RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **202146**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **358438**

(22) Data zgłoszenia: **24.01.2003**

(51) Int.Cl.
G01N 7/10 (2006.01)
G01N 15/08 (2006.01)
G01N 33/36 (2006.01)
G01N 33/44 (2006.01)

(54) **Sposób pomiaru przepuszczalności i sorpcji pary wodnej materiałów kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
11.08.2003 BUP 16/03

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.06.2009 WUP 06/09

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

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

(74) Pełnomocnik:
Bartula Michał E.,
Biuro Techniczno-Prawne PATENT

(57) 1. Sposób pomiaru przepuszczalności i sorpcji pary wodnej materiałów kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych, w którym para wodna przenosi się z przestrzeni podawczej o wyższej prężności pary wodnej przez próbkę materiału kapilarno-porowatego, stanowiącą wymienny element ograniczających przestrzeń podawczą ścian do przestrzeni odbiorczej o niższej prężności pary wodnej, przy założonej różnicy temperatury, przy czym do objętości przestrzeni podawczej na tyle małej, że właściwości materiału próbki, jak sorpcja i przepuszczalność pary wodnej, wpływają w istotny sposób na panującą w niej wilgotność względną, dozuje się w sposób ciągły stałą w czasie ilość wody oraz dostarcza ciepło do jej odparowania i osiągnięcia stanu równowagi w warunkach gradientu temperatury i wilgotności, **znamienny tym**, że mierzy się ilość wody podawanej z przestrzeni podawczej pod badaną próbkę wody a w ograniczonej objętościowo przestrzeni odbiorczej wymusza się, w płaszczyźnie zasadniczo prostopadłej do strumienia podawanej wody w postaci pary, strumieniowy o obiegu zamkniętym przepływ jednorodnego w swej masie w strefie przed wlotem pary wodnej, powietrza o założonej stałej temperaturze i stałej wilgotności względnej, której wartość utrzymuje się przez bieżące usuwanie poza strefą wlotu pary wodnej, z równoczesnym pomiarem, odpowiedniej ilości pary wodnej z części strumienia powietrza, która to ilość jest miarą wody, która przeniknęła w postaci pary wodnej przez próbkę, natomiast z bilansu ilości wody podawanej z przestrzeni podawczej pod próbkę i ilości pary wodnej, która przeniknęła przez próbkę, ustala się ilość zaabsorbowanej przez próbkę pary wodnej.

PL 202146 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru przepuszczalności i sorpcji pary wodnej materiałów kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych.

Materiały stosowane w ubiorze człowieka, ze względu na podstawową ich funkcję - izolowanie ciała człowieka od wpływów otoczenia - mają z reguły dobrze rozwiniętą kapilarno-porowatą strukturę, którą cechuje zdolność do wchłaniania oraz przepuszczania cieczy i gazów. Ilość, a także sposób wiązania i przepuszczania pary wodnej stanowią istotny czynnik opóźniający bądź przyspieszający odczucie przez człowieka chłodu, a w przypadku wysokiej temperatury otoczenia - wrażenia nadmiernego ciepła i wilgoci.

Współczesna odzież i obuwie wykonane są często z układów wielowarstwowych uzyskanych z połączenia różnymi technikami kilku materiałów pojedynczych. Właściwości układu w znaczący sposób odbiegają od właściwości poszczególnych materiałów wchodzących w jego skład. Elementami układów wielowarstwowych mogą być tkaniny, dzianiny i włókniny wytworzone w oparciu o włókna naturalne i syntetyczne. Duża różnorodność materiałów i technologii ich łączenia wymaga od producentów dobrej znajomości cech pojedynczych materiałów, a także ich układów.

Z polskiego opisu patentowego nr 186 267 znany jest sposób badania przepuszczalności pary wodnej materiałów kapilarno-porowatych o zagęszczonej strukturze, jak skóry i materiały skóropodobne. W sposobie tym para wodna przenosi się z przestrzeni podawczej o wyższej prężności pary wodnej przez próbkę materiału kapilarno-porowatego, stanowiącą wymienny fragment ograniczających przestrzeń podawczą ścian, do przestrzeni odbiorczej o niższej prężności pary wodnej, przy założonej różnicy temperatur. W sposobie tym do objętości przestrzeni podawczej dozuje się w sposób ciągły stałą w czasie ilość wody oraz dostarcza ciepło do jej odparowania i utrzymania stałej temperatury, korzystnie około 313 K. Wskutek tego zwiększa się prężność pary wodnej i wilgotność względna powietrza. Objętość przestrzeni podawczej jest na tyle mała, że właściwości materiału próbki, jak sorpcja i przepuszczalność pary wodnej, wpływają w istotny sposób na panującą w przestrzeni podawczej wilgotność względną.

W drugiej, oddzielonej próbką materiału przestrzeni odbiorczej ustala się warunki określone temperaturą w wysokości od 260 do 310 K i wilgotnością względną w zakresie od 20 do 100%. Po upływie określonego czasu badania ustala się stan równowagi dynamicznej pomiędzy ilością dozowanej do przestrzeni podawczej wody i odprowadzanej z niej pary wodnej. Wyznacznikiem równowagi jest ustalenie się prężności pary wodnej w przestrzeni podawczej.

W warunkach równowagi dynamicznej procesu wykonuje się w przestrzeni podawczej i przestrzeni odbiorczej pomiary wilgotności względnej i oblicza moduł napędowy procesu, to jest różnicę ciśnień cząstkowych pary wodnej w przestrzeni podawczej i przestrzeni odbiorczej oraz pomiary ilości dozowanej wody w jednostce czasu. Ilość dozowanej wody jest równocześnie ilością pary wodnej przepuszczaną przez próbkę materiału, charakterystyczną dla tego materiału i różnicy prężności pary wodnej przestrzeni podawczej i przestrzeni odbiorczej.

Wykonuje się serię przedstawionych wyżej pomiarów dla każdorazowo zmienianych takich samych próbek tego samego materiału i dla różnych ilości dozowanej do przestrzeni podawczej wody. W pierwszej kolejności wyznacza się zależność wartości wilgotności względnej przestrzeni podawczej od czasu badania, a następnie wyznacza się zależność gęstości strumienia masy pary wodnej, oznaczoną dla kilku stanów równowagi dynamicznej procesu, od modułu napędowego tego procesu, to jest różnicy prężności pary wodnej przestrzeni podawczej i przestrzeni odbiorczej. Oblicza się współczynnik kierunkowy prostoliniowego odcinka otrzymanej krzywej, obrazującej tę zależność. Krzywoliniowy charakter badanej zależności świadczy o wystąpieniu na przykład zjawiska kondensacji pary wodnej w strukturze próbki na skutek przekroczenia punktu rosy. Wartość tego współczynnika jest jednocześnie wartością zastępczego współczynnika przepuszczania pary wodnej, definiowanego analogicznie jak zastępczy współczynnik przenikania masy, jako współczynnik umowny określany dla danego układu - przez zastąpienie rzeczywistej, nieznanej powierzchni wymiany masy powierzchnią umowną jako strumień masy przepuszczany przez jednostkę powierzchni między fazowej pod działaniem jednostkowej siły napędowej. Wartość tego współczynnika jest charakterystyczna dla materiału i warunków jego badania, stanowi miarę przepuszczalności pary wodnej materiału kapilarno-porowatego w warunkach nieizotermicznych.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że mierzy się ilość wody w postaci pary podawanej z przestrzeni podawczej pod badaną próbkę, a w ograniczonej objętościowo, korzystnie

ukształtowanej w formie kanału w postaci zamkniętej pętli, przestrzeni odbiorczej wymusza się, w płaszczyźnie zasadniczo prostopadłej do strumienia podawanej pary wodnej, strumieniowy przepływ powietrza o obiegu zamkniętym. Strumień powietrza jest jednorodny w swej masie w strefie przed wlotem pary wodnej. Ma on założoną stałą temperaturę i stałą wilgotność względną, której wartość utrzymuje się przez bieżące usuwanie poza strefą wlotu pary wodnej, z równoczesnym pomiarem, odpowiedniej ilości pary wodnej z części strumienia powietrza. Ilość ta jest miarą wody, która przeniknęła w postaci pary przez próbkę. Z bilansu ilości wody podawanej z przestrzeni podawczej pod próbkę i ilości pary wodnej, która przeniknęła przez próbkę, ustala się ilość zaabsorbowanej przez próbkę pary wodnej.

Usuwanie pary wodnej ze strumienia powietrza w przestrzeni odbiorczej odbywa się korzystnie w procesie absorpcji. Zawartość pary wodnej w strumieniu osuszonego absorpcyjnie powietrza i wprowadzonego ponownie do obiegu wynosi praktycznie zero.

Przedmiot rozwiązania według wynalazku objaśniony jest dokładniej przykładem wykonania pomiaru przepuszczalność i sorpcji pary wodnej przez tkaninę.

Otwarte, izolowane i ogrzewane naczynie, którego wnętrze jest przestrzenią podawczą, zamyka się próbką z tkaniny o temperaturze 20°C. Po drugiej stronie próbki jest zamknięta przestrzeń odbiorcza, ukształtowana w formie kanałowej pętli. Do przestrzeni podawczej dozuje się w sposób kontrolowany wodę w ilości 4 mg/min. i dostarcza ciepło do zamiany jej na parę wodną ustalając temperaturę na poziomie 32°C. Przestrzeń podawcza jest na tyle mała, że właściwości materiału próbki, jak przepuszczalność pary wodnej i sorpcja, wpływają w istotny sposób na panującą w niej wilgotność względną.

W przestrzeni odbiorczej wymusza się strumieniowy, równoległy do powierzchni próbki przepływ jednorodnego w swej masie w strefie wlotu pary wodnej powietrza i ustala temperaturę w wysokości 20°C a wilgotność względną na poziomie 65%.

Sposób pomiaru oparty jest o różniczkowy bilans materiałowy wody dostarczanej pod próbkę i usuwanej w sposób kontrolowany z obiegu nad próbką, z wykorzystaniem równania:

$$G = Z\frac{dY_1}{d\tau} + m\frac{dX}{d\tau} + Y_2 Q,$$

gdzie:

G - strumień masy wody dostarczonej do przestrzeni podawczej, g/s,

Z - ilość suchego powietrza w przestrzeni podawczej, g,

Y_1 - wilgotność bezwzględna w przestrzeni podawczej, g wody/g suchego powietrza,

m - masa próbki, g,

X- wilgotność bezwzględna próbki, g wody/g suchej próbki,

Y_2 - wilgotność bezwzględna w przestrzeni odbiorczej, g wody/g suchego powietrza,

Q - strumień powietrza po absorpcji wody, g/s,

Prawa strona bilansu materiałowego składa się z trzech członów. Pierwszy z nich obrazuje wzrost ilości pary wodnej zawartej w przestrzeni podawczej. Zwiększanie ilości pary wodnej w przestrzeni podawczej powoduje wzrost wilgotności Y_1 w tej przestrzeni i powstanie gradientu ciśnienia cząstkowego pary wodnej na grubości próbki. Ze względu na małą objętość przestrzeni podawczej, decydujący wpływ na wilgotność powietrza Y_1 w tej przestrzeni, ma badany materiał oraz ilość podawanej wody.

Drugi człon bilansu związany jest z właściwościami sorpcyjnymi materiału próbki. Gradient ciśnienia cząstkowego pary wodnej powoduje intensyfikację procesów sorpcyjnych i związany z tym wzrost średniej zawartości wody X w badanym materiale. Część pary wodnej zostaje zaabsorbowana przez próbkę, pozostała jej ilość przechodzi przez nią do przestrzeni odbiorczej.

Trzeci człon bilansu dotyczy przepływającej przez próbkę pary wodnej zwiększającej wilgotność Y_2 pomiędzy strefą podawania pary wodnej a strefą absorpcji pary wodnej. Umieszczony w tym miejscu układ regulacyjny przeciwdziała temu wzrostowi w ten sposób, że wydziela ściśle określoną część strumienia powietrza, które zostaje całkowicie osuszone. Na podstawie ilości strumienia osuszanego powietrza oblicza się ilość wody zaabsorbowanej, ze wzoru:

$$G_A = Y_2 Q,$$

gdzie:

G_A - masa wody zaabsorbowanej.

Strumień masy zaabsorbowanej G_A odniesiony do powierzchni roboczej próbki jest określony jako gęstość strumienia pary wodnej (g/(m^2s)), czyli masa pary wodnej przenoszona przez jednostkę powierzchni próbki w jednostce czasu. Stosunek gęstości strumienia masy do różnicy ciśnienia cząstkowego pary wodnej po obu stronach próbki stanowi chwilową wartość przepuszczalności pary wodnej.

Różnicę ciśnienia cząstkowego, niezbędną do obliczenia przepuszczalności zgodnie z podaną definicją, wyznacza się w oparciu o wartości ciśnienia cząstkowego p, wyliczone na podstawie pomiarów wilgotności względnej powietrza i temperatury przy dolnej i górnej powierzchni próbki, korzystając z równania:

$$p = \frac{\varphi}{100} ps,$$

gdzie:

φ - wilgotność względna w przestrzeni podawczej lub przestrzeni odbiorczej na powierzchni próbki, %,

ps - ciśnienie pary wodnej nasyconej w przestrzeni podawczej lub przestrzeni odbiorczej na powierzchni próbki w danej temperaturze, Pa.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru przepuszczalności i sorpcji pary wodnej materiałów kapilarno-porowatych, zwłaszcza tekstylnych, w którym para wodna przenosi się z przestrzeni podawczej o wyższej prężności pary wodnej przez próbkę materiału kapilarno-porowatego, stanowiącą wymienny element ograniczających przestrzeń podawczą ścian do przestrzeni odbiorczej o niższej prężności pary wodnej, przy założonej różnicy temperatury, przy czym do objętości przestrzeni podawczej na tyle małej, że właściwości materiału próbki, jak sorpcja i przepuszczalność pary wodnej, wpływają w istotny sposób na panującą w niej wilgotność względną, dozuje się w sposób ciągły stałą w czasie ilość wody oraz dostarcza ciepło do jej odparowania i osiągnięcia stanu równowagi w warunkach gradientu temperatury i wilgotności, **znamienny tym**, że mierzy się ilość wody podawanej z przestrzeni podawczej pod badaną próbkę wody a w ograniczonej objętościowo przestrzeni odbiorczej wymusza się, w płaszczyźnie zasadniczo prostopadłej do strumienia podawanej wody w postaci pary, strumieniowy o obiegu zamkniętym przepływ jednorodnego w swej masie w strefie przed wlotem pary wodnej, powietrza o założonej stałej temperaturze i stałej wilgotności względnej, której wartość utrzymuje się przez bieżące usuwanie poza strefą wlotu pary wodnej, z równoczesnym pomiarem, odpowiedniej ilości pary wodnej z części strumienia powietrza, która to ilość jest miarą wody, która przeniknęła w postaci pary wodnej przez próbkę, natomiast z bilansu ilości wody podawanej z przestrzeni podawczej pod próbkę i ilości pary wodnej, która przeniknęła przez próbkę, ustala się ilość zaabsorbowanej przez próbkę pary wodnej.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że usuwanie pary wodnej ze strumienia powietrza w przestrzeni odbiorczej odbywa się w procesie absorpcji.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawartość pary wodnej w strumieniu osuszonego absorpcyjnie powietrza i wprowadzanego ponownie do obiegu wynosi praktycznie zero.

Departament Wydawnictw UP RP
Cena 2,00 zł.