

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244698 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438297**

(22) Data zgłoszenia: **2021.06.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.01.17 BUP 03/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.26 WUP 09/2024**

(51) MKP:

G01N 33/18 (2006.01)

G01N 15/06 (2006.01)

B01D 61/10 (2006.01)

B01D 65/08 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRUM BADAŃ I INNOWACJI
PRO-AKADEMIA, Konstantynów Łódzki, PL
SERAFIN WŁODZIMIERZ PRZEDSIĘBIORSTWO
TECHNICZNO HANDLOWE WODPOL,
Tomaszów Mazowiecki, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**MARCIN SIEDLECKI, Warszawa, PL
RAFAŁ MAJZER, Łódź, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Olga Welcer-Hrycaj, Opole, PL

(54) Tytuł:

**Układ do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek
bezcisnieniowych**

PL 244698 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek bezciśnieniowych.

Pomiary wskaźnika gęstości mułu (SDI) przeprowadzane są dla względnie czystej wody (woda z wodociągów) w celu określenia zawartości koloidów, a tym samym wskazania, jak szybko membrana NF lub RO zostanie zatkana (zanieczyszczenie).

Znany jest z amerykańskiego opisu patentowego US6306291B1 automatyczny aparat do monitorowania cząstek stałych w strumieniu cieczy i szybkości, z jaką cząstki te zanieczyszczają medium filtrujące, zazwyczaj membranę odwróconej osmozy, w celu określenia, w którym momencie środek filtrujący powinien zostać wyczyszczony lub wymieniony. Urządzenie zawiera monitorującą jednostkę filtrującą mającą wiele części filtrujących. Monitorowany jest spadek ciśnienia na każdej części filtrującej, przez którą przepuszczana jest próbka strumienia zasilającego. Zanieczyszczenie części filtra przez nagromadzone na niej cząstki stałych powoduje wzrost spadku ciśnienia w jednostce filtrującej. Rośnący spadek ciśnienia jest monitorowany jako wskaźnik korelacyjnego lub odpowiadającego zabrudzenia głównego medium filtrującego, które ma być chronione. Różne części filtra w jednostce filtrującej są sukcesywnie używane, gdy każda z nich zostaje zabrudzona, co umożliwia ciągłe monitorowanie przez dłuższe okresy czasu między zmianami materiału filtrującego w monitorującej jednostce filtrującej.

Znana jest z chińskiego opisu patentowego CN101706407A metoda badania wskaźnika gęstości mułu (SDI) w instalacji do uzdatniania wody odsolonej i jej urządzeniu obejmująca następujące etapy: otwarcie ręcznego zaworu kulowego w górnej części zbiornika testowego w celu pobrania próbki wody i doprowadzenie do napełnienia zbiornika wodą; zamknięcie wszystkich zaworów zbiornika testowego; otwarcie zaworu ręcznego na zbiorniku testowym w celu wprowadzenia powietrza i jednoczesna regulacja zaworu regulującego ciśnienie; otwarcie mikrofiltra z mikroporami, umieszczenie membrany w filtrze z mikroporami i doprowadzenie do wypełnienia mikrofiltra wodą; zamknięcie zaworu do pobierania próbek wody na zbiorniku badawczym i uszczelnienie mikrofiltra; otwarcie zaworu próbnego do pobierania próbek i nieznaczne wyregulowanie zaworu regulacji ciśnienia w celu wprowadzenia powietrza; regulacja próbki wody w zbiorniku testowym; ciągłe filtrowanie przez 15 minut; testowanie ponownie; zamykanie ręcznego zaworu kulowego do doprowadzania powietrza i zatrzymywanie dopływu powietrza; otwarcie zaworu spustowego wody w dolnej części zbiornika badawczego; i obliczenie wartości SDI. Urządzenie testowe składa się z zaworu, zaworu regulującego ciśnienie manometru, cylindra doprowadzającego, zbiornika testowego, zaworu do pobierania próbek, mikrofiltra i membrany testowej.

Znane są urządzenia do pomiaru parametru SDI, zbudowane z regulatora ciśnienia cieczy z manometrem oraz obudowy filtra przyłączonego z wykorzystaniem szybkozłącza. Urządzenie to wymaga dodatkowo cylindra miarowego oraz sekundomierza obsługiwanego ręcznie. Urządzenia tego typu wymagają:

- a. Instalacji w miejscu pobierania próbek.
- b. Minimalnego ciśnienia pobieranej próbki, nie niższego niż 35 psig.
- c. Minimalnego przepływu próbki, nie niższego niż 1.5 dm³/min.
- d. Ręcznego pobierania próbek do naczynia o określonej objętości.
- e. Ręcznego pomiaru czasu.

Znane są również urządzenia do ręcznego pomiaru parametru SDI dla próbek pobranych z instalacji, wykorzystujące sprężone powietrze do zatłoczenia próbki na regulator ciśnienia cieczy. Urządzenie tego typu wymagają:

- a. Ręcznego pobierania próbek do naczynia o określonej objętości.
- b. Ręcznego pomiaru czasu.

Kolejny rodzaj układów do pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) to układy automatycznie przeliczające wynik pomiaru, wymagające podawania próbki pod ciśnieniem (zakresy dozwolonych ciśnień są różne w zależności od rozwiązania), wykorzystujące regulator ciśnienia cieczy oraz przepływomierz zamiast naczyń o określonej objętości.

Układy tego typu wymagają:

- a. Instalacji w miejscu pobierania próbek.
- b. Minimalnego ciśnienia pobieranej próbki, nie niższego niż 35 psig.

Kolejny rodzaj urządzenia to urządzenie automatycznie próbkujące, wielokanałowe, automatycznie przeliczające wynik pomiaru.

Urządzenia tego typu wymagają:

- Instalacji w miejscu pobierania próbek.
- Minimalnego ciśnienia pobieranej próbki, nie niższego niż 35 psig i nie wyższego niż 80 psig.
- Minimalnego przepływu próbki, nie niższego niż 1.5 dm³/min.
- Podłączenia do źródła sprężonego powietrza o ciśnieniu w zakresie 80–120 psig.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego układu do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) który umożliwi nie kontaktowanie się badanej próbki z regulatorem ciśnienia cieczy, co umożliwi eliminację problemów z zanieczyszczeniem wewnętrznych części regulatora, które wpływają na wyniki kolejnych pomiarów.

Istotą układu do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek bezciśnieniowych z zastosowaniem zbiornika głównego polega na tym, że zbiornik główny posiada trwale przymocowany czujnik poziomu cieczy a w górnej części połączony jest poprzez rurkę lub wężyk z zaworem doprowadzającym sprężone powietrze, zaworem odpowietrzającym oraz zaworem doprowadzenia próbki, natomiast dolna część zbiornika głównego połączona jest poprzez rurkę kolejno z czujnikiem ciśnienia, zaworem głównym, filtrem w obudowie, który połączony jest z zaworem zbiornika kalibrowanego, zaworem zrzutu, zaworem zbiornika kalibrowanego, ponadto zbiorniki kalibrowane wyposażone są w trwale przymocowane do nich czujniki poziomu cieczy a zawór doprowadzający sprężone powietrze, zawór odpowietrzający, zawór główny, zawór doprowadzenia próbki, zawór zbiornika kalibrowanego, zawór zbiornika kalibrowanego, zawór zrzutu oraz czujnik ciśnienia, czujniki poziomu cieczy połączone są przewodami z panelem sterowania.

Zaletą opisanego rozwiązania jest brak kontaktu badanej próbki z regulatorem ciśnienia cieczy, takie podejście pozwala na eliminację problemów z zanieczyszczeniem wewnętrznych części regulatora, które wpływają na wyniki kolejnych pomiarów. Dodatkowo praktyka pokazuje, że w regulatorach ciśnienia wykorzystywane są smary, które również wpływają na wynik SDI (zawyżają go) oraz negatywnie wpływają na powtarzalność pomiarów. Brak kontaktu cieczy z regulatorem ciśnienia wpływa korzystnie na dokładność oraz powtarzalność pomiarów. Kolejną zaletą jest brak konieczności instalacji urządzenia w ciągu technologicznym. W przedstawionym rozwiązaniu nie jest wymagane, aby próbka została dostarczona do urządzenia pod konkretnym ciśnieniem oraz z określonym minimalnym wydatkiem (przepływem). Oznacza to, że urządzenie może badać próbki pobrane z instalacji o dowolnym ciśnieniu, również próbki zgromadzone wcześniej, jak również próbki pochodzące z (elementów) instalacji o mniejszych przepływach, na przykład z układów laboratoryjnych/badawczych.

Wynalazek pokazany jest w **przykładzie wykonania** na rysunku FIG. 1, która przedstawia schemat układu do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek bezciśnieniowych.

Przedstawione rozwiązanie jest przeznaczone do pomiaru parametru SDI (Silt Density Index), tj. indeksu koloidalnego. Jest to parametr, który określa zdolność wody do zanieczyszczania membran wykorzystywanych w systemach odwróconej osmozy, ultrafiltracji, itp. Wysoka wartość (>5) indeksu koloidalnego oznacza, że w badanej próbce znajduje się duża ilość substancji mogących spowodować zablokowanie membran, tzw. fouling.

Pomiar polega na zmierzeniu czasu potrzebnego do napełnienia naczynia o określonej objętości (typowo 500 ml) wodą przepuszczoną przez filtr **11** o średnicy 47 mm i średnicy porów 0.45 µm. Pomiar wykonuje się dwukrotnie: bezpośrednio po uruchomieniu pomiaru ze świeżym filtrem **11** (zmierzony czas napełniania naczynia t_0) oraz po 15 minutach filtracji (zmierzony czas napełniania naczynia t_{15}). SDI oblicza się za pomocą równania:

$$SDI = \frac{1 - \frac{t_0}{t_{15}}}{t_{total}} \cdot 100$$

Dla 15-minutowego interwału pomiędzy pomiarami z definicji przyjmuje się $t_{total} = 15$. Szczegółowe wytyczne odnośnie warunków pomiaru oraz sposobu obliczania SDI zdefiniowane są w normie ASTM Standard Test Method D 4189-82.

Jednym z warunków poprawnego wykonania testu jest stałe ciśnienie cieczy na wlocie filtra **11**; wg. ww. normy powinno ono wynosić 30 psig (ok. 2.07 bar).

Sposób półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek bezciśnieniowych polega na tym, że po wyzwoleniu przyciskiem 'napełnianie' na ekranie panelu dotykowego jednostki sterującej **1** poprzez otwarcie elektrozaworu odpowietrzającego **4** oraz otwarcie elektrozaworu doprowadzenia próbki **6** następuje wypełnienie zbiornika głównego **7** badaną próbką cieczy przy czym badana ciecz nie ma kontaktu z regulatorem ciśnienia, po napełnieniu zbiornika głównego **7** następuje zmiana stanu czujnika poziomu cieczy **8** na 'zbiornik napełniony' i zamknięcie zaworu **6** doprowadzenia próbki oraz zamknięcie zaworu odpowietrzającego **4** w dalszej kolejności następuje ręczny montaż filtra **11** a następnie po wyzwoleniu przyciskiem 'start' na ekranie panelu dotykowego jednostki sterującej **1** poprzez otwarcie elektrozaworu **10** oraz otwarcie elektrozaworu **3** poprzez precyzyjny regulator ciśnienia **2** ustalane jest ciśnienie w zbiorniku głównym **7** w przedziale od 2.0–2.1 bar w dalszej kolejności po osiągnięciu zadanego ciśnienia mierzonego czujnikiem ciśnienia **9** następuje otwarcie elektrozaworu **12** zbiornika kalibrowanego nr 1 – **17** i napełnianie go cieczą przy jednoczesnym automatycznym pomiarze czasu to za pomocą licznika czasu wbudowanego w jednostkę sterującą **1** aż do zmiany stanu czujnika **15** poziomu cieczy na 'zbiornik napełniony', po czym następuje zamknięcie elektrozaworu **12** zbiornika kalibrowanego nr 1 – **17**, otwarcie elektrozaworu zrzutu **13** na czas 15 minut, po tym czasie następuje zamknięcie elektrozaworu zrzutu **13** i otwarcie elektrozaworu **14** zbiornika kalibrowanego nr 2 – **18**, którego czas t_{15} napełniania cieczą mierzony jest za pomocą licznika czasu wbudowanego w jednostkę sterującą **1**, aż do zmiany stanu czujnika (**16**) poziomu cieczy na 'zbiornik napełniony', po napełnieniu zbiornika kalibrowanego nr 2 – **18** następuje zamknięcie elektrozaworu **14**, zamknięcie elektrozaworu **10** oraz otwarcie elektrozaworu odpowietrzającego **4**, przeliczony wynik pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) wyświetlany jest na ekranie jednostki sterującej **1**.

Układ do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek bezciśnieniowych z zastosowaniem zbiornika głównego tworzy zbiornik główny **7** posiadający trwale przymocowany czujnik poziomu cieczy **8** w górnej części połączony rurką bądź węzem z zaworem doprowadzającym sprężone powietrze **3**, precyzyjnym regulatorem ciśnienia sprężonego powietrza **2**, zaworem odpowietrzającym **4** oraz zaworem doprowadzenia próbki **6** ze zbiornika dodatkowego **5**, natomiast dolna część zbiornika głównego **7** połączona jest rurką kolejno z czujnikiem ciśnienia **9**, zaworem głównym **10**, filtrem **11**, który połączony jest z zaworem **12** zbiornika kalibrowanego nr 1 – **17**, zaworem **13** zrzutu, zaworem **14** zbiornika kalibrowanego nr 2 – **18**, ponadto zbiorniki kalibrowane **17**, **18** wyposażone są w trwale przymocowane do nich czujniki **15**, **16** poziomu cieczy a zawór **3** doprowadzający sprężone powietrze, zawór **4** odpowietrzający, zawór **10** główny, zawór **6** doprowadzenia próbki, zawór **12** zbiornika kalibrowanego nr 1 – **17**, zawór **14** zbiornika kalibrowanego nr 2 – **18**, zawór **13** zrzutu oraz czujnik **9** ciśnienia, czujniki **8**, **15**, **16** poziomu cieczy połączone są przewodami z jednostką sterującą **1**.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ do półautomatycznego pomiaru parametru Slit Density Index (SDI) dla próbek bezciśnieniowych z zastosowaniem zbiornika głównego **znamienny tym**, że zbiornik główny (**7**) posiada trwale przymocowany czujnik poziomu cieczy (**8**) a w górnej części połączony jest rurką bądź węzem z zaworem doprowadzającym sprężone powietrze (**3**), precyzyjnym regulatorem ciśnienia sprężonego powietrza (**2**), zaworem odpowietrzającym (**4**) oraz zaworem doprowadzenia próbki (**6**) ze zbiornika dodatkowego (**5**), natomiast dolna część zbiornika głównego (**7**) połączona jest rurką kolejno z czujnikiem ciśnienia (**9**), zaworem głównym (**10**), filtrem (**11**), który połączony jest z zaworem (**12**) zbiornika kalibrowanego nr 1 (**17**), zaworem (**13**) zrzutu, zaworem (**14**) zbiornika kalibrowanego nr 2 (**18**), ponadto zbiorniki kalibrowane (**17**), (**18**) wyposażone są w trwale przymocowane do nich czujniki (**15**), (**16**) poziomu cieczy a zawór (**3**) doprowadzający sprężone powietrze, zawór (**4**) odpowietrzający, zawór (**10**) główny, zawór (**6**) doprowadzenia próbki, zawór (**12**) zbiornika kalibrowanego nr 1 (**17**), zawór (**14**) zbiornika kalibrowanego nr 2 (**18**), zawór (**13**) zrzutu oraz czujnik (**9**) ciśnienia, czujniki (**8**), (**15**), (**16**) poziomu cieczy połączone są przewodami z jednostką sterującą (**1**).

Rysunek

