

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **218561**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393413**

(51) Int.Cl.  
**G01N 27/02 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **23.12.2010**

---

(54) **Sposób określania składu materiałów stałych metodą elektryczną**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**02.07.2012 BUP 14/12**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.12.2014 WUP 12/14**

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JANUSZ KAZIMIERZ KROCHMAL, Kraków, PL  
STANISŁAW RYCHLICKI, Kraków, PL  
KAZIMIERZ TWARDOWSKI, Kraków, PL  
JACEK TRAPLE, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Alina Magońska**

---

**PL 218561 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób określania składu materiałów stałych w stanie powietrzno-suchym lub suchym metodą elektryczną zwłaszcza skał, ilów, glin i gleb, znajdujący zastosowanie w przemyśle wiertniczym, wydobywczym, ceramicznym, budowlanym, w rolnictwie oraz laboratoriach fizykochemicznych.

Znane sposoby określania zawartości wilgoci w materiałach stałych metodą elektryczną polegają na pomiarze parametru elektrycznego badanego materiału, na przykład pojemności lub rezystancji, będących funkcją jego wilgotności i porównaniu z wielkościami wzorcowymi uzyskanymi dla materiałów o składzie uprzednio określonym innymi metodami termochemicznymi.

Znany z opisu patentowego nr PL 172 784 sposób analizy ilościowej mieszaniny składników o różnych właściwościach dielektrycznych dla określania zawartości tłuszczu w tkance organizmów żywych, który polega na pomiarze dobroci obwodu rezonansowego przed umieszczeniem badanej próbki oraz dobroci tłumionej przez umieszczoną w obwodzie rezonansowym badaną próbkę o skończonej przewodności elektrycznej. Skład badanej mieszaniny określa się z różnicy mierzonych dobroci obwodu rezonansowego, której wielkość zależy od całkowitej przewodności badanej próbki. Znajomość masy tej próbki oraz różnicy w przewodności elektrycznej pomiędzy składnikami próbki pozwala określić zawartość poszczególnych składników w badanym obiekcie o znanej masie.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr P-382 349 znany jest sposób określenia składu substancji polegający na pomiarze wielkości elektrycznej charakteryzującej próbkę materiału umieszczoną pomiędzy elektrodami kondensatora pomiarowego, który opiera się na pomiarze kąta przesunięcia fazowego pomiędzy impedancją wypadkową, a jej składową rezystancyjną przy jednej charakterystycznej dla badanej substancji częstotliwości miernika impedancji.

We wszystkich wymienionych sposobach rozpoznanie materiału badanego oparte jest o pomiar jednego parametru elektrycznego przy zadanej jednej wartości częstotliwości, co nie zapewnia dużego stopnia rozróżnialności badanych materiałów.

Istota sposobu określania składu materiałów stałych metodą elektryczną w oparciu o przeprowadzone pomiary impedancji w przedziale częstotliwości od 0,001 do  $10^5$  Hz, dla których wyznacza się wartości kąta przesunięcia fazowego  $\phi$  pomiędzy wektorem impedancji, a składową rzeczywistą wektora impedancji polega na tym, że wyznacza się częstotliwość, przy której badana próbka materiału wykazuje największą wartość kąta przesunięcia fazowego  $\phi$ , po czym dokonuje się porównania zmierzonej charakterystyki kąta przesunięcia fazowego  $\phi$  w otoczeniu punktu, dla którego badany materiał wykazuje największą wartość kąta przesunięcia fazowego  $\phi_{max}$  z uprzednio wyznaczonymi analogicznymi charakterystykami zarejestrowanymi dla próbek wzorcowych, których dokładana analiza została przeprowadzona innymi metodami, następnie wybiera się próbkę wzorcową o najbardziej zbliżonej charakterystyce do próbki badanej, po czym skład badanej próbki materiału ocenia się w oparciu o właściwości wybranej próbki wzorcowej.

Sposób określania składu materiałów stałych metodą elektryczną według wynalazku, dzięki swojej prostocie pozwala na wyznaczanie składu materiałów stałych zarówno w warunkach przemysłowych, jak i laboratoryjnych.

Rozwiązanie, według wynalazku uwidocznione jest w przykładzie przedstawionym na fig. 1, gdzie wartości częstotliwości odpowiadające maksymalnej wartości kąta przesunięcia fazowego  $\phi_{max}$  silnie zależą od procentowego udziału składnika ilastego (c) względem kwarcu w piaskowcu zailonym w stanie powietrzno-suchym (wilgotność  $W > 0$ ) lub suchym ( $W = 0$ ), fig. 1 przedstawia tę zależność w liniowej skali częstotliwości dla większych procentowych udziałów materiału ilastego, natomiast fig. 2 przedstawia tę zależność w logarymicznej skali częstotliwości dla mniejszego udziału materiału ilastego, fig. 3 - przedstawia wybrane maksymalne wartości kąta przesunięcia fazowego  $\phi_{max}$  dla różnych procentowych udziałów  $c_{0\%}$  (0%),  $c_{50\%}$  (50%),  $c_{100\%}$  (100%), materiału ilastego względem piasku w spektrum częstotliwości  $f_k$  od 0,001 Hz do  $10^5$  Hz w stanie powietrzno-suchym (wilgotność  $W > 0$ ) lub suchym ( $W = 0$ ).

Sposób, według wynalazku, polega na tym, że pomiędzy okładzinami kondensatora pomiarowego połączonego z elektronicznym miernikiem impedancji, który wyposażony jest w generator napięcia sinusoidalnego o przestrajanej częstotliwości  $f_k$ , umieszcza się próbkę badanego materiału, którą stanowi piaskowiec zailony, po czym mierzy się kąt przesunięcia fazowego  $\phi$  pomiędzy wektorem impedancji zespolonej  $Z$ , a składową rzeczywistą  $R_s$  - wektora impedancji kondensatora zawierającej próbkę badanego materiału. Pomiary impedancji zespolonej  $Z$  dokonuje się dla wielu częstotliwości

zawartych w przedziale od 0,001 do  $10^5$  Hz. Następnie w oparciu o przeprowadzone pomiary wyznacza się częstotliwość, przy której badana próbka materiału wykazuje największą wartość kąta przesunięcia fazowego  $\phi$ , po czym wybiera się próbkę wzorcową, która ma najbardziej zbliżoną charakterystykę zależności kąta przesunięcia fazowego  $\phi$  od częstotliwości do charakterystyki zmierzonej próbki. Skład badanej próbki materiału ocenia się w oparciu o właściwości wybranej próbki wzorcowej.

### Zastrzeżenie patentowe

Sposób określania składu materiałów stałych metodą elektryczną w oparciu o pomiar zespolonej stałej dielektrycznej materiałów w stanie powietrzno-suchym, w którym wcześniej przygotowaną próbkę materiału, korzystnie w kształcie prostopadłościanu, umieszcza się pomiędzy okładkami płaskiego kondensatora połączonego z miernikiem impedancji, następnie mierzy się wartość kąta przesunięcia fazowego pomiędzy wektorem impedancji zespolonej  $Z$  a składową rzeczywistą  $R_s$  wektora impedancji  $Z$ , przy czym wartość kąta przesunięcia fazowego  $\phi$  wyznacza się dla wielu częstotliwości zawartych w przedziale częstotliwości od 0,001 do  $10^5$  Hz, **znamienny tym**, że w oparciu o przeprowadzone pomiary wyznacza się częstotliwość, przy której badana próbka materiału wykazuje największą wartość kąta przesunięcia fazowego  $\phi$ , po czym dokonuje się porównania zmierzonej charakterystyki kąta przesunięcia fazowego  $\phi$  w otoczeniu punktu, dla którego badany materiał wykazuje największą wartość kąta przesunięcia fazowego  $\phi_{max}$  z uprzednio wyznaczonymi analogicznymi charakterystykami zarejestrowanymi dla próbek wzorcowych, których dokładana analiza została przeprowadzona innymi metodami, następnie wybiera się próbkę wzorcową o najbardziej zbliżonej charakterystyce do próbki badanej, po czym skład badanej próbki materiału ocenia się w oparciu o właściwości wybranej próbki wzorcowej.

## Rysunki

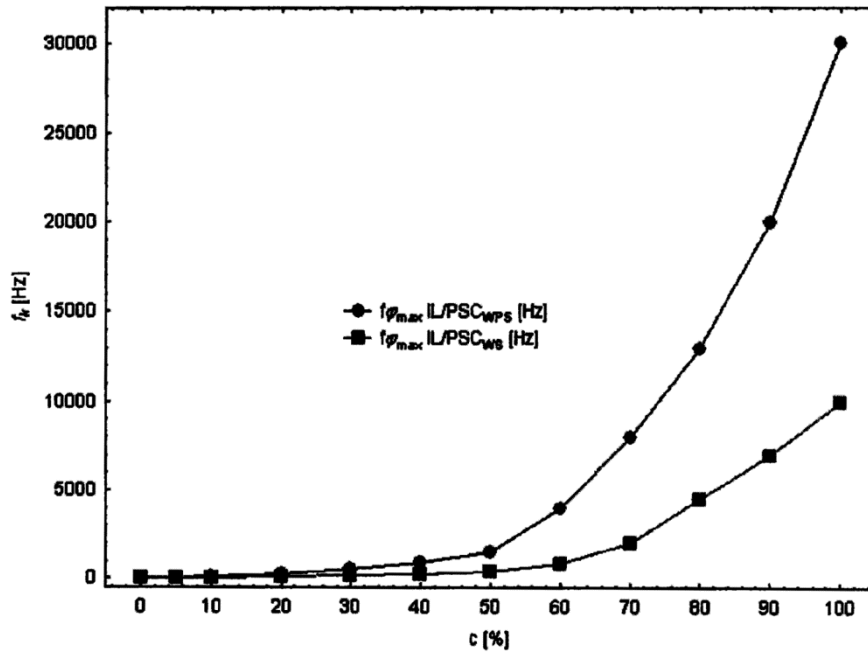


Fig.1

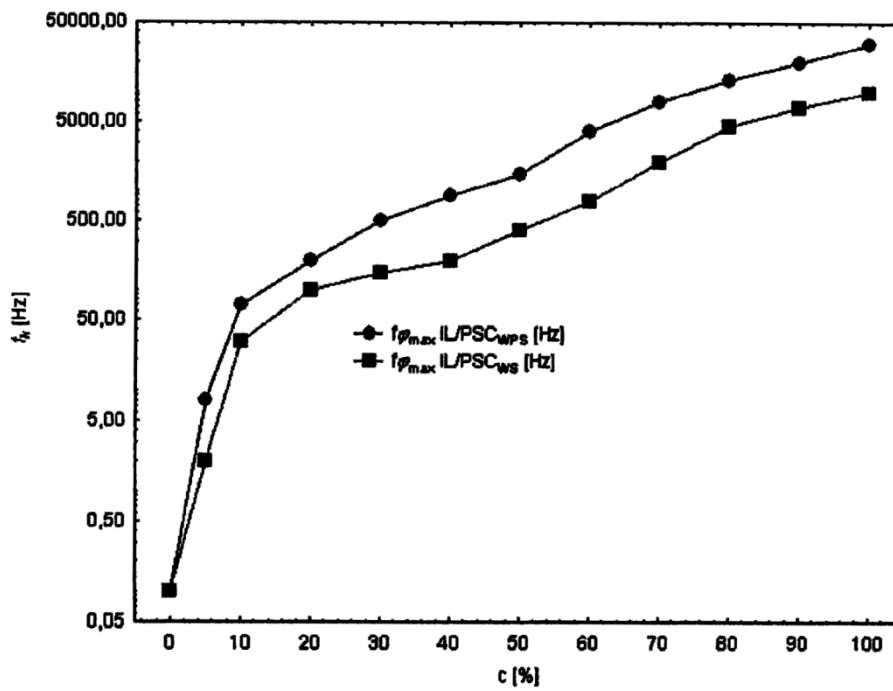


Fig. 2

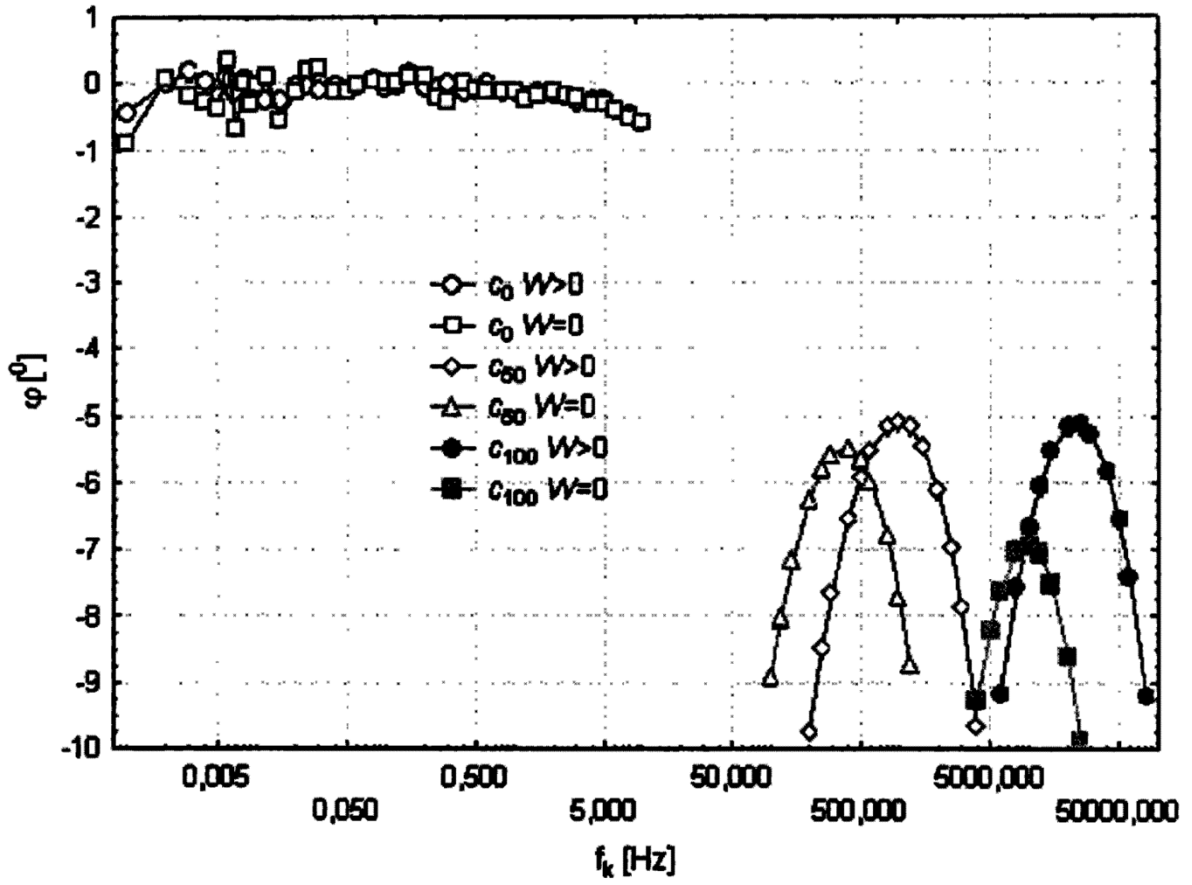


Fig. 3

