

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240852**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432057**

(22) Data zgłoszenia: **03.12.2019**

(51) Int.Cl.

G01B 21/00 (2006.01)

G01B 21/32 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

(54) **Sposób badania oddziaływań więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego i stanowisko do ich rejestrowania**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.06.2021 BUP 12/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

13.06.2022 WUP 24/22

(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 240852 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób badania oddziaływań więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego oraz stanowisko do ich rejestrowania.

Materiały o matrycy mineralnej m.in.: cementowej, wapiennej lub mineralno-organiczej m.in.: polimero-cementowej lub organicznej tj. żywicznej ze względu na zachodzące reakcje chemiczne wiązania i twardnienia spoiwa, charakteryzują się złożonością rozwoju procesów fizyko-chemicznych w poszczególnych etapach dojrzewania. Również czynniki zewnętrzne m.in.: temperatura, wilgotność otoczenia, prędkość wiatru, wpływają na zmianę właściwości dojrzewającego materiału. Wymienione czynniki wewnętrzne i zewnętrzne bezpośrednio oddziałują na rozwój ich swobodnej odkształcalności. Materiały zalewowe, o określonej konsystencji m.in.: płynnej, plastycznej, gęstoplastycznej, bezpośrednio po ułożeniu mające kontakt z otoczeniem zewnętrznym są narażone na nierównomierne zmniejszenie swojej objętości w wyniku skurczu powierzchniowego przez wysychanie. Oddziaływanie zjawiska skurczu przez wysychanie dotyczy również materiałów w stanie stałym, które stwardniały w warunkach hermetycznych – bez kontaktu z otoczeniem zewnętrznym. W momencie rozformowania, zdjęcia izolacji z powierzchni materiału następuje proces wyrównywania wilgotności powierzchni materiału z otoczeniem zewnętrznym prowadząc do odkształceń własnych materiału. W sytuacji kontaktu z ośrodkiem o zwiększonej wilgotności, materiał wykazuje pęcznienie, natomiast w sytuacji kontaktu z ośrodkiem o zmniejszonej wilgotności, materiał wykazuje skurcz. Opisane zjawisko dotyczy głównie materiałów o spoiwie mineralnym. W przypadku materiałów o spoiwie organicznym tj. żywice, lub kompozytów wysokowartościowych charakteryzujących się rozbudowanym mineralogicznie spoiwem, odkształcenia własne zachodzą w strukturze materiału, niezależnie od odkształceń spowodowanych kontaktem z otoczeniem zewnętrznym. Odkształcenia autogeniczne są związane z reakcjami chemicznymi zachodzącymi w wiążącym i twardniejącym spoiwie. W przypadku spoiwa ekspansywnego obserwuje się pęcznienie, natomiast procesom chemicznym spoiw organicznych oraz większości spoiw mineralnych towarzyszy skurcz. Odkształcenia własne materiału: zewnętrzne oraz wewnętrzne mogą zachodzić jednocześnie, wywołując sumaryczny skurcz całkowity.

W rezultacie nadmiernych deformacji skurczowych może dochodzić do spękań plastycznych, mikrozarysowań strukturalnych w fazie wiązania i twardnienia oraz zarysowania i pęknięcia materiału we wczesnych lub późnych etapach dojrzewania. Konsekwencją jest utrata właściwości użytkowych, podatność na korozję zbrojenia w wyniku migracji wody przez zarysowania, zmniejszenie walorów estetycznych oraz zmniejszenie trwałości materiału.

Przyczyną występowania zarysowań i pęknięć skurczowych jest ograniczenie swobodnych deformacji materiału w wyniku oddziaływania więzów zewnętrznych m.in.: tarcie młodego materiału o nieodkształcalny ośrodek, sztywne połączenie elementu wykonanego z omawianego materiału. W celu minimalizacji zjawiska rysowania materiału stosuje się więzy wewnętrzne oraz zabiegi pielęgnacyjne. Więzy wewnętrzne to sztywne ośrodki materiałowe m.in.: kruszywo nieodkształcalne, pręty zbrojeniowe, włókna rozproszone umieszczone w jego strukturze. Z kolei pielęgnacja materiału to technologia minimalizująca zjawisko wysychania i samoosuszania. Może odbywać się od zewnątrz: zraszanie wodą, przykrywanie izolacją, chemiczne środki błonotwórcze, lub od wewnątrz: domieszki antyskurczowe, kruszywo porowate namoczone wodą, zwiększenie wody zarobowej w strukturze materiału. Obie technologie ograniczają swobodną odkształcalność strukturalną wylewanych materiałów o matrycy na bazie spoiw mineralnych i organicznych.

Więzy wewnętrzne oraz zabiegi pielęgnacyjne zmniejszają podatność materiału na pękanie, natomiast trudnym jest określenie poziomu ich oddziaływania w poszczególnych strefach geometrii przekroju elementów wykonanych z omawianych materiałów tj.: rdzeń przekroju, strefy brzegowe. Problematyka dotyczy zwłaszcza materiałów o spoiwie organicznym tj. żywice, lub kompozytów wysokowartościowych charakteryzujących się rozbudowanym mineralogicznie spoiwem. W takich materiałach pielęgnacja zewnątrz wpływa nieznacznie lub wcale na ograniczenie rozwoju odkształceń własnych, a więzy wewnętrzne powodują rozwój mikrozarysowań materiału wokół sztywnych ośrodków.

Badacze uważają, że rozwój pierwszych mikrozarysowań można przypisać wczesnemu etapowi twardnienia, 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.: w patencie CN203964889 przedstawiono pomiar deformacji autogenicznej

bez wpływu efektów ciepła hydratacji, w opisie patentowym CN106248915 ujawniono metodę oraz urządzenie pomiarowe do rejestracji skurczu autogenicznego materiału używanego bezpośrednio na budowie, natomiast z patentu CN103837670 – znana jest metoda wykorzystująca wbetonowywany elektroniczny układ pomiarowy.

Badacze również analizują wpływ poszczególnych dodatków mineralnych i różnych kompozycji materiałów na zmianę właściwości kompozytu zwłaszcza w momencie przejścia ze stanu plastycznego w stan stwardniały. Powstało wiele stanowisk oraz metod pomiarów poszczególnych parametrów m.in. w opisie patentowym CN201247042 ujawniono stanowisko do pomiaru deformacji liniowej. W patencie CN1936608 przedstawiono stanowisko pomiaru rezystywności, zaś z opisu patentowego CN104833794 znane jest stanowisko do pomiaru wilgotności względnej. Wymienione metody dotyczą pomiaru poszczególnych właściwości fizycznych. Dotychczas nie powstało kompleksowe rozwiązanie pozwalające rejestrować oddziaływania więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na poziom ograniczenia swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego w poszczególnych strefach geometrii przekroju elementu wykonanego z takiego materiału.

W celu ochrony przed mikrozarysowaniami strukturalnymi, zarysowaniem powierzchniowym oraz pękaniem, zasadne jest monitorowanie i określenie najbardziej wrażliwych stref geometrycznych przekroju elementów wykonanych z materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego. Określenie poziomu ograniczenia deformacji skurczowych w danej strefie geometrycznej przez zastosowanie technik ograniczenia odkształcalności swobodnej (więzy wewnętrzne, zewnętrzne, metody pielęgnacyjne) przy jednoczesnej detekcji rozwoju zarysowań umożliwi optymalizację sposobów zabezpieczania elementów konstrukcyjnych przed tymi niepożądanymi zjawiskami.

Sposób badania oddziaływań więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego, według wynalazku, za pomocą czujników przemieszczeń oraz czopików i układu pomiarowego, charakteryzuje się tym, że przygotowuje się prostokątną formę z obwodowych ścian, w której w krótszych ścianach, w przelotowych otworach, umieszcza się czopiki, formę przymocowuje się do stelaża badawczego, w postaci ramy lub rusztu, w którym na dwóch przeciwległych bokach mocuje się belki, do których mocuje się ruchome głowice, w których osadza się czujniki pomiaru przemieszczeń zakończone ruchomym trzpieniem. Materiał badawczy, w stanie ciekłym, umieszcza się w prostokątnej formie, następnie ukierunkowuje się czujniki pomiaru przemieszczeń tak, aby ich trzpień dotykał czopików i w czasie nieprzekraczającym czasu rozpoczęcia wiązania przez materiał badawczy, uruchamia się czujniki pomiaru przemieszczeń, konwertor sygnału pomiarowego, a następnie rejestruje się mierzone pomiary. Co najmniej cztery czujniki pomiaru przemieszczeń umieszcza się w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego, w połowie jego szerokości i wysokości, na przeciwległe względem siebie.

Stosuje się formę, w której ściany wykonane są z elastycznego, nieabsorbującego wody materiału lub pokryte są wewnątrz elastycznym materiałem nieabsorbującym wody. Materiał badawczy formuje się w pionie lub poziomie.

Przestrzeń formy i/lub górną powierzchnię materiału badawczego izoluje się materiałem zabezpieczającym przed kontaktem z otoczeniem zewnętrznym.

Stosuje się minimum 3,5 krotnie większą geometrię próbki w stosunku do wymiaru jednostkowych więzów wewnętrznych materiału badawczego.

Inny sposób badania oddziaływań więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych według wynalazku, charakteryzuje się tym, że przygotowuje się prostokątną formę z obwodowych ścian, w której w jednej krótszej ścianie, w przelotowych otworach, umieszcza się czopiki, a w drugiej krótszej ścianie, w przelotowych otworach, umieszcza się nieruchome trzpień. Formę przymocowuje się do stelaża badawczego, w postaci ramy lub rusztu, w którym na jednym boku mocuje się belkę, do której mocuje się ruchome głowice, w których osadza się czujniki pomiaru przemieszczeń zakończone ruchomym trzpieniem. Na drugim przeciwległym boku stelaża mocuje się element utwierdzający wyposażony w kształtownik połączony rozłącznie z nieruchomymi trzpieniami osadzonymi w formie. Materiał badawczy w stanie ciekłym umieszcza się w prostokątnej formie, następnie ukierunkowuje się czujniki pomiaru przemieszczeń tak, aby ich trzpień dotykał czopików i w czasie nieprzekraczającym czasu rozpoczęcia wiązania przez materiał badawczy, uruchamia się czujniki pomiaru przemieszczeń, konwertor sygnału pomiarowego, a następnie rejestruje się mierzone pomiary.

Co najmniej dwa czujniki pomiaru przemieszczeń umieszcza się w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego, w połowie jego szerokości i wysokości.

Stosuje się formę, w której ściany wykonane są z elastycznego, nieabsorbującego wody materiału lub pokryte są wewnątrz elastycznym materiałem nieabsorbującym wody. Materiał badawczy formuje się w pionie lub poziomie.

Przestrzeń formy i/lub górną powierzchnię materiału badawczego izoluje się materiałem zabezpieczającym przed kontaktem z otoczeniem zewnętrznym.

Stosuje się minimum 3,5 krotnie większą geometrię próbki w stosunku do wymiaru jednostkowych więzów wewnętrznych materiału badawczego.

Element utwierdzający mocuje się do stelaża badawczego za pomocą śrub albo za pomocą spawu.

Nieruchome trzpienie przytwierdza się do elementu utwierdzającego za pomocą rozłącznego połączenia, na przykład śrub.

Stanowisko do rejestrowania oddziaływania więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego, według wynalazku, składające się z czujników przemieszczeń, czopików i układu pomiarowego, charakteryzuje się tym, że ma prostokątną formę, złożoną ze ścian obwodowych, w której w krótszych ścianach, w przelotowych otworach, umieszczone są czopiki. Forma przymocowana jest do stelaża badawczego, w postaci ramy lub rusztu, w którym na dwóch przeciwległych bokach zamocowane są belki, do których zamocowane są ruchome głowice, w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń zakończone trzpieniem. Stelaż badawczy wykonany na przykład z kształtowników, zespawanych w ramę lub ruszt, tworzy sztywne, nieodkształcalne stanowisko do instalacji formy.

Ściany obwodowe wykonane są z elastycznego materiału nieabsorbującego wody lub pokryte są elastycznym materiałem nieabsorbującym wody i zamocowane są do stelaża badawczego za pomocą śrub.

Belki przymocowane są do stelaża badawczego za pomocą śrub umożliwiających regulację długości formy i składają się z kształtownika na przykład w postaci ceownika lub kształtownika zamkniętego o przekroju prostokątnym, przymocowanego do stelaża badawczego za pomocą śrub.

Co najmniej cztery czopiki umieszczone są w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego, w połowie jego szerokości i wysokości, naprzeciwległe względem siebie.

W innej wersji stanowisko według wynalazku charakteryzuje się tym, że ma prostokątną formę, złożoną ze ścian obwodowych, w której w jednej krótszej ścianie, w przelotowych otworach, umieszczone są czopiki, a w drugiej krótszej ścianie, w przelotowych otworach, umieszczone są nieruchome trzpienie, przy czym forma przymocowana jest do stelaża badawczego, w postaci ramy lub rusztu, w którym na jednym boku zamocowana jest belka, do której zamocowane są ruchome głowice, w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń zakończone ruchomym trzpieniem, a na drugim przeciwległym boku stelaża zamocowany jest element utwierdzający wyposażony w kształtownik połączony rozłącznie z nieruchomymi trzpieniami osadzonymi w formie.

Ściany obwodowe wykonane są z elastycznego materiału nieabsorbującego wody lub pokryte są elastycznym materiałem nieabsorbującym wody i zamocowane są do stelaża badawczego za pomocą śrub.

Belki przymocowane są do stelaża badawczego za pomocą śrub umożliwiających regulację długości formy i składają się z kształtownika na przykład w postaci ceownika lub kształtownika zamkniętego o przekroju prostokątnym, przymocowanego do stelaża badawczego za pomocą śrub.

Co najmniej dwa czopiki umieszczone są w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego, w połowie jego szerokości i wysokości.

Zaletą wynalazku jest możliwość pomiaru różnicy deformacji skurczowych materiału w poszczególnych strefach geometrycznych próbki badawczej w kształcie płyty lub ściany z zastosowaniem technik ograniczenia odkształcalności swobodnej (więzy wewnętrzne, zewnętrzne, metody pielęgnacyjne). Metoda umożliwia również dodatkowe uwzględnienie oddziaływania otoczenia zewnętrznego (temperatura i wilgotność otoczenia, prędkość ruchu powietrza) na przebieg ograniczenia odkształceń skurczowych. Metoda umożliwia także wyeliminowanie wpływu czynników zewnętrznych poprzez możliwość zaizolowania powierzchni lica próbki oraz indywidualnego rozformowania dłuższych powierzchni bocznych. Przy pomocy czujników pomiaru mierzona jest swobodna lub ograniczona deformacja obu końców próbki przynajmniej w dwóch strefach przekroju: w rdzeniu i strefie brzegowej. Czujniki pomiarowe

w czasie badania mogą być odpowiednio zabezpieczone w taki sposób, aby możliwe było ich wielokrotne wykorzystanie. Rejestracja parametrów odbywa się bezpośrednio po ułożeniu materiału w formie na stole pomiarowym z wykorzystaniem aparatury cyfrowej umożliwiającej obsługę wszystkich czujników, można także wykorzystać aparaturę analogową. Rozwiązanie umożliwia pomiar odkształceń własnych w młodym wieku dojrzewającego materiału o matrycy mineralnej lub organicznej m.in.: zaczyny i zaprawy cementowe oraz betony zarówno tradycyjne jak i nowej generacji. Ponadto, umożliwia pomiar ograniczonych deformacji skurczowych przy zmieniających się właściwościach fizyko-chemicznych próbki badawczej w czasie tężenia, wiązania, twardnienia oraz przejścia między stanem ciekłym a stanem stałym. W zależności od ośrodka ograniczającego odkształcenia skurczowe (więzy wewnętrzne, więzy zewnętrzne lub metody pielęgnacyjne), forma dla próbki materiałowej jest ustawiana w kształcie płyty lub ściany. W przypadku pomiaru oddziaływania więzów zewnętrznych próbka materiałowa może być układana w różnych wariantach – na płasko i na stojąco, m.in. na chropowatym nieodkształcalnym materiale w celu wymuszenia sił tarcia w strefie kontaktowej młodego i starego materiału, między sztywnymi, nieodkształcalnymi ośrodkami materiałowymi. Pionowe i poziome warianty ułożenia również dotyczą materiału z zastosowaniem więzów wewnętrznych i metod pielęgnacji wewnętrznej – kierunkowanie włókien rozproszonych, oddziaływanie prętów zbrojeniowych, zastosowanie superabsorbentów chemicznych minimalizujących skurcz. Ukierunkowanie pionowe próbki materiałowej jest szczególnie istotne przy badaniu wpływu pielęgnacji zewnętrznej na poziom ograniczenia skurczu w poszczególnych strefach geometrycznych próbki. Takie badania umożliwiają pomiar zasięgu oddziaływania metod pielęgnacji zewnętrznej mierzonej od powierzchni pielęgnowanej względem powierzchni dennej materiału. Pomiar oddziaływania poszczególnych źródeł ograniczenia swobodnej odkształcalności może być zbiorowy, np. pomiar ograniczenia deformacji skurczowych próbki materiałowej w kształcie płyty z zastosowanymi określonymi więzami wewnętrznymi i pielęgnacją zewnętrzną przy oddziaływaniu określonych czynników zewnętrznym – stała prędkość ruchu powietrza. Różne wariacje zastosowania metod ograniczenia odkształceń skurczowych przy jednoczesnej rejestracji różnicy deformacji umożliwiają testowanie materiału pod kątem trwałości, rysoodporności oraz stanowią testy względem wdrożenia materiału do wykonywania elementów konstrukcyjnych w praktyce inżynierskiej. W zależności od szczegółowości pomiarowej, w przypadku uzyskania bardziej precyzyjnych wyników istnieje możliwość wydłużenia próbki badawczej. Ponadto, w zależności od dokładności i statystyki pomiarowej można skomponować n-krotność stanowiska badawczego. Porównanie mierzonych deformacji własnych umożliwia m.in.: badanie poziomu oddziaływania więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów, badanie poziomu ograniczenia swobodnej odkształcalności skurczowej materiału w poszczególnych strefach geometrycznych przekroju, badanie wpływu pielęgnacji zewnętrznej na ograniczenie swobodnej deformacji skurczowej struktury materiału, ocenę poziomu ograniczenia swobodnej odkształcalności przez zastosowanie różnego rodzaju więzów wewnętrznych, ocenę wpływu ograniczenia odkształcalności przez kruszywo, opracowanie konkretnych rozwiązań materiałowych w celu zmniejszenia podatności materiału na zarysowanie skurczowe i optymalizacji metod antyskurczowych.

Wynalazek jest bliżej przedstawiony w przykładach wykonania i na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia stanowisko pomiarowe podczas rejestracji deformacji skurczowych z widokiem na regulację poziomego położenia czujników, Fig. 2 przedstawia przekrój A-A przez próbkę w ułożeniu poziomym, Fig. 3 przedstawia stanowisko pomiarowe podczas rejestracji deformacji skurczowych w ułożeniu pionowym próbki, Fig. 4 przedstawia przekrój B-B przez pionowe ułożenie próbki z widokiem na regulację pionowego położenia czujników, Fig. 5 przedstawia stanowisko pomiarowe w widoku z góry gdzie z jednej strony element utwierdzający jest przymocowany do stelaża badawczego, Fig. 6 przedstawia przekrój C-C przez poziome ułożenie próbki z widokiem na element utwierdzający, Fig. 7 przedstawia element utwierdzający w kształcie kątownika, Fig. 8 przedstawia element utwierdzający w kształcie ceownika, Fig. 9 – pomiar poziomu ograniczenia swobodnych odkształceń własnych próbki w wyniku oddziaływania różnego rodzaju więzów wewnętrznych w zakresie 56 dni, wysychanie powierzchni górnej i powierzchni bocznych próbki po 1 dniu – pomiar w rdzeniu geometrii próbki poziomej, Fig. 10 przedstawia pomiar poziomu ograniczenia swobodnych odkształceń własnych próbki w wyniku oddziaływania zbrojenia siatki stalowej fi4 w poszczególnych strefach geometrycznych próbki badawczej elementu poziomego w zakresie 28 dni.

P r z y k ł a d 1

Stanowisko ma prostokątną formę złożoną z silikonowych obwodowych ścian 1 przymocowaną do stelaża badawczego 3 za pomocą śrub 12. Przestrzeń formy jest zabezpieczona folią 11. Punkty

pomiarowe w postaci czopików 2 osadzone są w przelotowych otworach w krótszych ścianach 1, o boku „a”, po trzy z każdej strony, przy czym dwa w strefie brzegowej i jeden w rdzeniu przekroju w odległości „1/2a” oraz w połowie wysokości „1/2h” badanego materiału 8. Na dwóch przeciwległych bokach stelaża badawczego 3 zamocowana jest belka 4. Belkę 4 stanowi kształtownik w postaci ceownika, przymocowany do stelaża badawczego 3 za pomocą śrub 12. Na belce 4 zamocowane są przegubowo ruchome głowice 5. W głowicach 5 osadzone są czujniki przemieszczenia 6 zakończone ruchomym trzpieniem. Materiał badawczy 8 w stanie ciekłym ułożono w prostokątnej formie w pozycji poziomej, w taki sposób, aby zachować jej szczelność oraz zminimalizować ilość pustek powietrznych powstałych podczas układania. W tym celu materiał badawczy 8 układano warstwowo z zastosowaniem urządzeń vibracyjnych. Powierzchnię górną materiału badawczego 8 zaizolowano folią 11 zabezpieczającą powierzchnię przed wysychaniem. Geometrię materiału badawczego 8 dobrano w ten sposób, aby była co najmniej 3,5-krotnie większa niż wymiar jednostkowych więzów wewnętrznych to jest min. 3,5 razy maksymalny rozmiar kruszywa, maksymalna średnica pręta zbrojeniowego. Czujniki pomiaru przemieszczeń 6 ukierunkowano tak, aby trzpień czujników pomiarowych 6 dotykały czopików 2. W czasie 10 minut od momentu ułożenia materiału badawczego 8 w formie rozpoczęto rejestrowanie pomiaru deformacji, uruchamiając czujniki pomiarowe 6, konwerter sygnału pomiarowego 9 oraz bazę danych rejestrującą mierzone deformacje 10.

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

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

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,

Δl_1 , Δl_2 – przyrost przemieszczenia próbki w pierwszym/drugim punkcie pomiarowym po upływie czasu „n” względem pierwszego pomiaru, w mm,

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

Przykład II

Stanowisko do rejestrowania oddziaływań jak w przykładzie I, z tym, że na jednej belce 4 mocuje się ruchome głowice 5, w których osadza się, w przelotowych otworach, czujniki pomiaru przemieszczeń 6 zakończone ruchomym trzpieniem, a z drugiej strony stanowiska zamiast belki 4 mocuje się element utwierdzający 7 złożony ze sztywnej belki – kształtownika kwadratowego, zamkniętego 7a wraz z przykręcanymi za pomocą śrub 1 trzpieniami 7b osadzonymi w formie. Trzpień 7b są trwale przymocowane do sztywnej belki 7a i trwale zespolone z materiałem badawczym 8. Element utwierdzający 7 jest trwale przymocowany do stelaża badawczego 3 za pomocą śrub 12. Element utwierdzający 7 uniemożliwia deformację jednej strony próbki pomiarowej, przez co całość deformacji badanego materiału 8 oraz stopień ograniczenia jego odkształceń jest rejestrowany przez czujniki pomiaru przemieszczeń 6 osadzone na ruchomych głowicach 5 zamocowanych na belce 4 z jednej strony stanowiska badawczego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób badania oddziaływań więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego za pomocą czujników przemieszczeń oraz czopików i układu pomiarowego, **znamienny tym**, że przygotowuje się prostokątną formę z obwodowych ścian (1), w której w krótszych ścianach (1), w przelotowych otworach, umieszcza się czopiki (2), formę przymocowuje się do stelaża badawczego (3), w postaci ramy lub rusztu, w którym na dwóch przeciwległych bokach mocuje się belki (4), do których mocuje się ruchome głowice (5), w których osadza się czujniki pomiaru przemieszczeń (6) zakończone ruchomym trzpieniem, po czym materiał badawczy (8), w stanie ciekłym, umieszcza się w prostokątnej formie, następnie

- ukierunkowuje się czujniki pomiaru przemieszczeń (6) tak, aby ich trzpień dotykał czopików (2) i w czasie nieprzekraczającym czasu rozpoczęcia wiązania przez materiał badawczy (8), uruchamia się czujniki pomiaru przemieszczeń (6), konwerter sygnału pomiarowego (9), a następnie rejestruje się mierzone pomiary (10).
2. Sposób badania według zastrz. 1 **znamienny tym**, że co najmniej dwa czujniki pomiaru przemieszczeń (6) umieszcza się w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego (8), w połowie jego szerokości i wysokości, naprzeciwległe względem siebie.
 3. Sposób badania według zastrz. 1 **znamienny tym**, że stosuje się formę, w której ściany (1) wykonane są z elastycznego, nieabsorbującego wody materiału lub pokryte są wewnątrz elastycznym materiałem nieabsorbującym wody.
 4. Sposób badania według zastrz. 1 **znamienny tym**, że materiał badawczy (8) formuje się w pionie lub poziomie.
 5. Sposób badania według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przestrzeń formy i/lub górną powierzchnię materiału badawczego (8) izoluje się materiałem zabezpieczającym (11).
 6. Sposób badania według zastrz. 1 **znamienny tym**, że stosuje się minimum 3,5 krotnie większą geometrię próbki w stosunku do wymiaru jednostkowych więzów wewnętrznych materiału badawczego (8).
 7. Sposób badania oddziaływań więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego za pomocą czujników przemieszczeń oraz czopików i układu pomiarowego, **znamienny tym**, że przygotowuje się prostokątną formę z obwodowych ścian (1), w której w jednej krótszej ścianie (1), w przelotowych otworach, umieszcza się czopiki (2), a w drugiej krótszej ścianie (1) umieszcza się, w przelotowych otworach, nieruchome trzpienie (7b), formę przymocowuje się do stelaża badawczego (3), w postaci ramy lub rusztu, w którym na jednym boku mocuje się belkę (4), do której mocuje się ruchome głowice (5), w których osadza się czujniki pomiaru przemieszczeń (6) zakończone ruchomym trzpieniem, a na drugim, przeciwległym boku stelaża (3) mocuje się element utwierdzający (7) wyposażony w kształtownik (7a) połączony rozłącznie z nieruchomymi trzpieniami (7b), po czym materiał badawczy (8) w stanie ciekłym umieszcza się w prostokątnej formie, następnie ukierunkowuje się czujniki pomiaru przemieszczeń (6) tak, aby ich trzpień dotykał czopików (2) i w czasie nieprzekraczającym czasu rozpoczęcia wiązania przez materiał badawczy (8), uruchamia się czujniki pomiaru przemieszczeń (6), konwerter sygnału pomiarowego (9), a następnie rejestruje się mierzone pomiary (10).
 8. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że co najmniej dwa czujniki pomiaru przemieszczeń (6) umieszcza się w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego (8), w połowie jego szerokości i wysokości, naprzeciwległe względem siebie.
 9. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że stosuje się formę, w której ściany (1) wykonane są z elastycznego, nieabsorbującego wody materiału lub pokryte są wewnątrz elastycznym materiałem nieabsorbującym wody.
 10. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że materiał badawczy (8) formuje się w pionie lub poziomie.
 11. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że przestrzeń formy i/lub górną powierzchnię materiału badawczego (8) izoluje się materiałem zabezpieczającym (11).
 12. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że stosuje się minimum 3,5 krotnie większą geometrię próbki w stosunku do wymiaru jednostkowych więzów wewnętrznych materiału badawczego (8).
 13. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że element utwierdzający (7) mocuje się do stelaża badawczego (3) za pomocą śrub (12) albo za pomocą spawu.
 14. Sposób badania według zastrz. 7, **znamienny tym**, że nieruchome trzpienie (7b) przytwierdza się do belki (7a) za pomocą rozłącznego połączenia.
 15. Stanowisko do rejestrowania oddziaływania więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego składające się z czujników przemieszczeń, czopików i układu pomiarowego, **znamiennie tym**, że ma prostokątną formę, złożoną ze ścian obwodowych (1), w której w krótszych ścianach (1), w przelotowych otworach, umieszczone są czopiki (2), przy czym forma przymocowana jest do stelaża badawczego (3), w postaci

ramy lub rusztu, w którym na dwóch przeciwległych bokach zamocowane są belki (4), do których zamocowane są ruchome głowice (5), w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń (6) zakończone trzpieniem.

16. Stanowisko według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że ściany obwodowe (1) wykonane są z elastycznego materiału nieabsorbującego wody lub pokryte są elastycznym materiałem nieabsorbującym wody.
17. Stanowisko według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że ściany obwodowe (1) zamocowane są do stelaża badawczego (3) za pomocą śrub (12).
18. Stanowisko według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że belki (4) przymocowane są do stelaża badawczego (3) za pomocą śrub (12) umożliwiających regulację długości formy.
19. Stanowisko według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że co najmniej cztery czopiki (2) umieszczone są w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego (8), w połowie jego szerokości i wysokości, naprzeciwległe względem siebie.
20. Stanowisko do rejestrowania oddziaływania więzów wewnętrznych lub zewnętrznych lub zjawisk pielęgnacyjnych na ograniczenie swobodnej odkształcalności materiałów o matrycy na bazie spoiwo mineralnego lub organicznego składające się z czujników przemieszczeń, czopików i układu pomiarowego, **znamiennie tym**, że ma prostokątną formę, złożoną ze ścian, obwodowych (1), w której w jednej krótszej ścianie (1), w przelotowych otworach, umieszczone są czopiki (2), a w drugiej krótszej ścianie (1), w przelotowych otworach, umieszczone są nieruchome trzpienie (7b), przy czym forma przymocowana jest do stelaża badawczego (3), w postaci ramy lub rusztu, w którym na jednym boku zamocowana jest belka (4), do której zamocowane są ruchome głowice (5), w których osadzone są czujniki pomiaru przemieszczeń (6) zakończone trzpieniem, a na drugim przeciwległym boku stelażu (3) zamocowany jest element utwierdzający (7) wyposażony w kształtownik (7a) połączony rozłącznie z nieruchomymi trzpieniami (7b).
21. Stanowisko według zastrz. 20, **znamiennie tym**, że ściany obwodowe (1) wykonane są z elastycznego materiału nieabsorbującego wody lub pokryte są elastycznym materiałem nieabsorbującym wody.
22. Stanowisko według zastrz. 20, **znamiennie tym**, że ściany obwodowe (1) zamocowane są do stelaża badawczego (3) za pomocą śrub (12).
23. Stanowisko według zastrz. 20, **znamiennie tym**, że belka (4) przymocowana jest do stelaża badawczego (3) za pomocą śrub (12) umożliwiających regulację długości formy.
24. Stanowisko według zastrz. 20, **znamiennie tym**, że co najmniej dwa czopiki (2) umieszczone są w rdzeniu przekroju i strefie brzegowej krótszego boku materiału badawczego (8), w połowie jego szerokości i wysokości, naprzeciwległe względem siebie.

Rysunki

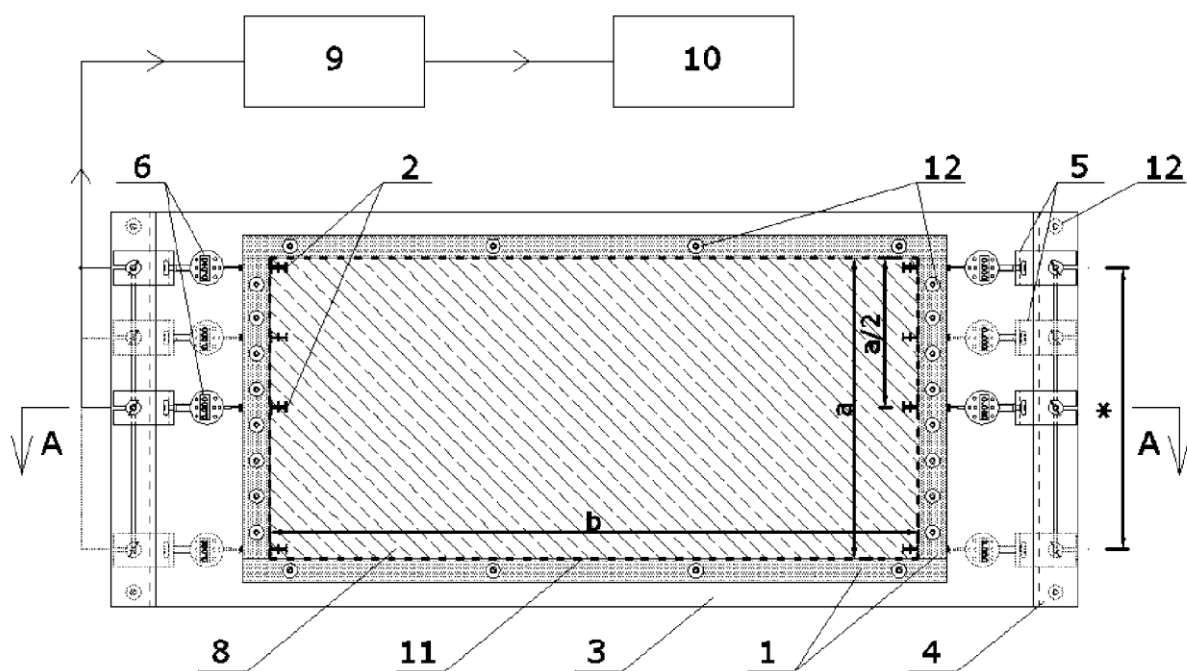


Fig. 1

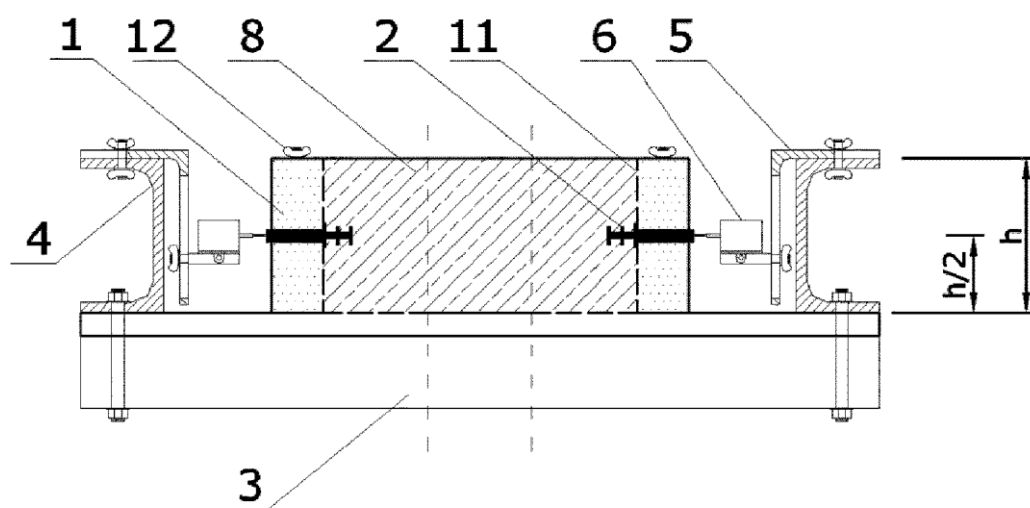


Fig. 2

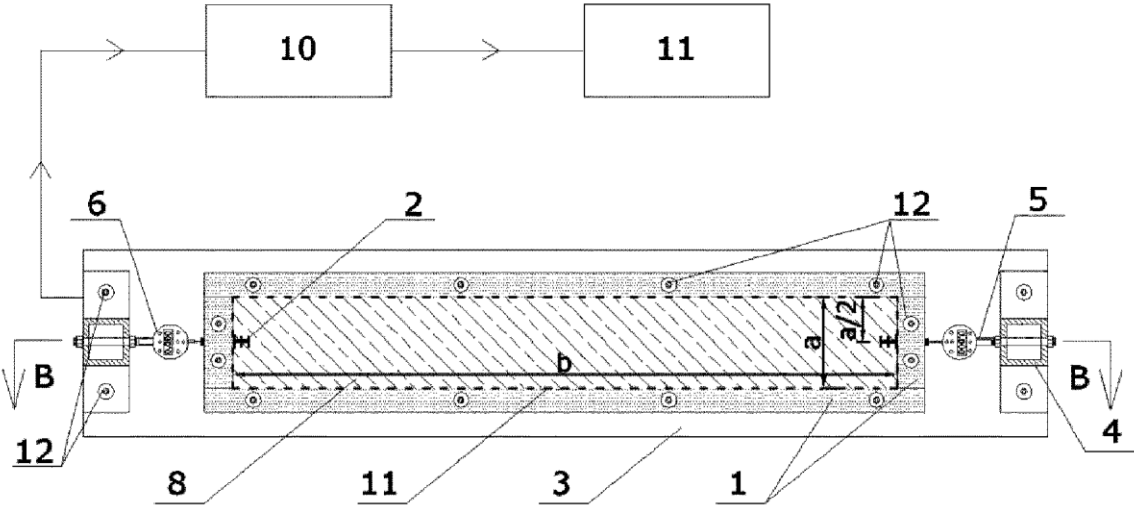


Fig. 3

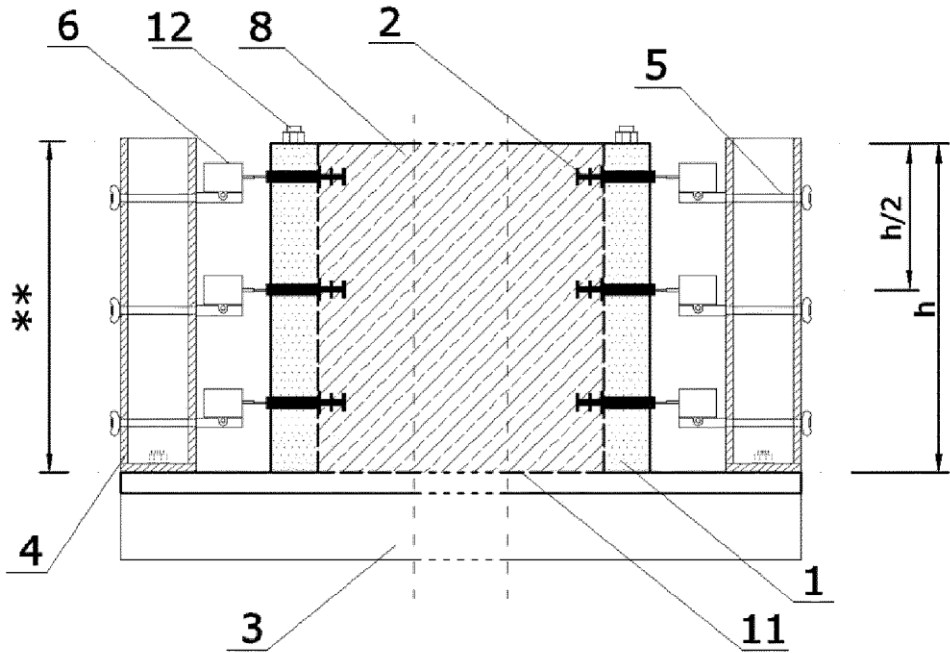


Fig. 4

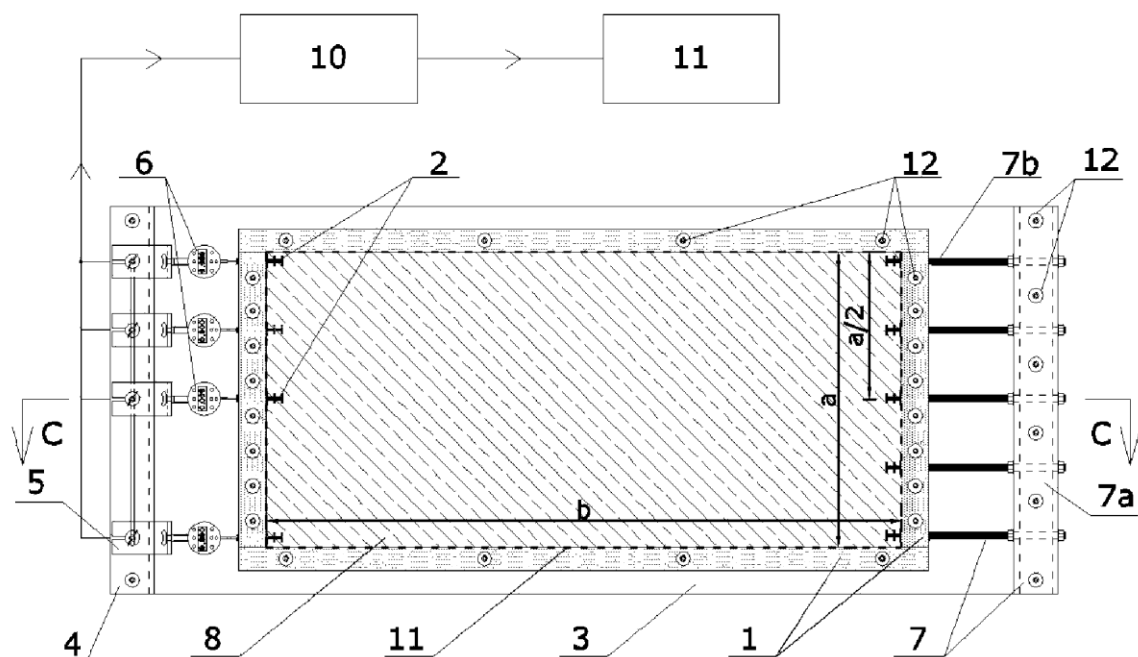


Fig. 5

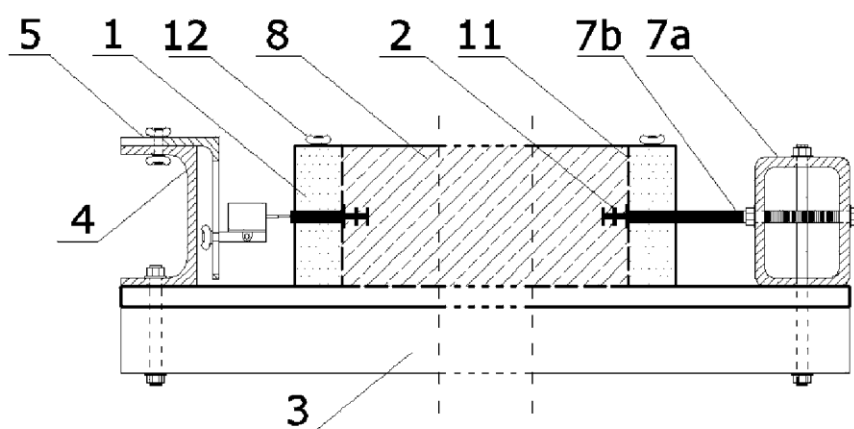


Fig. 6

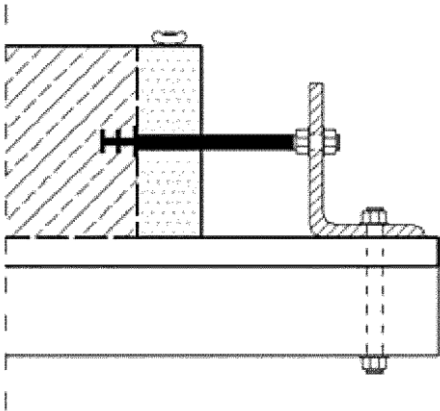


Fig. 7

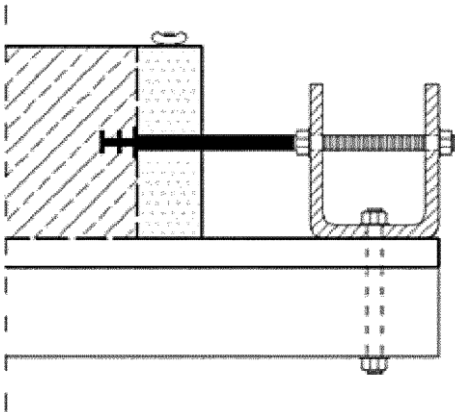


Fig. 8

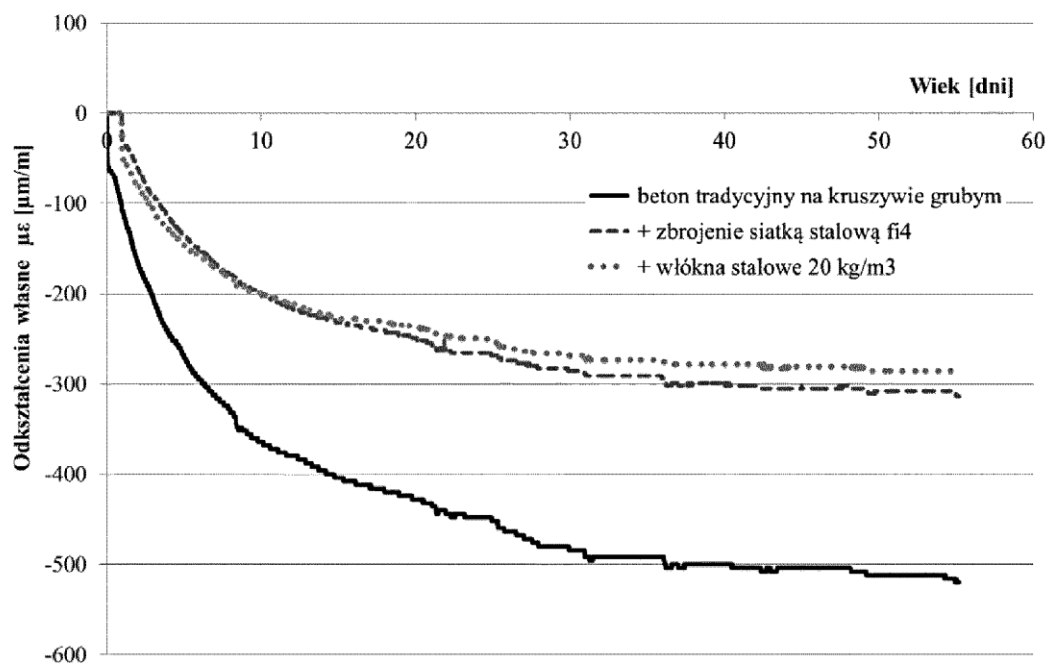


Fig. 9

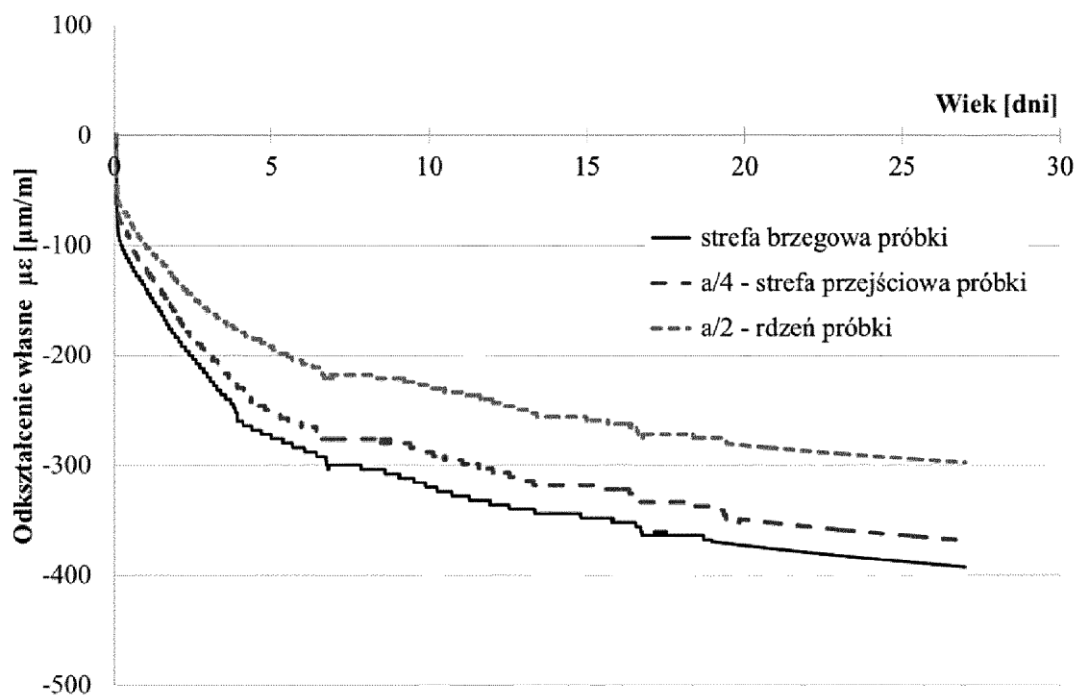


Fig. 10