

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 244502 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430548**

(22) Data zgłoszenia: **2019.07.11**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.01.25 BUP 02/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.05 WUP 06/2024**

(51) MKP:

G01B 5/00 (2006.01)

G01B 5/30 (2006.01)

B28B 1/24 (2006.01)

B28B 13/00 (2006.01)

B28B 13/02 (2006.01)

B29C 48/00 (2019.01)

(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, Szczecin, PL

(54) Tytuł:

Sposób formowania próbki do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania i stanowisko do tego formowania

PL 244502 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób formowania próbki do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania i stanowisko do tego formowania.

Wysokowartościowe materiały o matrycy mineralnej lub mineralno-organiczej lub organicznej ze względu na rozbudowane mineralogicznie spoiwo znacząco różnią się rozwojem właściwości fizycznych względem materiałów tradycyjnych bazujących wyłącznie na spoiwie cementowym. Popularne dodatki mineralne tj. popiół lotny, pył krzemionkowy i inne materiały pucolanowe tj. zeolit, metakaolin czy diatomit charakteryzuje zdecydowanie mniejszą frakcją uziarnienia względem uziarnienia cementu. Materiały te wpływają na uszczelnienie strefy kontaktowej zaczyn-kruszywo a tym samym na zwiększenie wytrzymałości, szczelności oraz trwałości materiału. Podobna sytuacja występuje w kompozytach wysokowartościowych na bazie spoiwa organicznego tj. żywice epoksydowe, żywice poliestrowe lub na bazie spoiwa mineralno-organicznego np. kompozyty polimero-cementowe, gdzie żywica wymieszana z mikrowypełniaczami wpływa na wzrost wytrzymałości i zdecydowaną szczelność materiału.

Wraz z pożądanymi cechami, jakie niesie ze sobą użycie dodatków mineralnych lub spoiw organicznych w sytuacji zastosowania kompozytów wysokowartościowych charakteryzujących się wysoką zawartością pyłów przy niskim wskaźniku woda-cement, mogą występować znaczne odkształcenia autogeniczne związane z reakcjami chemicznymi zachodzącymi w spoiwie. Wpływa to na rozwój strukturalnych odkształceń skurczowych, które w wyniku ograniczenia przez więzy wewnętrzne – nieodkształcalne ośrodki materiałowe tj. kruszywo nieodkształcalne, pręty zbrojeniowe powodują rozwój mikrozarysowań wokół tych ośrodków. Mikrozarysowania mogą propagować, powodując w pierwszym etapie degradację strukturalną materiału, a w późnych okresach eksploatacji, niezależnie od panujących oddziaływań eksploatacyjnych – otwierając się ku powierzchni, doprowadzając do utraty szczelności, rozwoju korozji zbrojenia a w konsekwencji do utraty trwałości materiału.

Badacze uważają, że rozwój pierwszych mikrozarysowań można przypisać wczesnemu etapowi stwardnienia, czyli okresowi bezpośrednio po zakończeniu wiązania i przejścia ze stanu plastycznego w stan stwardniały. Powstało wiele stanowisk oraz metod pomiaru odkształceń autogenicznych kompozytów cementowych m.in.: CN 203964889 – pomiar deformacji autogenicznej bez wpływu efektów ciepła hydratacji, CN 106248915 – metoda oraz urządzenie pomiarowe do rejestracji skurczu autogenicznego materiału używanego bezpośrednio na budowie, CN103837670 – metoda wykorzystująca wbetonowywany elektroniczny układ pomiarowy czy KR100783568 (B1) – metoda wykorzystuje sztywną ramę z zamocowanymi punktami pomiarowymi w betonie do rejestracji jego skurczu autogenicznego. Oprócz metod patentowych znane są inne metody pomiaru skurczu autogenicznego: metody objętościowe i dylatometryczne. Pierwsza z wymienionych metod polega na pomiarze zmiany objętości materiału poprzez spadek ilości cieczy wypartej przez zanurzoną w niej zaizolowaną próbkę. Badacze udowodnili, że metoda jest obciążona dużym błędem pomiarowym ze względu na przenikanie cieczy wypornościowej przez membranę do materiału, szczególnie gdy jako ciecz wypornościową stosuje się wodę. Metody dylatometryczne są najczęściej stosowane do pomiaru deformacji autogenicznych materiałów. Układy pomiarowe są jedno- lub dwustronne. Ilość próbek na stanowisko jest pojedyncza lub wielokrotna. Próbkę są izolowane w przekroju prostokątnym (formy belkowe zaizolowane od wewnątrz folią stanowiącą izolację zewnętrzną późniejszej próbki) lub formowane w rurach karbowanych z tworzywa sztucznego (forma nie ogranicza próbki swobodnej zmiany długości). Szczelnie zakończone korkami, elastyczne, faliste formy osadzone w dylatometrze przeciwdziałają utracie wilgoci i dają swobodę zmian objętości podczas etapu dojrzewania materiału. Problematyka metody to m.in.: brak szczelnego połączenia korek – materiał oraz trudność z właściwym ułożeniem plastycznego materiału w formie. Wkręcenie lub włożenie korka w wypełnioną materiałem formę nie zawsze bywa szczelne oraz może wprowadzać błąd pomiarowy poprzez samoczynne wysuwanie się korka podczas rejestracji deformacji próbki. Brak właściwego ułożenia materiału – zwłaszcza o konsystencji gęstoplastycznej, powoduje tworzenie się porów a nawet pustek powietrznych, prowadząc do braku hermetyczności. W ich wyniku pomiar deformacji jest większy a tym samym niewłaściwy ze względu na pojawienie się efektu wysychania na granicy por/pustka powietrzna – materiał. Ta problematyka dotyczy materiału zwłaszcza formowanego w rurach karbowanych, ale także w formach prostopadłościennych.

Sposób formowania próbki do badania autogenicznych deformacji materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania polegający na formowa-

niu próbki, według wynalazku, polegający na tym, że formowanie następuje w foliowym rękawie, charakteryzuje się tym, że wytłacza się (ręcznie lub mechanicznie) materiał o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego do wiotkiego, foliowego rękawa prowadzonego w sztywnej formującej rynnie, przy czym foliowy rękaw zamyka się z szczelnie z obu stron. Materiał wytłacza się liniowo. Foliowy rękaw można zamknąć z jednej strony, następnie napełnić materiałem i zamknąć z drugiej strony. Można również napełnić materiałem foliowy rękaw a następnie zamknąć oba końce. Podczas zamykania na każdym końcu próbki, w foliowym rękawie, umieszcza się korek z elastyczną uszczelką na obwodzie zakończony z jednej strony czopikiem a z drugiej strony trzpieniem. Na zewnątrz foliowego rękawa na korku zaciska się obejmę, tworząc szczelne zamknięcie. Próbkę do badania stanowi materiał umieszczony w foliowym rękawie zamkniętym korkami i umieszczony w formującej rynnie.

Zastosowanie dwóch tych samych kroków pozwala na pomiar w dylatometrze z zastosowaniem dwóch czujników pomiarowych, po jednym na każdym końcu próbki. W innym wariantcie stosuje się jeden korek zamykający foliowy rękaw z gwintowanym trzpieniem, który umożliwia zamocowanie próbki w dylatometrze w taki sposób, że jedna strona próbki jest nieruchoma, a na drugim końcu mierzy się zmianę długości próbki. W sposobie stosuje się półkolistą lub kwadratową rynnę formującą. Formująca rynna pomaga utworzyć kształt próbki. Kształt formującej rynny jest tak dobrany, że zapobiega „przelewaniu się” badanego materiału poza rynnę.

Między powierzchnią formującej rynny a powierzchnią foliowego rękawa korzystnie stosuje się materiał (sypki materiał np. talk lub ciecz np. olej) zmniejszający współczynnik tarcia ich powierzchni kontaktowych.

Korzystnie pomiędzy foliowym rękawem a obejmą umieszcza się elastyczną uszczelkę, która zapewnia większą szczelność zamknięcia końców rękawa z materiałem.

Korzystnie stosuje się gumową uszczelkę, przy czym może to być również lateksowa czy silikonowa uszczelka.

Stanowisko do formowania próbki do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania, według wynalazku, charakteryzuje się tym, że jest wyposażone w wiotki, foliowy rękaw, sztywną formującą rynnę, wytłaczarkę, dwa korki każdy z elastyczną uszczelką i zakończony z jednej strony czopikiem a z drugiej trzpieniem oraz dwie obejmę. Próbkę do badania uzyskaną na stanowisku stanowi materiał umieszczony w foliowym rękawie zamkniętym korkami i umieszczony w formującej rynnie.

Korzystnie korek wykonany jest z tworzywa sztucznego.

Korzystnie stanowisko wyposażone jest w drugie dwie elastyczne uszczelki.

Korzystnie elastyczna uszczelka jest gumowa. Może być również wykonana z silikonu lub lateksu.

Korzystnie wytłaczarka zakończona jest rurą spustową, na której można umieścić foliowy rękaw, który jest następnie napełniany materiałem.

Korzystnie powierzchnia formującej rynny pokryta jest materiałem (sypkim materiałem np. talk lub cieczą np. olej) zmniejszającym współczynnik tarcia powierzchni kontaktowej pomiędzy nią a foliowym rękawem.

Zastosowanie dwóch tych samych korków pozwala na pomiar w dylatometrze z zastosowaniem dwóch czujników pomiarowych, po jednym na każdym końcu próbki. W innym wariantcie w jednym korku jest gwintowany trzpień, który umożliwia zamocowanie próbki w dylatometrze w taki sposób, że jedna strona próbki jest nieruchoma, a na drugim końcu mierzy się zmianę długości próbki za pomocą czujnika.

Zaletą wynalazku jest szczelne zamknięcie rękawa, które uniemożliwia wydostanie się badanego materiału poza rękaw. Wiotkie foliowe rękawy zapewniają dokładne wypełnienie badanym materiałem ich wnętrza, bez tworzenia się pustych obszarów. Formująca rynna pozwala na zapewnienie kształtu badanego materiału. Wynalazek umożliwia pomiar odkształceń autogenicznych w młodym wieku dojrzewającego materiału o matrycy cementowej: zaczyny i zaprawy cementowe oraz betony zarówno tradycyjne jak i nowej generacji. Rozwiązanie umożliwia pomiar deformacji autogenicznych przy zmieniających się właściwościach fizyko-chemicznych próbki badawczej w czasie tężenia, wiązania, twardnienia oraz przejścia między zakończeniem czasu wiązania a rozpoczęciem czasu twardnienia. Wynalazek umożliwia badanie czasu wiązania materiału, rozpoczęcie zachodzenia i intensywność rozwoju odkształceń autogenicznych, pomiar deformacji autogenicznej materiału w danym dniu, ocenę wpływu składu chemicznego spoiwa na rozwój odkształcalności strukturalnej, ocenę wpływu ograniczenia odkształcalności przez kruszywo. Zastosowanie czopików w korkach zapewnia zespolenie korka z badanym materiałem i uniemożliwia oderwanie się powierzchni korka od powierzchni końcowej badanego materiału (w rozwiązaniach znanych ze stanu techniki to zdarzało się często i wpływało na wyniki pomiaru).

Wynalazek jest bliżej przedstawiony w przykładach wykonania i na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia stanowisko do formowania próbki, Fig. 2 przedstawia próbkę w widoku z góry, Fig. 3 przedstawia korek w widoku z góry, Fig. 4 przedstawia korek z gwintowanym trzpieniem w widoku z góry, Fig. 5 przedstawia stanowisko do pomiaru deformacji autogenicznych z różną średnicą próbek wraz z wizualizacją możliwości dostawienia kolejnej ramy dylatometrycznej, Fig. 6 przedstawia podparcie w dylatometrze dla próbki w przekroju poprzecznym, Fig. 7 przedstawia inne podparcie w dylatometrze dla próbki w przekroju poprzecznym, Fig. 8 przedstawia wykres dla pomiaru właściwości fizycznych wysokowartościowej zaprawy cementowej o wskaźniku wodno-cementowym $w/c = 0,32$ w okresie 24 h, Fig. 9 przedstawia wykres dla pomiaru właściwości fizycznych wysokowartościowej zaprawy cementowej o wskaźniku wodno-cementowym $w/c = 0,32$ w okresie 28 dni.

Przykład I

Stanowisko do formowania próbki do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania, jest wyposażone w foliowy rękaw 1, formującą rynnę 2, wytłaczarkę 3, dwa korki 4 wykonane z tworzywa sztucznego, każdy z elastyczną gumową uszczelką 5 i zakończony z jednej strony czopikiem 6 a z drugiej trzpieniem 7 oraz dwie obejmy 8. Wytłaczarkę 3 i formującą rynnę 2 ustawia się w jednej linii, a foliowy rękaw umieszcza się na wyjściu z wytłaczarki 3, przed formującą rynną 2.

Na końcu foliowego rękawa 1 umieszcza się korek 4, przy czym czopik 6 kieruje się do wnętrza rękawa 1. Na zewnątrz rękawa 1 na korku 4 zaciska się obejmę 8, tworząc szczelne połączenie. Następnie rękaw 1 wypełnia się szczelnie wytłaczanym materiałem (wypełnianie foliowego rękawa następuje sukcesywnie, co ogranicza tworzenie się pustych przestrzeni). Wypełniany rękaw 1 prowadzi się w formującej rynnie 2, zapewniając podparcie liniowe elastycznej próbce. Po wypełnieniu rękawa 1 na jego wolnym końcu umieszcza się drugi korek 4, czopikiem 6 do wnętrza rękawa 1. Na zewnątrz rękawa 1 na korku 4 zaciska się obejmę 8, tworząc szczelne połączenie. Próbkę – badany materiał w zamkniętym rękawie 1 umieszczonym w formującej rynnie 2 umieszcza się w dylatometrze na walcowych podporach (jak pokazano na Fig. 6). Po obu stronach próbki umieszcza się czujniki kontaktujące się z odpowiednimi trzpieniami 7. W celu przeprowadzenia badania uruchamia się czujniki przemieszczeń 9 np. indukcyjny, laserowy oraz aparatura rejestrująca deformację. Uruchomienie pomiaru następuje maksymalnie do 30 minut od momentu uformowania próbki.

Przykład II

Stanowisko do formowania próbki wykonane według przykładu I, przy czym wyposażone jest w drugie dwie elastyczne uszczelki (nieuwidocznione na rysunku), które umieszcza się na zewnątrz foliowego rękawa, na korku 4 i zaciska się obejmą 8. Wytłaczarka zakończona jest rurą spustową 10, na którą nakłada się foliowy rękaw 1. Powierzchnia rynny 2 pokryta jest materiałem zmniejszającym współczynnik tarcia powierzchni kontaktowej. W jednym korku 4 jest gwintowany trzpień 7. Gwintowanie trzpienia 7 umożliwia zamocowanie (za pomocą połączenia śrubowego 11) nieruchomo próbki w dylatometrze (poprzez wkręcenie i ustalenie położenia próbki).

W dylatometrze unieruchamia się próbkę z jednej strony za pomocą gwintowanego trzpienia 7, a czujnik przemieszczenia 9 umieszcza się w kontakcie z czopikiem 6 przeciwnego korka 4. Próbkę w dylatometrze umieszcza się na podporze z prostokątną podstawą wyposażoną w dwie ramki (jak uwidoczniono na Fig. 7).

Przykład III

Próbkę do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania formuje się w następujący sposób. Foliowy rękaw 1 zamyka się na jednym końcu poprzez umieszczenie w jego wnętrzu korka 4. Korek 4 umieszcza się tak, że do wnętrza foliowego rękawa skierowany jest czopik 6, a na zewnątrz trzpień 7. Aby uzyskać szczelne połączenie na zewnątrz foliowego rękawa 1 zaciska się obejmę 8 na korku 4 i elastycznej uszczelce 5. Do tak zamkniętego jednostronnie foliowego rękawa 1 wtłacza się materiał o matrycy na bazie spoiwa mineralnego (lub organicznego), a wypełniony rękaw prowadzi się wewnątrz półkolistej formującej rynny 2 w celu ukształtowania próbki do badania. Tak wypełniony foliowy rękaw 1 zamyka się z drugiej strony, analogicznie jak pierwszy koniec (zaciska się obejmę 8 na korku 4).

Przykład IV

Sposób formowania próbki analogiczny jak w Przykładzie III, przy czym foliowy rękaw 1 prowadzi się w kwadratowej formującej rynnie 2, a jeden koniec foliowego rękawa 1 zamyka się korkiem 4 z nagwintowanym trzpieniem 7. Na obu korkach 4, przed zaciśnięciem obejm 8, umieszcza się elastyczne (gumowe) uszczelki 5. W celu ułatwienia przesuwania się foliowego rękawa 1 po powierzchni formującej

rynny 2 jej powierzchnie pokrywa się materiałem (olejem) zmniejszający współczynnik tarcia powierzchni kontaktowych pomiędzy nimi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób formowania próbki do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania polegający na formowaniu próbki w foliowym rękawie, **znamienny tym**, że wytłacza się materiał o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego do foliowego rękawa (1), prowadzonego w formującej rynnie (2), przy czym foliowy rękaw (1) zamyka się z szczelnie z obu stron, a podczas zamykania na każdym końcu próbki, w foliowym rękawie (1), umieszcza się korek (4) z elastyczną uszczelką (5) zakończony z jednej strony czopikiem (6) a z drugiej trzpieniem (7) i zaciska się na nim z zewnątrz obejmę (8).
2. Sposób formowania próbki według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się w jednym korku (4) zamykającym foliowy rękaw (1) gwintowany trzpień (7).
3. Sposób formowania próbki według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się półkolistą lub kwadratową rynnę formującą (2).
4. Sposób formowania próbki według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pomiędzy powierzchnią formującą rynny (2) a powierzchnią foliowego rękawa (1) stosuje się materiał zmniejszający współczynnik tarcia powierzchni kontaktowych pomiędzy nimi.
5. Sposób formowania próbki według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pomiędzy foliowym rękawem (1) a obejmą (8) umieszcza się elastyczną uszczelkę.
6. Sposób formowania próbki według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się gumową uszczelkę (5).
7. Stanowisko do formowania próbki do badania deformacji autogenicznych materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania, **znamiennie tym**, że jest wyposażone w foliowy rękaw (1), formującą rynnę (2), wytłaczarkę (3), dwa korki (4) każdy z elastyczną uszczelką (5) i zakończony z jednej strony czopikiem (6) a z drugiej trzpieniem (7) oraz dwie obejmę (8).
8. Stanowisko do formowania próbki według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że korek (4) wykonany jest z tworzywa sztucznego.
9. Stanowisko do formowania próbki według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że wyposażone jest w drugie dwie elastyczne uszczelki.
10. Stanowisko do formowania próbki według zastrz. 7 albo 9, **znamiennie tym**, że elastyczna uszczelka (5) jest gumowa.
11. Stanowisko do formowania próbki według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że wytłaczarka (3) zakończona jest rurą spustową (10).
12. Stanowisko do formowania próbki według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że powierzchnia formującej rynny (2) pokryta jest materiałem zmniejszającym współczynnik tarcia powierzchni kontaktowej.
13. Stanowisko do formowania próbek według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że w jednym korku (4) jest gwintowany trzpień (7).

Rysunki

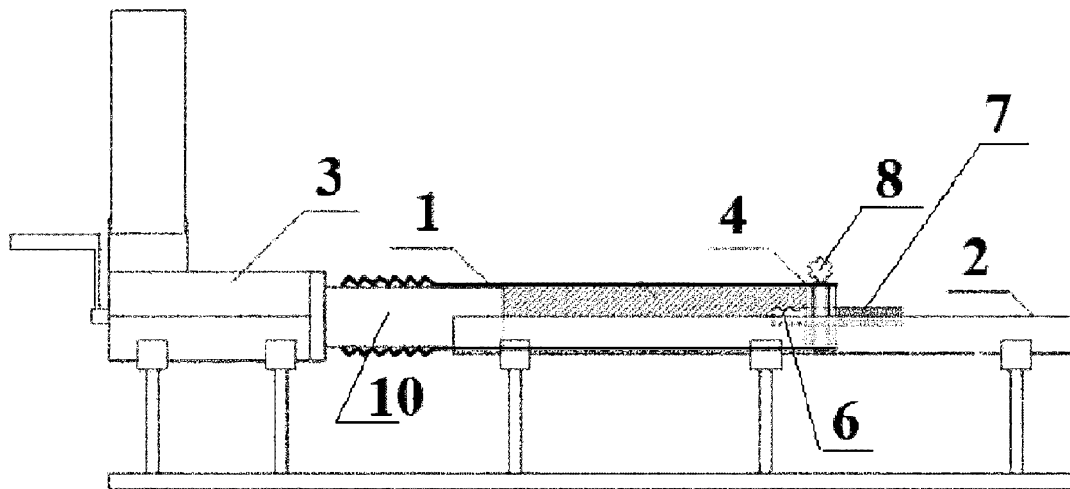


Fig. 1

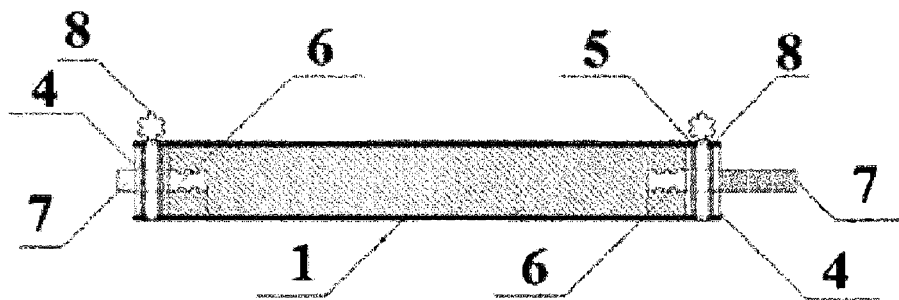


Fig. 2

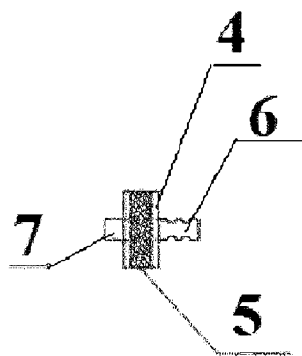


Fig. 3

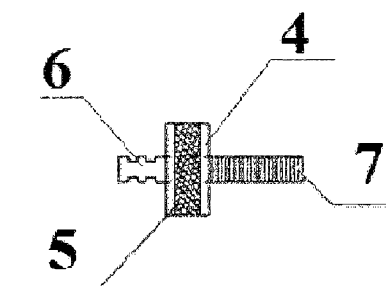


Fig. 4

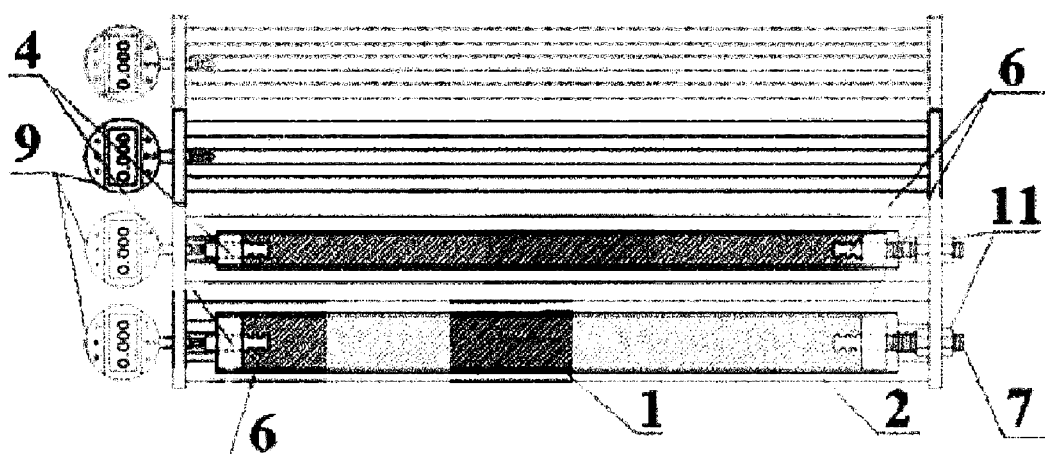


Fig. 5

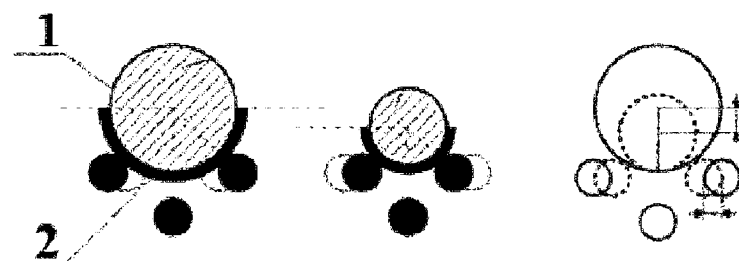


Fig. 6

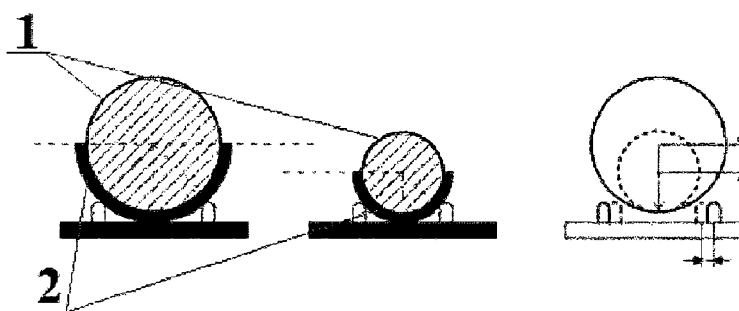


Fig. 7

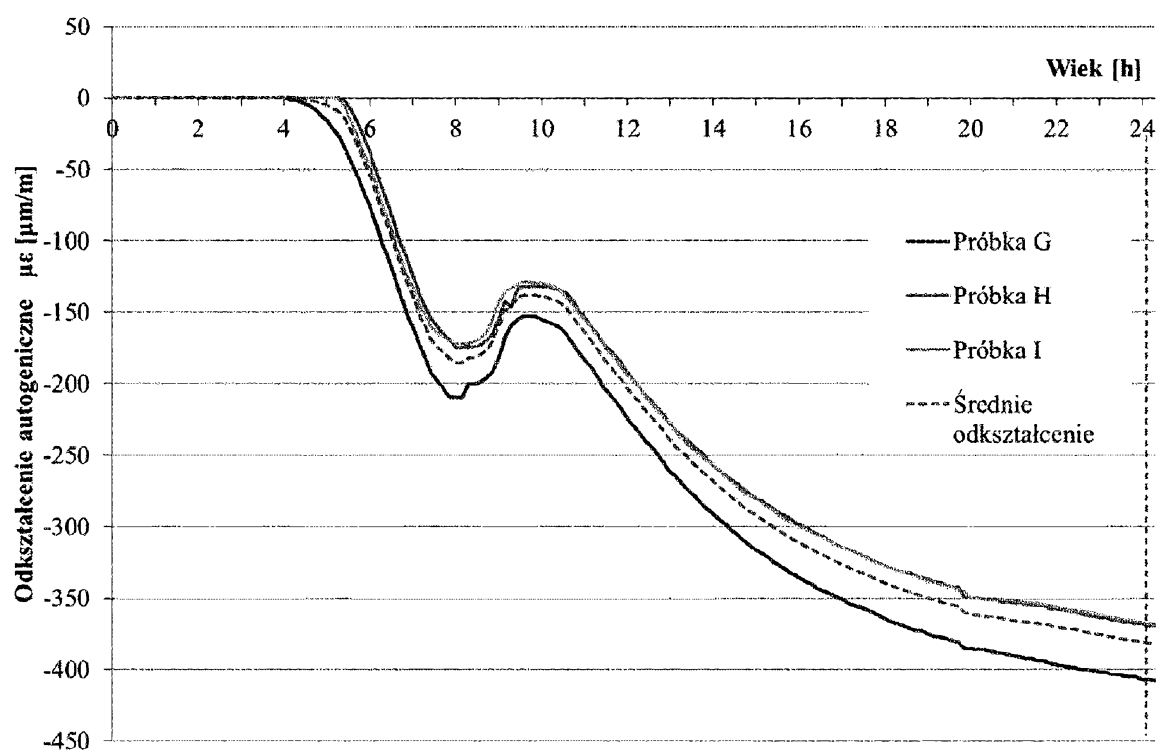


Fig. 8

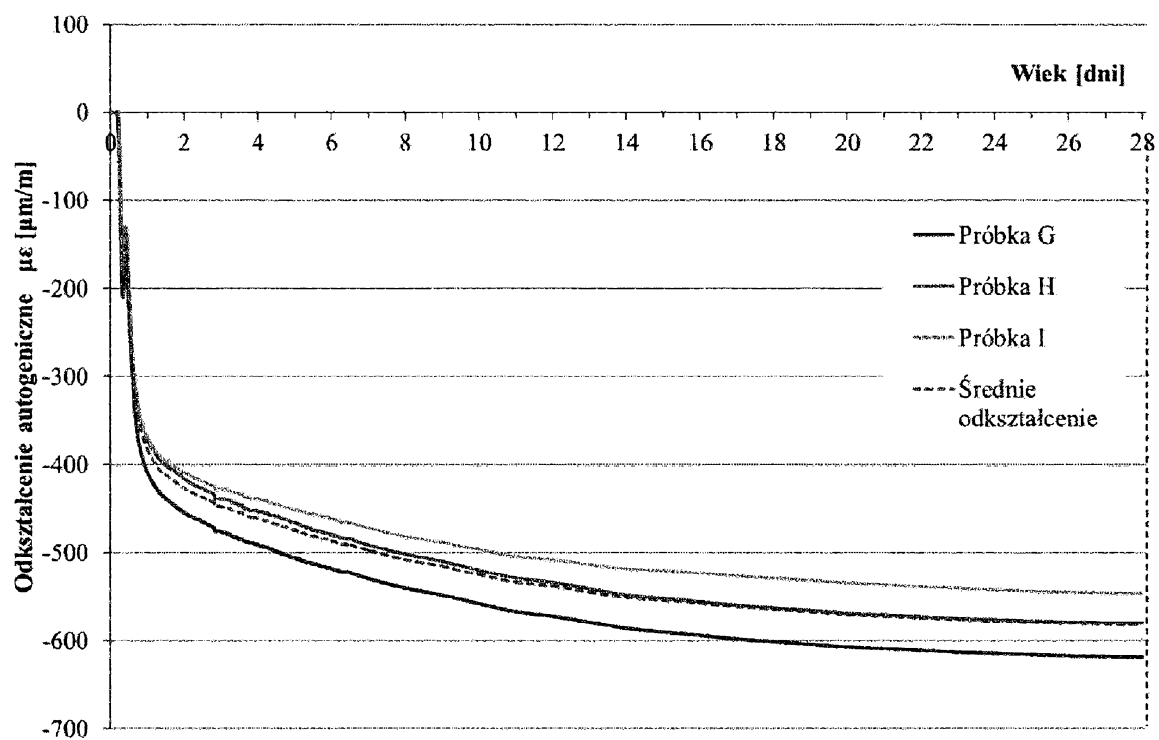


Fig. 9