



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00282**

(22) Data de depozit: **05/04/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/06/2019** BOPI nr. **6/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2014 BOPI nr. **10/2014**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"**
DIN SUCEAVA, STR.UNIVERSITĂȚII NR.13,
SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• **AMARIEI SONIA, STR. VICTORIEI NR. 61,**
SAT SF.ILIE-ȘCHEIA, SV, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
KR 101176310 B1; US 4637250;
RO 122608 B1; JP 2005321354 A

(54) **DISPOZITIV PENTRU DETERMINAREA VISCOZITĂȚII
ALIMENTELOR**



RO 129852 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv pentru determinarea viscozității alimentelor lichide și semisolide, destinat caracterizării avansate a proprietăților alimentelor.

3 Conform ISO 11036/2007, textura este definită ca fiind ansamblul proprietăților mecanice, geometrice și de suprafață ale unui produs, perceptibile prin receptori tactili sau mecanici, unde este cazul, și vizuali și auditivi. Conform aceluiași standard, viscozitatea alimentelor este un parametru primar de textură, definit ca: "Proprietate mecanică texturală, legată de rezistența la curgere. Este corespunzătoare forței necesare pentru a atrage lichidul din lingură pe limbă, sau împrăștierii acestuia pe un substrat". Tehnica de lucru senzorial umană, recomandată în acest act normativ pentru determinarea viscozității alimentelor, constă în următoarele: se aduce o lingură care conține proba lichidă de 2,5 ml direct în fața gurii, și se absoarbe încet, evaluând forța necesară pentru absorbirea lichidului deasupra limbii într-un ritm stabil. Scala de referință pentru viscozitate conține, conform acestui standard, doi termeni populari, subțire și vâscos, precum și un panel de apreciere cu opt termeni, după cum urmează: 1 - apă; 2 - smântână dietetică (18% grăsime); 3 - smântână grasă (35% grăsime); 4 - lapte concentrat; 5 - sirop de arțar; 6 - sirop de ciocolată; 7 - amestec 125 ml maioneză + 60ml smântână grasă, 8 - lapte condensat, îndulcit.

17 După conceptul general actual, viscozitatea unui fluid este rezultatul coeziunii interne între entități moleculare, iar pentru a-l aduce în mișcare este nevoie de învingerea frecării interne. Comportarea vâscoasă a fluidelor se poate explica cel mai bine prin modelul celor două plăci plan paralele, fig. 1, între care se găsește lichidul cercetat, pe care-l imaginăm sub formă de straturi suprapuse. Dacă se aplică plăcii superioare o forță tangențială (F_t), aceasta se va deplasa cu viteza v_l pe direcția x . Lichidul situat între cele două plăci va fi supus unei solicitări de forfecare proporționale cu forța tangențială aplicată, straturile sale suprapuse deplasându-se unul față de celălalt cu viteze diferite $v_1 \dots v_n$, astfel stratul ce aderă pe placa mobilă se va deplasa cu viteza v_l a acesteia. Stratul de lichid în contact cu placa statică va adera la aceasta și, corespunzător, va avea viteza v_n de valoare zero. Toate celelalte straturi intermediare vor avea viteze $v_2 \dots v_{n-1}$ care cresc de la stratul inferior imobil spre stratul superior mobil. Forța tangențială F_p necesară pentru deplasarea plăcii mobile, este proporțională cu suprafața A a plăcii și cu viteza v de deplasare a acesteia, și invers proporțională cu distanța d între plăci:

$$31 \quad F_t \approx A; \quad F_t \approx v; \quad F_t \approx \frac{1}{d}$$

33 de unde rezultă că:

$$35 \quad F_t \approx \frac{A \cdot v}{d} \quad (1)$$

37 sau exprimat sub formă de ecuație:

$$39 \quad F_t = \eta \frac{A \cdot v}{d} \quad (2)$$

41 ținând cont că tensiunea de forfecare τ la care sunt supuse straturile de lichid, are expresia:

$$43 \quad \tau = \frac{F_t}{A} \quad (3)$$

45 relația (2) devine:

$$47 \quad \tau = \eta \cdot \frac{v}{d} \quad (4)$$

sau:
$$\eta = \tau \cdot \frac{d}{v} \quad (5)$$
 1

unde factorul de proporționalitate η reprezintă viscozitatea dinamică a lichidului, factor denumit în mod curent viscozitate. Un lichid are viscozitatea egală cu $1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ dacă, pentru a deplasa plăcile cu suprafață de 1 m^2 și distanța una față de cealaltă de 1 m , cu o viteză de 1 m/s , este necesară o forță de 1 N . Mărimea reciprocă a viscozității dinamice este fluiditatea (φ): 3
5
7

$$\varphi = \frac{1}{\eta} = \frac{v}{\tau \cdot d} \quad (6)$$
 9

În afară de viscozitatea dinamică în curgerea fluidelor se folosește și viscozitatea cinematică (ν), aceasta fiind raportul între viscozitatea dinamică (η) a fluidului și densitatea lui (ρ): 11
13

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{\tau \cdot d}{\rho \cdot v} \quad (7)$$
 15

unitățile de măsură pentru aceste mărimi sunt: 17

τ - tensiunea de forfecare [$\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$]

η - viscozitate dinamică a fluidului [$\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$] 19

φ - fluiditatea [$\text{N}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^2$]

ν - viscozitate cinematică a fluidului [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$] 21

ρ - densitatea fluidului [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$].

Comportare Newtoniană la curgere 23

Dacă viscozitatea η nu depinde de viteza v de forfecare, lichidul dintre plăci este de tip ideal vâscos, și poartă denumirea de lichid Newtonian. 25

Dacă se reprezintă grafic tensiunea de forfecare (τ) în funcție de viteza de forfecare se obține curba de curgere. La fluide non Newtoniene caracteristica de curgere este dată de o dreaptă care trece prin origine, și a cărei pantă este reprezentată de viscozitatea dinamică (η) (fig. 2), relația (4). Curba de viscozitate pentru fluide Newtoniene este o dreaptă paralelă cu abscisa (fig. 3). 27
29

Comportare non Newtoniană la curgere 31

Dacă viscozitatea η depinde de viteza v de forfecare, lichidul dintre plăci nu este de tip ideal vâscos, și poartă denumirea de lichid non Newtonian. La fluide non Newtoniene caracteristica de curgere dată de dependența între tensiunea τ de forfecare și viteza de v forfecare este fie neliniară, fie curba nu trece prin origine (fig. 4). În fig. 5 este reprezentată curba de viscozitate pentru fluide non Newtoniene. 33
35

În continuare sunt definite și descrise comportările specifice non Newtoniene ale fluidelor, comportări care au importanță maximă pentru caracterizarea texturii alimentelor: 37

Comportare non Newtoniană de tip structural-vâscos. Dacă viscozitatea unui sistem scade odată cu creșterea ratei de forfecare, comportarea acestuia este de tip structural-vâscos. Acest comportament mai este denumit în limbajul curent și fluidizare, iar în limbajul anglo-saxon, comportare pseudoplastică. Caracteristic pentru un fluid structural-vâscos este scăderea rezistenței la curgere, ca urmare a forfecării fluidului. În practică se deosebesc comportări ideale structural-vâscoase, la care viscozitatea inițială se restabilește după anularea sarcinii de încărcare, și comportări neideal structural-vâscoase, la care viscozitatea inițială nu se restabilește după anularea sarcinii de încărcare. Exemple de produse alimentare având comportare structural-vâscoasă sunt: suspensii, pastă tomate, emulsii. 39
41
43
45
47

RO 129852 B1

1 **Comportare non Newtoniană de tip dilatant.** Dacă viscozitatea unui sistem crește
odată cu creșterea ratei de forfecare, comportarea acestuia este de tip dilatant. Caracteristic
3 pentru un fluid dilatant este creșterea rezistenței sale la curgere, ca urmare a forfecării
fluidului. Dilatanța ideală este caracterizată de revenirea la valoarea inițială a valorii visco-
5 zității după îndepărtarea solicitării de forfecare, și comportarea neideală este caracterizată
de o anumită valoare remanentă a viscozității după îndepărtarea solicitării de forfecare. În
7 ultimul caz este vorba despre transformări ireversibile în material. Exemple de produse ali-
mentare având comportare dilatantă sunt: miere tulbure, suspensie amidon.

9 **Comportare non Newtoniană de tip plastic.** La solicitări de forfecare aplicate mate-
rialelor semisolide sau solide, deasupra limitei de elasticitate, acestea încep să curgă. După
11 încetarea acțiunii forței tangențiale de forfecare, materialul încetează să mai curgă, în schimb
nu mai revine la forma și dimensiunea inițiale, acesta suferind o deformare plastică perma-
13 nentă. Limita de curgere reprezintă tensiunea de forfecare la care încetează deformarea
elastică și se instalează deformarea plastică. Exemple de produse alimentare având compor-
15 tare plastică sunt: grăsimi, masă ciocolată, albuș, iaurt.

17 **Comportare non Newtoniană de tip tixotrop.** Dacă viscozitatea unui sistem scade
în timp, comportarea acestuia este de tip tixotrop. Si aici se vorbește de comportare tixotropă
ideală - situația în care, după îndepărtarea solicitării la forfecare, se restabilește încet visco-
19 zitatea până se ajunge la viscozitatea inițială, și de comportare tixotropă neideală - situația
în care, după îndepărtarea solicitării la forfecare, nu se restabilește viscozitatea inițială, fiind
21 vorba de o schimbare structurală ireversibilă. Exemple de produse alimentare având compor-
tare tixotropă sunt: budincă, lapte reconstituit, suspensii de ton.

23 **Comportare non Newtoniană de tip reopex.** Dacă viscozitatea unui sistem crește
în timp, comportarea acestuia este de tip reopex. Caracteristic pentru un fluid reopex este
25 creșterea rezistenței sale la curgere, ca urmare a creșterea timpului în care fluidului este
supus forfecării. Reopexia ideală este rar întâlnită în practică. La reopexia neideală nu are
27 loc revenirea la valoarea inițială a valorii viscozității după îndepărtarea solicitării de forfecare,
ca și la dilatanță și la tixotropie; în cazul reopexiei neideale este vorba de transformări irrever-
29 sibile în material. Exemple de produse alimentare având comportare reopexă sunt: diferite
aluaturi, miere.

31 În scopul cuantificării comportării vâscoase, sunt cunoscute și utilizate mijloace teh-
nice denumite viscozimetre sau reometre. Numărul acestora este foarte mare, și descrierea
33 tuturor ar depăși cu mult cadrul acestei lucrări, motiv pentru care amintim doar câteva prin-
cipii care stau la baza acestor echipamente, astfel viscozitatea este exprimată prin: timpul
35 (viteza) în care o bilă cade pe o distanță prestabilită, într-un cilindru umplut cu lichidul cerce-
tat, prin timpul în care se scurge un volum cunoscut de lichid printr-un tub sau printr-o capi-
37 lară, prin intermediul momentului mecanic rezistiv opus de lichidul cercetat al unui disc sau
al unui cilindru rotativ în contact cu acesta.

39 Dezavantajul principal al tehnicilor instrumentale actuale, folosite pentru determinarea
viscozității, îl reprezintă faptul că, dată fiind diversitatea mare a mijloacelor de încercare, pre-
41 cum și faptul că alimentele lichide și semisolide ocupă un domeniu extrem de mare de visco-
zitate, face practic imposibilă utilizarea universală a tehnicilor actuale de determinare a
43 viscozității în scopul determinării viscozității alimentelor ca parametru primar de textură așa
cum este definită în standardele internaționale. De asemenea, majoritatea din echipamentele
45 utilizate nu se bazează direct pe măsurarea forței sau a tensiunii de forfecare, ci pe legături
indirecte ce există între o altă mărime fizică măsurată și aceste două mărimi, ceea ce duce
47 la o dependență a reproductibilității datelor experimentale de metoda și de echipamentul
utilizat.

RO 129852 B1

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în determinarea viscozității unui aliment lichid sau semisolid, la diferite temperaturi prescrise, pe baza măsurării unghiului de alunecare pe orizontală a unei plăci metalice în contact cu alimentul cercetat, valoarea viscozității constituind parametrul primar de textură, folosit pentru caracterizarea avansată a proprietăților alimentelor.

Dispozitivul pentru determinarea viscozității alimentelor, conform invenției, ce se montează pe o mașină pentru încercarea texturii alimentelor, folosită ca suport pentru dispozitiv, este alcătuit dintr-o placă metalică paralelipipedică, care dispune în partea dreaptă inferioară de un sistem de încălzire-răcire cu termostatare, format, la rândul lui, dintr-un element Peltier, învelit lateral și în partea de jos cu o izolație termică, iar în partea superioară este în contact cu o placă din tablă de cupru, pentru acumularea de căldură și mărirea vitezei de transfer spre placa metalică paralelipipedică pe care se găsește întins, sub forma unui film sau sub forma unui strat subțire, alimentul cercetat, a cărui solicitare la forfecare se realizează cu o altă placă metalică paralelipipedică mobilă, tratată pe orizontală prin intermediul unei greutăți calibrate, aL unui cadru din sârmă și aL unui fir de nylon înfășurat prin două spire pe roata montată, la rândul ei, pe axul unui traductor incremental de rotație de mare rezoluție, de 10.000 impulsuri/rotație, traductor folosit atât pentru determinarea vitezei de forfecare, cât și pentru determinarea distanței parcurse de placa metalică paralelipipedică mobilă, în compunerea dispozitivului intrând și un interferometru Michelson cu laser, pentru măsurarea grosimii filmului de aliment cercetat prin intermediul unei oglinzi lipite de placa metalică paralelipipedică mobilă, determinarea viscozității alimentelor lichide sau semisolide fiind produsul dintre tensiunea de forfecare și raportul dintre grosimea filmului și viteza de curgere a filmului de aliment în timpul solicitării acestuia la diverse temperaturi.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- se realizează un dispozitiv cu termoelement Peltier cu sistem electronic de termostatare și sistem de încărcare cu sarcină constantă, care permite caracterizarea reologică avansată, prin prisma: viscozității dinamice, a viscozității cinematice, a comportării Newtoniene și a comportării non Newtoniene a lichidelor și semisolidelor alimentare atât la temperaturi pozitive, cât și la temperaturi negative;

- prin măsurarea senzorial electronică a viscozității se elimină eroarea subiectivă cauzată de determinarea senzorial umană, ceea ce duce la mărirea preciziei de măsurare;

- prin realizarea și folosirea dispozitivului cu măsurare senzorial electronică a viscozității, se obține o rezoluție mai mare decât la determinarea acestui parametru primar de textură pe cale senzorial umană, bazată pe o apreciere de tip panel cu opt alimente de referință;

- prin montarea dispozitivului pe masa unei mașini de determinare a texturii alimentelor se scade prețul dispozitivului și se mărește universalitatea mașinii.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...7, ce reprezintă:

- fig. 1, explicarea curgerii vâscoase a unui material prin modelul celor două plăci;

- fig. 2, curba de curgere la fluide Newtoniene;

- fig. 3, curba de viscozitate la fluide Newtoniene;

- fig. 4, diferite curbe de curgere la fluide non Newtoniene (b, c, d, e) în comparație cu fluidele Newtoniene (a): a - lichid Newtonian, b - lichid plastic de tip Bingham, c - lichid pseudoplastic, d - lichid de tip dilatant, e - lichid plastic de tip Casson;

- fig. 5, diferite curbe de viscozitate la fluide non Newtoniene (b, c, d, e) în comparație cu fluidele Newtoniene (a): a - lichid Newtonian, b - lichid plastic de tip Bingham, c - lichid pseudoplastic, d - lichid de tip dilatant, e - lichid plastic de tip Casson;

RO 129852 B1

1 - fig. 6, schema de principiu a dispozitivului pentru determinarea viscozității dinamice,
a viscozității cinematice, a comportării Newtoniene și a comportării non Newtoniene a lichid-
3 delor și semisolidelor alimentare atât la temperaturi pozitive, cât și la temperaturi negative;
- fig. 7, vederea dispozitivului pentru determinarea viscozității dinamice, a viscozității
5 cinematice, a comportării Newtoniene și a comportării non Newtoniene a lichidelor și semi-
solidelor alimentare atât la temperaturi pozitive, cât și la temperaturi negative.

7 Dispozitivul pentru determinarea viscozității alimentului cercetat (fig. 6, fig. 7) se mon-
tează cu patru șuruburi în poziție verticală pe batiul **1** al unei mașini de încercare a texturii
9 alimentelor, și este format dintr-o placă **2** metalică, paralelipipedică, ce dispune în partea
dreaptă inferioară de un sistem **3** de încălzire-răcire cu termostatare, format, la rândul lui,
11 dintr-un element **4** Peltier alimentat de la o sursă **5** de curent continuu comandată, un senzor
6 de temperatură, un regulator **7** electronic de temperatură și un calculator **8** electronic
13 (fig. 8). Elementul **4** Peltier este învelit lateral și în partea de jos cu o izolație **9** termică, iar
în partea superioară se găsește în contact cu o placă **10** din tablă de cupru, pentru acumula-
15 rea de căldură și mărirea vitezei de transfer spre placa **2** metalică paralelipipedică, pe care
se găsește întins, sub forma unui film sau sub forma unui strat subțire, alimentul **11** cercetat,
17 a cărui solicitare la forfecare se realizează cu o altă placă **12** metalică, paralelipipedică,
mobilă, tractată pe orizontală prin intermediul unei greutăți **13** calibrate, al unui cadru **14** din
19 sârmă și al unui fir **15** de nylon înfășurat prin două spire pe roata **16** montată, la rândul ei,
pe axul unui senzor **17** incremental, de rotație de mare rezoluție, cu un număr de 10.000
21 impulsuri/rotație, traductor folosit atât pentru determinarea vitezei de forfecare, cât și pentru
determinarea distanței parcurse de placa **12** metalică paralelipipedică mobilă; în compunerea
23 dispozitivului mai intră un interferometru **18** Michelson, cu laser, pentru măsurarea grosimii
filmului de aliment **11** cercetat, și o oglindă **19** miniaturală, lipită de placa **12** metalică para-
25 lelipedică mobilă.

Dispozitivul conform invenției este format dintr-o placă **2** metalică, paralelipipedică,
27 de bază, care se prinde cu patru șuruburi în poziție orizontală pe masa unei mașinii univer-
sale, și care dispune în partea dreaptă inferioară de un sistem de termostatare cu element
29 **4** Peltier. În partea dreaptă superioară a plăcii **2** metalice de bază se găsește întins, sub
forma unui film, sau sub forma unui strat subțire, alimentul **11** cercetat, care este supus unor
31 solicitări de forfecare la diverse sarcini și diverse temperaturi, precum și la sarcină constantă
și diverse temperaturi, determinându-se în final tensiunea sa de forfecare, unghiul de forfe-
33 care, viscozitatea dinamică, viscozitatea cinematică, comportarea Newtoniană și comporta-
rea non Newtoniană. Solicitarea la forfecare a alimentului **11** cercetat se realizează cu o altă
35 placă **12** metalică, paralelipipedică, mobilă, tractată pe orizontală prin intermediul unei
greutăți **13** calibrate, așezate pe un taler, și al unui fir **15** de nylon, înfășurat prin două spire
37 pe roata **16** a unui scripete, roată care se găsește montată la rândul ei pe axul unui traductor
17 incremental de rotație, de mare rezoluție, cu un număr de 10.000 impulsuri/rotație, folosit
39 pentru determinarea vitezei de forfecare. Grosimea de strat de lichid supus forfecării se
determină cu ajutorul unui interferometru **18** Michelson cu laser, măsurând distanța de pe
41 o oglindă **19** miniaturală, fixată pe placa mobilă superioară înainte de întinderea filmului de
lichid de cercetat, și după întinderea acestuia pe placa imobilă inferioară. Valoarea visco-
43 zității dinamice η se determină din produsul dintre tensiunea de forfecare τ și raportul dintre
grosimea d a filmului și viteza v de curgere a filmului de aliment (relația 5), în timpul solicitării
45 acestuia. Folosirea unui element termoelectric de tip Peltier pentru încălzire, respectiv, răcire
permite determinarea viscozității la diverse temperaturi T pozitive sau negative.

RO 129852 B1

Revendicare

	1
Dispozitiv pentru determinarea viscozității alimentelor, ce se montează pe o mașină pentru încercarea texturii alimentelor, folosită ca suport pentru dispozitiv, caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-o placă (2) metalică paralelipipedică, ce dispune în partea dreaptă inferioară de un sistem (3) de încălzire-răcire cu termostatare, format, la rândul lui, dintr-un element (4) Peltier, învelit lateral și în partea de jos cu o izolație (9) termică, iar în partea superioară este în contact cu o placă (10) din tablă de cupru, pentru acumularea de căldură și mărirea vitezei de transfer spre placa (2) metalică paralelipipedică, pe care se găsește întins, sub forma unui film sau sub forma unui strat subțire, alimentul (11) cercetat, a cărui solicitare la forfecare se realizează cu o altă placă (12) metalică, paralelipipedică, mobilă, tractată pe orizontală prin intermediul unei greutate (13) calibrate, al unui cadru (14) din sârmă și al unui fir (15) de nylon înfășurat prin două spire pe roata (16) montată, la rândul ei, pe axul unui traductor (17) incremental de rotație de mare rezoluție, de 10.000 impulsuri/rotație, traductor folosit atât pentru determinarea vitezei de forfecare, cât și pentru determinarea distanței parcurse de placa (12) metalică paralelipipedică mobilă, în compunerea dispozitivului intrând și un interferometru (18) Michelson cu laser, pentru măsurarea grosimii filmului de aliment cercetat prin intermediul unei oglinzi (19) lipite de placa (12) metalică paralelipipedică, mobilă, determinarea viscozității alimentelor lichide sau semisolide fiind produsul dintre tensiunea de forfecare și raportul dintre grosimea filmului și viteza de curgere a filmului de aliment în timpul solicitării acestuia la diverse temperaturi.	3 5 7 9 11 13 15 17 19 21

(51) Int.Cl.

G01N 11/14 (2006.01);

G01N 33/02 (2006.01)

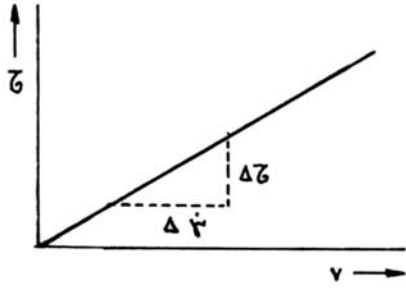


Fig. 2

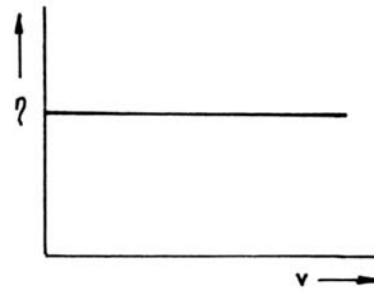


Fig. 3

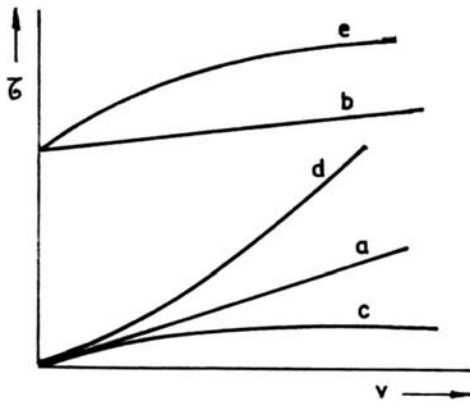


Fig. 4

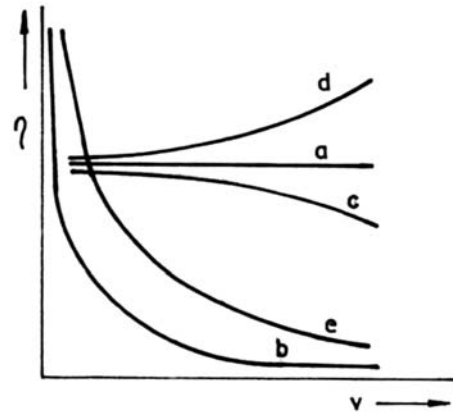


Fig. 5

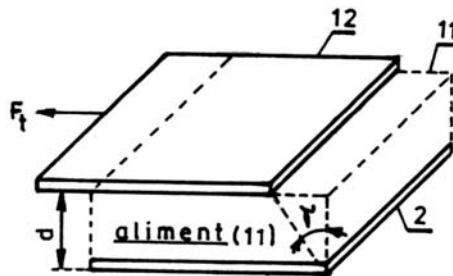


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 11/14 (2006.01);

G01N 33/02 (2006.01)

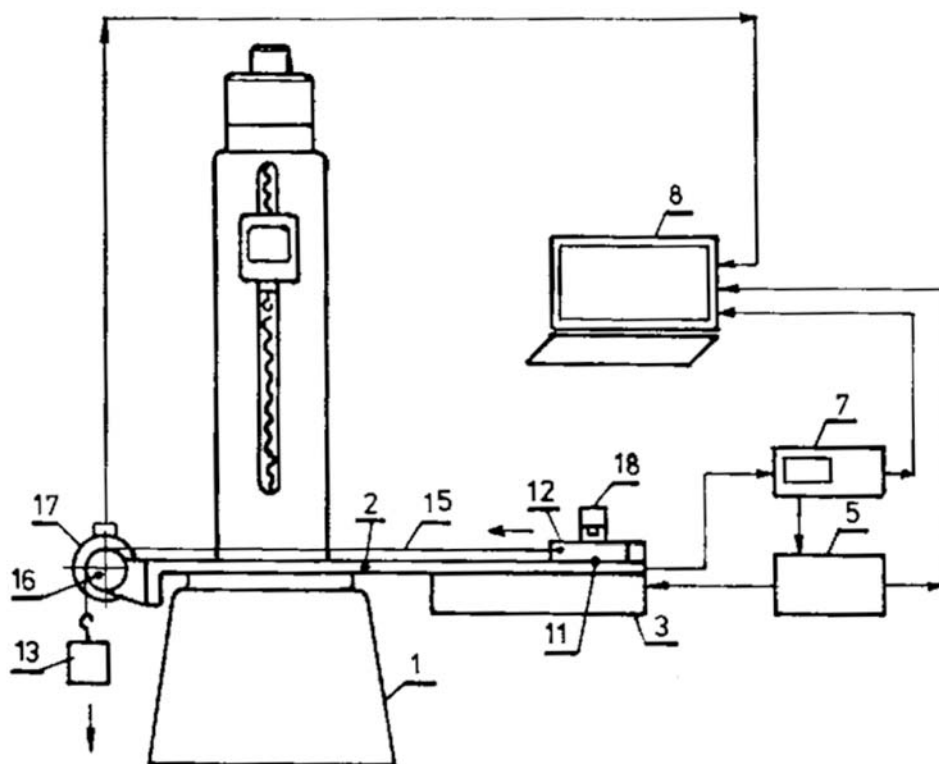


Fig. 6

(51) Int.Cl.

G01N 11/14 (2006.01),

G01N 33/02 (2006.01)

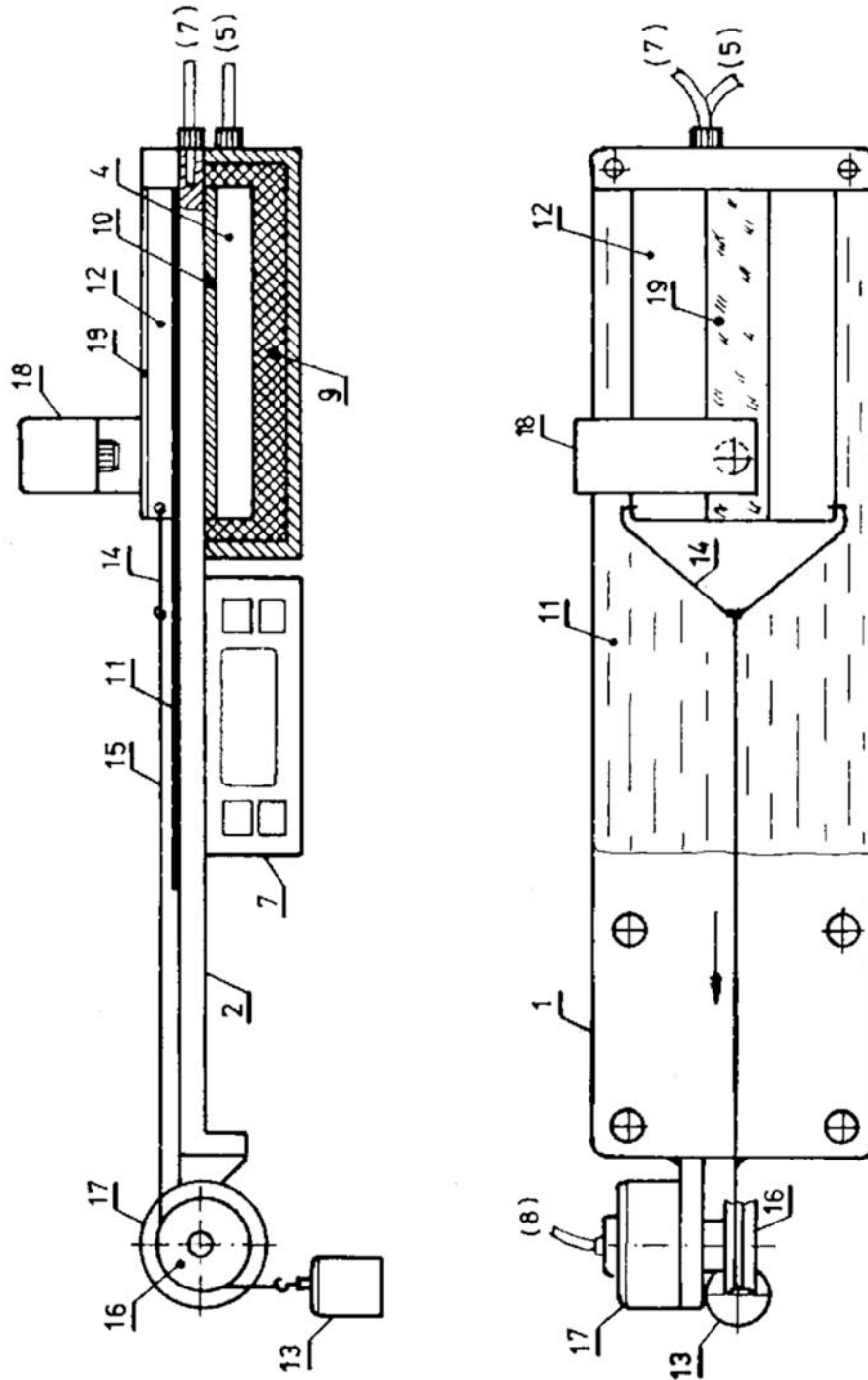


Fig. 7



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 215/2019