



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00824**

(22) Data de depozit: **13/10/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/10/2021** BOPI nr. **10/2021**

(41) Data publicării cererii:
30/04/2019 BOPI nr. **4/2019**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,**
*STR. PROF. DR. DOC. DIMITRIE
MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO*

(72) Inventatori:
• **STANCIU ANGHEL,** *STR. BAȘOTĂ NR. 5,
BL. D9, TR. 1, ET. 3, AP. 7, IAȘI, IS, RO;*

• **LUNGU IRINA,** *STR.SPITAL PAȘCANU
NR.2B, BL.Z3, MANSARDĂ, AP.13, IAȘI, IS,
RO;*
• **ILAȘ ANDREI,** *BD.ALEXANDRU CEL BUN
NR.49, BL.Y1, SC.A, ET.2, AP.7, IAȘI, IS,
RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:
CN 107167577; US 3635078;
CN 102980841 A

(54) **DISPOZITIV ȘI PROCEDU PENTRU DETERMINAREA
CARACTERISTICILOR MECANICE ALE PĂMÂNTURILOR
PRIN ÎNCERCĂRI DE COMPRESIUNE AXIAL SIMETRICĂ**



RO 133293 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv pentru stabilirea parametrilor compresibilității
2 probelor de pământ utilizat în special pentru cercetări în domeniul geotehnicii și fundațiilor.

3 În literatura de brevete se cunoaște, din documentul **CN 107167577**, un dispozitiv
4 ce realizează un test de consolidare asupra probelor de pământ supuse la o anumită
5 temperatură și presiune. Dispozitivul de testare include un mecanism de încălzire prevăzut
6 cu un rezervor cu apă și cu două furtunuri pentru intrare și ieșire a apei, ce comunică cu o
7 placă de acoperire a unui cilindru în care este introdusă proba de pământ și, respectiv, cu
8 un mecanism de presurizare situat la partea superioară a plăcii de acoperire. Mecanismul
9 de presurizare include un cadru și o pârghie prevăzută la unul dintre capete cu un cârlig
10 pentru încărcarea greutăților, pârghia este conectată mobil la capătul superior al cadrului
11 printr-un suport de balama. Dispozitivul este prevăzut instrumente de măsurare a
12 caracteristicilor pământului.

13 Se mai cunoaște un dispozitiv și o metodă de determinare a caracteristicilor de
14 consolidare a probelor de pământ din solurile compresibile, din documentul **US 3635078**.

15 Dispozitivul este constituit dintr-un inel de probă cu pereți subțiri care conține proba
16 de testare și care este plasat într-un inel exterior cu pereți groși. Inelele, la rândul lor, sunt
17 plasate pe baza unei camere de celule formând astfel o incintă de testare. Un piston,
18 prevăzut la unul dintre capete cu o piatră poroasă grosieră, este plasat la partea superioară
19 a probei, astfel încât proba de testare poate fi încărcată axial prin aplicarea unei presiuni
20 asupra camerei celulei și/sau extern printr-un arbore al pistonului care este plasat pe capul
21 pistonului și se extinde printr-o deschidere în placa superioară a camerei celulei.
22 Caracteristicile probei pot fi determinate din măsurători în funcție de timpul solicitării aplicate
23 și de presiunea excesivă a apei din pori dezvoltată în eșantionul de testare atunci când proba
24 este deformată la o rată constantă în timp ce este ținut saturat sub o presiune de apă
25 aplicată prin piatra grosieră din capul pistonului.

26 Documentul **CN 102980841 A** dezvăluie un sistem de încărcare cu dublă pârghie cu
27 tonaj mare. Patru bare de susținere sunt aranjate pe o placă suport 1, o primă traversă 6
28 este aranjată pe cele două bare de susținere din față, o primă pârghie 7 este articulată la
29 prima traversă 6, capătul mai lung al pârghiei 7 este prevăzut cu un cârlig 13 pentru a agăța
30 o contragreutate, capătul mai scurt al pârghiei primei pârghii 7 este prevăzut cu o contra-
31 greutate 4, cele două bare de sprijin din spate sunt prevăzute cu o a doua traversă 8, un
32 capăt al unei a doua pârghii 10 este articulată la a doua traversă 8, celălalt capăt al celei de-a
33 doua pârghii 10 este articulată cu prima pârghie 7 printr-o bară de conectare 3 și un dispozitiv
34 de încărcare 11 este articulată pe a doua pârghie 10. Sistemul de încărcare cu dublu pârghie
35 cu tonaj mare poate realiza încărcarea la solicitare ridicată a testelor de deformare a
36 infiltrațiilor mari.

37 Este cunoscut faptul că probele de pământ încercate la compresiune axial simetrică
38 în aparatura clasică de laborator, parcurg un drum de eforturi compus din prelevarea/recolta-
39 rea eșantioanelor din masivul de pământ (prelevare prin forare, prelevare cu ajutorul
40 prelevatoarelor, prelevare de blocuri sau combinații ale acestora), transportul pământului,
41 depozitarea, confecționarea probelor și recomprimarea acestora în aparatura clasică de
42 laborator care datorită naturii concepției nu poate simula modul de comportare a pământului
43 în situ. Procedura actuală de încercare a probelor de pământ în laborator poate duce la
44 schimbarea totală sau parțială a structurii acesteia, ceea ce se poate materializa în obținerea
45 unor valori ai parametrilor mecanici diferiți față de cei reali (caracteristici pământului in situ)
46 putând pune inginerul geotehnician în postura de a folosi în calculul de proiectare parametri
47 geotehnici cu valori neconforme cu realitatea. În consecință, problema evaluării parametrilor
48 geotehnici capătă o importanță deosebită în asigurarea siguranței corespunzător normelor

RO 133293 B1

și cerințelor actuale de proiectare, fără a afecta factorul economic. Pentru a exemplifica importanța celor amintite anterior, se poate afirma că fundația ca parte integrantă a clădirilor asigura stabilitatea ansamblului structural prin preluarea eforturilor de la structură și transmiterea acestora la terenul de fundare.

Un alt factor care influențează compresibilitatea pământurilor argiloase este constituit din istoricul încărcărilor. În baza acestui raționament prin raportarea presiunii de preconsolidare la presiunea efectivă de consolidare rezultă raportul de supraconsolidare care încadrează pământurile argiloase în trei categorii: normal consolidate, supraconsolidare și subconsolidare. Funcție de acest raport compresibilitatea pământurilor și impactul asupra structurii acestora ca urmare a prelevării din situ este diferită/diferit. Totodată de menționat este că perturbarea probelor are un impact defavorabil asupra aiurii curbei caracteristice rezultate în urma încercărilor clasice. Se constată că actuala aparatură de laborator utilizată pentru cuantificarea deformabilității pământurilor, are un aport semnificativ asupra valorii parametrilor mecanici determinați.

Prin urmare drumul de eforturi și raportul de supraconsolidare influențează semnificativ indicele porilor și implicit umiditatea pământurilor. Din acest motiv devine esențial ca încercările pe pământuri să fie efectuate pe probe cu un indice al porilor cât mai apropiat de cel real prin efectuarea încercărilor direct pe proba din prelevator/ștuț și inducerea prealabilă înainte de încercare a unei stări de tensiune și deformație similare celei preexistente. Acestea combinat cu o metodologie de încercare, ce integrează izobarele de până la 0.09 p în interiorul probei și care are avantajul deplasării laterale parțial împiedicate, duce la reproducerea în condiții de laborator a comportamentului in situ a pământurilor studiate.

În prezent, probele clasice de pământ destinate încercării în laborator, încadrate ca netulburate, nu pot asigura acest deziderat. Totodată în baza considerentelor enunțate mai sus, combinat cu posibila neatenție sau lipsă de experiență a laborantului, probele considerate netulburate, pot să devină practic remaniate și să ducă la obținerea unor valori ai parametrilor mecanici cu implicații defavorabile.

În cazul situațiilor din situ, dacă se realizează împărțirea masivului de pământ în elemente de volum, se constată că volumul asupra căruia se acționează (denumit: de referință) are deplasarea laterală parțial împiedicată de celelalte elemente de volum cu care se află în contact. În plus gradul de deformare al elementului de referință este dictat de starea de tensiuni preexistentă și de proprietățile fizico-mecanice ale volumelor, asupra cărora se resimte acțiunea. Același element de volum respectiv proba, în cazul încercărilor de laborator, supusă unor presiuni identice volumului de referință din situ, va avea o stare de tensiune diferită fie datorită deplasării laterale total împiedicate, fie datorită deplasării laterale libere, fie datorită deplasării laterale egale pe circumferință. În urma analizei încercărilor de teren, efectuate direct pe amplasamentul viitoarei construcții, s-a constatat că și aceste sisteme de cercetare implică un grad de perturbare a pământului din zona investigată.

De remarcat este că programele de calcul automat, utilizate din ce în ce mai mult în proiectarea lucrărilor geotehnice, au ca date de intrare parametri determinați prin intermediul aparaturii de laborator și/sau in situ cu avantajele și dezavantajele specifice acestora.

Determinările la scară reală, care ar putea să surprindă într-o măsură mult mai mare modul real de comportare al masivului de pământ din amplasament, au ca impediment dificultatea efectuării, costurile ridicate și dependența de condițiile meteo.

Din prisma impedimentelor enunțate mai sus s-a luat în considerare conceperea unui dispozitiv de laborator care să combine metodologia de determinare in situ cu cea de laborator și să minimizeze impactul pe care îl au pașii drumului de eforturi asupra probelor

RO 133293 B1

1 clasice. Scopul invenției este de a realiza un dispozitiv de încercare (de laborator) care să
2 diminueze impactul drumului de eforturi asupra probelor, să reducă la scară redusă modul de
3 comportare al pământului în situ, să permită dezvoltarea/integrarea izobarelor de până la
4 0.09 p în interiorul/corpul probelor, să permită efectuarea încercărilor de compresiune axial
5 simetrică pe probe aduse la starea de tensiune și deformație similare celei inițiale (din situ),
6 volumul de pământ încărcat să aibă deplasarea laterală parțial împiedicată de pământul din
7 jur.

8 Un alt obiectiv al invenției constă în confecționarea și încercarea probelor de pământ
9 direct în ștuțul cu care se prelevă proba din situ, ceea ce reprezintă baza de rezolvare a
10 problemelor enunțate anterior.

11 În alcătuirea dispozitivului de încercare la compresiune axial asimetrică intră sistemul
12 de încărcare principal compus din o contragreutate 1 dispusă pe un braț 2 de pârghie de
13 multiplicare a forței de care este atașată o tija cu cârlig 3 pe care se dispun greutatele
14 sistemului principal de încărcare utilizat pentru consolidare/încărcarea probei cu o presiune
15 egală cu sarcina geologică sau presiunea de preconsolidare. Întreg sistemul principal de
16 încărcare este susținut de ansamblul 14 cu rol de susținere a sistemului de încărcare
17 principal conectat la masa suport.

18 Consolidarea/încărcarea probei se realizează prin intermediul unui ansamblu compus
19 din ghidajul încărcării sistemului principal dispus pe ansamblul 14 cu rol de susținere a
20 sistemului de încărcare principal, un inel dinamometric 5 are rolul de preluare, cuantificare
21 și transmitere a încărcării sistemului principal la un trepied 7, care în etapa de consolidare
22 are rolul de a prelua și a transmite încărcarea de consolidare la o placa superioară 8 aflată
23 în contact cu stratul drenant/piatra poroasă, dispusă la partea superioară a probei de
24 pământ. Proba de pământ este integrată într-un ansamblu compus dintr-un cilindru 11
25 încastrat în o placa inferioară, ce este conectată prin intermediul a trei suporturi la placa de
26 bază așezată pe o masa suport 17. Proba este inundată în permanență cu apă, pe parcursul
27 etapelor de consolidare și încercare, prin intermediul a două furtunuri ce conectează un
28 rezervor 6 cu apă la placa superioară 8. Încărcarea aplicată prin intermediul sistemului de
29 încărcare principal are ca efect deplasarea plăcii superioare 8 pe direcție verticală.
30 Monitorizarea tasării din etapa de consolidare a probei este înregistrată prin intermediul a
31 trei microcomparatoare dispuse în trei puncte pe placa superioară 8. Microcomparatoarele
32 utilizate pentru înregistrarea tasărilor din etapa de consolidare sunt dispuse unul pe un prim
33 stativ 12 și două pe un al doilea stativ 13.

34 După finalizarea etapei de consolidare și premergător etapei încercării propriu-zise,
35 trepiedul 7 are rolul de oprire și menținere a încărcării prin coborârea opritoarelor până la
36 contactul acestora cu gura superioară a cilindrului 11. Încărcarea specifică etapei încercării
37 propriu-zise este transmisă la probă, pe direcție verticală, prin intermediul unei stampe de
38 încărcare conectată la un jug 9 unit prin intermediul a două bare 10 la un sistem de încărcare
39 secundar 16. Încărcarea aplicată prin intermediul sistemului de încărcare secundar 16 are
40 ca efect deplasarea stampe de încărcare pe direcție verticală. Monitorizarea tasării din etapa
41 de încercare propriu-zisă a probei este înregistrată prin intermediul a două microcompara-
42 toare dispuse în două puncte pe jug 9. Microcomparatoarele utilizate pentru înregistrarea
43 tasărilor din etapa de încercare propriu-zisă sunt dispuse în număr de două pe al doilea
44 stativ 13.

45 Invenția prezintă următoarele avantaje comparativ cu probele clasice încercate în
46 aparatura de laborator: confecționarea și încercarea probelor de pământ direct în ștuțul cu
47 care se prelevă proba din situ, efectuarea încercărilor pe probe ce parcurg un drum de
48 eforturi cu impact diminuat, redarea modului de comportare a pământului în situ, dezvoltarea

RO 133293 B1

izobarelor de până la 0.09 p în corpul probelor, efectuarea încercărilor de compresiune axial simetrică pe probe aduse inițial la starea de tensiune și deformație similară celei din situ (de dinaintea prelevării), deplasarea laterală parțial împiedicată a volumului de pământ încărcat de pământul din jur. 1
3

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 și 2 care reprezintă: 5

- fig. 1, dispozitiv consolidometru, conform invenției - vedere laterală cu detalii secțiuni; 7

- fig. 2, dispozitiv consolidometru - vedere frontală cu detalii secțiuni în etapa de consolidare (a) și în etapa de încercare specifică celor trei tipuri de încercări caracteristice dispozitivului respectiv încercarea de tipul I/II (b) și încercarea de tipul III (c). 9
11

Dispozitivul pentru determinarea caracteristicilor mecanice ale pământurilor prin încercări de compresiune axial simetrică este constituit dintr-un sistem de încărcare principal constituit dintr-un braț 2 prevăzut la unul dintre capete cu o contragreutate 1, iar la capătul opus cu o tijă cu cârlig 3 de care sunt fixate niște greutateți și este susținut de un ansamblu 14 conectat la o masă suport 17, un sistem de încercare și de consolidare 4 a probei de pământ ce cuprinde un cilindru/ștuț 11, în care este introdusă proba de pământ, niște instrumente de măsurare și un rezervor 6 pentru apă conectat prin intermediul a două furtunuri la sistemul de încercare și de consolidare 4 a probei de pământ. 13
15
17
19

Cilindrul 11 este încastrat, la partea inferioară, într-o placă inferioară ce este conectată prin intermediul a trei suportji la o placă de bază așezată pe masa suport 17, iar la partea superioară cilindrul 11 este prevăzut cu o placă superioară 8 care se deplasează pe verticală și pe care se află montat un trepied 7 ce susține un ghidaj 4 conectat la brațul 2 pârghiei, de ghidaj 4 fiind fixat un inel dinamometric 5. Placa superioară 8 are practicată un gol central prevăzut cu dop și este conectată cu trei microcomparatoare, unul fiind dispus pe un prim stativ 12, iar celelalte două fiind dispuse pe un al doilea stativ 13. 21
23
25

Încercarea de compresiune axial simetrică este transmisă probei de pământ, pe direcție verticală, de la sistemul de încărcare principal prin intermediul unui jug 9 ce apasă asupra unei stampe de încărcare, jugul 9 fiind conectat prin intermediul a două bare 10 la un sistem de încărcare secundar 16 dispus la partea inferioară a masei suport 17. 27
29

Încercările efectuate prin intermediul acestui dispozitiv de compresiune axial simetrică se pot efectua în două modalități de lucru și trei tipuri principale de încercări, după cum urmează: 31
33

- o modalitate de lucru se referă la efectuarea încercărilor pe pământ cu structură naturală prin prelevarea pământului din situ prin intermediul cilindrului/ștuțului 11 după ce pereții interiori au fost lubrifiați, după care ulterior se încastrează cilindrul/ștuțul 11 în placa inferioară; 35
37

- o altă modalitate de lucru se referă la efectuarea încercărilor pe pământ cu structură artificială, care prevede formarea unei paste de pământ realizată prin amestecarea unei cantități de pământ uscat mojarat cu o cantitate de apă corespunzătoare umidității limitei superioare de plasticitate a pământului utilizat și dispunerea acesteia în interiorul cilindrului/ștuțului 11, după ce în prealabil acesta a fost încastrat în placa inferioară și pereții interiori au fost lubrifiați; 39
41
43

- în ambele situații proba are la partea inferioară și superioară un strat drenat/piatră poroasă și o hârtie de filtru în contact cu proba; 45

RO 133293 B1

1 - se montează placa superioară **8**, peste care se așază trepiedul **7**, peste care se
așază inelul dinamometric **5**, ce se conectează cu ansamblul compus din ghidajul încărcării
3 sistemului principal **4** aflat în contact direct cu brațul de pârghie/brațul de multiplicare a forței
2 care are conectat cârligul **3** și se așază încărcările corespunzătoare sarcinii geologice sau
5 presiunii de preconsolidare;

- primul tip de încercare prevede ca prim pas consolidarea probei dispuse în
7 cilindru/ștuț **11** la o presiune egală cu sarcina geologică sau cu presiunea de preconsoli-
dare având montate cele trei microcomparatoare pe placa superioară **8**. Pasul secund
9 prevede stoparea încărcării sistemului principal prin intermediul trepiedului **7**, desfiletarea
dopului central prevăzut pe placa superioară **8**, carotarea probei și extragerea unei epruvete
11 din centrul acesteia. Penultimul pas prevede polizarea găurii formate. Ultimul pas prevede
montarea stampeii de încărcare **8** la baza găurii, urmată de conectarea la jug **9**, conectarea
13 celor două microcomparatoare la jug **9** și demararea încercării propriu-zise. Presiunea
verticală va fi mărită în mod constant prin trepte de încărcare cu durată de menținere de 24
15 h până la o presiune corespunzătoare unei creșteri a tasării medii mai mari de 1.5 ori decât
creșterea valorii înregistrate la presiunea treptei precedente;

17 - al doilea tip de încercare prevede ca prim pas consolidarea probei dispuse în
cilindru/ștuț **11** la o presiune egală cu sarcina geologică sau cu presiunea de preconsolidare
19 având dispus în interiorul probei stampla de încărcare având montate cele trei micro-
comparatoare pe placa superioară. Ultimul pas prevede conectarea stampeii de încărcare
21 la jug **9**, conectarea celor două microcomparatoare la jug **9** și demararea încercării propriu-
zise. Presiunea verticală va fi mărită în mod constant prin trepte de încărcare cu durată de
23 menținere de 24 h până la o presiune corespunzătoare unei creșteri a tasării medii mai mari
de 1.5 ori creșterea valorii înregistrate la presiunea treptei precedente;

25 - al treilea tip de încercare prevede ca prim pas consolidarea probei dispuse în
cilindru/ștuț **11** la o presiune egală cu sarcina geologică sau presiunea de preconsolidare
27 având dispus în interiorul probei stampla de încărcare și stampla suport având montate cele
trei microcomparatoare pe placa superioară **8**. Ultimul pas prevede conectarea stampeii de
29 încărcare la jug **9**, conectarea celor două microcomparatoare la jug **9** și demararea încercării
propriu-zise. Presiunea verticală va fi mărită în mod constant prin trepte de încărcare cu
31 durată de menținere de 24 h până la o presiune corespunzătoare unei creșteri a tasării medii
mai mari de 1.5 ori creșterea valorii înregistrate la presiunea treptei precedente.

RO 133293 B1

Revendicări

1. Dispozitiv pentru determinarea caracteristicilor mecanice ale pământurilor prin încercări de compresiune axial simetrică constituit dintr-un sistem de încărcare principal constituit dintr-un braț (2) prevăzut la unul dintre capete cu o contragreutate (1), iar la capătul opus cu o tijă cu cârlig (3) pentru fixarea unor greutateți, susținut de un ansamblu (14) conectat la o masă suport (17), un sistem de încercare și de consolidare (4) a probei de pământ ce cuprinde un cilindru (11), în care este introdusă proba de pământ, niște instrumente de măsurare și un rezervor (6) pentru apă conectat prin intermediul a două furtunuri la sistemul de încercare și de consolidare (4) a probei de pământ, **caracterizat prin aceea că** cilindrul (11) este încastrat, la partea inferioară, într-o placă inferioară ce este conectată prin intermediul a trei suporturi la o placă de bază așezată pe masa suport (17), iar la partea superioară cilindrul (11) este prevăzut cu o placă superioară (8) care se deplasează pe verticală și pe care se află montat un trepid (7) ce susține un ghidaj (4) conectat la brațul (2) pârghiei, de ghidaj (4) fiind fixat un inel dinamometric (5), placa superioară (8) are practicat un gol central prevăzut cu dop și este conectată cu trei microcomparatoare, unul fiind dispus pe un prim stativ (12), iar celelalte două fiind dispuse pe un al doilea stativ (13), încercarea de compresiune axial simetrică este transmisă probei de pământ, pe direcție verticală, de la sistemul de încărcare principal prin intermediul unui jug (9) ce apasă asupra unei stampe de încărcare, jugul (9) fiind conectat prin intermediul a două bare (10) la un sistem de încărcare secundar (16) dispus la partea inferioară a masei suport (17).
2. Procedeu pentru determinarea caracteristicilor mecanice ale pământurilor cu ajutorul dispozitivului de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** se desfășoară în următoarea succesiune de etape: se dispune proba de pământ interiorul cilindrului (11), în contact cu o hârtie de filtru și cu câte un strat drenat, atât la partea superioară și la partea inferioară, se montează placa superioară (8) peste care se așază trepidul, peste care se așază inelul dinamometric (5) ce se conectează cu ghidajul (4) aflat în contact direct cu brațul de pârghie (2) și se așază încărcările în cârligul (3) sistemului de încărcare principal, se aplică o presiune verticală care va fi mărită în mod constant prin trepte de încărcare cu o durată de menținere de 24h până la o presiune corespunzătoare unei creșteri a tasării medii mai mare de 1,5 ori creșterea valorii înregistrată la presiunea treptei precedente, se înregistrează tasările cu ajutorul microcomparatoarelor.
3. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** se efectuează încercări pe proba de pământ cu structura naturală, prin prelevarea pământului din situ și disponerea acesteia în interiorul cilindrului (11), după ce pereții interiori ai cilindrului (11) au fost lubrifiați.
4. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** se efectuează încercări pe proba de pământ cu structura artificială, care prevede formarea unei paste realizată prin amestecarea unei cantități de pământ uscat mojarat cu o cantitate de apă corespunzătoare umidității limitei superioare de plasticitate a pământului utilizat și disponerea acesteia în interiorul cilindrului (11), după ce pereții interiori ai cilindrului (11) au fost lubrifiați.
5. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** încercarea de consolidare a probei se realizează cu stampa de încărcare dispusă la baza găurii practicate în placa superioară (8).
6. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** încercarea de consolidare a probei se realizează cu stampa de încărcare dispusă în interiorul probei.
7. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** încercarea de consolidare a probei se realizează cu stampa de încărcare și cu o stampă suport inferioară, dispuse în interiorul probei.

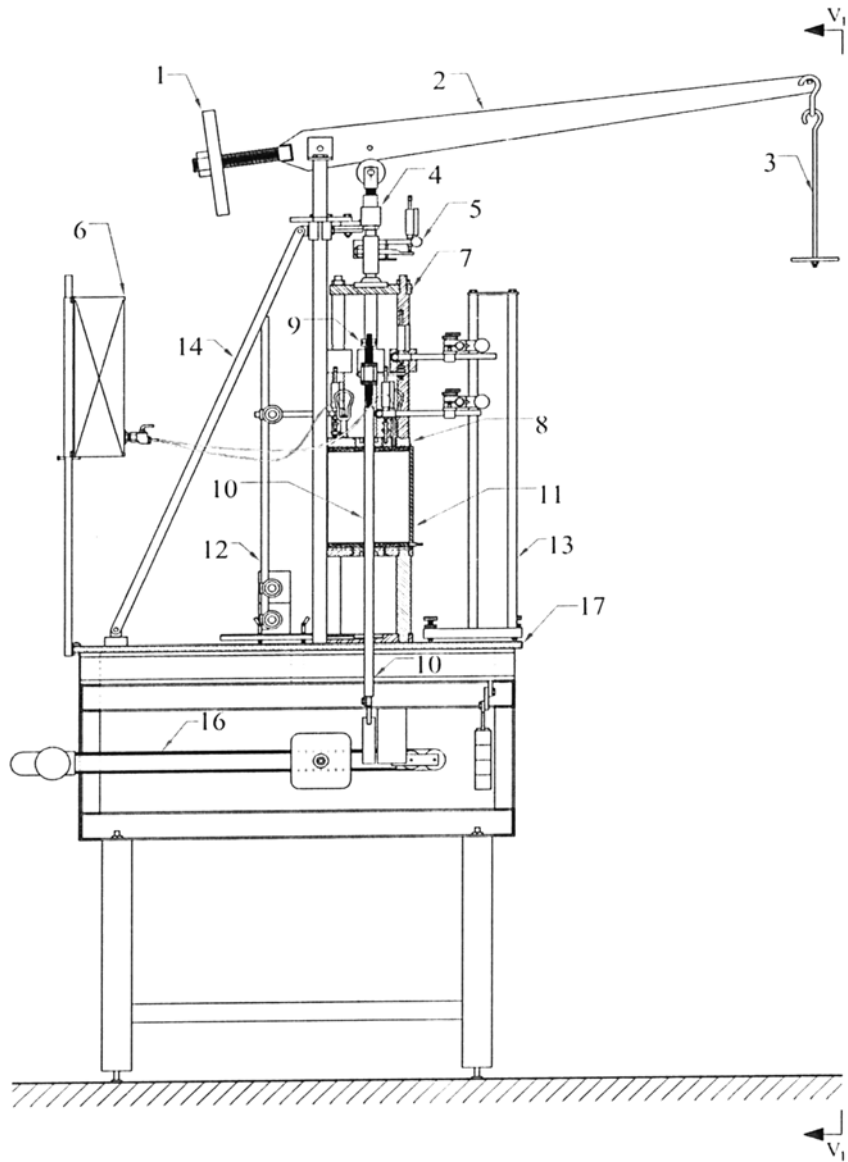


Fig. 1

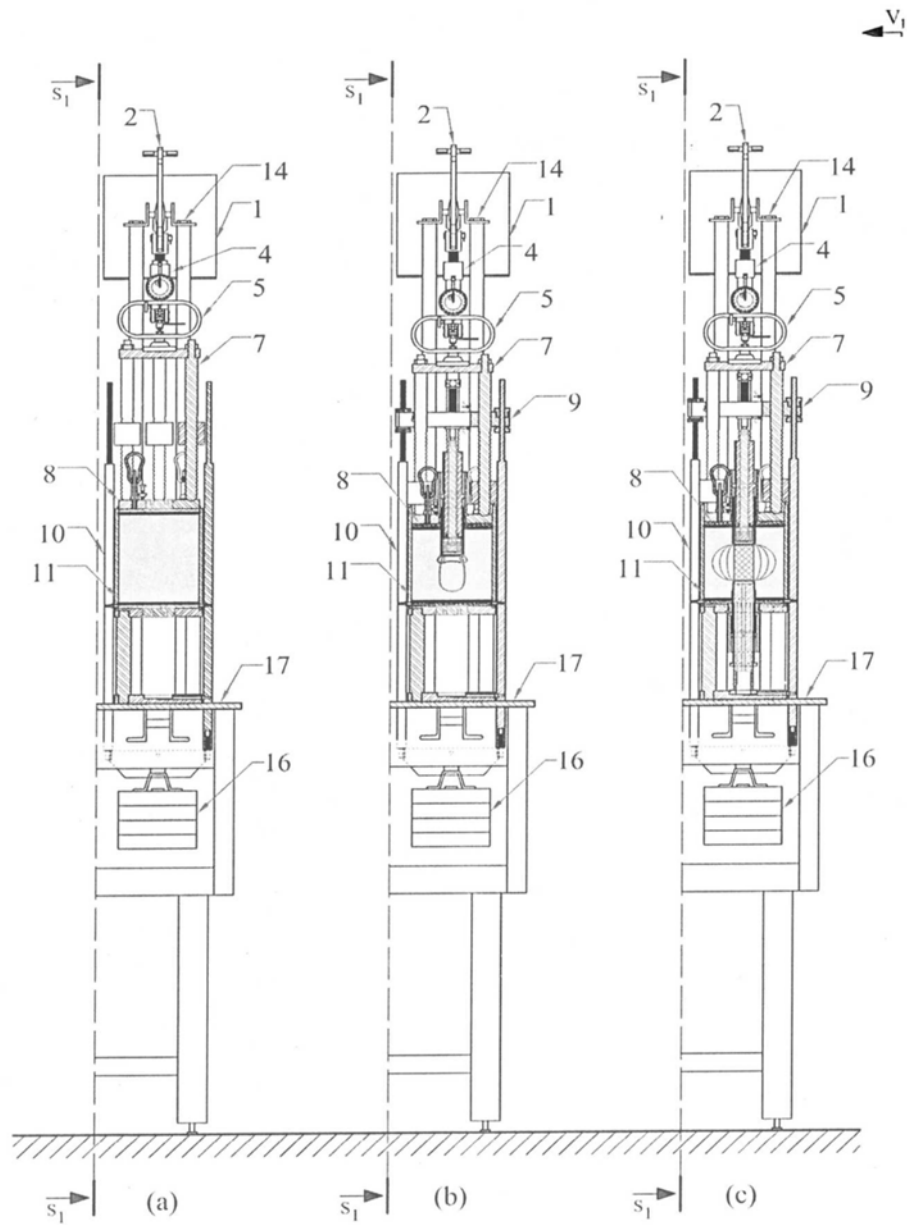


Fig. 2

