



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **358439**

(22) Data zgłoszenia: **24.01.2003**

(51) Int.Cl.

G01N 15/08 (2006.01)

G01N 25/18 (2006.01)

G01N 33/36 (2006.01)

G01N 33/44 (2006.01)

(54) **Urządzenie do badania przenoszenia masy w materiałach kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

26.07.2004 BUP 15/04

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

27.02.2009 WUP 02/09

(73) Uprawniony z patentu:

**Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,
Kraków,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Ewa Marcinkowska,Kraków,PL
Waldemar Żuk,Kraków,PL**

(74) Pełnomocnik:

**Bartuła Michał E.,
Biuro Techniczno Prawne PATENT**

(57) 1. Urządzenie do badania przenoszenia masy w materiałach kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych, sterowane komputerem i zawierające moduł pomiarowy w postaci otwartego od góry naczynia, w którym umieszczona jest grzałka z czujnikiem temperatury, połączonym z regulatorem temperatury, umieszczony jest dozownik wody, połączony rurowo poprzez pompę ze zbiornikiem wody, nad grzałką jest wentylator, wyposażony w czujnik prędkości obrotowej, a powyżej jest porowata przegroda, nad którą zamocowana jest rozłącznie badana próbka z materiału kapilarno-porowatego, i mające na zewnątrz modułu mierniki ciśnienia i wilgotności atmosfery zewnętrznej, **znamiennie tym**, że w module (1) pomiarowym pomiędzy porowatą przegrodą (10) a próbką (13) jest umieszczony czujnik temperatury (11) powietrza, połączony z regulatorem temperatury (23) i czujnik wilgotności względnej (12) powietrza, połączony z miernikiem wilgotności względnej (27) oraz moduł (1) pomiarowy połączony jest rozłącznie i szczelnie z kolektorem (14), którym jest rura wykształcona na długości w zamkniętą pętlę, wyposażonym w wentylator (15) z czujnikiem prędkości obrotowej (16), połączonymi z regulatorem prędkości obrotowej (30), w czujnik temperatury (17) powietrza, połączony z regulatorem temperatury (23), w czujnik wilgotności względnej (19) powietrza, połączony z miernikiem wilgotności względnej (31) i w umieszczony nad próbką (13) bezstykowy miernik temperatury (21) górnej powierzchni próbki (13),...

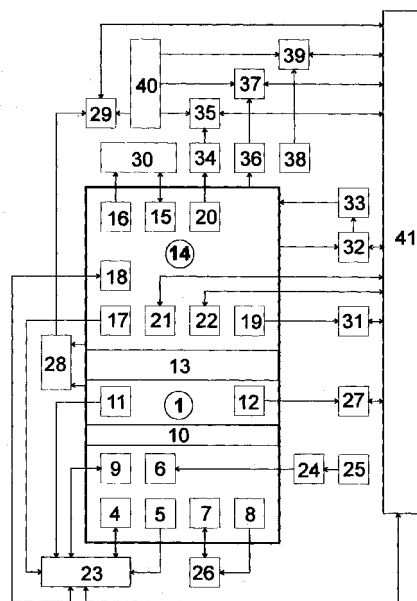


Fig. 1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do badania przenoszenia masy w materiałach kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych. Zasadniczo urządzenie przeznaczone jest do badań materiałów noszonych, używanych przez człowieka, ale może być używane również do badań materiałów o zastosowaniach technicznych.

Z polskiego opisu patentowego nr 181 266 znane jest urządzenie do badania właściwości higienicznych materiałów kapilarno-porowatych, stosowanych zwłaszcza do wyrobu odzieży i obuwia. Urządzenie to podzielone jest na dwie komory: dolną komorę parownika i górną komorę pomiarową. W komorze parownika umieszczona jest grzałka parownika zaopatrzona w czujnik temperatury oraz dozownik wody, składający się z elastycznego przewodu rurowego o małym przekroju i końcówki podającej wodę na grzałkę. Nad grzałką usytuowany jest mieszacz atmosfery wyposażony w czujnik prędkości obrotowej. Pomiedzy komorą parownika a komorą pomiarową jest zamocowany rozłącznie dyfuzor w postaci porowatej płytki ceramicznej lub metalowej, mającej przelotowe kanaliki. Suma powierzchni wlotowych kanałików od strony komory parownika jest większa od sumy powierzchni wylotowych od strony komory pomiarowej. W komorze pomiarowej jest umieszczona grzałka dogrzewająca, czujnik temperatury i czujnik wilgotności. Komora pomiarowa zamknięta jest od góry płaską próbką badanego materiału, która to próbka zamocowana jest rozłącznie w uchwycie mocującym.

Na zewnątrz urządzenia usytuowany jest zasobnik wody, który poprzez pompę połączony jest przewodem rurowym z dozownikiem wody komory parownika. Poza urządzeniem umieszczony jest układ kontroli i regulacji temperatury komory pomiarowej, regulator temperatury grzałki parownika, układ pomiaru wilgotności powietrza w komorze pomiarowej i powietrza na zewnątrz urządzenia oraz regulator prędkości obrotowej mieszacza powietrza komory parownika. Wszystkie czujniki, sterowniki, regulatory i układy połączone są z komputerem sterującym pracą całego urządzenia.

Z normy europejskiej EN 31092:1993 stanowiącej wprowadzenie normy międzynarodowej ISO 11092:1993 znane jest urządzenie do pomiaru oporu cieplnego i oporu pary wodnej w warunkach stanu ustalonego.

Urządzenie to ma stół pomiarowy, w którego otworze umieszczona jest komora pomiarowa, a w niej płyta pomiarowa, otoczona od spodu i z boków osłoną izolacji termicznej. Płytę pomiarową stanowi porowata, metalowa płyta o grubości około 3 mm. Płyta pomiarowa ma układ regulacji pionowej, umożliwiający zrównanie w warunkach pomiaru górnej powierzchni płyty z powierzchnią stołu pomiarowego. Płyta pomiarowa wyposażona jest w czujnik temperatury i regulator temperatury dla utrzymania stałej temperatury płyty oraz miernik mocy grzewczej. Do płyty pomiarowej podłączony jest dozownik wody z regulatorem, zapewniającym stały poziom wody w płycie. Woda ta powinna być uprzednio podgrzana do temperatury płyty i w tym celu przepuszczana jest przez kanaliki osłony termicznej.

Płyta pomiarowa przymocowana jest od dołu do metalowego bloku zawierającego elektryczny element grzewczy, wyposażony w czujnik i regulator temperatury.

Na wysokości nie mniejszej niż 50 mm nad powierzchnią płyty pomiarowej przepływa klimatyzowane powietrze.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że w module pomiarowym pomiędzy porowatą przegrodą a próbką jest umieszczony czujnik temperatury powietrza, połączony z regulatorem temperatury i czujnik wilgotności względnej powietrza, połączony z miernikiem wilgotności względnej.

Moduł pomiarowy połączony jest rozłącznie i szczelnie z kolektorem powietrznym, którym jest rura wykształcona na długości w zamkniętą pętlę. Kolektor wyposażony jest w wentylator z czujnikiem prędkości obrotowej, które połączone są z regulatorem prędkości obrotowej. Kolektor wyposażony jest ponadto w czujnik temperatury powietrza, połączony z regulatorem temperatury, w czujnik wilgotności względnej powietrza, połączony z miernikiem wilgotności względnej i w umieszczony nad próbką bezstykowy miernik temperatury górnej powierzchni próbki. Do kolektora podłączone są rurowo w obiegu zamkniętym pompa do podawania powietrza i absorber wilgoci.

Na zewnątrz kolektora jest pompa podająca wodę do dozownika oraz czujnik ciśnienia atmosferycznego połączony z przetwornikiem ciśnienia atmosferycznego, który podłączony jest do zasilacza. Regulator temperatury, miernik wilgotności względnej powietrza w module, miernik wilgotności względnej powietrza w kolektorze, pompa do podawania powietrza i przetwornik ciśnienia atmosferycznego połączone są z komputerem.

Na całej lub części powierzchni ściany bocznej modułu korzystnie są dodatkowe grzałki, połączone z regulatorem temperatury.

Korzystnie nad próbką umieszczona jest chłodnica, połączona z regulatorem temperatury, a w module umieszczony jest miernik wilgotności względnej próbki, połączony z komputerem.

Korzystnie przestrzeń pod próbką i przestrzeń nad próbką połączone są rurowo z umieszczonym na zewnątrz modułu różnicowym czujnikiem ciśnienia, połączonym z przetwornikiem różnicowego ciśnienia.

W kolektorze jest korzystnie zwężka pomiarowa przepływu powietrza wyposażona w różnicowy czujnik, połączony z przetwornikiem różnicowego ciśnienia, połączony z kolei z zasilaczem i komputerem.

Korzystnie kolektor wyposażony jest w różnicowy czujnik ciśnienia w kolektorze względem ciśnienia powietrza na zewnątrz, połączony z przetwornikiem różnicowego ciśnienia, połączonym z kolei z zasilaczem i komputerem.

Zaletą przedstawionego powyżej rozwiązania jest to, że umożliwia ono wykonanie precyzyjnych badań przenoszenia masy w materiałach kapilarno-porowatych o stosunkowo rzadkiej strukturze. Budowa urządzenia, bogate wyposażenie go w wiele czujników, mierników i regulatorów umożliwia szeroki zakres badań, programowe i automatyczne ich sterowanie z pełną graficzną i numeryczną wizualizacją danych w trakcie badań, a także ich gromadzenie dla dalszego przetwarzania.

Urządzenie jest uniwersalne w zastosowaniu do różnych ośrodków gazowych. W typowym i najpospolitszym stosowaniu do badań związanych z użytkowaniem materiałów przez człowieka atmosferą wewnętrzną i zewnętrzną jest powietrze, ewentualnie z parą wodną, natomiast w przypadku materiałów o zastosowaniu technicznym atmosferę może stanowić dowolny gaz lub mieszanina gazów.

Urządzenie według wynalazku przedstawione jest w przykładzie wykonania w wersji optymalnej na rysunku, na którym fig. 1 stanowi schemat blokowy całego urządzenia, a fig. 2 jest schematem ideowym modułu pomiarowego i kolektora w przekroju poprzecznym, częściowo w widoku z boku modułu pomiarowego.

Urządzenie składa się z trzech podstawowych, rozbudowanych zespołów: modułu 1 pomiarowego z wyposażeniem i osprzętem, połączonego z nim mechanicznie i rozłącznie kolektora 14 powietrznego z wyposażeniem i osprzętem oraz połączonego z nimi, rurowo lub elektrycznie, zespołu urządzeń pomiarowych, regulacyjnych, przetwarzających, sterujących pracą pozostałych zespołów, a tym samym całego urządzenia.

Moduł 1 pomiarowy ma postać otwartego od góry walcowego naczynia o podstawie 2 i ścianie 3. W dolnej części modułu 1 zamocowana jest grzałka 4 z umieszczonym na niej czujnikiem temperatury 5. Grzałka 4 i czujnik temperatury 5 połączone są z umieszczonym na zewnątrz regulatorem temperatury 23. Nad grzałką 4 umieszczony jest dozownik 6 wody, połączony z umieszczoną na zewnątrz pompą 24 do podawania wody, która przyłączona jest do zbiornika 25 wody. Nad grzałką 4 i dozownikiem 6 wody zamontowany jest wentylator 7 z czujnikiem prędkości obrotowej 8, które połączone są z umieszczonym na zewnątrz regulatorem prędkości obrotowej 26. Na stronie wewnętrznej dolnej części ściany 3 jest grzałka 9 połączona z regulatorem temperatury 23.

W górnej części modułu 1 jest pozioma, porowata przegroda 10 i nad nią, w niewielkiej odległości jest rozpięta próbka 13 badanego materiału, a pomiędzy nimi umieszczony jest czujnik temperatury 11 połączony z umieszczonym na zewnątrz regulatorem temperatury 23 oraz czujnik wilgotności względnej 12 powietrza, połączony z usytuowanym na zewnątrz miernikiem wilgotności względnej 27. Przestrzenie pod i nad próbką 13 połączone są rurowo z umieszczonym na zewnątrz różnicowym czujnikiem ciśnienia 28, który połączony jest z przetwornikiem różnicowego ciśnienia 29 na próbce 13.

Moduł 1 pomiarowy połączony jest rozłącznie i szczelnie z kolektorem 14 powietrznym, który stanowi rura wykształcona na długości w pętlę zbliżoną do prostokąta o zaokrąglonych narożach. Kolektor 14 wyposażony jest w wentylator 15 z czujnikiem prędkości obrotowej 16, które połączone są elektrycznie z usytuowanym na zewnątrz regulatorem prędkości obrotowej 30. W kolektorze 14 zamontowany jest czujnik temperatury 17 oraz chłodnica 18, które połączone są elektrycznie z regulatorem temperatury 23, oraz umieszczony jest czujnik wilgotności względnej 19 powietrza, połączony z umieszczonym na zewnątrz miernikiem wilgotności względnej 31.

Do kolektora 14 podłączone są rurowo w obiegu zamkniętym pompa 32 do podawania powietrza i absorber wilgoci 33. W prostym odcinku kolektora 14 wmontowana jest zwężka pomiarowa 20 wyposażona w różnicowy czujnik ciśnienia 34 powietrza, połączony z usytuowanym na zewnątrz przetwornikiem różnicowego ciśnienia 35.

Kolektor 14 wyposażony jest dodatkowo w różnicowy czujnik ciśnienia 36 powietrza, połączony z przetwornikiem różnicowego ciśnienia 37. Umieszczony na zewnątrz kolektora 14 czujnik ciśnienia atmosferycznego 38 połączony jest z przetwornikiem ciśnienia atmosferycznego 39.

Przetworniki ciśnienia 29, 35, 37 i 39 połączone są z zasilaczem 40.

Nad próbką 13 w górnej części kolektora 14 umieszczony jest bezstykowy miernik temperatury 21 górnej powierzchni próbki 13 oraz miernik wilgotności względnej 22 próbki 13. Sterowanie pracą urządzenia, graficzną i numeryczną wizualizację danych w trakcie pomiaru, a także gromadzenie danych do dalszego ich przetwarzania wykonuje komputer 41, do którego podłączone są: bezstykowy miernik temperatury 21, miernik wilgotności względnej 22, regulator temperatury 23, miernik wilgotności względnej 27, przetwornik różnicowego ciśnienia 29, miernik wilgotności względnej 31 powietrza, pompa 32, przetwornik różnicowego ciśnienia 35, przetwornik różnicowego ciśnienia 37 i przetwornik ciśnienia atmosferycznego 39.

Urządzenie przygotowuje się do pracy w ten sposób, że w zbiorniku 25 umieszcza się końcówkę wężyka ssącego pompy 24 do podawania wody i uruchamia pompę 24, włączając maksymalną moc. Pompa 24 pracuje w ten sposób do chwili wypłynięcia cieczy z dozownika 6, po czym się ją wyłącza.

Następnie włącza się zasilacz 40, uruchamia regulator prędkości obrotowej 26 wentylatora 7, regulator prędkości obrotowej 30 wentylatora 15, komputer 41 oraz urządzenia z nim współpracujące: bezstykowy miernik temperatury 21 powierzchni górnej próbki 13, miernik wilgotności względnej 22 próbki 13, regulator temperatury 23, miernik wilgotności względnej 27 powietrza, przetwornik różnicowego ciśnienia 29, miernik wilgotności względnej 31, pompę 32, przetwornik różnicowego ciśnienia 35, przetwornik różnicowego ciśnienia 37 i przetwornik ciśnienia atmosferycznego 39.

Po włączeniu urządzenia uruchamia się oprogramowanie komputerowe i zadaje stałe wartości parametrów określających warunki pracy urządzenia, przykładów: temperaturę grzałki 4 w wysokości 105°C , temperaturę w module 1 i pod próbką 13 na poziomie 34°C oraz temperaturę powietrza w kolektorze 14 o wartości 24°C . Zadaje się prędkości obrotowe wentylatorów 7 i 15 o wartości 1500 obrotów na minutę i prędkość obrotów pompy 24 na poziomie 4 obroty na minutę, co odpowiada 3,5 mg $\text{H}_2\text{O}/\text{min}$. Programuje się stałą wartość wilgotności względnej powietrza w kolektorze 14 w wysokości 60% i okresowo kontroluje stan sorbentu wilgoci w absorberze 33. Odłącza się moduł 1 od kolektora 14 i kładzie próbkę 13 w górnej jego części, po czym wpina się moduł 1 w gniazdo kolektora 14.

Po chwili pracy urządzenia ustala się stan równowagi termicznej oraz wilgotność względna w module 1 i kolektorze 14. Wówczas włącza się pompę 24 oraz rejestruje się i obserwuje na monitorze komputera 41 przebiegi wielkości zmiennych w czasie: wilgotności względnej pod próbką 13, wilgotności względnej próbki 13, ilość wilgoci usuwanej z kolektora 14 i temperatury punktu rosy dla wilgotności względnej i temperatury pod próbką 13.

Rejestruje się i obserwuje na monitorze komputera 41 również wartości wielkości mierzonych, które mogą w czasie pomiaru ulec zmianie, a mianowicie: temperaturę zewnętrzną powierzchni próbki 13, różnicę ciśnienia pod i nad próbką 13, różnicę ciśnienia na zwężce pomiarowej 20, różnicę ciśnienia w kolektorze 14 w stosunku do ciśnienia atmosferycznego, ciśnienie atmosferyczne.

Rejestruje się i obserwuje na monitorze wartości parametrów stałych, charakterystycznych dla przyjętej metodyki badania: temperaturę w module 1 pod próbką 13, temperaturę grzałki 4, temperaturę powietrza w kolektorze 14, wilgotność względną powietrza w kolektorze 14, chwilową i sumaryczną ilość wody podawanej do modułu 1.

Podawanie wody na grzałkę 4 powoduje natychmiastową zamianę jej w parę wodną, którą wentylator 7 rozprowadza równomiernie wewnątrz modułu 1. Grzałka 4 i grzałka 9 utrzymują stałą i wyrównaną temperaturę powietrza modułu 1, do czego przyczynia się działanie wentylatora 7, które przeciwdziała również niepożądanemu przekroczeniu temperatury punktu rosy. Zastosowana porowata przegroda 10 porządkuje i uspokaja ruch powietrza w module 1 z zawieszonymi cząsteczkami wody. W zależności od higroskopijnych i przepływowych właściwości badanego materiału następuje szybszy lub wolniejszy wzrost wilgotności względnej pod próbką 13.

Wytworzony gradient ciśnienia cząstkowego pary wodnej na grubości próbki 13 powoduje przemieszczanie się cząsteczek pary wodnej przez próbkę 13 do powietrza w kolektorze 14, co zwiększa jego wilgotność. Programowy regulator wilgotności względnej powietrza w kolektorze 14 za pośrednictwem czujnika wilgotności względnej 19 ustala różnicę pomiędzy zadaną a rzeczywistą wartością wilgotności i daje odpowiedni sygnał do komputera 41. Oprogramowanie powoduje uruchomienie pompy 32 podającej powietrze z kolektora 14 do absorbera 33 wilgoci z szybkością obrotową właściwą dla różnicy pomiędzy zadaną a rzeczywistą wartością wilgotności względnej powietrza w kolektorze 14. Pompa 32 sterowana regulatorem przepompowuje część powietrza kolektora 14 przez absorber wilgoci 33. Całkowicie osuszone powietrze wraca do zamkniętego obiegu w kolektorze 14. Zamontowany w kolektorze 14 wentylator 15 wymusza przepływ powietrza o stałej wilgotności względnej w obiegu

zamkniętym nad próbką 13. Obroty wentylatora 15 zadaje się w zależności od właściwości badanego materiału i celu badań.

Na podstawie obrotów pompy 32, wymiarów geometrycznych węża pompy 32, wilgotności względnej i temperatury powietrza w kolektorze 14 oblicza się ilość wody usuniętej z powietrza w kolektorze 14. Odpowiada ona ilości pary wodnej, która dyfunduje przez próbkę 13. Z różnicy sumarycznej ilości wody podanej przez pompę 24 w czasie pomiaru i ilości pary wodnej odprowadzonej z powietrza kolektora 14, z uwzględnieniem zmiany wilgotności w module 1 pod próbką 13, oblicza się sorpcję pary wodnej przez próbkę 13.

Wyższa temperatura powietrza modułu 1 od powietrza kolektora 14 może spowodować niekorzystne ogrzanie powietrza kolektora 14. Wówczas przeciwdziała temu chłodnica 18, która powoduje obniżenie temperatury powietrza kolektora 14 do wartości zadanej na regulatorze temperatury 23. Odwrócenie biegunowości prądu zasilającego chłodnicę 18 powoduje ogrzewanie i podniesienie temperatury powietrza kolektora 14. Można to zastosować w wariantach metodyki pomiarowej.

Wykaz oznaczeń

1. Moduł pomiarowy
2. Podstawa modułu 1
3. Ściana modułu 1
4. Grzałka
5. Czujnik temperatury grzałki 4
6. Dozownik wody
7. Wentylator w module 1
8. Czujnik prędkości obrotowej wentylatora 7
9. Grzałka ściany 3 modułu 1
10. Przegroda porowata
11. Czujnik temperatury powietrza pod próbką 13
12. Czujnik wilgotności względnej powietrza pod próbką 13
13. Próbką
14. Kolektor powietrzny
15. Wentylator obiegu powietrza w kolektorze 14
16. Czujnik prędkości obrotowej wentylatora 15
17. Czujnik temperatury powietrza w kolektorze 14
18. Chłodnica
19. Czujnik wilgotności względnej powietrza w kolektorze 14
20. Zwężka pomiarowa przepływu powietrza w kolektorze 14
21. Bezstykowy miernik temperatury powierzchni górnej próbki 13
22. Miernik wilgotności względnej próbki 13
23. Regulator temperatury
24. Pompa do podawania wody
25. Zbiornik wody
26. Regulator prędkości obrotowej wentylatora 7
27. Miernik wilgotności względnej powietrza w module 1
28. Różnicowy czujnik ciśnienia na próbce 13
29. Przetwornik różnicowego ciśnienia na próbce 13
30. Regulator prędkości obrotowej wentylatora 15
31. Miernik wilgotności względnej powietrza w kolektorze 14
32. Pompa do podawania powietrza
33. Absorber wilgoci powietrza kolektora 14
34. Różnicowy czujnik ciśnienia powietrza na zwężce 20
35. Przetwornik różnicowego ciśnienia powietrza na zwężce 20
36. Różnicowy czujnik ciśnienia powietrza w kolektorze 14
37. Przetwornik różnicowego ciśnienia powietrza w kolektorze 14
38. Czujnik ciśnienia atmosferycznego
39. Przetwornik ciśnienia atmosferycznego
40. Zasilacz
41. Komputer

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do badania przenoszenia masy w materiałach kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych, sterowane komputerem i zawierające moduł pomiarowy w postaci otwartego od góry naczynia, w którym umieszczona jest grzałka z czujnikiem temperatury, połączonym z regulatorem temperatury, umieszczony jest dozownik wody, połączony rurowo poprzez pompę ze zbiornikiem wody, nad grzałką jest wentylator, wyposażony w czujnik prędkości obrotowej, a powyżej jest porowata przegroda, nad którą zamocowana jest rozłącznie badana próbka z materiału kapilarno-porowatego, i mające na zewnątrz modułu mierniki ciśnienia i wilgotności atmosfery zewnętrznej, **znamienne tym**, że w module (1) pomiarowym pomiędzy porowatą przegrodą (10) a próbką (13) jest umieszczony czujnik temperatury (11) powietrza, połączony z regulatorem temperatury (23) i czujnik wilgotności względnej (12) powietrza, połączony z miernikiem wilgotności względnej (27) oraz moduł (1) pomiarowy połączony jest rozłącznie i szczelnie z kolektorem (14), którym jest rura wykształcona na długości w zamkniętą pętlę, wyposażonym w wentylator (15) z czujnikiem prędkości obrotowej (16), połączonymi z regulatorem prędkości obrotowej (30), w czujnik temperatury (17) powietrza, połączony z regulatorem temperatury (23), w czujnik wilgotności względnej (19) powietrza, połączony z miernikiem wilgotności względnej (31) i w umieszczony nad próbką (13) bezstykowy miernik temperatury (21) górnej powierzchni próbki (13), a ponadto do kolektora (14) podłączone są rurowo w obiegu zamkniętym pompa (32) do podawania powietrza i absorber wilgoci (33), natomiast na zewnątrz modułu 1 i kolektora (14) jest pompa 24 podająca wodę do dozownika 6 oraz czujnik ciśnienia atmosferycznego (38), połączony z przetwornikiem ciśnienia atmosferycznego (39), który podłączony jest do zasilacza (40), przy czym regulator temperatury (23), miernik wilgotności względnej (27) powietrza w module 1, miernik wilgotności względnej (31) powietrza w kolektorze (14), pompa do podawania powietrza (32), przetwornik ciśnienia (39) połączone są z komputerem (41).

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że na całej lub części powierzchni ściany bocznej (3) modułu (1) są dodatkowe grzałki (9), połączone z regulatorem temperatury (23).

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że w module (1) nad próbką (13) umieszczona jest chłodnica (18) połączona z regulatorem temperatury (23).

4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że w module (1) umieszczony jest miernik wilgotności względnej (22) próbki (13), połączony z komputerem (41).

5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że przestrzeń pod próbką (13) i przestrzeń nad próbką (13) połączone są rurowo z umieszczonym na zewnątrz modułu (1) różnicowym czujnikiem ciśnienia (28), połączonym z przetwornikiem różnicowego ciśnienia (29).

6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że w kolektorze (14) jest zwężka pomiarowa (20) przepływu powietrza, wyposażona w różnicowy czujnik ciśnienia (34), połączony z przetwornikiem różnicowego ciśnienia (35), połączonym z kolei z zasilaczem (40) i komputerem (41).

7. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że kolektor (14) wyposażony jest w różnicowy czujnik ciśnienia (36) powietrza w kolektorze (14) względem ciśnienia powietrza na zewnątrz, połączony z przetwornikiem różnicowego ciśnienia (37), połączonym z kolei z zasilaczem (40) i komputerem (41).

Rysunki

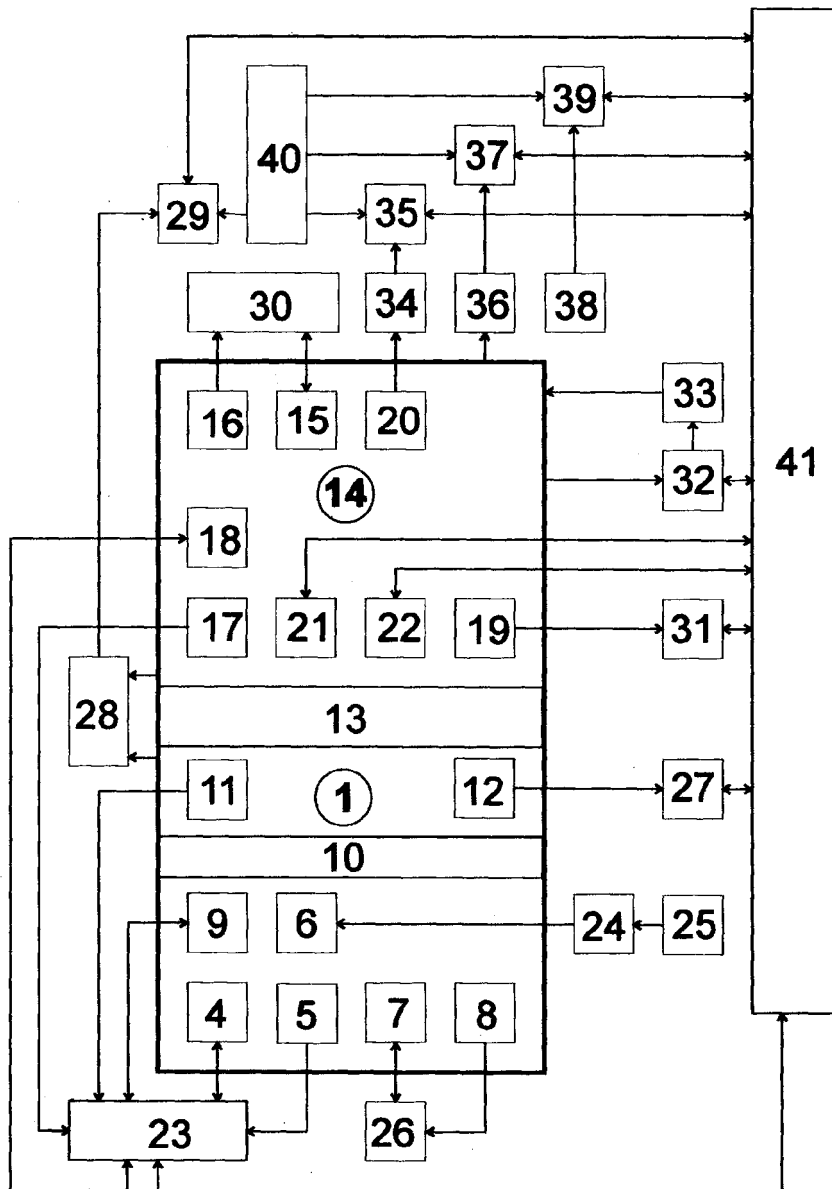


Fig. 1

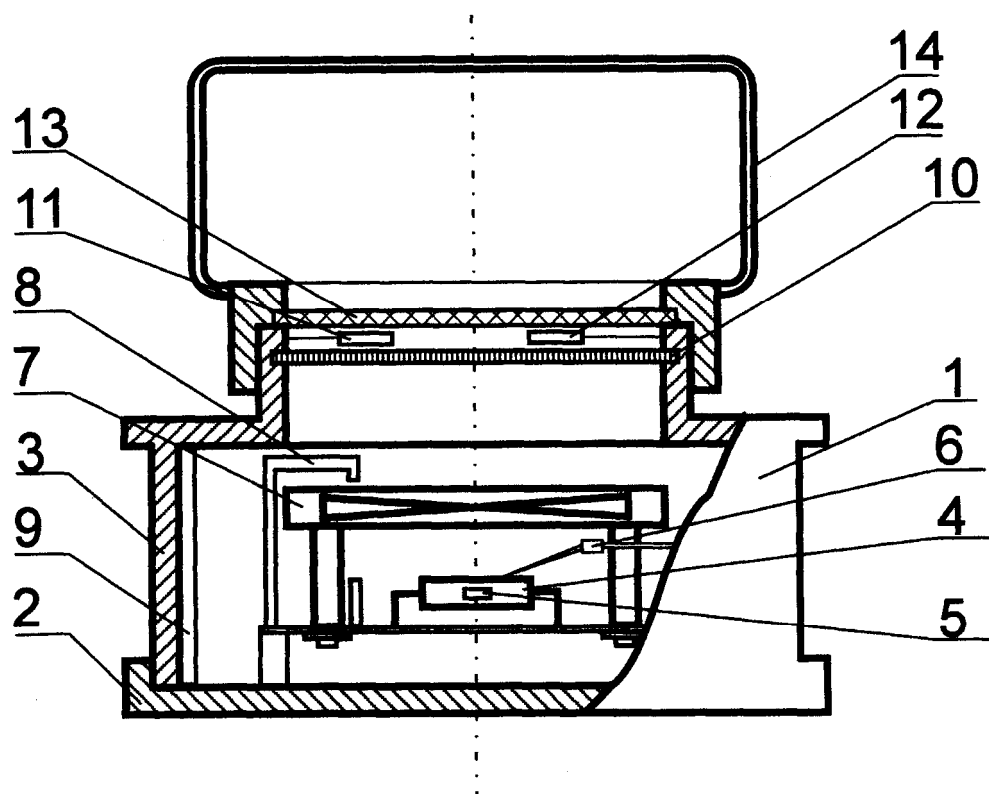


Fig. 2