

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241668**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **436534**

(22) Data zgłoszenia: **30.12.2020**

(51) Int.Cl.

G01N 25/20 (2006.01)

G01N 25/56 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

(54)

**Stanowisko do pomiaru temperatury i wilgotności próbek materiału
o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.07.2022 BUP 27/22

(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. Renata Zawadzka

PL 241668 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko do pomiaru temperatury i wilgotności próbek materiału o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego.

Materiały o matrycy mineralnej lub mineralno-organiczej lub organiczej ze względu na zachodzące reakcje chemiczne spoiwa poprzez etap wiązania i etap twardnienia przechodzą ze stanu plastycznego/płynnego w stan stały. W zależności od rodzaju składu mineralogicznego reakcje chemiczne mogą być bardziej lub mniej dynamiczne oraz krótko- lub długookresowe. Proces chemiczny wpływa m.in.: na szybkość i długość wiązania spoiwa, dynamikę narastania właściwości mechanicznych materiału oraz na towarzyszące temu procesowi zjawiska fizyczne, do których można zaliczyć m.in. przyrost temperatury oraz wilgotności materiału. Rozbudowane mineralogicznie spoiwa w materiałach wysokowartościowych 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 inna budowa mineralogiczna oraz zdecydowanie mniejsza frakcja uziarnienia względem 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, procesom chemicznym towarzyszą zjawiska fizyczne: reakcja egzotermiczna oraz samosuszenie strukturalne. Przyrost gradientu temperatury materiału jest ściśle związany z syntezą cementu i wody oraz sieciowaniem fazy CSH. Największy przyrost termiczny następuje w okresie wiązania cementu, trwa ok. 12 godzin, a następnie umiarkowanie jest wychładzany. W tym samym czasie występuje największy pobór wody kapilarnej do procesów hydratacji. Deficyt wody zarobowej będzie się wiązał ze spadkiem wilgotności względnej gazu porowego materiału, natomiast w przypadku optymalnej ilości wody w strukturze, wilgotność względna będzie na stałym poziomie w okresie przed i po zakończeniu procesu wiązania. Spadkowi wilgotności względnej gazu porowego towarzyszą znaczne odkształcenia autogeniczne związane rozwojem ciśnienia w porach kapilarnych. 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.

Z opisu patentowego US2020166417 znany jest adiabatyczny kalorymetr do betonu zawierający komorę termiczną i podzespół studni cieplnej do umieszczenia w komorze termicznej. Podzespół podgrzewacza zawiera pojemnik na cylinder testowy i formę cylindra testowego przystosowaną do umieszczenia w pojemniku na cylinder testowy w celu określenia kształtu betonowej próbki testowej uformowanej w formie cylindra testowego. Czujniki temperatury określają temperaturę betonowej próbki testowej i przesyłają dane temperatury z czujników temperatury do sterownika. Podgrzewacze zasilane energią elektryczną są umieszczane na powierzchni pojemnika z butlą testową w celu doprowadzenia ciepła do pojemnika butli testowej. Sterownik określa utratę ciepła przez betonową próbkę testową i przekazuje dane do grzejników, dzięki czemu grzejniki dostarczają ciepło do betonowej próbki testowej, wystarczające do skompensowania strat ciepła do otoczenia i utrzymania ciepła hydratacji betonowej próbki testowej.

Z opisu wzoru użytkowego CN210119459 znane jest wielokanałowe urządzenie do pomiaru wzrostu temperatury hydratacji cementu. Stanowisko składa się z pojemnika termicznego oraz wkładanej miseczki zaopatrzonej w cylinder na materiał cementowy oraz górne i dolne wieko, w którym umieszczone są czujniki termiczne. Otwór przelotowy w wieku górnym służy do przeprowadzenia przewodu z czujnika do rejestratora. Badania jednocześnie można przeprowadzić w wielu położeniach czujników i w różnych czasach dojrzewania z wykorzystaniem kilku próbek badawczych z tym samym materiałem, m.in.: pomiar ciepła hydratacji każdej próbki, szybkość ogrzewania, czas szczytu, wysokość i powierzchnię piku termicznego. Aparaturę można wykorzystać do pomiarów termicznych zaczynów cementowych, zapraw oraz betonów z analizą wpływu dodatków mineralnych np. jak pył krzemionkowy lub popiół lotny.

Z opisu patentowego P.428803 znane jest stanowisko pomiarowe do badania parametrów fizycznych zmiennych w czasie wylewanego materiału o matrycy na bazie spoiwa mineralnego, wyposażone w formę i czujnik pomiarowy, które charakteryzuje się tym, że formę stanowią połączone rozłącznie podstawa, cztery boczne ściany i górna płyta. Stanowisko ma w co najmniej trzech bocznych ścianach, połączone rozłącznie, po co najmniej jednym elemencie z elastycznego materiału z co najmniej jednym otworem pomiarowym. Korzystnie elastyczne elementy uzupełniające są szczelnie osadzone w ścianach bocznych. Górna płyta ma co najmniej jeden górny otwór. Przy dwóch przeciwległych bocznych ścianach stanowiska, usytuowane są prowadnice a na nich płyta spoczynkowa. Umożliwia ona zamocowanie czujnika przemieszczenia w różnych wysokościach próbki. Forma wykonana jest z materiału nieadhezyjnego do materiałów budowlanych i niewchłaniającego wilgoci.

W praktyce inżynierskiej i badaniach naukowych znane są metody pomiaru wilgotności względnej gazu porowego materiału m.in.: poprzez umieszczanie czujników wilgotnościowych w świeżym betonie, wykonanie odwiertów i umieszczanie czujników w betonie stwardniałym. W obu wariantach badania mogą być przeprowadzane na próbkach lub w elementach betonowych na budowie. Metody są dedykowane poszczególnym etapom dojrzewania kompozytów cementowych i w przypadku formowania czujników w świeżej mieszance są one jednorazowe. Metody umożliwiające wielorazowe wykorzystanie czujników często bywają nieprecyzyjne ze względu na brak zachowania hermetyczności między czujnikiem i otoczeniem zewnętrznym.

Problemem technicznym do rozwiązania jest uzyskanie możliwości jednoczesnego pomiaru temperatury materiału oraz wilgotności gazu porowego materiałów w każdym etapie dojrzewania za pomocą jednego urządzenia.

Stanowisko do pomiaru temperatury i wilgotności materiału o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania według wynalazku zawierające formę, czujniki, aparaturę rejestrującą, charakteryzuje się tym, że formę stanowi rura osłonowa z rękawem foliowym. Rura osłonowa osadzona jest na wcisk w obwodowym rowku podstawy połączonej poprzez pióro wpust ze stolikiem centrującym. Stolik centrujący poprzez łożysko toczne osadzony jest ruchomo na gwintowanym pręcie zakończonym pokrętkiem, osadzonym w gwintowanym gnieździe, które zespolone jest z dolną płytą stanowiskową. Nad rurą osłonową znajduje się górna płyta stanowiskowa, równoległa do dolnej płyty stanowiskowej. Górna płyta stanowiskowa za pomocą śrub przymocowana jest poprzez elementy dystansowe do obejm, na której obwodowo osadzona jest głowica. Głowica wyposażona jest w czujnik temperatury osadzony centralnie względem rury osłonowej oraz czujnik termowilgotnościowy. Głowica na powierzchni dolnej w miejscu styku z rurą osłonową wyposażona jest w obwodowy pierścień gumowy.

Podstawa może być wyposażona w więcej niż jeden obwodowy rowek, wówczas możliwe jest wykorzystanie rury osłonowej o różnych średnicach w zależności od potrzeby. Obwodowy rowek podstawy dostosowany jest rozmiarem do średnicy zastosowanej rury osłonowej.

Długość rękawa foliowego jest większa niż długość rury osłonowej, jego nadmiar jest wywinięty na zewnętrzną część rury osłonowej.

Rurę osłonową stanowić może termoizolacyjny lub podgrzewany pojemnik, dzięki czemu istnieje możliwość badania materiału bez oddziaływania lub z oddziaływaniem temperatury zewnętrznej.

Czujnik temperatury umieszczony jest w rurce osłonowej, dzięki czemu może być wielokrotnego użytku.

Czujnik termowilgotnościowy umieszczony jest w uszczelce gumowej lub silikonowej, która zabezpiecza przed wypłynięciem i przeciekami płynnego materiału cementowego przez otwór do czujnika. Zanurzenie czujnika w płynnym materiale badawczym skutkowałoby brakiem pomiaru parametrów fizycznych oraz uszkodzeniem czujnika. Rękaw foliowy stanowi elastyczne tworzywo sztuczne o gładniej powierzchni.

Zaletą stanowiska według wynalazku jest jednoczesny pomiar temperatury oraz wilgotności gazu porowego oraz temperatury dojrzewającego materiału, co umożliwia badanie czasu wiązania materiału, rozpoczęcie zachodzenia i badanie temperatury reakcji egzotermicznej, badanie rozwoju wilgotności względnej, ocenę wpływu składu chemicznego spoiwa na rozwój wilgotności względnej i temperatury, ocenę wpływu wskaźnika wodno-cementowego na rozwój wilgotności względnej. Rozwiązanie posiada możliwość zmiany średnicy i wysokości rury lub pojemnika osłonowego, przez co można badać próbki o różnej średnicy i wysokości. Dzięki zabezpieczeniu czujników możliwe było ich wielokrotne wykorzystanie.

Rozwiązanie według wynalazku przedstawione jest w przykładach wykonania oraz na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia w przekroju próbkę badawczą umieszczoną w rękawie foliowym, w rurce

osłonowej zamocowanej w podstawie, fig. 2 przedstawia w przekroju próbkę badawczą o większej średnicy niż fig. 1, fig. 3 przedstawia w przekroju próbkę badawczą, gdzie rurę osłonową stanowi pojemnik termoizolacyjny, fig. 4 przedstawia w przekroju stanowisko badawcze z przygotowaną próbką materiałową, fig. 5 przedstawia przekrój przez stanowisko w trakcie rejestracji pomiarów, fig. 6 przedstawia w przekroju stanowisko po zakończeniu badań z stwardniałą próbką materiałową, fig. 7 przedstawia przykładowy pomiar temperatury dojrzewającego zaczynu cementowego o wskaźniku wodno-cementowym $w/c = 0,25$ i temperatury oraz wilgotności gazu porowego w okresie 7 dni – średnica próbki 40 mm, wysokość próbki 150 mm, fig. 8 przedstawia przykładowy pomiar temperatury dojrzewającego zaczynu cementowego o wskaźniku wodno-cementowym $w/c = 0,50$ i temperatury oraz wilgotności gazu porowego w okresie 28 dni – średnica próbki 40 mm, wysokość próbki 150 mm.

Przykład 1

Stanowisko do pomiaru temperatury i wilgotności materiału o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania zawiera dolną 9 i górną 10 płytę stanowiskową. W dolnej płycie stanowiskowej 9 osadzony jest stolik centrujący 4, który poprzez łożysko toczne 5 osadzony jest ruchomo na gwintowanym pręcie 6. Pręt 6 osadzony jest w gwintowanym gnieździe 8 i zakończony jest pokrętelem 7. Gwintowe gniazdo 8 zespolone jest z dolną płytą stanowiskową 9. Stolik centrujący 4 poprzez pióro wpust połączony jest z podstawą 3. Podstawa 3 wyposażona jest w obwodowy rowek, w którym na wcisk osadzona jest rura osłonowa 1 z rękawem foliowym 2. Obwodowy rowek podstawy 3, dostosowany jest rozmiarem do średnicy rury osłonowej 1. Nad rurą osłonową 4 znajduje się górna płyta stanowiskowa 10, umieszczona równolegle do dolnej płyty stanowiskowej 9. Górna płyta stanowiskowa 10 za pomocą śrub 11 przymocowana jest poprzez elementy dystansowe 12 do obejmy 13, na której obwodowo osadzona jest głowica 14. Głowica 14 wyposażona w czujnik temperatury 15, osadzony centralnie względem rury osłonowej 1, oraz czujnik termowilgotnościowy 16. Na dolnej powierzchni głowicy 14, w miejscu styku z rurą osłonową 1, znajduje się obwodowy pierścień gumowy 17.

Stanowisko jest wyposażone w aparaturę cyfrową (nieuwidoczną na rysunku) umożliwiającą obsługę czujnika temperatury i czujnika termowilgotnościowego.

Materiał 19 układany jest do foliowego rękawa 2 zakończonego zgrzewem 20, tak aby szczelnie wypełniał ograniczoną przestrzeń rękawa 2, zapobiegając tworzeniu się wymuszonych pustek powietrznych. Foliowy rękaw 2 z ułożonym materiałem 19 wkłada się w rurę osłonową 1 posadowioną w podstawie 3. Długość rękawa foliowego 2 jest większa niż długość rury osłonowej 1. Naddatek rękawa foliowego 2 wywija się na powierzchnię zewnętrzną rury osłonowej 1. Lico materiału 19 w rękawie foliowym 2 jest nie wyżej niż 9/10 i nie niżej niż 8/10 wysokości rury osłonowej 1. Średnica rękawa foliowego 2 powinna być dopasowana do rury osłonowej 1. Podstawę 3 z osadzoną rurą osłonową 1 umieszcza się na stoliku centrującym 4. Następnie pokrętelem 7 zmniejszamy położenie względem głowicy 14. Po dokręceniu do głowicy 14 rury osłonowej 1, za pomocą pręta gwintowanego 6, następuje docisk powierzchni rury osłonowej 1. Uruchomiona zostaje aparatura rejestrująca, nie później niż 30 minut od momentu ułożenia materiału 19 w rękawie foliowym 2 i następuje pomiar temperatury i wilgotności.

Przykład 2

Stanowisko analogiczne jak w przykładzie 1, przy czym rurę osłonową 1 stanowi termoizolacyjny pojemnik.

Przykład 3

Stanowisko analogiczne jak w przykładzie 1, z tym, że rurę osłonową 1 stanowi podgrzewany pojemnik, a czujnik 15 umieszczony jest w rurce osłonowej 18. Powierzchnia kontaktowa czujnika temperatury 15 jest natarta pastą termoprzewodzącą w celu lepszego przewodzenia temperatury między rurką osłonową 18 a materiałem 19. Powierzchnia rurki osłonowej 18 jest pokryta materiałem antyadhezyjnym np. olejem, ułatwiającą późniejsze rozformowanie próbki badawczej. Czujnik termowilgotnościowy (16) umieszczony jest w uszczelce gumowej lub silikonowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stanowisko do pomiaru temperatury i wilgotności materiału o matrycy na bazie spoiwa mineralnego lub organicznego we wczesnej i późnej fazie dojrzewania zawierające formę, czujniki, aparaturę rejestrującą **znamienne tym**, że formę stanowi rura osłonowa (1) z rękawem foliowym (2), przy czym rura osłonowa (1) osadzona jest na wcisk w obwodowym rowku podstawy (3) połączonej poprzez pióro wpust ze stolikiem centrującym (4), który poprzez łożysko toczne (5)

- osadzony jest ruchomo na gwintowanym pręcie (6) zakończonym pokrętkiem (7) i osadzonym w gwintowanym gnieździe (8), które zespolone jest z dolną płytą stanowiskową (9), zaś nad rurą osłonową (1) znajduje się górna płyta stanowiskowa (10), równoległa do dolnej płyty stanowiskowej (9), przy czym górna płyta stanowiskowa (10) za pomocą śrub (11) przymocowana jest poprzez elementy dystansowe (12) do obejmy (13), na której obwodowo osadzona jest głowica (14), wyposażona w czujnik temperatury (15) osadzony centralnie względem rury osłonowej (1) oraz czujnik termowilgotnościowy (16), przy czym głowica (14) na powierzchni dolnej w miejscu styku z rurą osłonową (1) wyposażona jest w obwodowy pierścień gumowy (17),
2. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że podstawa (5) wyposażona jest w więcej niż jeden obwodowy.
 3. Stanowisko według zastrz. 1 albo 2, **znamienne tym**, że rowek podstawy (5) dostosowany jest rozmiarem do średnicy rury osłonowej (4).
 4. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że długość rękawa foliowego (2) jest większa niż długość rury osłonowej (1).
 5. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że rurę osłonową (1) stanowi termoizolacyjny lub podgrzewany pojemnik.
 6. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że czujnik temperatury (15) umieszczony jest w rurce osłonowej (18).
 7. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że czujnik termowilgotnościowy (16) umieszczony jest w uszczelce gumowej lub silikonowej.
 8. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że rękaw foliowy (2) stanowi elastyczne tworzywo sztuczne o gładkiej powierzchni.
 9. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że rura osłonowa (1) ma przekrój koła, kwadratu lub prostokąta, a przekrój rękawa foliowego (2) dostosowany jest do przekroju rury osłonowej (1).

Rysunki

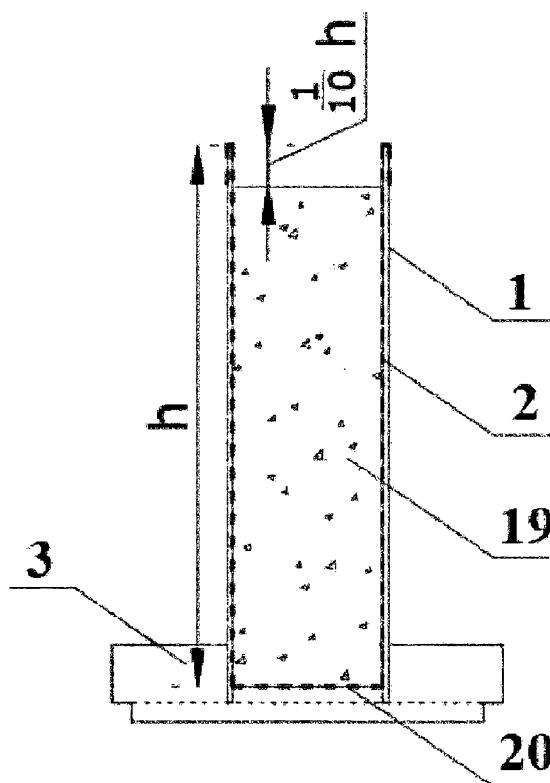


Fig. 1

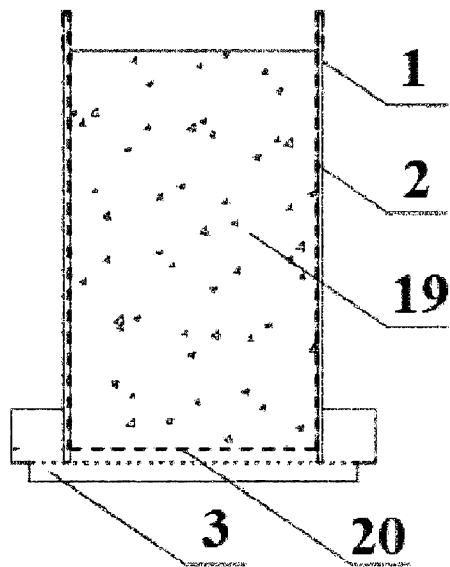


Fig. 2

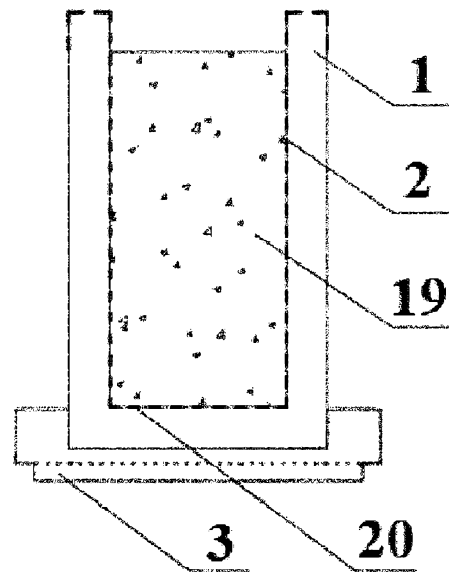


Fig. 3

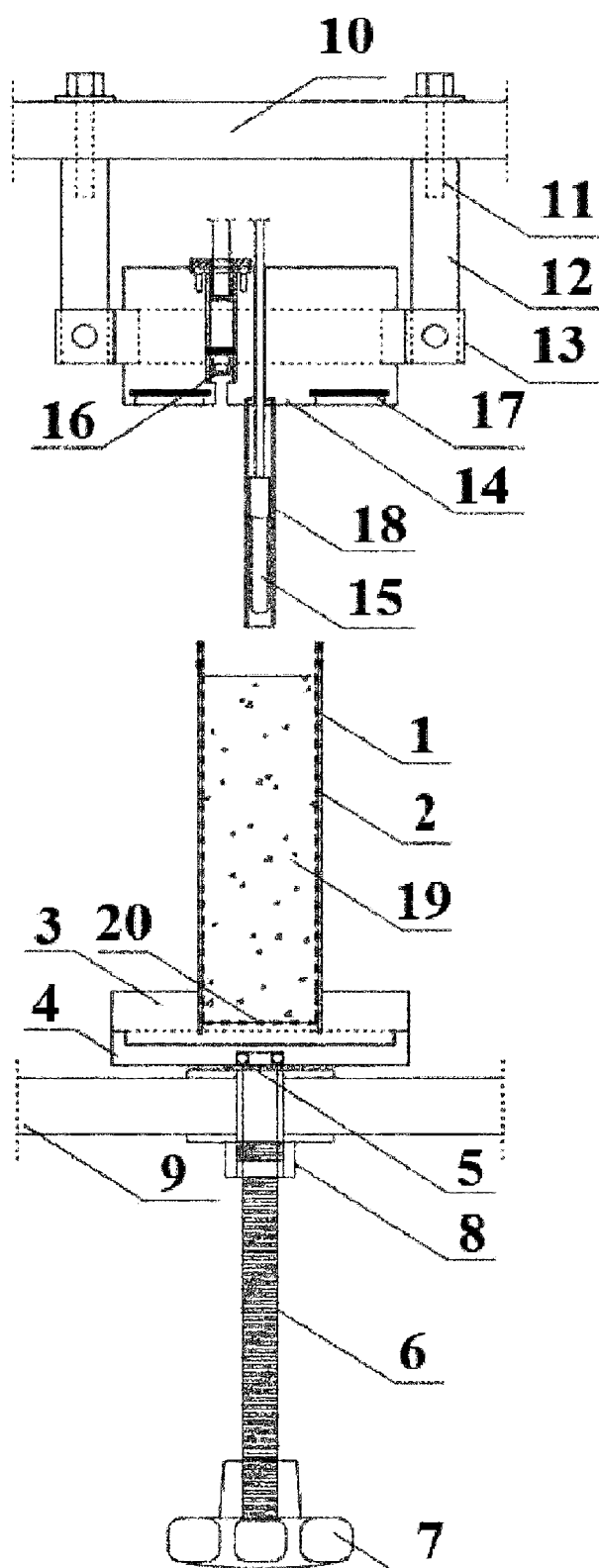


Fig. 4

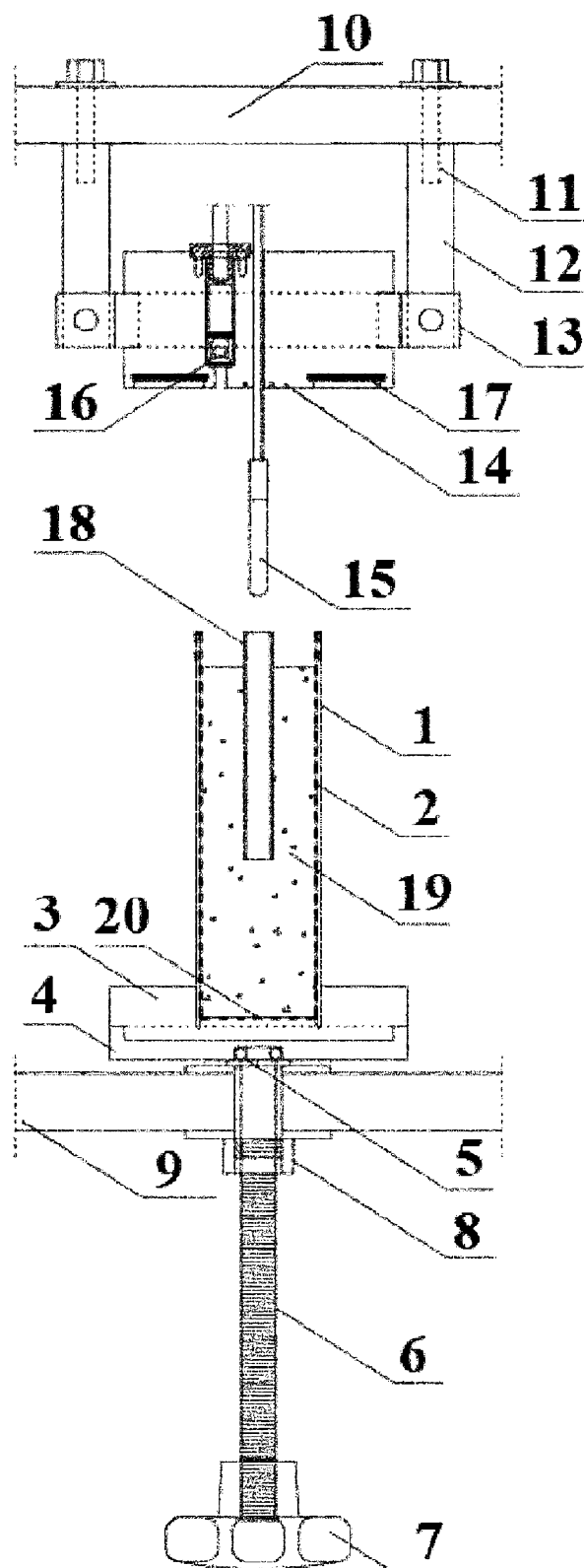


Fig. 6

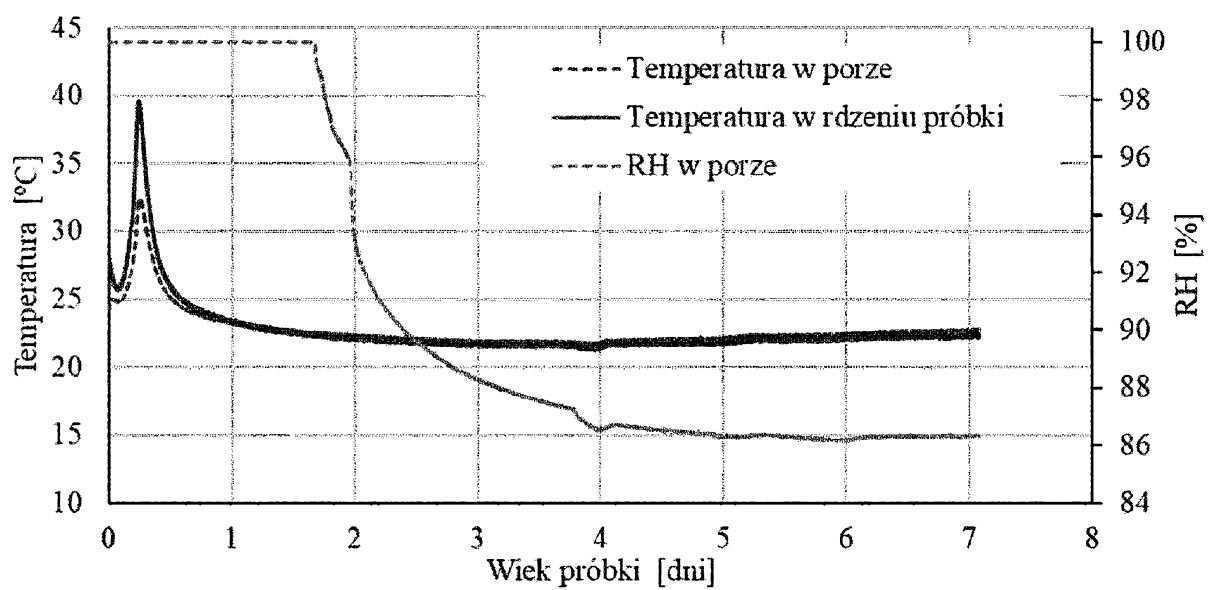


Fig. 7

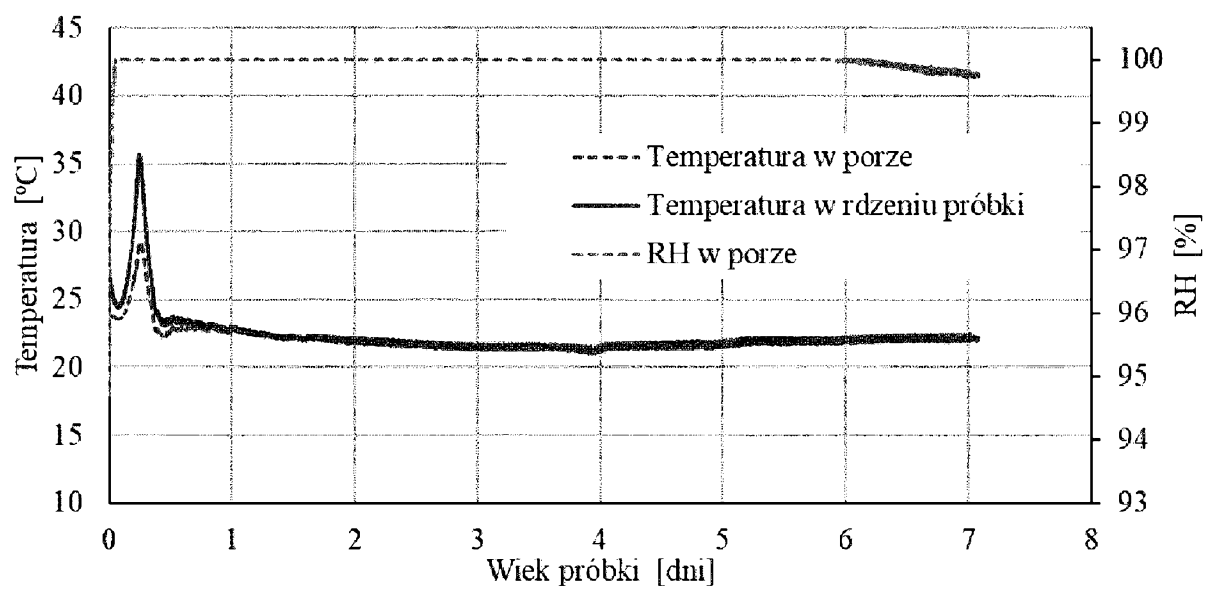


Fig. 8