaliera II  $m_1=2$  (15) care culisează în piesa de ghidare II (16) și care angrenează cu roata dințată  $z_1=18$ ,  $m_1=2$  (17) fixată pe același ax (20) cu roata dințată  $z_2=18$ ,  $m_2=1$  (18). Aceasta angrenează cu roata dintată  $z_3=36$ ,  $m_2=1$  (19) fixată pe axul (21), care la rândul ei angrenează cu cremaliera I (12). Axele (20) și (21) sunt lăgăruite de plăcile (22) și (23) fixate cu suporții (24) pe placă 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 I (14) și II (17) asigură rigidizarea acestora.

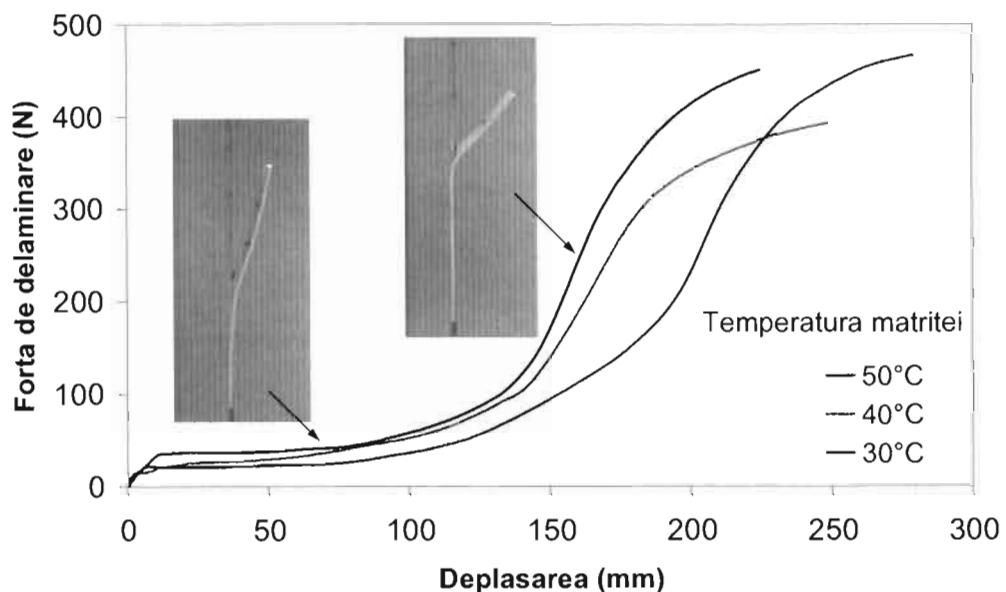
## DESENE EXPLICATIVE



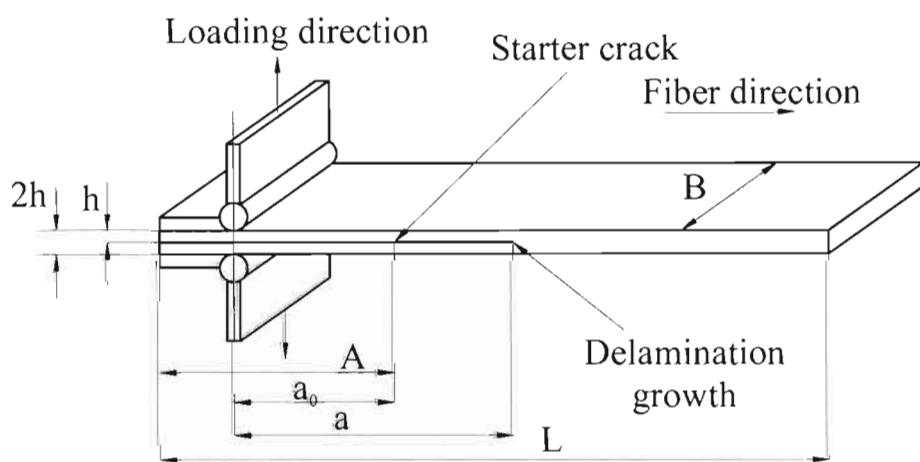
**Figura 1.** Epruvetă bi-component [2]



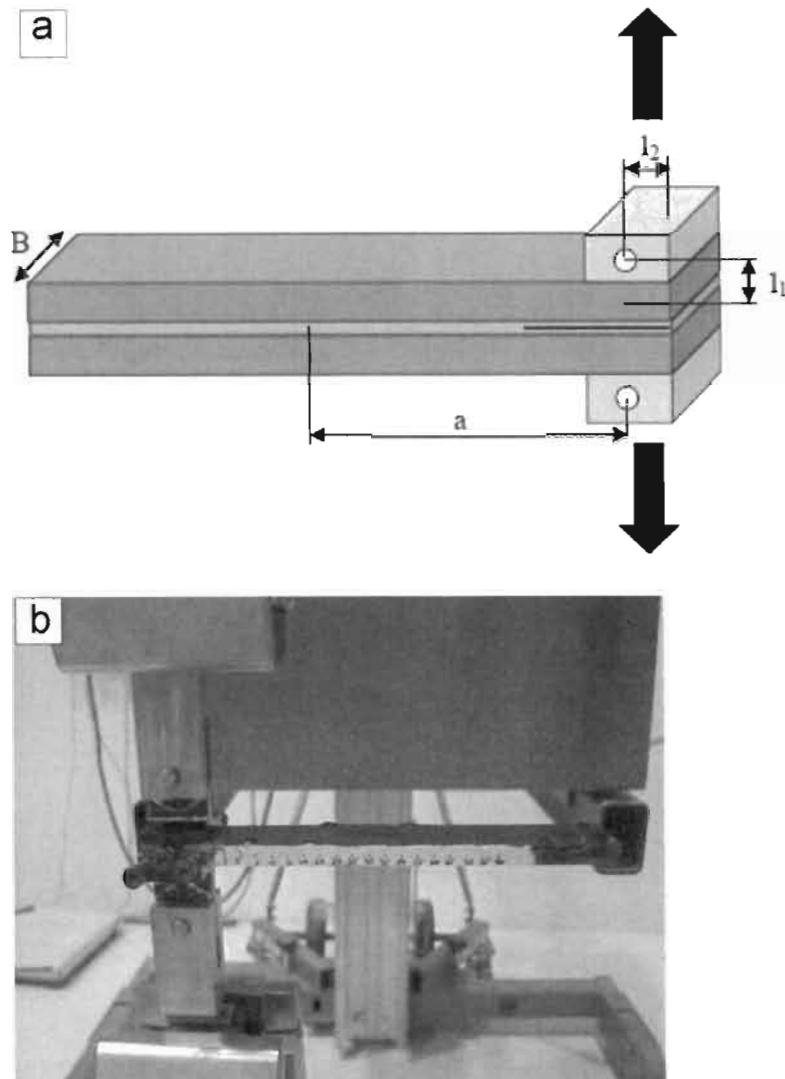
**Figura 2.** Schema de delaminare a unei epruvete bi-component



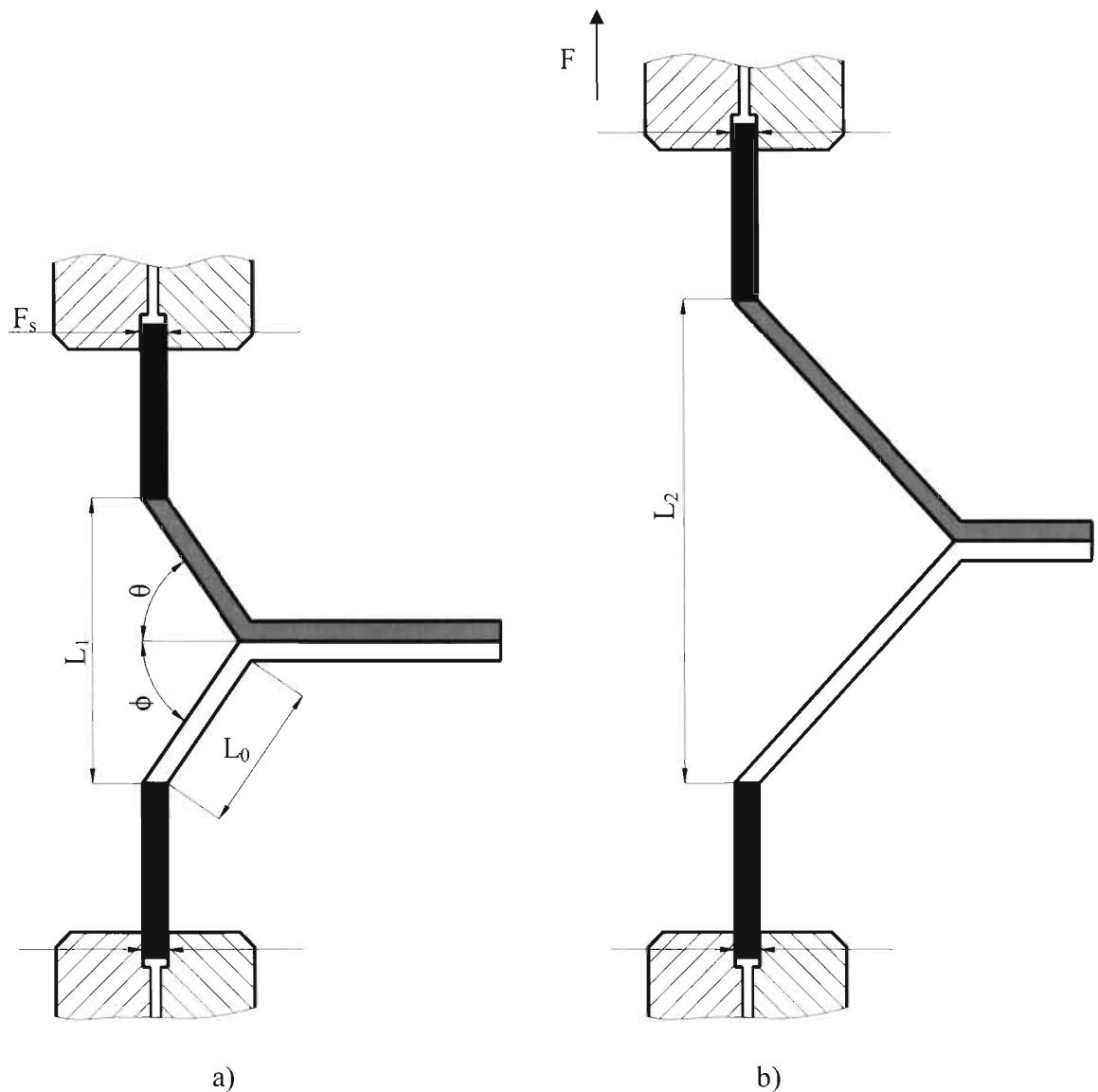
**Figura 3.** Variația forței de delaminare [2]



**Figura 4.** Sistem de fixare cu balama [3]

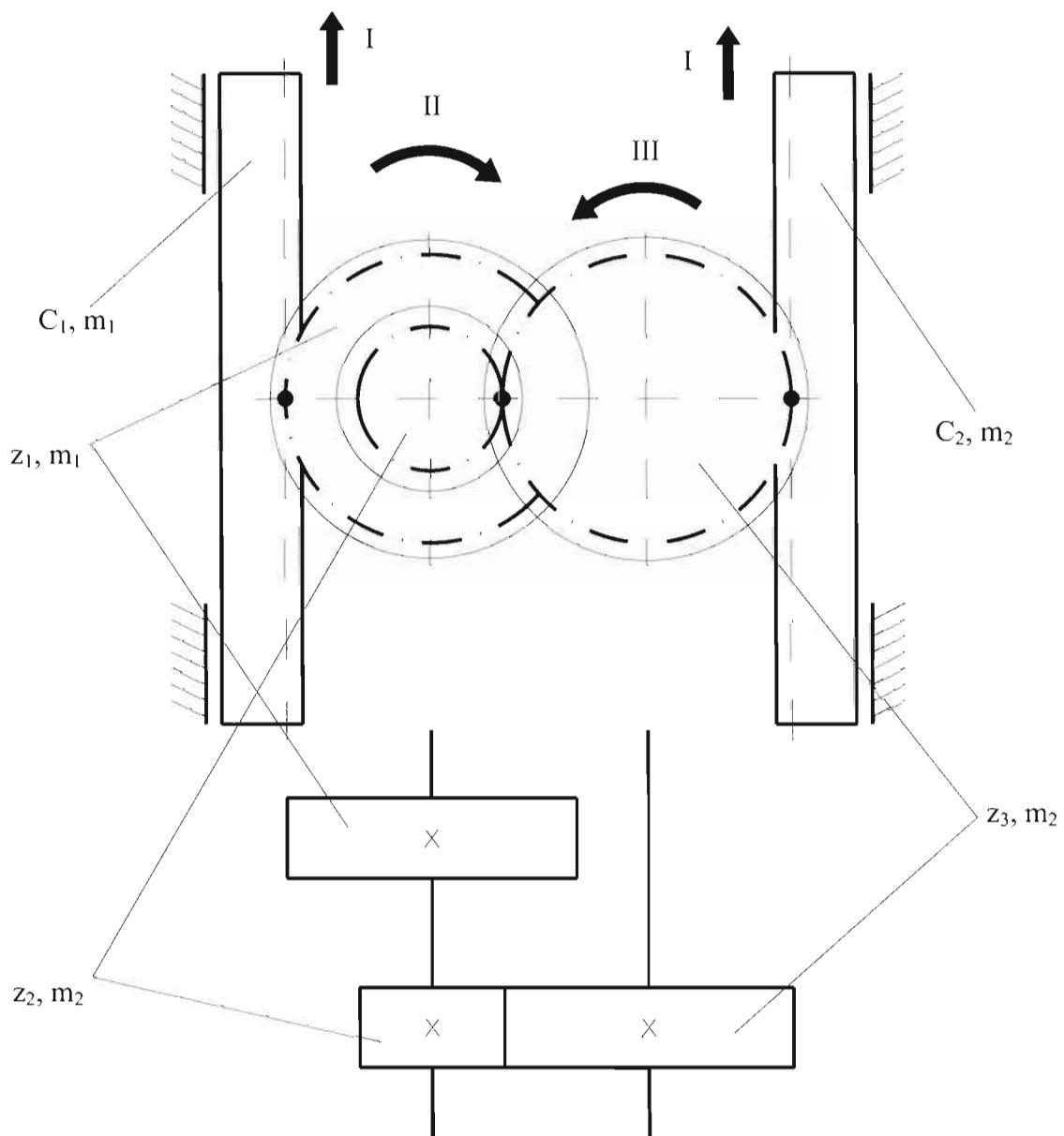


**Figura 5.** Sistem de fixare cu prisme cu alezaj [4] : a. reprezentare schematică 3D a epruvetei și a sistemului de fixare între bacurile mașinii; b. zona de lucru reală.



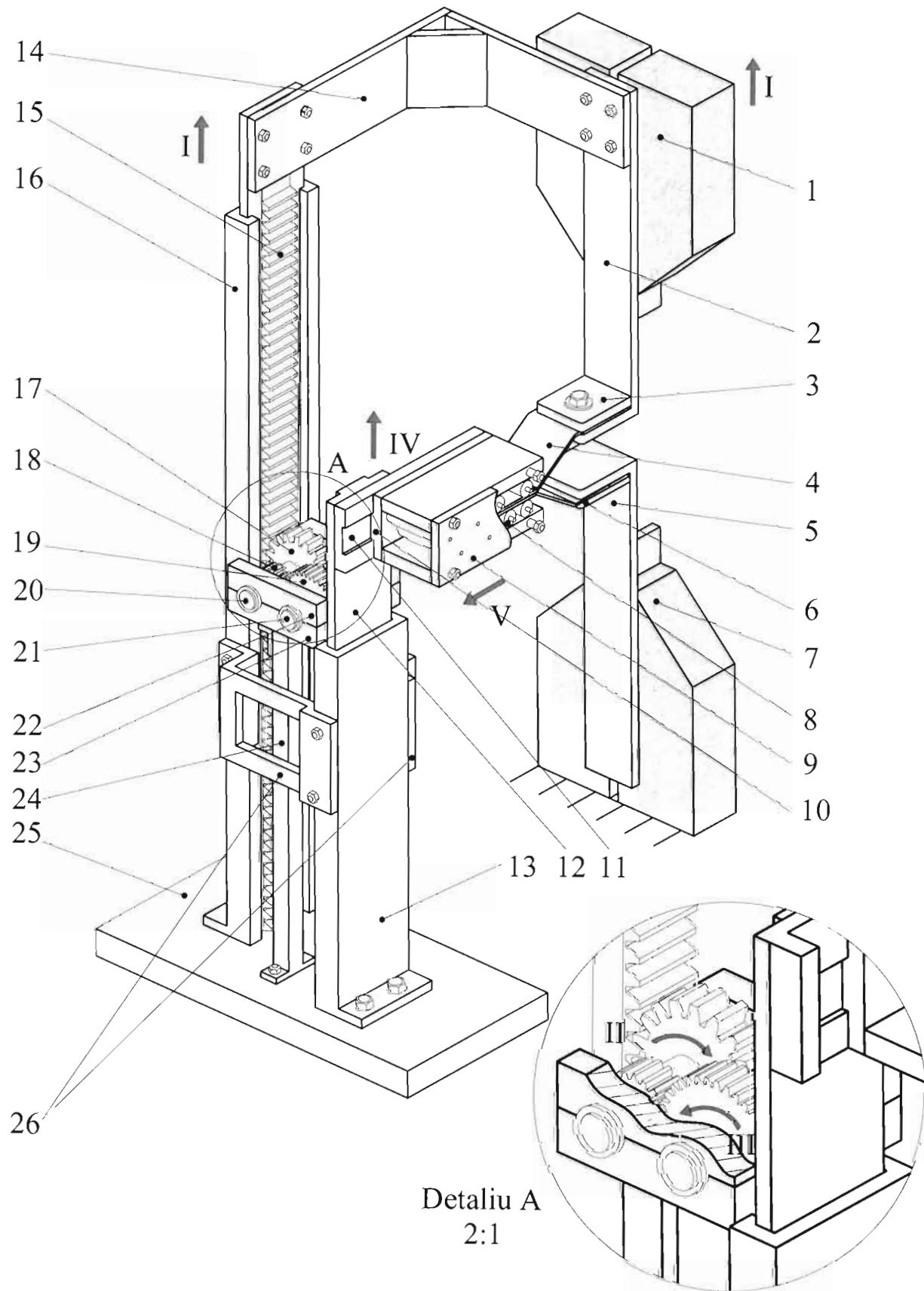
**Figura 6.** Schema ideală de delaminare:

- a) poziție închisă ( $L_1$  – lungimea inițială,  $L_0$  – parte a epruvei nedelaminată pentru a fi prinșă de aparat),
- b) poziția deschisă ( $L_2$  – lungimea finală/ cursă)

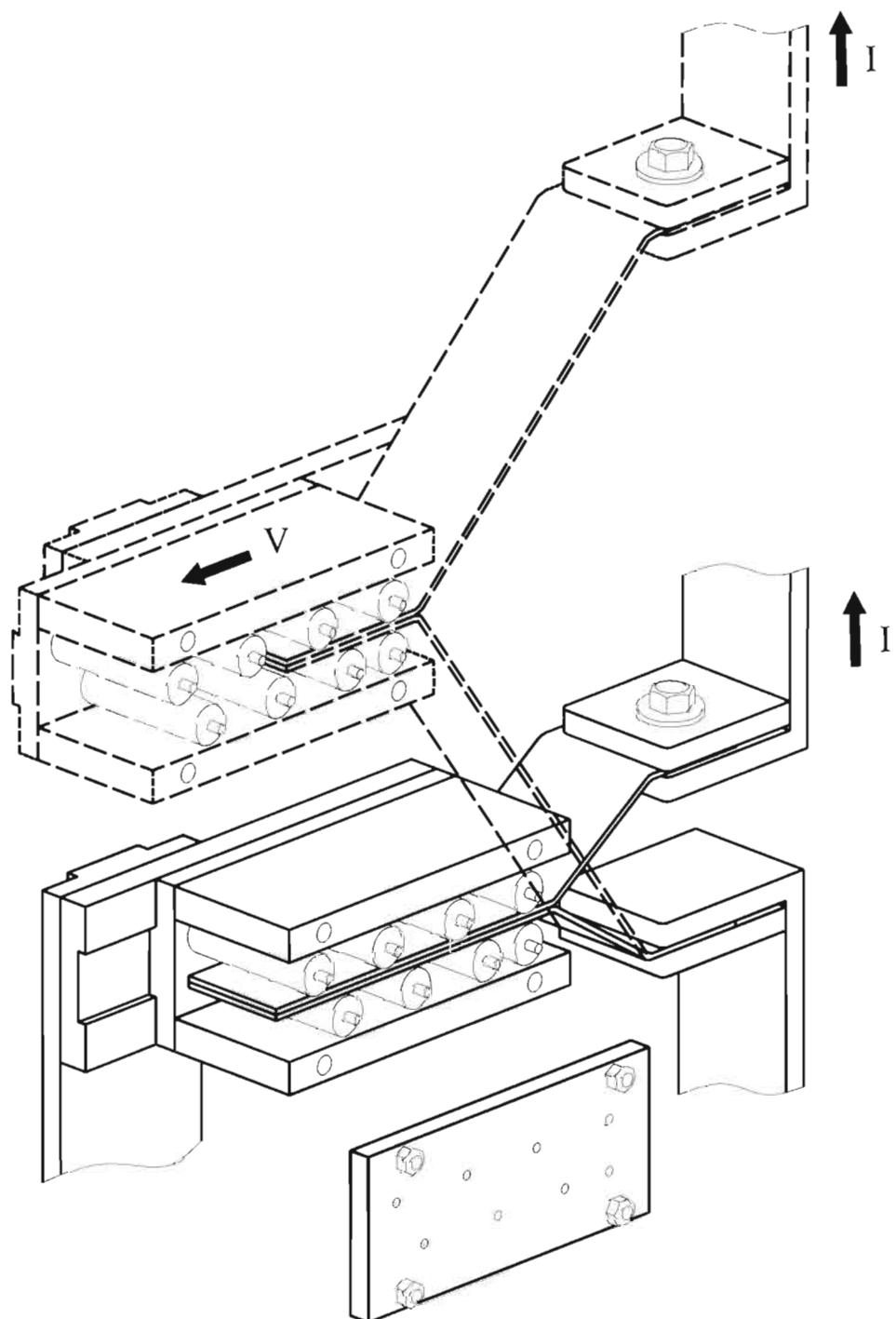


$$\begin{aligned} z_1 &= 18, z_2 = 18, z_3 = 36 \text{ dinți} \\ m_1 &= 2, m_2 = 1 \text{ mm} \end{aligned}$$

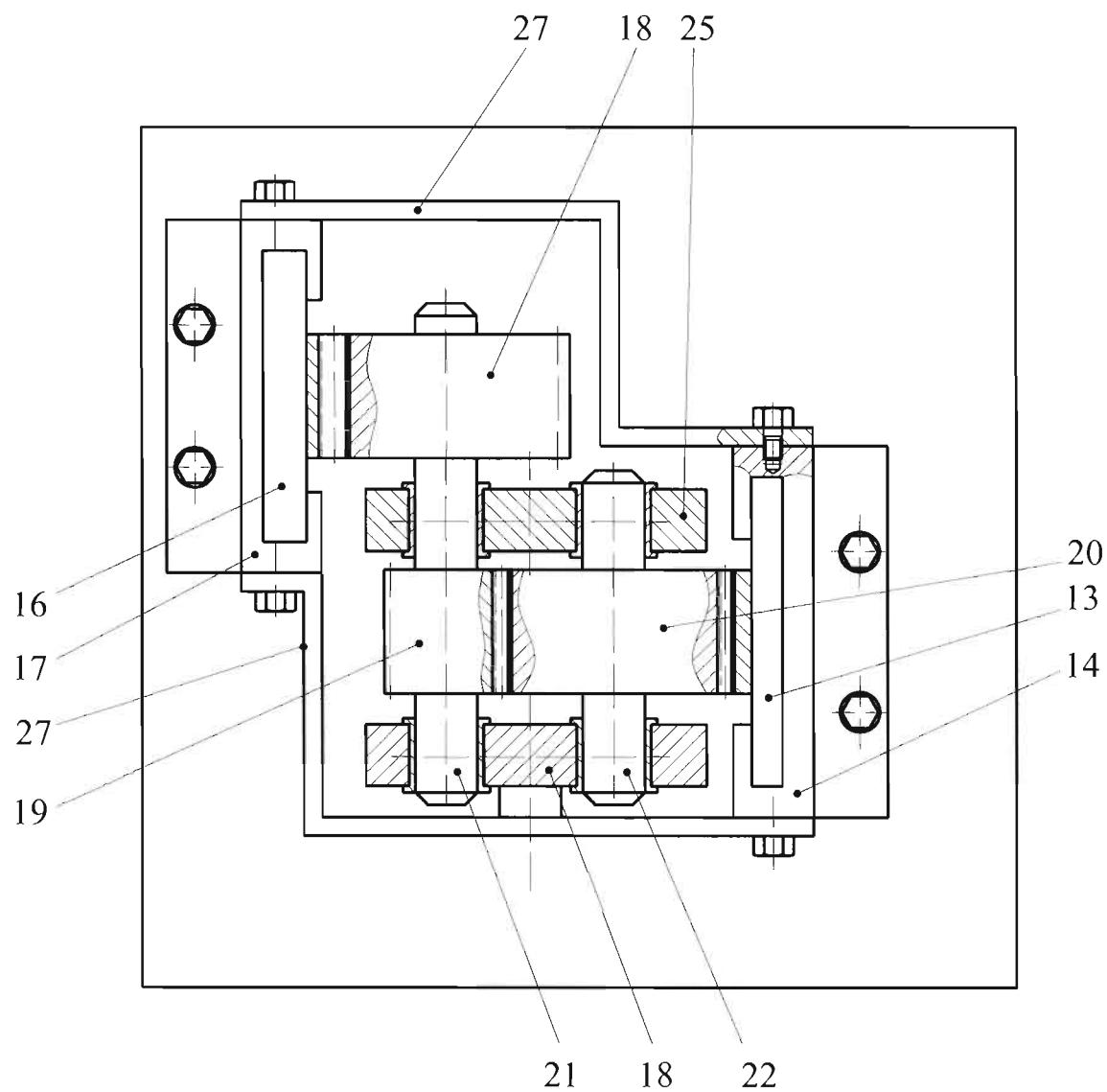
**Figura 7.** Schema cinematică a dispozitivului



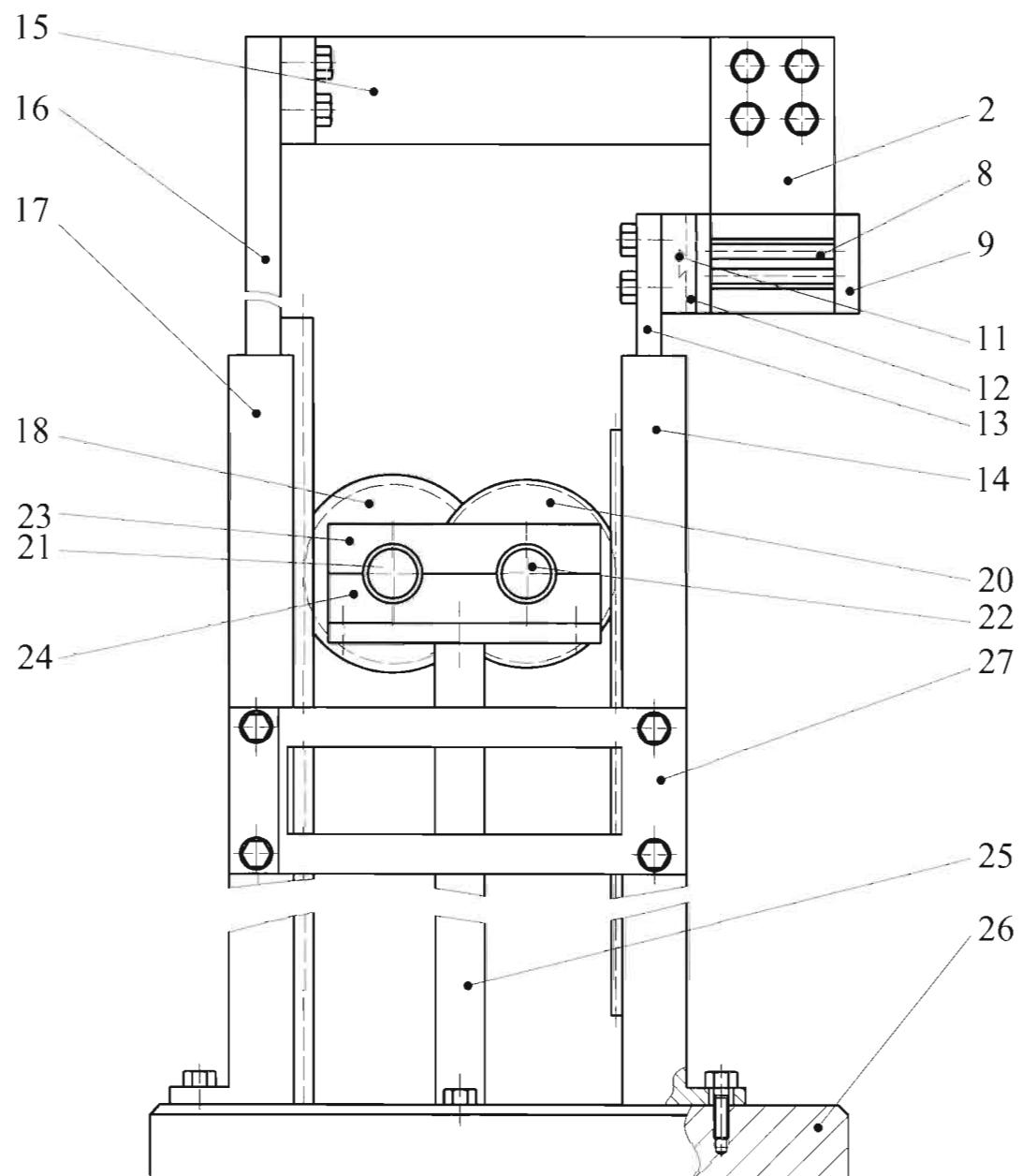
**Figura 8.** Vedere 3D a dispozitivului



**Figura 9.** Poziții 3D succesive ale bacului mobil și ale casetei în care este introdusă epruveta



**Figura 10.** Vedere de sus și secțiune parțială a dispozitivului



**Figura 11.** Vedere din față și secțiune parțială a dispozitivului