



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **352503**

(51) Int.Cl.
G01N 25/18 (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **26.02.2002**

(54) **System do pomiaru oporu cieplnego płaskich materiałów izolacyjnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
08.09.2003 BUP 18/03

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.2009 WUP 04/09

(73) Uprawniony z patentu:
**Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,
Kraków,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
Ewa Marcinkowska,Kraków,PL
Waldemar Żuk,Kraków,PL
Ignacy Duda,Kraków,PL

(74) Pełnomocnik:
**Bartuła Michał E.,
Biuro Techniczno Prawne PATENT**

(57) 1. System pomiaru oporu cieplnego płaskich materiałów izolacyjnych, mający aparat pomiarowy z podstawą z zamontowanymi do niej pionowymi przewodnicami, grzejnikiem i odbiornikiem ciepła, którego grzejnik połączony jest rurowo w obiegu zamkniętym z ultratermostatem, a ponadto wyposażony w czujniki temperatury, **znamienny tym**, że pionowe przewodnice (3) aparatu pomiarowego (1) połączone są u góry pierścieniem (4) wieńczącym, w którego otworze umieszczony jest z nieznacznym luzem ruchomy grzejnik (5) w postaci zamkniętego naczynia wyposażonego w zewnętrzną kryzę (6) leżącą swobodnie w pozycji spoczynkowej na pierścieniu (4) wieńczącym, przy czym na podstawie (2) zamontowany jest silnik (11) elektryczny z pionową śrubą pociągową (12), wkręconą górną częścią w tuleję napędową (11), zamocowaną od spodu do przesuwnej w pionie, w przewodnicach (3) poziomej platformy (14), mającej w górnej powierzchni gniazdo, w którym umieszczony jest odbiornik ciepła (16), a ponadto czujnik temperatury (10) grzejnika (5) i czujnik temperatury (17) odbiornika ciepła (16) połączone są elektrycznie z przetwornikiem prądu elektrycznego (22), który połączony jest do zasilacza (21) oraz poprzez miernik prądu elektrycznego (23) połączony jest z komputerem (24).

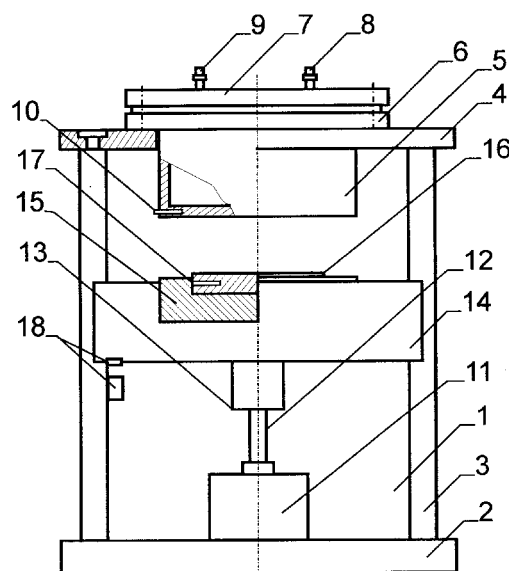


Fig. 2

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest system do pomiaru oporu cieplnego płaskich materiałów izolacyjnych, jak na przykład skór, materiałów skóropodobnych, materiałów tekstylnych lub ich zestawów, w stanie nieustalanej wymiany ciepła.

Podstawową cechą materiałów izolacyjnych, decydującą o ich przydatności, zastosowaniu w określonych warunkach jest ciepłochronność, definiowana jako zdolność termoizolacyjna. Określa się ją za pomocą zastępczego oporu cieplnego będącego ilorazem średniej różnicy temperatur przez wartość gęstości strumienia cieplnego, czyli ilości ciepła przechodzącej przez jednostkę powierzchni w jednostce czasu. Pomiar w stanie nieustalanej wymiany ciepła prowadzi się w warunkach uporządkowanej, nieustabilizowanej, zmieniającej się temperatury próbki i sprowadza się do wyznaczenia szybkości zmiany różnicy temperatury po obu stronach próbki na podstawie zarejestrowanej zależności wartości różnicy temperatury od czasu pomiaru.

Z polskich norm BN-68/7730-01 i PN-91/0-91 127 znane jest urządzenie do oznaczania ciepłochronności składające się z prostopadłościennego grzejnika i umieszczonej pod nim podstawy, na której są podstawki izolacyjne z położonym na nich odbiornikiem ciepła w postaci okrągłej płytki miedzianej. Pomiedzy odbiornikiem ciepła a podstawą jest wolna przestrzeń umożliwiająca swobodną cyrkulację powietrza. Na odbiorniku ciepła spoczywa próbka otoczona pierścieniem izolacyjnym. Wewnątrz grzejnika znajdują się kanały przepływowe wody doprowadzanej z ultratermostatu przez dwa węże gumowe. Do boków grzejnika umocowane są trzy śruby mikrometryczne służące do jednakowego ustawienia odległości między nim a odbiornikiem w czasie dokonywania pomiarów. Grzejnik jest ruchomy i w przerwach między badaniami zawieszony jest na pręcie umieszczonym nad urządzeniem. W górną i dolną część przyrządu wmontowane są dwie końcówki termopary różnicowej, w obwód której włączony jest galwanometr magnetoelektryczny na prąd stały.

Przedstawiony przyrząd wymaga okresowego cechowania przez wyznaczenie zastępczego współczynnika przewodzenia ciepła dla materiału izolacyjnego uznanego za wzorzec, na przykład korek, styropian i porównanie uzyskanej wartości ze znanym współczynnikiem przewodzenia ciepła tego materiału.

Z polskiego opisu patentowego nr 159 716 znane jest urządzenie do badania ciepłochronności materiałów, mające komorę pomiarową w postaci otwartego u góry naczynia ograniczonego dnem i ścianami, wykonanymi z materiału o niskiej przewodności cieplnej. Wewnątrz komory pomiarowej znajduje się grzałka, nad nią pojemnik z wzorcem wilgotności, a w przestrzeni nad nim umieszczony jest mieszalnik i wewnętrzny czujnik temperatury. Komora pomiarowa zamknięta jest badaną próbką przy użyciu elementu zamykającego. Po obu stronach próbki umieszczone są kontaktowo co najmniej dwa czujniki temperatury. Wewnętrzny czujnik temperatury połączony jest przewodami z regulatorem temperatury, a czujniki temperatury umieszczone na powierzchniach badanej próbki połączone są przewodami z rejestratorem temperatury. Grzałka połączona jest przewodami poprzez regulator temperatury, przekaźnik czasowy oraz sumator energii cieplnej ze źródłem prądu.

Znany jest aparat Cenco-Fitcha do pomiaru w stanie nieustalonym współczynnika przewodzenia ciepła lub oporu cieplnego płaskich materiałów izolacyjnych. Urządzenie to ma podstawę, na której zamocowana jest rama mająca u góry płytę, na której z kolei zamocowany jest mechanizm korbowy z gwintowaną śrubą pociągową. Na śrubie pociągowej zawieszony jest grzejnik w postaci naczynia wypełnionego wodą z zanurzoną w niej grzałką elektryczną. Dno grzejnika stanowi miedziana płytka, do której zamocowany jest czujnik temperatury. Boczne pionowe słupy ramy pełnią rolę przewodnic, po których przesuwają się suwaki zamocowane do ramion połączonych z grzejnikiem.

Na podstawie ramy jest podstawka, na której zamocowany jest miedziany pierścień ochronny, w którego górnej powierzchni jest gniazdo, a w nim umieszczony odbiornik ciepła w postaci miedzianej płytki, do której podłączony jest czujnik temperatury.

Czujnik temperatury grzejnika i czujnik temperatury odbiornika ciepła połączone są elektrycznie z galwanometrem wyposażonym w przełącznik zakresu pomiarów.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na połączeniu górnych końcówek pionowych przewodnic aparatu pomiarowego pierścieniem wieńczącym, w którego otworze umieszczony jest z nieznanym luzem ruchomy w pionie grzejnik w postaci zamkniętego naczynia wyposażonego w zewnętrzną kryzę, leżącą swobodnie w pozycji spoczynkowej na pierścieniu wieńczącym.

Na podstawie aparatu pomiarowego zamontowany jest silnik elektryczny z pionową śrubą pociągową wkręconą górną częścią w tuleję napędową, zamocowaną od spodu do przesuwnej w pionie w prowadnicach poziomej platformy.

Korzystnie silnik elektryczny sterowany jest sterownikiem położenia platformy. Platforma ma w górnej powierzchni gniazdo, wyłożone korzystnie osłoną termiczną z gniazdem, w którym spoczywa odbiornik ciepła.

Korzystnie platforma ma przy krawędziach otwarte wcięcia suwakowe, obejmujące częściowo prowadnice, i wyposażona jest w wyłącznik krańcowy.

Czujnik temperatury grzejnika i czujnik temperatury odbiornika ciepła połączone są elektrycznie z przetwornikiem prądu elektrycznego, który podłączony jest do zasilacza oraz poprzez miernik prądu elektrycznego, połączony jest z komputerem.

Dla eliminacji wpływu czynników zewnętrznych na jakość pomiarów, aparat pomiarowy powinien być umieszczony w osłonie albo w pomieszczeniu klimatyzowanym.

Zaletą przedstawionego powyżej rozwiązania jest stosunkowo prosta konstrukcja mechaniczna połączona z nowoczesnymi, dokładnymi i niezawodnymi elementami napędu, sterowania, pomiaru oraz układu urządzeń elektronicznych umożliwiającą rejestrację, opracowanie i przetwarzanie wyników. Pomiar jest w całości zautomatyzowany, co eliminuje wpływ człowieka na jego wyniki. Powyższe sprawia, iż system umożliwia prowadzenie pełnowartościowych badań oporu cieplnego (przewodnictwa cieplnego) w stanie nieustalanej wymiany ciepła, a tym samym połączenie zalety szybkiego pomiaru w stanie nieustalonym z dokładnością pomiaru w stanie ustalonym.

Możliwość pomiaru zwiększa zastosowany napęd platformy w połączeniu z automatycznym sterowaniem, pozwalający uzyskać dużą precyzję ustawienia odległości pomiędzy grzejnikiem a odbiornikiem ciepła, co ma istotne znaczenie w badaniach materiałów zmieniających grubość pod wpływem przyłożonej siły nacisku. Dotyczy to zwłaszcza badań oporu cieplnego skór futerkowych i materiałów tekstylnych.

Ze względu na niski koszt wytworzenia i eksploatacji, prostą obsługę oraz dokładność pomiaru i rejestrację wyników, system może być powszechnie stosowany zarówno w badaniach przemysłowych, jak i naukowych.

Rozwiązanie według wynalazku zilustrowane jest przykładem wykonania na rysunku, na którym fig. 1 jest schematem blokowym systemu, fig. 2 - widokiem z boku z przekrojami fragmentów aparatu pomiarowego, a fig. 3 stanowi wykres zależności wskazań miernika prądu elektrycznego od czasu t .

Aparat pomiarowy 1 ma okrągłą, płytową podstawę 2, do której zamocowane są usytuowane naprzeciwległe dwie prętowe, pionowe prowadnice 3, na których górnych końcach zamocowany jest poziomy pierścień 4 wieńczący. W centrycznym otworze pierścienia 4 umieszczony jest z nieznacznym luzem ruchomy grzejnik 5 w postaci cylindrycznego naczynia z zewnętrzną kryzą 6, leżącą swobodnie w pozycji spoczynkowej na pierścieniu 4. Grzejnik 5 zamknięty jest od góry pokrywą 7 zamocowaną rozłącznie do kryzy 6. Pokrywa 7 ma króciec doprowadzający 8 wodę i króciec odprowadzający 9 wodę z wnętrza grzejnika 5. W dnie grzejnika 5 zamocowany jest czujnik temperatury 10. Grzejnik 5 połączony jest w układzie zamkniętym poprzez króciec doprowadzający 8 wodę i króciec odprowadzający 9 wodę oraz przewody rurowe z ultratermostatem 20.

Na podstawie 2 zamontowany jest silnik 11 krokowy, z którym połączona jest pionowa śruba pociągowa 12 wkręcona górną częścią w tuleję napędową 13 zamocowaną centralnie do przesuwnej w pionie, poziomej platformy 14 w kształcie walca o stosunkowo niewielkiej wysokości. Platforma 14 ma dwa naprzeciwległe, otwarte wcięcia, obejmujące częściowo prowadnice 3 i pełniące rolę suwaków. Platforma 14 ma centralne, okrągłe wyżłobienie stanowiące gniazdo wyłożone osłoną 15 termiczną, mającą centralne, okrągłe wyżłobienie stanowiące gniazdo, w którym położony jest bez luzu odbiornik ciepła 16 w postaci okrągłej, gładkiej płytki miedzianej. Odbiornik ciepła 16 wyposażony jest w czujnik temperatury 17, a prowadnica 3 i platforma 14 wyposażone są w wyłącznik krańcowy 18. Silnik 11 i wyłącznik krańcowy 18 połączone są elektrycznie ze sterownikiem 19 położenia platformy.

Czujnik temperatury 10 grzejnika 5 i czujnik temperatury 17 odbiornika ciepła 16 połączone są elektrycznie z przetwornikiem prądu elektrycznego 22 podłączonym do zasilacza 23. Przetwornik prądu 22 połączony jest poprzez miernik prądu elektrycznego 23 z komputerem 24.

System przygotowuje się do pracy przez włączenie go do prądu elektrycznego i podgrzaniu wody w ultratermostacie 20 i zarazem w grzejniku 5 do temperatury 60°C. Wartość napięcia prądu wskazywana przez miernik prądu elektrycznego 23 ustala się; odpowiada ona początkowej, maksymalnej różnicy temperatur pomiędzy grzejnikiem 5 a odbiornikiem ciepła 16.

Odpowiednio przygotowaną i pomierzoną próbkę badanego materiału w kształcie krążka umieszcza się na odbiorniku ciepła 16 o znanej masie i wymiarach. Za pomocą sterownika 19 podnosi się platformę 14 do takiego położenia, że podniesie ona grzejnik 5, który spocznie własnym ciężarem na próbce. Alternatywnie platformę 14 z próbką można ustawić w dowolnej odległości od dna grzejnika 5.

Po podniesieniu grzejnika 5 i zatrzymaniu platformy 14, strumień ciepła płynący z grzejnika 5 przez próbkę ogrzewa odbiornik ciepła 16, w wyniku czego różnica temperatur pomiędzy grzejnikiem 5 a odbiornikiem ciepła 16 stopniowo maleje. Zmieniające się w czasie wartości napięcia prądu elektrycznego, proporcjonalne do różnicy temperatur pomiędzy grzejnikiem 5 a odbiornikiem ciepła 16, rejestruje się w komputerze 24.

Na podstawie zapisanych danych, oprogramowanie statystyczne znajdujące się w komputerze estymuje parametry A , B , C w modelu $y = C + B \exp(-At)$, który opisuje zależność wskazań y miernika prądu elektrycznego od czasu t , a następnie oblicza wartość oporu cieplnego R według wzoru

$$R = \frac{\pi d^2 (1 + C/B)}{4cmA - D\pi\pi^2 (1 + C/B)}$$

gdzie:

- R - opór cieplny badanego materiału, $m^2 K/W$,
- A , B , C - estymowane parametry,
- D - stała uwarunkowana konstrukcją przyrządu, $W/m^2 K$,
- m - masa odbiornika, g,
- c - ciepło właściwe odbiornika, $J/g K$,
- d - średnica odbiornika ciepła, m.

Wykaz oznaczeń

1. Aparat pomiarowy
2. Podstawa
3. Prowadnice
4. Pierścień wieńczący
5. Grzejnik
6. Kryza grzejnika
7. Pokrywa grzejnika
8. Króciec doprowadzający
9. Króciec odprowadzający
10. Czujnik temperatury grzejnika
11. Silnik elektryczny
12. Śruba pociągowa
13. Tuleja napędowa
14. Platforma
15. Osłona termiczna
16. Odbiornik ciepła
17. Czujnik temperatury odbiornika ciepła
18. Wyłącznik krańcowy
19. Sterownik położenia platformy
20. Ultratermostat
21. Zasilacz
22. Przetwornik prądu elektrycznego
23. Miernik prądu elektrycznego
24. Komputer

Zastrzeżenia patentowe

1. System pomiaru oporu cieplnego płaskich materiałów izolacyjnych, mający aparat pomiarowy z podstawą z zamontowanymi do niej pionowymi przewodnicami, grzejnikiem i odbiornikiem ciepła, którego grzejnik połączony jest rurowo w obiegu zamkniętym z ultratermostatem, a ponadto wyposażony w czujniki temperatury, **znamienny tym**, że pionowe przewodnice (3) aparatu pomiarowego (1) połączone są u góry pierścieniem (4) wieńczącym, w którego otworze umieszczony jest z nieznacznym luzem ruchomy grzejnik (5) w postaci zamkniętego naczynia wyposażonego w zewnętrzną kryzę (6) leżącą swobodnie w pozycji spoczynkowej na pierścieniu (4) wieńczącym, przy czym na podstawie (2) zamontowany jest silnik (11) elektryczny z pionową śrubą pociągową (12), wkręconą górną częścią w tuleję napędową (11), zamocowaną od spodu do przesuwnej w pionie, w przewodnicach (3) poziomej platformy (14), mającej w górnej powierzchni gniazdo, w którym umieszczony jest odbiornik ciepła (16), a ponadto czujnik temperatury (10) grzejnika (5) i czujnik temperatury (17) odbiornika ciepła (16) połączone są elektrycznie z przetwornikiem prądu elektrycznego (22), który podłączony jest do zasilacza (21) oraz poprzez miernik prądu elektrycznego (23) połączony jest z komputerem (24).

2. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że silnik (11) elektryczny sterowany jest sterownikiem (19) położenia platformy (14).

3. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że platforma (14) ma przy krawędziach otwarte wcięcia suwakowe obejmujące częściowo przewodnice (3).

4. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gniazdo platformy (14) ma osłonę (15) termiczną odbiornika ciepła (16).

5. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że platforma (14) wyposażona jest w wyłącznik krańcowy (18).

Rysunki

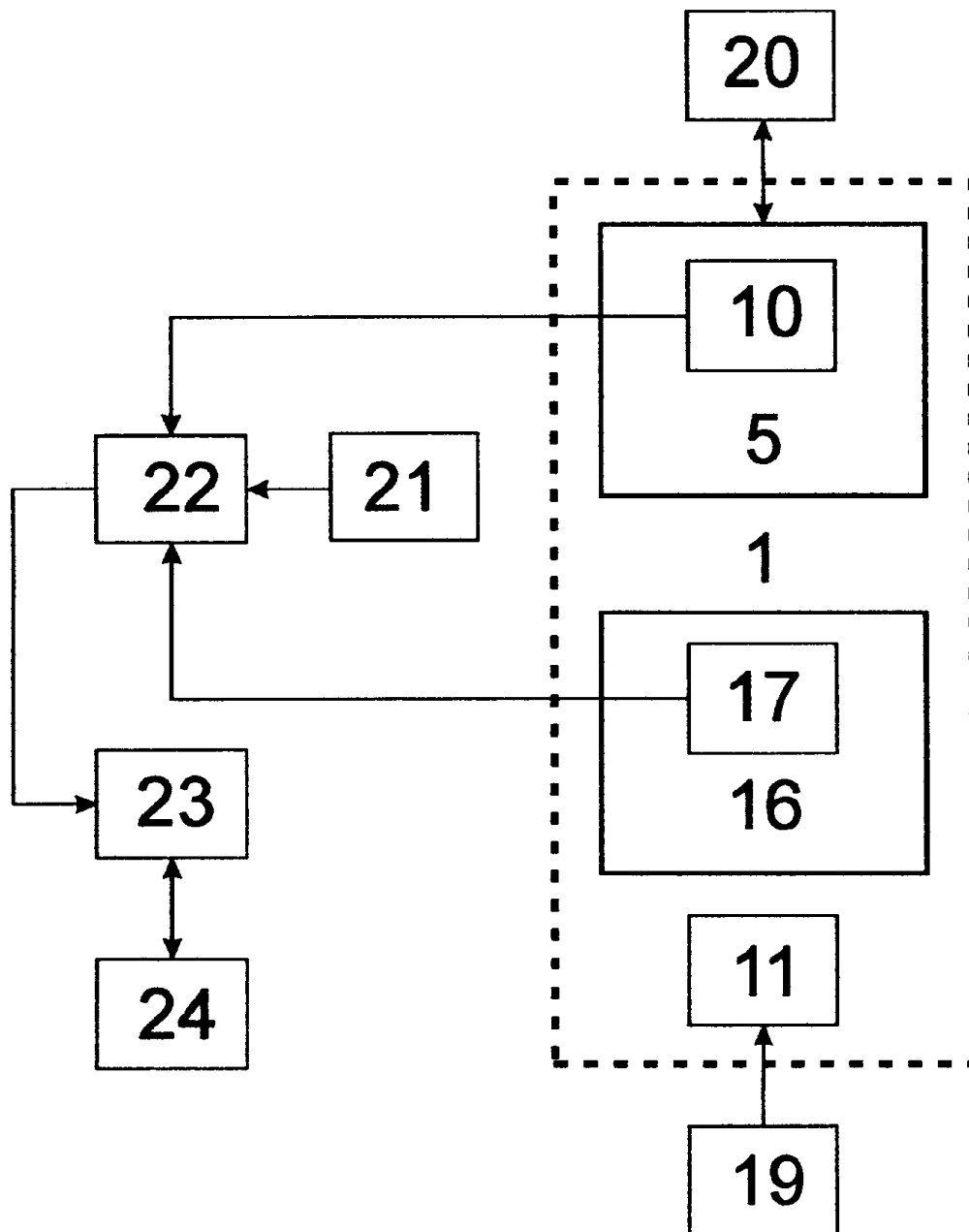


Fig. 1

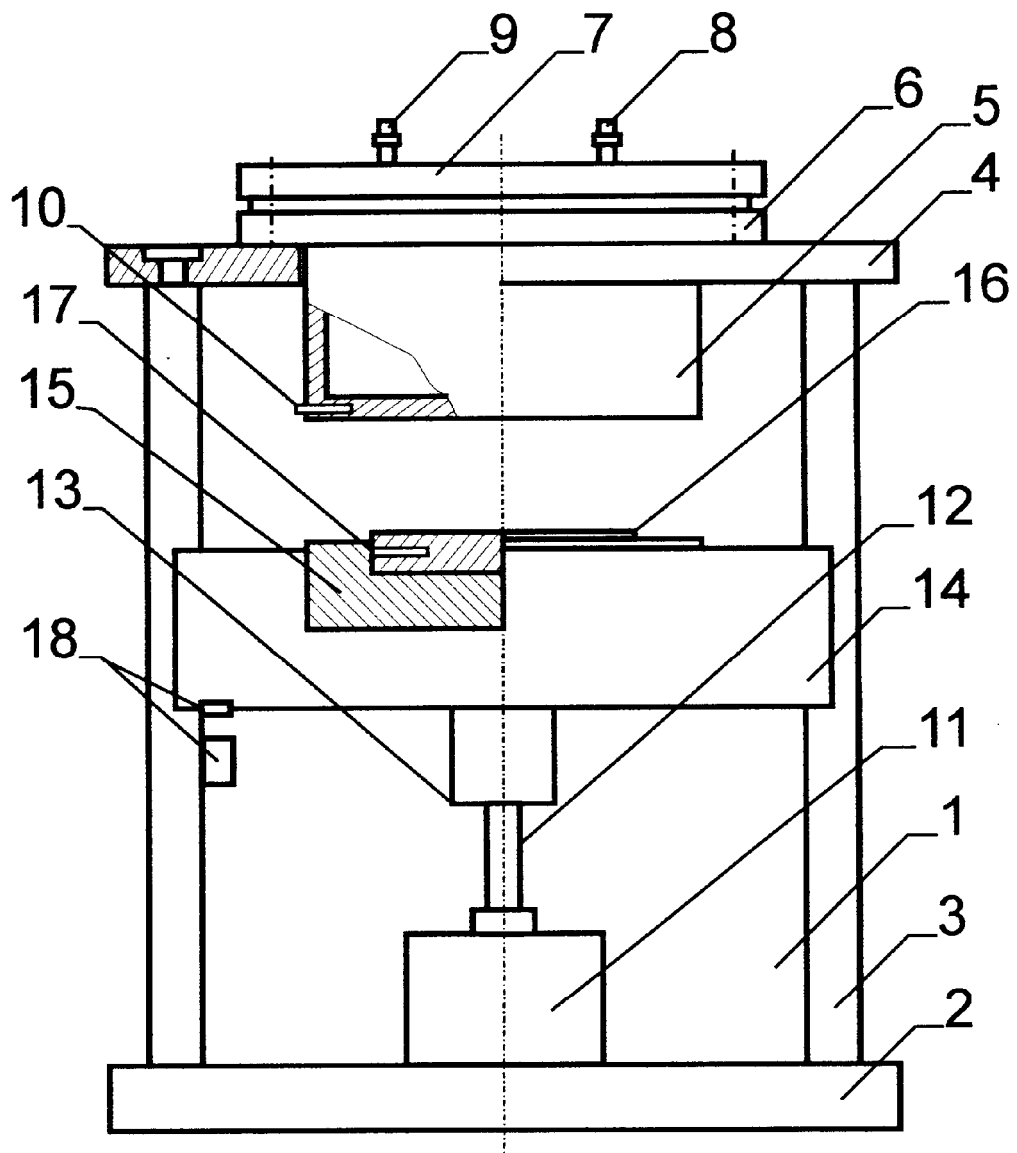


Fig. 2

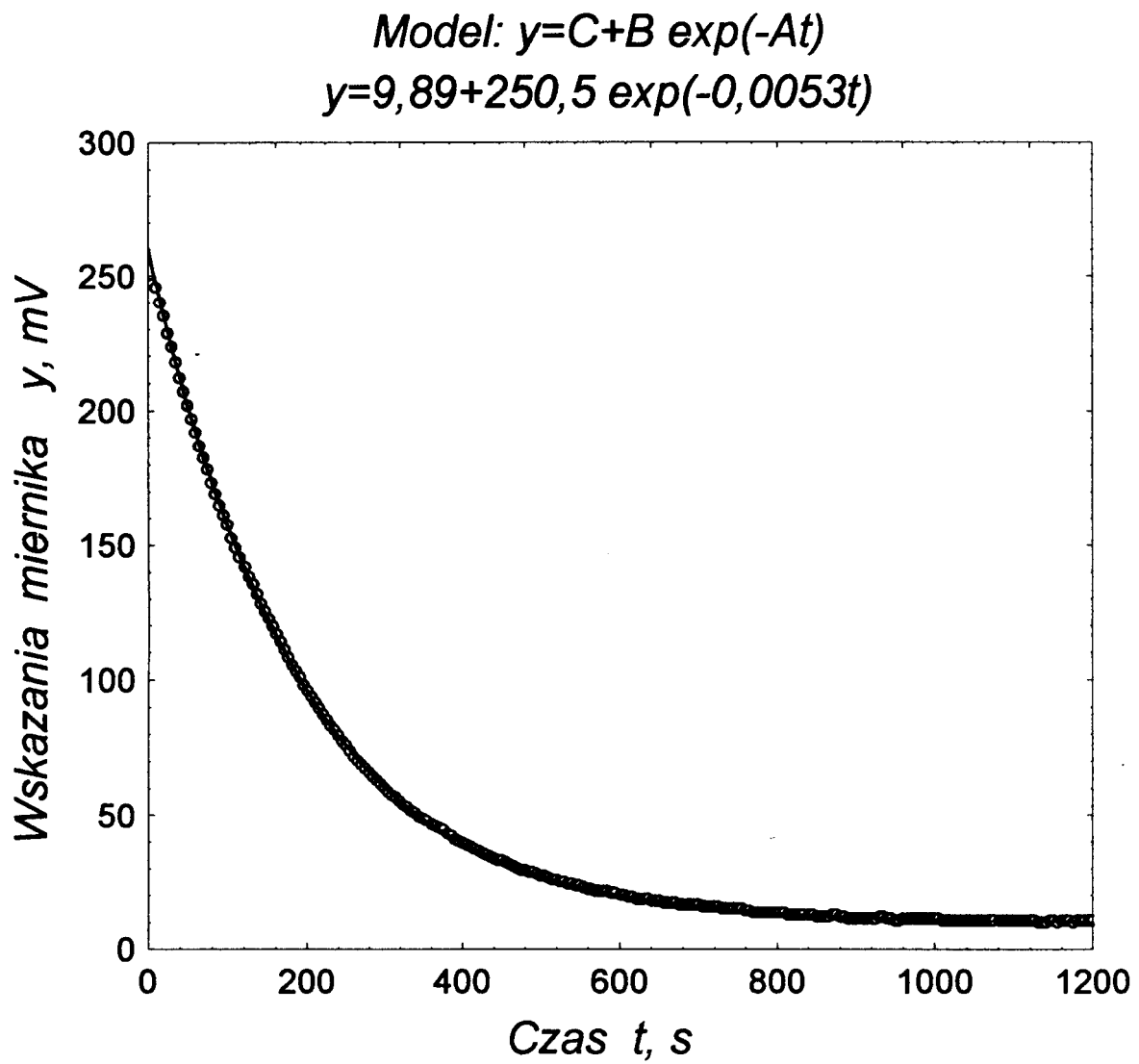


Fig. 3