

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241667**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432059**

(22) Data zgłoszenia: **03.12.2019**

(51) Int.Cl.

G01B 21/32 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

(54) **Stanowiska do pomiaru odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.06.2021 BUP 12/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

14.11.2022 WUP 46/22

(73) Uprawniony z patentu:

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET
TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE,
Szczecin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

ADAM ZIELIŃSKI, Szczecin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Monika Wielecka

PL 241667 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku są stanowiska do pomiaru odkształcalności: pęcznienia i skurczu materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania.

Odształcalność materiału o matrycy mineralnej np. cementowej lub organicznej np. żywicznej lub mieszanej np. polimero-cementowej, polega na zmianie pierwotnej objętości wskutek oddziaływania zjawisk wewnętrznych – procesów chemicznych lub zjawisk zewnętrznych – wymiany wilgotności z otoczeniem zewnętrznym, tj. wysychania lub nasycenia wodnego. Deficyt wody w procesach hydratacji – samosuszenie oraz wysychanie powierzchniowe materiału wywołują skurcz, czyli zmniejszenie jego objętości. Zjawisko pęcznienia, czyli wzrost objętości materiału, zachodzi podczas wiązania spoiwa ekspansywnego lub dojrzewania w warunkach nasycenia wodnego. Oba procesy mogą zachodzić wspólnie lub indywidualnie, w zależności od rodzaju spoiwa oraz kontaktu z otoczeniem zewnętrznym. W przypadku materiałów na bazie cementu i wody, zjawiska wewnętrzne są zależne od wskaźnika wodno-cementowego (stosunek efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w mieszance betonowej). Jeżeli wskaźnik wodno-cementowy $w/c \geq 0,4$ to materiał wykazuje pęcznienie autogeniczne (strukturalne), natomiast w sytuacji gdy $w/c < 0,4$ to materiał wykazuje skurcz autogeniczny (strukturalny). Spoiwom organicznym w czasie wiązania i twardnienia towarzyszy wyłącznie skurcz autogeniczny, ze względu na zmniejszanie objętości w wyniku sieciowania polimerów. Zjawiska zewnętrzne tj. wysychanie lub nasycenie dotyczy materiałów o spoiwie mineralnym. W przypadku dojrzewania materiału w warunkach powietrzno-suchych następuje zmniejszenie wilgotności materiału w wyniku migracji i dążenia do wyrównania wilgotności własnej z otoczeniem. Takie zjawisko wywołuje skurcz. W sytuacji dojrzewania materiału w warunkach wodnych lub pełnej wilgotności względnej otoczenia materiał wykazuje stabilizację odkształceń lub pęcznienie. W spoiwach organicznych kontakt ze środowiskiem zewnętrznym o niskiej wilgotności względnej powietrza nie wpływa na zjawisko migracji wody ze względu na brak wody w spoiwach organicznych.

Pomiar odkształceń materiałów na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania jest ważny ze względu na ochronę przed możliwymi zarysowaniami i pęknięciami materiału. Podatność na uszkodzenie materiału wynika z ograniczenia jego swobodnej odkształcalności w wyniku oddziaływania więzów zewnętrznych m.in.: tarcie młodego materiału o nieodkształcalny ośrodek, sztywne połączenie elementu wykonanego z omawianego materiału. Dlatego zasadne jest określenie odkształceń materiału. Pomiar umożliwi zaprojektowanie metod zabezpieczających oraz minimalizujących niepożądane zjawiska destrukcyjne materiału, wydłużając jego użyteczność oraz trwałość.

Istnieje wiele metod pomiarowych dedykowanych pomiarowi deformacji materiałów. Podstawowymi są: metoda Graf-Kaufmana obowiązująca dla zaczynów i zapraw (badania wykonuje się na próbkach o wymiarach 40 x 40 x 160 mm) oraz metoda Amslera dedykowana materiałom na bazie kruszywa grubego np. betonu. W tej metodzie pomiar deformacji odbywa się na próbkach 100 x 100 x 500 mm. W obu metodach pomiar odkształceń odbywa się dopiero po 24 godzinach od zaformowania próbek, a rejestrowane odkształcenia są sumą odkształceń autogenicznych i skurczu przez wysychanie. Nie ma możliwości odseparowania ich zakresu, ponieważ, próbka jest narażona na wysychanie na każdej powierzchni. Na tej podstawie można stwierdzić, że opisane metody są wyłącznie dostosowane do badania skurczu całkowitego z pominięciem wartości odkształceń zachodzących w pierwszym dniu od zaformowania. Metoda Auto-shrink jest metodą umożliwiającą pomiar skurczu autogenicznego zaczynów i zapraw na spoiwach mineralnych. Materiałem wypełnia się harmonijkowe rurki wykonane z tworzywa sztucznego. Rurki mają długość ok. 300 mm w zależności od rozciągnięcia rurki i od 20 do 30 mm średnicy. Taka geometria, przy niskiej sztywności rurki i ułożenie w dylatometrze, zapewnia pomiar odkształceń kompozytu jeszcze w fazie plastycznej i w formującym się szkieletcie materiałowym. W wąskiej, karbowanej próbce mogą tworzyć się liniowe pustki powietrzne. Mogą one decydować o szybszej utracie wilgoci względnej materiału i wpływać na nieliniową deformację próbek podczas ich dojrzewania, powodując zaburzenie odkształcalności autogenicznej. Kolejnym problemem jest skrzywienie elastycznej rurki przy wciskaniu korka zamykającego. Brak prostopadłego ustawienia powierzchni korka względem czopika pomiarowego spowoduje zaburzenie rejestrowanych wartości pomiarowych. Największym problemem jest ograniczona średnica karbowanych rurek, których geometria przekroju pozwala mierzyć odkształcenia autogeniczne wyłącznie zaczynów cementowych. W przypadku mieszanek na bazie kruszywa do 2 mm występuje problem z ich właściwym zaformowaniem. Średnica rurek uniemożliwia pomiar skurczu autogenicznego materiałów na grubym kruszywie np. betonu. Oprócz liniowych metod

pomiaru swobodnej odkształcalności materiałów można wyróżnić badania nad kontrolowanym ograniczeniem odkształcalności skurczowej materiałów twardniejących z wykorzystaniem metod liniowych i pierścieniowych. Metody te jednak nie umożliwiają pomiaru swobodnych odkształceń skurczowych i są stosowane w celu oceny podatności na pękanie omawianych materiałów.

Prócz opisanych, podstawowych metod pomiarowych powstało wiele zgłoszeń patentowych ujawniających technikę pomiaru deformacji odkształceń kompozytów cementowych m.in. opisane we wzorze użytkowym CN 203964889 – pomiar deformacji autogenicznej bez wpływu efektów ciepła hydratacji, w opisie patentowym CN 106248915 – metoda oraz urządzenie pomiarowe do rejestracji skurczu autogenicznego materiału używanego bezpośrednio na budowie, w opisie patentowym CN103837670 – metoda wykorzystująca wbetonowywany elektroniczny układ pomiarowy czy w opisie patentowym KR 100783568 (B1) – metoda wykorzystuje sztywną ramę z zamocowanymi punktami pomiarowymi w betonie do rejestracji jego skurczu autogenicznego.

Stanowisko do pomiaru odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego, według wynalazku, składające się z czujników pomiaru przemieszczeń, czopików i układu pomiarowego, charakteryzuje się tym, że ma co najmniej jedną prostokątną formę, złożoną z płyty podstawy z wyfrezowanymi torami, dwóch płyt bocznych i dwóch elastycznych bloków kończących wyposażonych w otwór na czopik pomiarowy. Stanowisko zawiera również układ docisku składający się z poprzecznych kątowników z osadzoną, regulowaną płytką dociskową, uchwytu z przegubami kątowymi, płytek gumowych i prętów gwintowanych. Płyta boczna przylega do poprzecznych kątowników oraz jest dociskana do płyty podstawy poprzez regulowane płytki dociskowe, przez co zabezpiecza płyty boczne formy przed przesunięciem podczas układania materiału. Forma usytuowana jest na stelażu badawczym, w którym na obu końcach zamocowane są przesuwne belki, do których zamocowane są ruchome głowice, w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń zakończone ruchomym trzpieniem i połączone z układem pomiarowym, który składa się z konwertora sygnału pomiarowego i bazy danych rejestrującej mierzone odkształcenia. Stelaż badawczy, wykonany na przykład z kształtowników zespawanych w ramę lub ruszt, tworzy sztywne, nieodkształcalne stanowisko do instalacji formy.

Przesuwne belki przymocowane są do stelaża badawczego za pomocą śrub umożliwiających regulację długości formy i składają się z kształtownika, przymocowanego do stelaża badawczego za pomocą śrub.

Ruchome głowice zamocowane są na przesuwnych belkach za pomocą śrub. Płyta boczna formy przylega do poprzecznych kątowników układu docisku.

Czopik pomiarowy umieszczony jest w otworze bloków kończących w połowie ich szerokości i wysokości, która odpowiada połowie szerokości i wysokości materiału badanego.

Korzystnie wewnątrz formy wyłożone jest materiałem izolacyjnym.

W innej wersji stanowisko, według wynalazku, ma co najmniej jedną prostokątną formę, złożoną z płyty podstawy z wyfrezowanymi torami, dwóch płyt bocznych i dwóch elastycznych bloków kończących wyposażonych w otwór na czopik pomiarowy oraz układ docisku składający się z poprzecznych kątowników z osadzoną, regulowaną płytką dociskową, uchwytów zakończonych przegubami kątowymi i prętów gwintowanych. Forma usytuowana jest na stelażu badawczym, w którym na jednym końcu zamocowana jest przesuwna belka, do której zamocowane są przestawne głowice, w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń zakończone ruchomym trzpieniem i połączone z układem pomiarowym. Na drugim końcu stelaża badawczego zamocowany jest element utwierdzający, który tworzy przesuwną belkę wraz z przykręconymi za pomocą śrub nieruchomymi trzpieniami i połączonymi z układem pomiarowym. Układ pomiarowy składa się z konwertora sygnału pomiarowego i bazy danych rejestrującej mierzone odkształcenia. Stelaż badawczy wykonany, na przykład z kształtowników zespawanych w ramę lub ruszt, tworzy sztywne, nieodkształcalne stanowisko do instalacji formy.

Przesuwna belka przymocowana jest do stelaża badawczego za pomocą śrub umożliwiających regulację długości formy i składa się z kształtownika, przymocowanego do stelaża badawczego za pomocą śrub.

Ruchome głowice zamocowane są do przesuwnnej belki również za pomocą śrub.

Płyta boczna formy przylega do poprzecznych kątowników układu docisku.

Czopik pomiarowy umieszczony jest w otworze bloków kończących w połowie ich szerokości i wysokości odpowiadającej połowie szerokości i wysokości materiału badanego.

Korzystnie wewnątrz formy wyłożone jest materiałem izolacyjnym.

Stanowisko według wynalazku umożliwia pomiar odkształceń materiału bezpośrednio po jego zaformowaniu, odkształceń autogenicznych oraz pomiar rozwoju skurczu od wysychania. Innowacyjnością stanowiska badawczego jest możliwość płynnego regulowania geometrii próbki materiałowej, którą zdefiniowano jako prostopadłościan o zmiennych wymiarach szerokości, długości i wysokości. Regulacja geometrii próbki na tej samej płycie podstawy jest możliwa dzięki stworzeniu płynnie regulowanego układu docisku płyt formujących do podstawy. Wymiary przekroju poprzecznego zależą od wielkości uziarnienia badanego materiału i precyzji pomiarowej. Dzięki temu istnieje możliwość stworzenia dowolnej przestrzeni formującej, indywidualnej dla każdej próbki badawczej. Rozwiązanie umożliwia pomiar odkształceń materiału badanego w młodym wieku, przy zmieniających się właściwościach fizyko-chemicznych próbki badawczej w czasie tężenia, wiązania, twardnienia oraz przejścia między zakończeniem czasu wiązania a rozpoczęciem czasu twardnienia.

Stanowisko może służyć zwłaszcza do badania próbek normowych o wymiarach 40 x 40 x 160 mm, 50 x 50 x 250 mm oraz 100 x 100 x 500 mm. Jest to przedział geometryczny dla próbek materiałowych dedykowanych do pomiaru skurczu zaczynów, zapraw i betonów. Rozwiązanie według wynalazku pozwala na badanie czasu wiązania materiału, pomiar deformacji autogenicznej materiału w danym dniu, wychwycenie intensywności rozwoju odkształceń autogenicznych, badanie wpływu tempa rozpoczęcia skurczu od wysychania na rozwój swobodnej odkształcalności materiałów. Pozwala ocenić wpływ składu chemicznego spoiwa na rozwój odkształcalności strukturalnej, wpływ dodatków mineralnych i domieszek chemicznych na rozwój odkształcalności materiału, wpływ ograniczenia odkształcalności przez kruszywo.

Rozwiązanie według wynalazku przedstawione jest w przykładzie wykonania i na rysunku, na którym Fig. 1. przedstawia stanowisko z próbką badanego materiału w widoku z góry, Fig. 2 przedstawia stanowisko z badanym materiałem i regulowanym układem docisku w przekroju poprzecznym A-A z Fig. 1, Fig. 3 przedstawia stanowisko z badanym materiałem w przekroju podłużnym B-B z Fig. 1, Fig. 4 przedstawia stanowisko z zestawem pomiarowym złożonym z trzech badanych materiałów o tej samej geometrii w widoku z góry, Fig. 5 przedstawia stanowisko z Fig. 4 w przekroju C-C. Fig. 6 przedstawia stanowisko pomiarowe z dwoma różnymi wariantami układu docisku płyt bocznych stanowiących formę dla badanego materiału, Fig. 7 przedstawia stanowisko z elementem utwierdzającym i trzpieniami w widoku z góry, Fig. 8 stanowisko z dwoma różnymi wariantami elementu utwierdzającego w przekroju D-D z Fig. 7, Fig. 9 przedstawia stanowisko podczas pomiaru skurczu po rozformowaniu próbek o maksymalnych wymiarach w widoku z góry, Fig. 10 przedstawia stanowisko podczas pomiaru skurczu po rozformowaniu próbek o minimalnych wymiarach w widoku z góry, Fig. 11 przedstawia wykres z przykładowym pomiarem rozwoju odkształceń autogenicznych próbek badanego materiału w zakresie 24 h, Fig. 12 przedstawia wykres z przykładowym pomiarem rozwoju odkształceń autogenicznych próbek badanego materiału w zakresie 28 dni.

Przykład 1

Stanowisko do pomiaru odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego ma jedną prostokątną formę, złożoną z płyty podstawy 1 z wyfrezowanymi torami 1a umożliwiającymi przesuwanie przesuwnej belki 10 i układów docisku, dwóch sztywnych płyt bocznych 2 i dwóch elastycznych bloków kończących 3 wykonanych z silikonu. Bloki kończące 3 wyposażone są w otwór na czopiki pomiarowe 4. Układ docisku składa się z zestawu docisku, który to zestaw składa się z poprzecznych kątowników 5 z osadzoną, regulowaną płytką dociskową 6, uchwytu z przegubami kątowymi 7 i pręta gwintowanego 8. Zestawy docisku rozmieszczone są na końcach formy i w jej środku, w równomiernej odległości nie przekraczającej 30 cm. Dla próbek o mniejszej długości np. 25 cm, należy zastosować min. 2 układy docisku dla każdej płyty bocznej 2. Forma usytuowana jest na stelażu badawczym 9, w którym na obu końcach zamocowane są przesuwne belki 10, do których zamocowane są ruchome głowice 11. W ruchomych głowicach 11 osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń 12 zakończone ruchomym trzpieniem. Czujniki pomiaru przemieszczeń 12 połączone są z układem pomiarowym. Układ pomiarowy składa się z konwertera sygnału pomiarowego 17 i bazy danych 18 rejestrującej mierzone odkształcenia. Przesuwne belki 10 przymocowane są do stelaża badawczego 9 za pomocą śrub 13 umożliwiających regulację długości formy. Czopik pomiarowy 4 umieszczony jest w otworze obydwu bloków kończących 3 w połowie szerokości i wysokości materiału badawczego 14. Wnętrze formy wyłożone jest folią izolacyjną 16.

Materiał badawczy 14 w stanie ciekłym układu się we wcześniej wyregulowanej pod względem wielkości próbki i ustabilizowanej pod względem nacisku formie usytuowanej na stelażu badawczym 9. Po ułożeniu płyt bocznych 2 przewleka się uchwyt z przegubami kątowymi 7 wraz z poprzecznymi

kątownikami 5 z osadzonymi, regulowanymi płytkami dociskowymi 6, przez pręty gwintowane 8 osadzone w płycie podstawy 1. Aby uzyskać regulację wolnej przestrzeni między płytami bocznymi 2 a płytkami dociskowymi 6 i w celu zwiększenia siły docisku, dokręca się płytki dociskowe 6 do płyt bocznych 2, tworząc stabilne połączenie na docisk. Przebijając folię izolacyjną 16, osadza się czopiki pomiarowe 4 w blokach kończących 3, w taki sposób, że jedna część czopika pomiarowego 4 umożliwia jego zanurzenie w materiale badawczym, a druga tworzy punkt doczołowy dla czujnika pomiaru przemieszczeń 12. Po wypełnieniu materiałem badawczym 14 formy można zaizolować powierzchnię górną materiału folią lub innym materiałem zabezpieczającym powierzchnię przed wysychaniem – w zależności od przyjętych warunków wyjściowych badania. Czujniki pomiaru przemieszczeń 12 osadzone na ruchomych głowicach 11 umożliwiają regulację położenia i ukierunkowanie trzpieni czujników pomiaru przemieszczeń 12, w ten sposób, aby dotykały czopików pomiarowych 4. Następnie uruchomia się czujniki pomiaru przemieszczeń 12, konwerter sygnału pomiarowego 17 oraz bazę danych rejestrującą odkształcenia 18. Rozpoczęcie rejestrowania pomiaru odkształceń powinno nastąpić maksymalnie do 10 minut od momentu ułożenia materiału badawczego 14 w formie.

Wartości przemieszczeń dwóch, naprzeciwległych punktów pomiarowych rejestrowanych za pomocą czujników pomiarowych należy dodać i wyznaczyć wartość odkształcenia za pomocą równania:

$$\varepsilon_a = \frac{(l_{n,1} - l_1) + (l_{n,2} - l_2)}{L} \cdot 1000 = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{L} \cdot 1000 \left[\frac{\text{mm}}{\text{mm}} \right], \text{gdzie:}$$

$l_{n,1}$, $l_{n,2}$ – wartość przemieszczenia próbki w pierwszym/drugim punkcie pomiarowym po upływie czasu „n”, w mm,

l_1 , l_2 – wartość przemieszczenia w momencie rozpoczęcia rejestracji deformacji w pierwszym/drugim punkcie pomiarowym, w mm,

$\Delta l_1, \Delta l_2$ – przyrost przemieszczenia próbki w pierwszym/drugim punkcie pomiarowym po upływie czasu „n” względem pierwszego pomiaru, w mm,

L – długość próbki materiałowej (liczona od końców czopików pomiarowych), w mm.

Przykład 2

Stanowisko wykonane jak w przykładzie pierwszym, z tym, że ma trzy prostokątne formy, usytuowane na stelażu badawczym 9. Układ docisku składa się ze skrajnych uchwytów z przegubami kątowymi 7 i środkowych uchwytów z przegubami kątowymi 7, kątowników poprzecznych 5, płytek dociskowych 6, prętów gwintowanych 8. Skrajne i środkowe układy docisku montuje się niezależnie. Po ułożeniu płyt bocznych 2 przewleka się uchwyty skrajne i środkowe z przegubami kątowymi 7 wraz z poprzecznymi kątownikami 5 z osadzonymi, regulowanymi płytkami dociskowymi 6 przez pręty gwintowane 8 osadzone w płycie podstawy 1. Aby uzyskać regulację wolnej przestrzeni między płytami bocznymi 2 a płytkami dociskowymi 6 i w celu zwiększenia siły docisku, dokręca się płytki dociskowe 6 do płyt bocznych 2, tworząc stabilne połączenie na docisk. Pomiar odkształceń wykonuje się jak w przykładzie pierwszym. Stanowisko wyposażone w trzy formy umożliwia formowanie każdej próbki o indywidualnej geometrii.

Przykład 3

Stanowisko wykonane jak w przykładzie pierwszym, z tym że na jednym końcu stelażu badawczego 9 zamocowana jest przesuwna belka 10, do której zamocowane są ruchome głowice 11, w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń 12 zakończone ruchomym trzpieniem i połączone z układem pomiarowym, a na drugim końcu stelaża badawczego 9 zamocowany jest element utwierdzający 15, który tworzy przesuwna belka 10 wraz z przykręcanymi za pomocą śrub 13 trzpieniami 15a osadzonymi w formie. Trzpień 15a są trwale przymocowane do przesuwniej belki 10 i trwale zespolone z materiałem badawczym. Element utwierdzający 15 jest przymocowany do stelaża badawczego 9 za pomocą śrub 13. Element utwierdzający 15 uniemożliwia deformację jednej strony próbki pomiarowej, przez co całość deformacji badanego materiału 14 oraz stopień ograniczenia jego odkształceń jest rejestrowany przez czujniki pomiaru przemieszczeń 12 osadzone na ruchomych głowicach 11 zamocowanych na przesuwniej belce 10 z jednej strony stanowiska badawczego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stanowisko do pomiaru odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego składające się z czujników pomiaru przemieszczeń, czopików i układu pomiarowego, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jedną prostokątną formę, złożoną z płyty

podstawy (1) z wyfrezowanymi torami (1a), dwóch płyt bocznych (2) i dwóch elastycznych bloków kończących (3) wyposażonych w otwór na czopik pomiarowy (4), oraz układ docisku składający się z poprzecznych kątowników (5) z osadzoną, regulowaną płytą dociskową (6), uchwytu z przegubami kątowymi (7) i prętów gwintowanych (8), przy czym forma usytuowana jest na stelażu badawczym (9), w którym na obu końcach zamocowane są przesuwne belki (10), do których zamocowane są ruchome głowice (11), w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń (12) zakończone trzpieniem i połączone z układem pomiarowym.

2. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że przesuwne belki (10) przymocowane są do stelaża badawczego (9) za pomocą śrub (13) umożliwiających regulację długości formy.
3. Stanowisko według zastrz. 2, **znamienne tym**, że ruchome głowice (11) zamocowane są na przesuwnych belkach (10) za pomocą śrub (13).
4. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że czopik pomiarowy (4) umieszczony jest w otworze bloków kończących (3) w połowie ich szerokości i wysokości.
5. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że płyta boczna (2) przylega do poprzecznych kątowników (5).
6. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że wewnątrz formy wyłożone jest materiałem izolacyjnym (16).
7. Stanowisko do pomiaru okształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego składające się z czujników pomiaru przemieszczeń, czopików i układu pomiarowego, **znamienne tym**, że ma co najmniej jedną prostokątną formę, złożoną z płyty podstawy (1) z wyfrezowanymi torami (1a), dwóch płyt bocznych (2) i dwóch elastycznych bloków kończących (3) wyposażonych w otwór na czopik pomiarowy (4), oraz układ docisku składający się z poprzecznych kątowników (5) z osadzoną, regulowaną płytą dociskową (6), uchwytu z przegubami kątowymi (7) i pręta gwintowanego (8), przy czym forma usytuowana jest na stelażu badawczym (9), w którym na jednym końcu zamocowana jest przesuwna belka (10), do której zamocowane są ruchome głowice (11), w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń (12) zakończone ruchomym trzpieniem i połączone z układem pomiarowym, a na drugim końcu stelaża badawczego (9) zamocowany jest element utwierdzający (15), który tworzy przesuwną belkę (10) wraz z przykręcanymi za pomocą śrub (13) nieruchomymi trzpieniami (15a) osadzonymi w formie.
8. Stanowisko według zastrz. 7, **znamienne tym**, że przesuwna belka (10) przymocowana jest do stelaża badawczego (9) za pomocą śrub (13) umożliwiających regulację długości formy.
9. Stanowisko według zastrz. 7, **znamienne tym**, że ruchome głowice (11) zamocowane są na przesuwnych belkach (10) za pomocą śrub (13).
10. Stanowisko według zastrz. 7, **znamienne tym**, że płyta boczna (2) przylega do poprzecznych kątowników (5).
11. Stanowisko według zastrz. 7, **znamienne tym**, że czopik pomiarowy (4) umieszczony jest w otworze bloków kończących (3) w połowie ich szerokości i wysokości.
12. Stanowisko według zastrz. 7, **znamienne tym**, że wewnątrz formy wyłożone jest materiałem izolacyjnym (16).

Rysunki

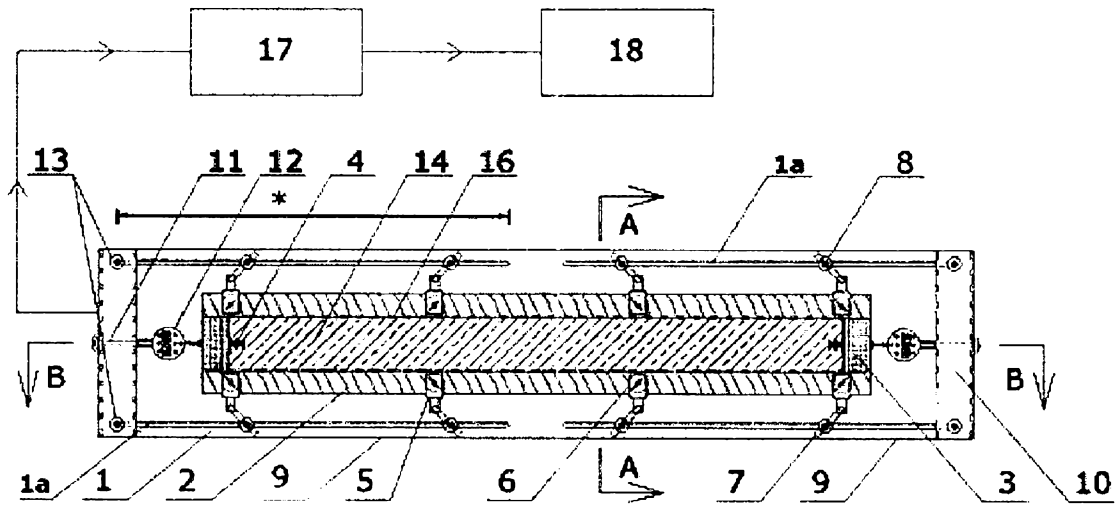


Fig. 1

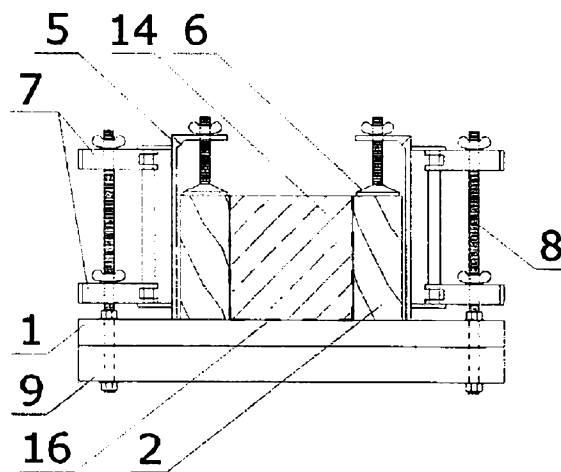


Fig. 2

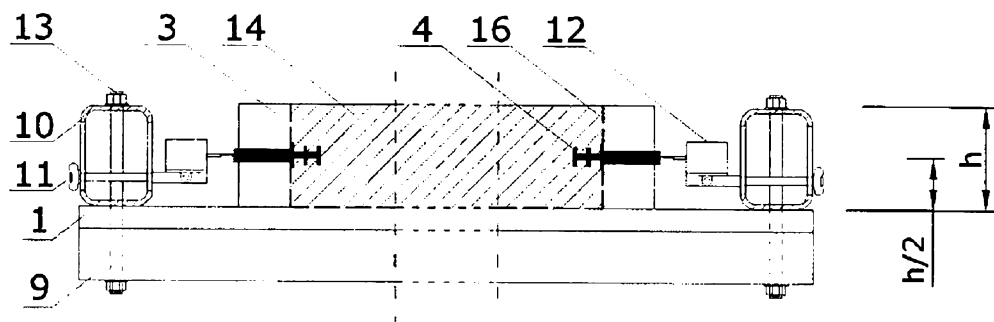


Fig. 3

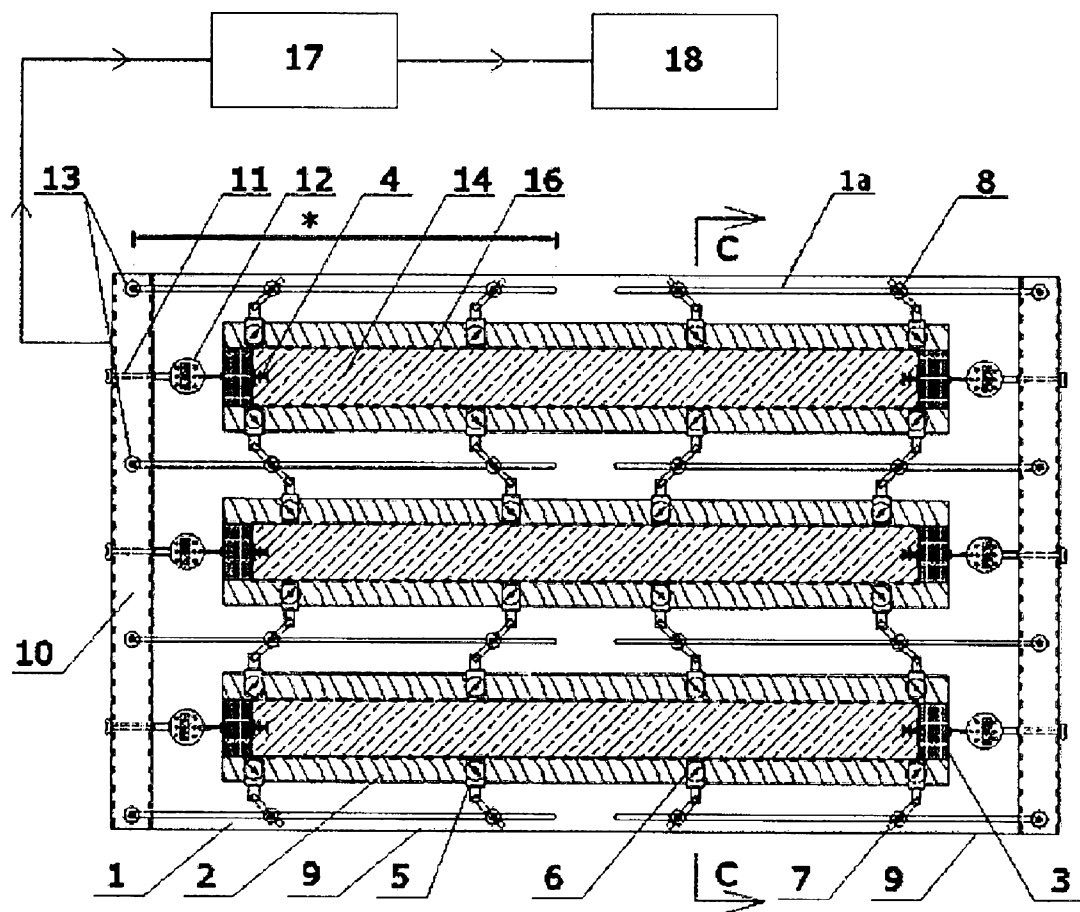


Fig. 4

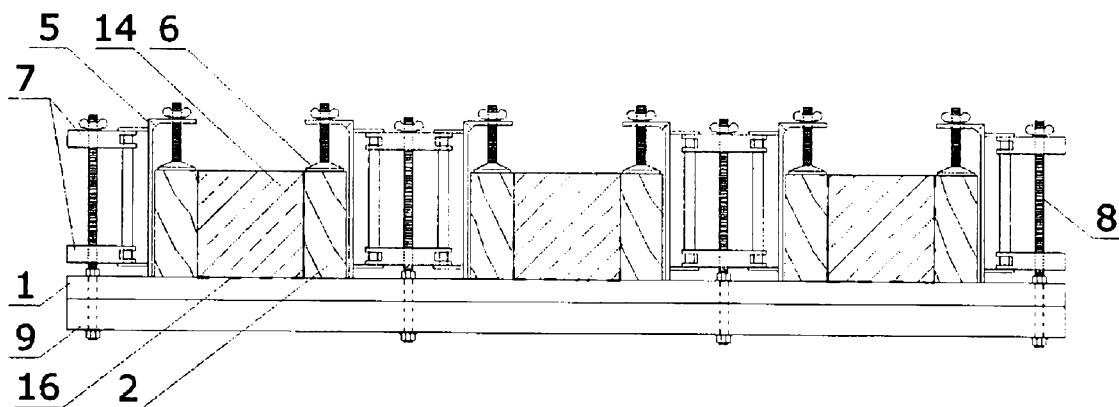


Fig. 5

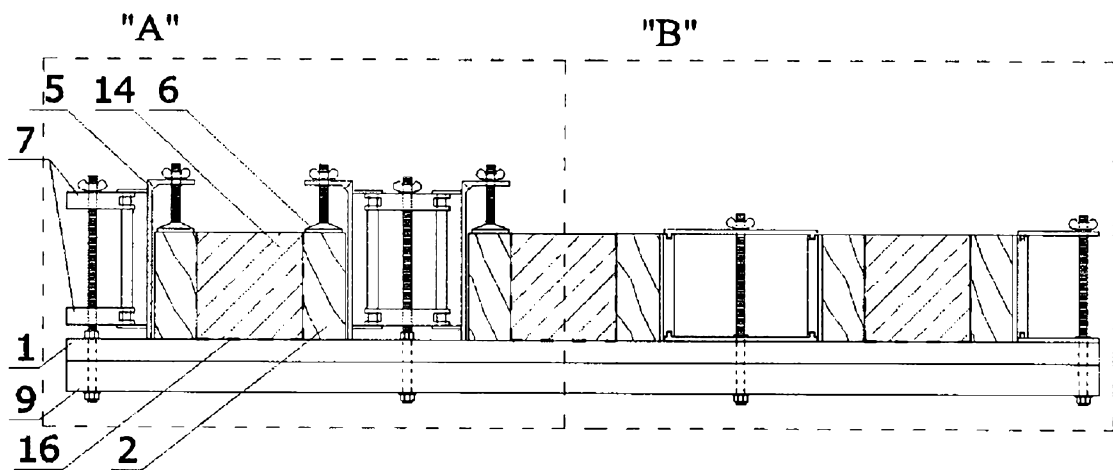


Fig. 6

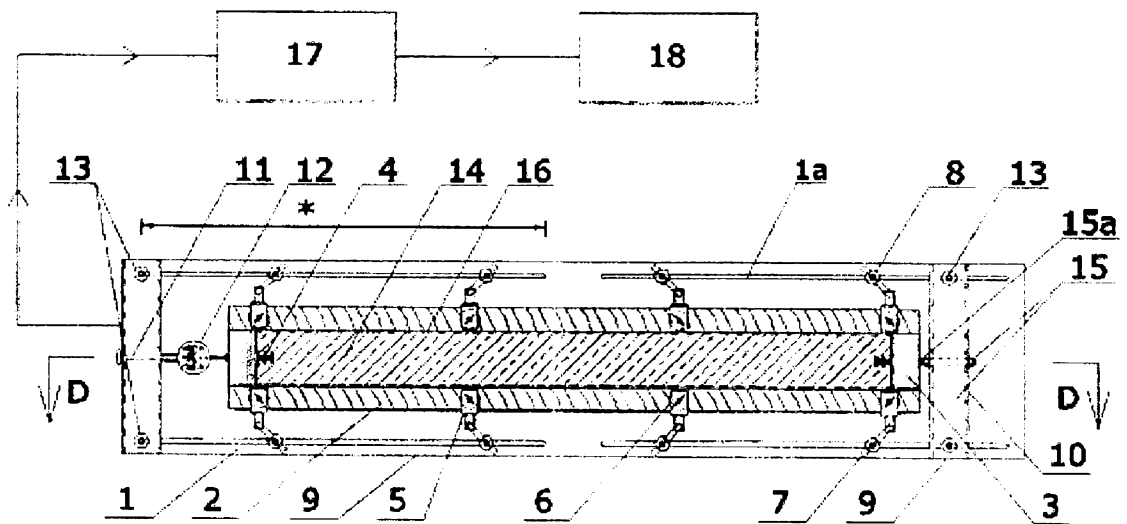


Fig. 7

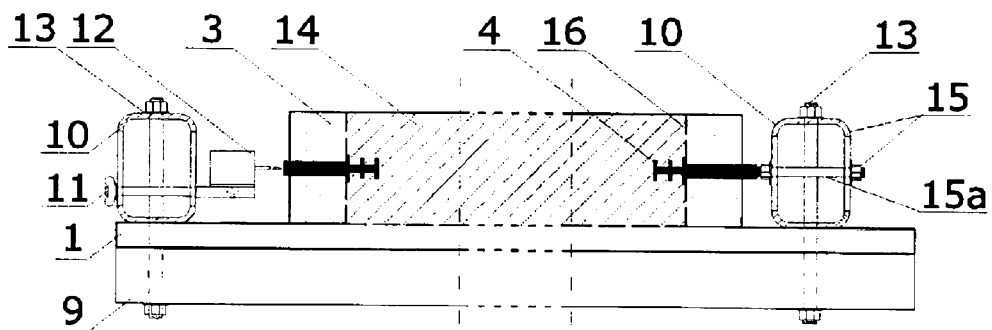


Fig. 8

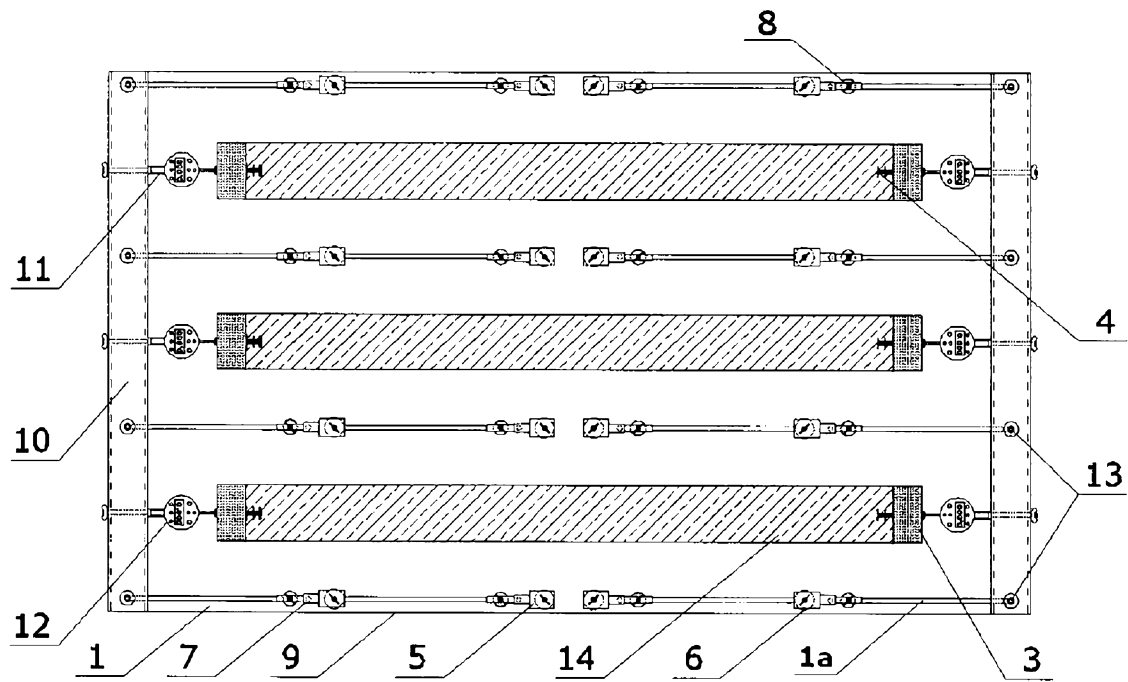


Fig. 9

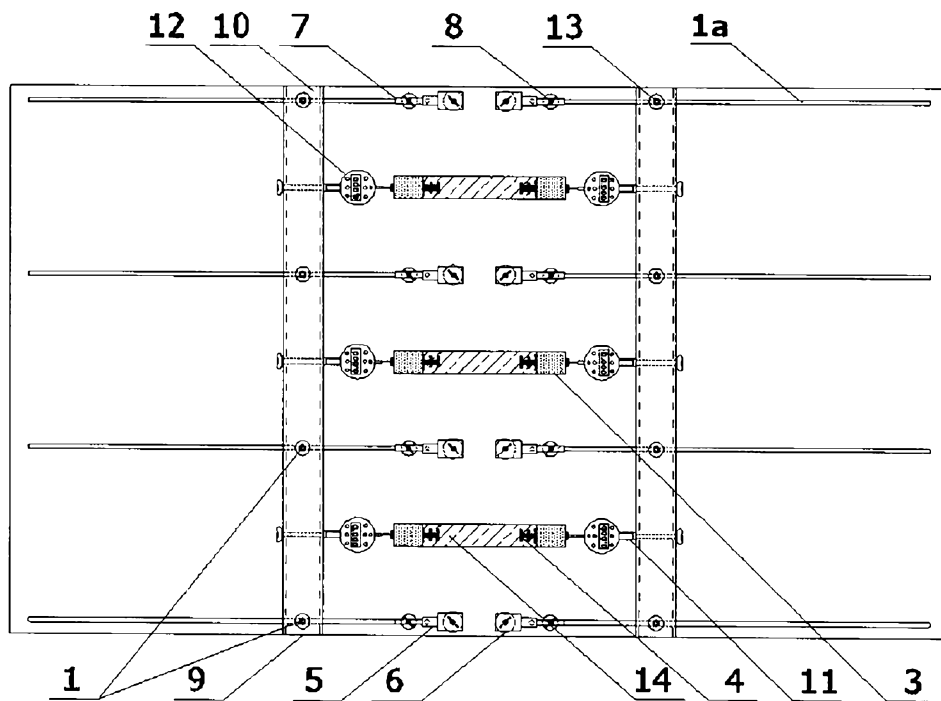


Fig. 10

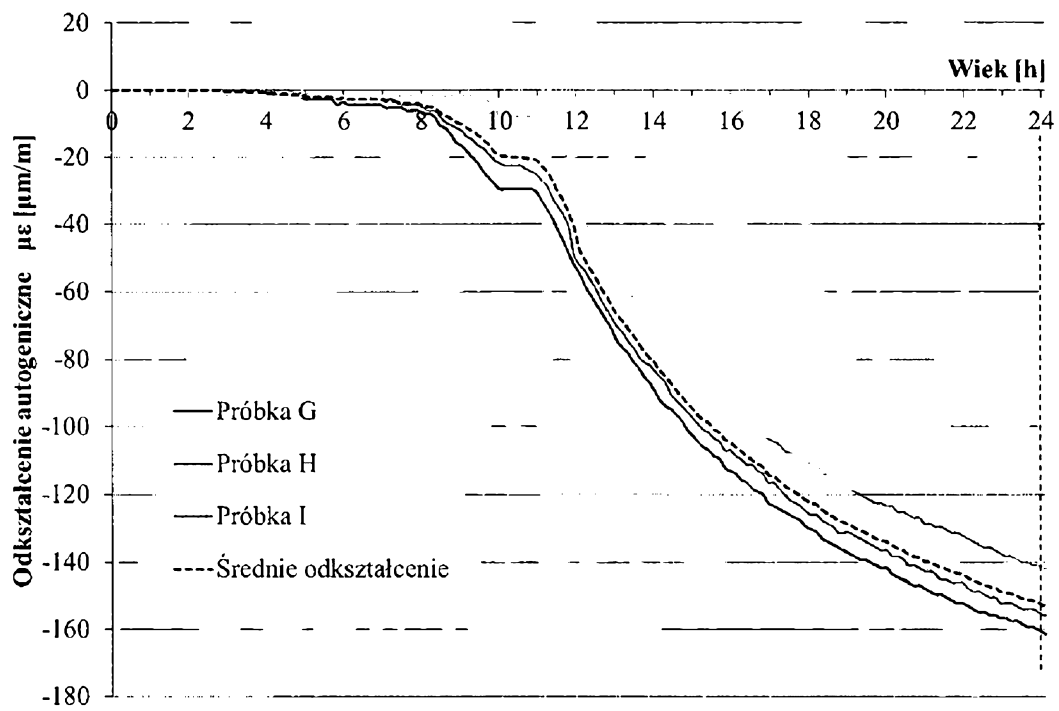


Fig. 11

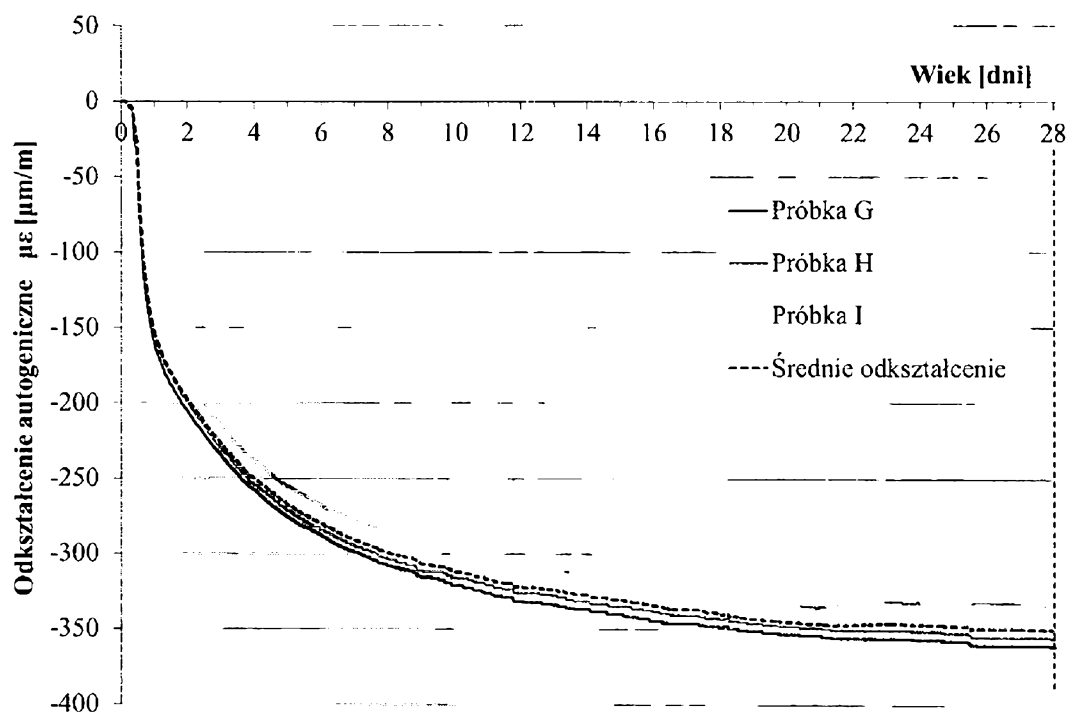


Fig. 12