

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240486**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **422904**

(22) Data zgłoszenia: **19.09.2017**

(51) Int.Cl.

G01N 7/00 (2006.01)

G01N 7/04 (2006.01)

(54)

**Wolumetryczne urządzenie do pomiarów sorpcyjnych gazu
w warunkach izobarycznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

25.03.2019 BUP 07/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

11.04.2022 WUP 15/22

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT MECHANIKI GÓROTWORU
POLSKIEJ AKADEMII NAUK, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**TOMASZ MURZYN, Spytkowice, PL
JULIUSZ TOPOLNICKI, Kraków, PL
MATEUSZ KUDASIK, Nowy Targ, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Renata Wojtas-Słodownik

PL 240486 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wolumetryczne urządzenie do pomiarów sorpcyjnych gazu w warunkach izobarycznych.

Znane są urządzenia wolumetryczne do pomiarów sorpcyjnych gazu w warunkach zmiennego ciśnienia gazu. Składają się one z dwóch zbiorników o znanych objętościach, połączonych ze sobą za pośrednictwem zaworu. Jeden ze zbiorników stanowi magazyn sorbatu, a w drugim znajduje się próbka sorbentu. Uruchomienie pomiaru, poprzez otwarcie zaworu pomiędzy zbiornikami, powoduje spadek ciśnienia sorbatu w zbiorniku magazynowym, wywołany sorpcją. Spadek ciśnienia sorbatu trwa do momentu ustalenia się równowagi sorpcyjnej. Ilość zasorbowanego w próbce gazu wyznaczana jest na podstawie rejestracji zmian ciśnienia w zbiorniku magazynowym.

Zaletą powyższych, typowych urządzeń wolumetrycznych jest prosta konstrukcja, a ich dużą wadą jest praca w warunkach zmiennego ciśnienia sorbatu. Brak możliwości pracy tych urządzeń wolumetrycznych w warunkach izobarycznych stanowi duże ograniczenie w wyznaczaniu niektórych parametrów sorpcyjnych.

Ze zgłoszenia wynalazku nr P.402902 znane jest wolumetryczno-manometryczne urządzenie sorpcyjne pracujące w warunkach quasi-izobarycznych. Urządzenie to zbudowane jest z trzech zbiorników: zbiornika magazynu sorbatu zaopatrzonego w przetwornik ciśnienia, zbiornika buforowego sorbatu zaopatrzonego w przetwornik ciśnienia oraz ze zbiornika na próbkę sorbentu. Zbiornik magazynowy połączony jest za pomocą elektrozaworu ze zbiornikiem buforowym, który z kolei połączony jest za pomocą zaworu ze zbiornikiem zawierającym próbkę sorbentu. Otwarcie zaworu łączącego zbiornik buforowy ze zbiornikiem z próbką uruchamia pomiar. Sorpcja gazu wywołuje spadek ciśnienia w połączonych zbiornikach buforowym oraz zawierającym próbkę. Na spadek ten reaguje układ sterujący, który cyklicznie otwierając elektrozawór, uzupełnia ubytek gazu w połączonych zbiornikach buforowym i z próbką. Ilość zasorbowanego gazu wyznaczana jest na podstawie bilansu gazu zawartego we wszystkich zbiornikach, zarejestrowana za pomocą przetworników ciśnienia. W stosunku do typowych urządzeń wolumetrycznych, uzupełnienie urządzeń wolumetryczno-manometrycznych o zbiornik buforowy i elektrozawór, zapewnia warunki quasi-izobaryczne.

Z polskiego opisu patentowego nr 222878 znane jest również urządzenie wolumetryczne pracujące w warunkach izobarycznych, które zapewnia tłokowy regulator ciśnienia. W urządzeniu tym zbiornik z próbką sorbentu połączony jest za pomocą zaworu z tłokowym regulatorem ciśnienia. Uruchomienie pomiaru wywołuje ubytek gazu i spadek ciśnienia w zbiorniku z próbką, na skutek procesu sorpcji. Ubytek ten uzupełniany jest za pomocą tłokowego regulatora ciśnienia, w którym przemieszczany jest tłok o znanych gabarytach. Miarą ilości zasorbowanego gazu jest zarejestrowane przemieszczenie tłoka w trakcie procesu sorpcji. Dużą zaletą urządzenia wolumetrycznego z tłokowym regulatorem ciśnienia jest możliwość prowadzenia pomiarów sorpcyjnych w warunkach izobarycznych gazu. Wadą natomiast jest skomplikowana budowa urządzenia.

Znane są również urządzenia grawimetryczne, pracujące w warunkach izobarycznych. Pomiar ilości zasorbowanego w sorbacie gazu odbywa się na podstawie zmian masy próbki. Sorpcja gazu w próbce wywołuje przyrost jej masy, która podlega rejestracji w trakcie pomiaru. Urządzenia grawimetryczne umożliwiają prowadzenie pomiarów sorpcyjnych w warunkach izobarycznych. Zaletą aparatur grawimetrycznych jest możliwość bezpośredniej rejestracji zmian masy gazu biorącego udział w procesach sorpcyjnych, a także brak problemów z uszczelnianiem układu, gdyż wartością mierzoną jest masa gazu, nie jego objętość. Wadą rozwiązań grawimetrycznych jest bardzo skomplikowana budowa tych urządzeń, konieczność uwzględniania siły wyporu gazu na próbkę oraz długi czas ustalania się warunków pomiaru ograniczony zmianą ciśnienia gazu.

Zgodnie z wynalazkiem wolumetryczne urządzenie do pomiarów sorpcyjnych w warunkach izobarycznych gazu, zawierające zbiornik magazynowy sorbatu zaopatrzony w przetwornik ciśnienia, charakteryzuje się tym, że zbiornik magazynowy sorbatu połączony jest ze zbiornikiem na próbkę sorbentu za pośrednictwem zaworu iglicowego napędzanego silnikiem krokowym sterowanym układem sterowania, do którego wejść dołączone są wyjścia przetworników ciśnienia połączonych odpowiednio ze zbiornikiem magazynowym sorbatu i ze zbiornikiem na próbkę sorbentu.

Rozwiązanie według wynalazku zapewnia dokonywanie pomiarów sorpcyjnych w warunkach izobarycznych.

Ilość zasorbowanego w próbce gazu określa się na podstawie spadku ciśnienia w zbiorniku magazynowym.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na podstawie rysunku przedstawiającego jego schemat blokowy. Urządzenie według wynalazku składa się z dwóch zbiorników o znanych objętościach: zbiornika magazynowego **ZM** sorbatu zaopatrzonego w przetwornik ciśnienia **P_M** oraz zbiornika **ZS** na próbkę sorbentu zaopatrzonego w przetwornik ciśnienia **P_S**. Oba zbiorniki połączone są ze sobą za pomocą zaworu iglicowego **ZI**, napędzanego za pomocą silnika krokowego **SK**. Silnik krokowy połączony jest z układem sterowania **US**, do wejść którego dołączone są wyjścia przetworników ciśnienia **P_M** i **P_S** połączonych odpowiednio ze zbiornikami magazynowym **ZM** i zbiornikiem **ZS** na próbkę sorbentu.

Ciśnienie gazu w zbiorniku magazynowym **ZM** musi być wyższe od ciśnienia w zbiorniku zawierającym próbkę **ZS**. Uruchomienie pomiaru, poprzez otwarcie zaworu iglicowego **ZI**, wywołuje regulowany przepływ gazu ze zbiornika magazynowego do zbiornika z próbką. Ciśnienie gazu **P_S** w zbiorniku na próbkę stabilizowane jest na zadanym poziomie. Ciśnienie pomiaru sorpcji zadawane jest w układzie sterowania. Sorpcja gazu w próbce, znajdującej się w zbiorniku na próbkę, wywołuje spadek ciśnienia **P_S**. Układ sterowania, na podstawie poziomu ciśnienia **P_S**, steruje pracą silnika krokowego, który otwierając lub domykając zawór iglicowy uzupełnia gaz w zbiorniku na próbkę, utrzymując w ten sposób warunki izobaryczne pomiaru. W trakcie procesu sorpcji gazu w próbce, zawór iglicowy otwierany/domykany jest w sposób ciągły, regulując przepływ gazu ze zbiornika magazynowego sorbatu do zbiornika z próbką sorbentu.

Ilość zasorbowanego w próbce gazu określana jest na podstawie spadku ciśnienia **P_M** w zbiorniku magazynowym sorbatu o znanej objętości, przy ustalonych warunkach izobarycznych pomiaru. Ilość ta może zostać wyznaczona z równania stanu gazu doskonałego:

$$n = \frac{(p_{s0} - p_{s1}) \cdot V_M}{R \cdot T},$$

gdzie:

n [mol] – ilość zasorbowanego w próbce gazu,

P_{s0} [pa] – ciśnienie w zbiorniku magazynowym przed uruchomieniem pomiaru sorpcji (przed otwarciem zaworu iglicowego),

P_{s1} [pa] – ciśnienie w zbiorniku magazynowym po zakończeniu pomiaru (w momencie ustalenia równowagi sorpcyjnej),

V_M [m³] – objętość zbiornika magazynowego,

$R \left[\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$ – uniwersalna stała gazowa,

T [K] – temperatura pomiaru.

Zastrzeżenie patentowe

1. Wolumetryczne urządzenie do pomiarów sorpcyjnych gazu w warunkach izobarycznych zawierające zbiornik magazynowy sorbatu o znanej objętości zaopatrzonego w przetwornik ciśnienia, **znamienne tym**, że zbiornik magazynowy sorbatu (**ZM**) połączony jest ze zbiornikiem (**ZS**) na próbkę sorbentu za pośrednictwem zaworu iglicowego (**ZI**) napędzanego silnikiem krokowym (**SK**) sterowanym układem sterowania (**US**), do którego wejść dołączone są wyjścia przetworników ciśnienia (**P_M**) i (**P_S**), połączonych odpowiednio ze zbiornikiem magazynowym sorbatu (**ZM**) i ze zbiornikiem (**ZS**) na próbkę sorbentu.

Rysunek

