

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237471**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **421004**

(22) Data zgłoszenia: **27.03.2017**

(51) Int.Cl.

**B65D 88/06 (2006.01)**

**G01F 23/00 (2006.01)**

**B67D 7/04 (2010.01)**

(54)

**Układ do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**08.10.2018 BUP 21/18**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**19.04.2021 WUP 08/21**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MARCIN GORAWSKI, Gliwice, PL**

**MIROSLAW SKRZEWSKI, Gliwice, PL**

**ANNA GORAWSKA, Gliwice, PL**

**KRZYSZTOF PASTERAK, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Katarzyna Borkowy**

**PL 237471 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych, mający zastosowanie na stacjach paliw płynnych wyposażonych w ręczny lub automatyczny system pozyskiwania danych.

Sprzedaż paliw płynnych na potrzeby transportu kołowego zwyczajowo odbywa się na stacjach paliw. Są one wyposażone w zbiorniki paliwa (podziemnie lub naziemne) zazwyczaj w kształcie poziomo leżącego walca o przekroju kołowym lub eliptycznym, w których paliwo jest przechowywane od momentu dostarczenia na stację, do momentu sprzedaży klientowi. Moment dostarczenia paliwa na stację jest równoznaczny z dostawą paliwa, a moment sprzedaży paliwa jest równoznaczny z wypompowaniem paliwa ze zbiornika paliwa poprzez instalację paliwową zakończoną pistoletem paliwowym umiejscowionym w dystrybutorze paliwa.

Dla prawidłowego monitorowania działania stacji (procesu sprzedaży) istotna jest znajomość stanu zbiornika – informacja o dostępnej w zbiorniku ilości paliwa, pozwalająca na planowanie wielkości i częstości dostaw paliwa, a także na kontrolowanie procesu sprzedaży. Podstawą określenia tej ilości jest zależność pomiędzy wysokością paliwa (poziomem  $H$ ) w zbiorniku a jego objętością  $V$  nazywana tablicą kalibracji zbiornika oznaczenie:  $H$ - $V$ .

Znając kształt zbiornika, poziomo leżący walec i jego wymiary np. wysokość  $H_m$  i założoną objętość  $V_m$ , można wyznaczyć teoretyczną zależność: objętości  $V$  płynu w zbiorniku od poziomu płynu  $H$ , czyli jego model teoretyczny  $H$ - $V$ . Klasycznym rozwiązaniem jest doświadczalne wyznaczanie roboczej zależności  $H$ - $V$  jako tablicy kalibracji, tworzonej przez napełnianie zbiornika kontrolowanymi porcjami paliwa i rejestrowanie zmian wysokości (aktualnych poziomów) w trakcie napełniania zbiornika.

Tak tworzona tablica odpowiada roboczo zakresowi wykorzystywania zbiornika i składa się z punktów odpowiadających dużym zmianom objętości np. przez napełnianie zbiornika porcjami po 300–500 litrów. Na jej dokładność wpływa dokładność odmierzania porcji paliwa w czasie napełniania zbiornika i dokładność odczytów wysokości. Tworzenie tablicy kalibracji odbywa się zwykle przy rozpoczęciu eksploatacji zbiornika i ze względu na złożoność (czas, wykonanie) jej jakość nie jest często weryfikowana.

Tablica kalibracji, zależność  $H$ - $V$  wykorzystywana jest w bilansowaniu działania zbiornika, określanym jako proces rekoncyliacji. Sprowadza się on do sprawdzania warunku bilansu dla danego przedziału czasu  $dT$  spełniony jest warunek:

$$V_s - V_p - V_d = 0$$

gdzie:

$V_s$  – objętość sprzedanego paliwa,

$V_p$  – objętość paliwa wypompowanego ze zbiornika,

$V_d$  – objętość paliwa dostarczonego do zbiornika podczas dostawy.

Miarą bilansu jest wielkość nazywana wariacją (oznaczenie:  $Var$ )

$$Var = V_s - V_p - V_d$$

Różnica  $Var$  stanowi chwilowy błąd (wariację), która skumulowana w kolejnych przedziałach czasu pokazuje, jak różni się model zbiornika, na podstawie którego określana jest zmiana ilości paliwa w zbiorniku odpowiadająca zmianie poziomu  $dH$  od sprzedanej ilości paliwa. Kolejne wartości wariacji  $Var$  uzyskiwane w kolejnych przedziałach czasu  $dT$  po zsumowaniu dają wartość skumulowanej wariacji (oznaczenie:  $CV$ ):

$$CV = \sum_{i=1}^n Var(dT_i)$$

Wykres skumulowanej wariacji  $CV$  dla danego przedziału czasu określa stan kalibracji zbiornika, tzn. na ile dokładnie można określić jego zawartość  $V$  na podstawie zmierzonego poziomu płynu  $H$ .

Robocza zależność  $H$ - $V$  tablica kalibracji utworzona jedną lub drugą metodą może odbiegać od rzeczywistej relacji poziom – pojemność zbiornika. Przy wykorzystaniu modelu teoretycznego mogą wystąpić problemy w dopasowaniu modelu zbiornika do rzeczywistości, powodowane niezgodnością

przyjętych wymiarów modelu zbiornika z rzeczywistością oraz nieznaną dokładnym kształtu i położenia zbiornika. Praktycznie żadne dane dotyczące zbiornika nie mogą być traktowane jako dokładne i pewne parametry w budowie modelu teoretycznego.

Przy dysponowaniu rysunkami technicznymi projektu mogą występować różnice w wykonaniu, sięgające kilku centymetrów w dowolnym kierunku. Podobnie podawana objętość zbiornika jest parametrem znanym w pewnym przybliżeniu. Głównym problemem jest kształt zbiornika. Teoretyczny walec o przekroju kołowym lub eliptycznym z płaskim dnem (model) praktycznie zakończony jest wypukłymi dennicami o na ogół nie znanym (w trakcie eksploatacji zbiornika) kształcie i wymiarze, może także w trakcie eksploatacji ulegać odkształceniom oraz zmieniać pochylenie (osiadanie gruntu).

Kolejnym problemem może być niestabilność danych odczytu poziomu z sondy pomiarowej i nie ma pewności, czy skala zaczyna się fizycznie od dna zbiornika, czy też od poziomu zalegającej na dnie wody, czy maksymalne wartości odpowiadają fizycznej wysokości zbiornika czy tylko przyjętemu zakresowi pracy i czy oś pomiarowa usytuowana jest dokładnie pionowo, czy jest umocowana stabilnie czy też podlega przemieszczeniom na skutek wlewania dużych ilości paliwa, i po każdej dostawie zajmuje trochę inne położenie.

Celem wynalazku jest stworzenie układu, który zapewni w sposób w pełni automatyczny i ciągły korygowanie aktualnego modelu H-V zbiornika na podstawie informacji o przebiegu sprzedaży, wielkości dostaw i zmian poziomu paliwa zapewniające minimalizację skumulowanej wariancji CV możliwie trwale do zera – wykres skumulowanej wariancji dla idealnie skalibrowanego zbiornika powinien być linią płaską na poziomie zera.

Układ do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych charakteryzuje się tym, że zawiera blok ekstrakcji danych połączony z blokiem magazynowania i blokiem rekonyliacji, który jest połączony z modelem H-V zbiornika, blokiem magazynowania oraz blokiem analizy i interpretacji danych, który połączony jest z blokiem magazynowania, blokiem wykrywania anomalii oraz blokiem modyfikacji parametrów modelu H-V, który jest połączony z modelem H-V zbiornika oraz blokiem raportowania, który połączony jest z blokiem wykrywania anomalii.

Korzystnie blok ekstrakcji danych połączony jest z czujnikami zlokalizowanymi na stacji paliw czujniki poziomu oraz dystrybutorzy paliwa oraz blokiem informacji o dostawach.

Korzystnie model H-V zbiornika jest na bieżąco korygowany przez połączenie zwrotne z bloku modyfikacji parametrów modelu H-V oraz ponownie wykorzystywany w bloku rekonyliacji.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest:

- wyznaczanie na bieżąco wartości rekonyliacji rozumianej jako bilans pomiędzy objętością paliwa wypompowanego ze zbiornika, objętością paliwa sprzedanego za pośrednictwem dystrybutorów paliwa oraz objętością paliwa dostarczonego do zbiornika w wyniku dostawy paliwa,
- przetwarzanie danych mające na celu analizę i interpretację skumulowanych wartości wariancji pod kątem znalezienia nieprawidłowości w używanym aktualnie odwzorowaniu H-V,
- bieżącą modyfikację parametrów modelu H-V mającą na celu jego nieustanną poprawę,
- archiwizację danych pierwotnych (pochodzących ze stacji paliw) oraz danych wtórnych (będących wynikiem przekształceń dokonanych na danych pierwotnych oraz wtórnych),
- wykrywanie sytuacji anomalnych na podstawie analizy danych bieżących i historycznych,
- raportowanie i alarmowanie specjalistów o wykrytych anomaljach oraz o zmianach w modelu H-V.

Układ według wynalazku umożliwia ciągłą korektę parametrów zbiornika odwzorowanie H-V, co przekłada się na poprawę jakości danych uzyskiwanych ze zbiornika. W konsekwencji znacznie ułatwia to analizę tychże danych pod kątem wykrywania zjawisk niepożądanych, taki jak na przykład wyciek paliwa.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na rysunku, który przedstawia schemat układu do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych.

Układ do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych zawiera blok ekstrakcji danych (3) połączony z blokiem magazynowania (8) i blokiem rekonyliacji (5), który jest połączony z modelem H-V zbiornika (4), blokiem magazynowania (8) oraz blokiem analizy i interpretacji danych (6), który połączony jest z blokiem magazynowania (8), blokiem wykrywania anomalii (9) oraz blokiem modyfikacji parametrów modelu H-V (7), który jest połączony z modelem H-V zbiornika (4) oraz blokiem raportowania (10), który połączony jest z blokiem wykrywania anomalii (9). Blok ekstrakcji danych (3) połączony jest z czujnikami zlokalizowanymi na stacji paliw (1) czujniki poziomu (1.1) oraz dystrybutorzy paliwa (1.2) oraz blokiem informacji o dostawach (2). Model H-V zbiornika (4) jest na bieżąco korygowany przez połączenie

zwrotne z bloku modyfikacji parametrów modelu H-V (7) oraz ponownie wykorzystywany w bloku rekonyliacji (5).

Układ do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych informacje o działaniu zbiornika otrzymuje z czujników zlokalizowanych na stacji paliw (1) to jest czujników poziomu (1.1) zamontowanych w zbiorniku i liczników zamontowanych w dystrybutorach (1.2) oraz z bloku informacji o dostawach (2). Dane z czujników pobierane są cyklicznie z okresem od kilku do kilkunastu sekund, rejestrowane są i przetwarzane w bloku ekstrakcji danych (3). Celem tych przekształceń jest wykrycie i zarejestrowanie momentów czasu, w których zachodzą zdarzenia sprzedaży oraz dostawy paliwa, odpowiadające zmianom poziomu w zbiorniku. Dodatkowo blok ten wykorzystuje wprowadzane ręcznie dane o dostawach (2.1). Zadaniem bloku ekstrakcji danych (3) jest zidentyfikowanie momentów przerw rozdzielających w czasie jednostkowe zdarzenia sprzedaży czy dostawy i określenie przedziałów czasu, dla których można przeprowadzić proces rekonyliacji. Blok ekstrakcji danych (3) połączony jest z blokiem magazynowania (8), którego zadaniem jest archiwizacja danych. Dzięki temu utrwalane są wszystkie dane pochodzące ze stacji paliw. Blok ekstrakcji danych (3) połączony jest również z blokiem rekonyliacji (5). Blok rekonyliacji (5) porównuje dane z dystrybutorów paliwa (informacje o sprzedaży) z odpowiadającymi im zmianami ilości paliwa w zbiorniku, otrzymanymi z modelu H-V zbiornika (4), odpowiadającymi rejestrowanym zmianom poziomów, wyznacza dla poszczególnych zdarzeń wynikające z nich wartości wariancji oraz przeprowadza ich agregację do skumulowanej wariancji CV. Model H-V zbiornika (4), który jest połączony z blokiem rekonyliacji (5), przechowuje aktualną postać odwzorowania wysokość–objętość (H-V) dla danego zbiornika.

Wyniki działania bloku rekonyliacji (5) dla poszczególnych cykli napełniania i opróżniania zbiornika są zapisywane w bloku magazynowania (8), z którym blok rekonyliacji (5) jest połączony. Oprócz tego, blok rekonyliacji (5) jest połączony z blokiem analizy i interpretacji danych (6), który przetwarza wyniki działania bloku rekonyliacji (5). Blok analizy i interpretacji danych (6) połączony jest z blokiem magazynowania (8). Z jednej strony proces analizy wymaga danych historycznych pobieranych z bloku magazynowania (8), a z drugiej strony wyniki przeprowadzonej analizy są zapisywane w bloku magazynowania (8).

Blok analizy i interpretacji danych (6) określa, w jakim zakresie parametry przyjęte w modelu zbiornika H-V (4) odbiegają od rzeczywistych danych zbiornika i w jakim kierunku te rozbieżności występują oraz podejmuje decyzję o wykonaniu modyfikacji modelu H-V zbiornika (4).

Blok analizy i interpretacji danych (6) połączony jest z blokiem modyfikacji parametrów modelu H-V (7). Zadaniem bloku modyfikacji parametrów modelu H-V (7) jest ocena charakteru przebiegu skumulowanej wariancji CV, podjęcie decyzji o rodzaju i zakresie korekcji parametrów które wprowadzane zostają do modelu H-V zbiornika (4) i, poprzez ponowne wykonanie rekonyliacji, ocena ich skuteczności na minimalizację wielkości zmian CV. W przypadku nie zadowalających rezultatów proces korekcji parametrów powtarzany jest ponownie ze zmienionymi wielkościami korekcji, do momentu uzyskania zadanego zakresu zmian CV. Blok modyfikacji parametrów modelu H-V (7) połączony jest z modelem H-V zbiornika (4) oraz z blokiem raportowania (10). Zadaniem bloku raportowania (10) jest informowanie specjalistów o zastosowanych zmianach w modelu H-V zbiornika (4).

Dodatkowo, w układzie występuje blok wykrywania anomalii (9), który jest połączony z blokiem magazynowania (8), blokiem analizy i interpretacji danych (6) oraz blokiem raportowania (10). Zadaniem bloku wykrywania anomalii (9) jest analiza danych bieżących, pobranych z bloku analizy i interpretacji danych (6) oraz danych historycznych, pobranych z bloku magazynowania (9) w celu wykrycia różnych zdarzeń niepożądanych. Wykryte zdarzenia anomalne są zapisywane w bloku magazynowania (8) oraz przesyłane do bloku raportowania (10) w celu poinformowania specjalistów.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do kalibracji stanu zbiornika paliw płynnych, **znamienny tym**, że zawiera blok ekstrakcji danych (3) połączony z blokiem magazynowania (8) i blokiem rekonyliacji (5), który jest połączony z modelem H-V zbiornika (4), blokiem magazynowania (8) oraz blokiem analizy i interpretacji danych (6), który połączony jest z blokiem magazynowania (8), blokiem wykrywania anomalii (9) oraz blokiem modyfikacji parametrów modelu H-V (7), który jest połączony z modelem H-V zbiornika (4) oraz blokiem raportowania (10), który połączony jest z blokiem wykrywania anomalii (9).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok ekstrakcji danych (3) połączony jest z czujnikami zlokalizowanymi na stacji paliw (1) czujniki poziomu (1.1) oraz dystrybutory paliwa (1.2) oraz blokiem informacji o dostawach (2).
3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że model H-V zbiornika (4) jest na bieżąco korygowany przez połączenie zwrotne z bloku modyfikacji parametrów modelu H-V (7) oraz ponownie wykorzystywany w bloku rekonyliacji (5).

### Rysunek

