



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102167** (13) **U**

(51) МПК (2015.01)

G01F 23/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2015 01549	(72) Винахідник(и):	Кондратенко Юрій Пантелійович (UA), Коробко Олексій Володимирович (UA), Кондратенко Галина Володимирівна (UA), Козлов Олексій Валерійович (UA), Герасін Олександр Сергійович (UA), Топалов Андрій Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки:	23.02.2015	(73) Власник(и):	ЧОРНОМОРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ, вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	26.10.2015		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	26.10.2015, Бюл.№ 20		

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРАХ З ДИСКРЕТНИМ САМОТЕСТУВАННЯМ

(57) Реферат:

Спосіб автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним само тестуванням, в якому у робочому просторі резервуара встановлюють два вимірювачі на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара та здійснюють одночасно неперервну реєстрацію їх електричних сигналів, причому перший вимірювач виконують у вигляді гідростатичного датчика тиску, а значення рівня рідини в резервуарі визначають гідростатичним методом на основі реєстрованих електричних сигналів. Другий вимірювач виконують у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня та встановлюють вище гідростатичного датчика тиску, при цьому в кожний момент спрацювання (включення/вимкнення) дискретного датчика фіксованого рівня здійснюють порівняння електричного сигналу, що надходить від гідростатичного датчика тиску і відповідає поточному значенню рівня рідини в резервуарі, з електричним сигналом, що відповідає фіксованому значенню рівня, на якому встановлений дискретний датчик, та формують електричний сигнал, відповідний значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску, при перевищенні яким максимального порогового значення сигналізують про несправність гідростатичного датчика тиску.

UA 102167 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки й може бути використана при проектуванні систем автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах різнотипного призначення.

Відомо про способи вимірювання та автоматичного контролю рівня рідких та сипучих середовищ в різнотипних резервуарах, які базуються на розміщенні в резервуарах поплавкових, емнісних, ультразвукових, радарних та ротаційних датчиків рівня, датчиків тиску і термочутливих датчиків, а також на подальшій реєстрації електричних сигналів, що надходять від датчиків, та визначенні поточного значення рівня продукту у відповідному резервуарі. Прикладом такого способу є спосіб вимірювання щільності та рівня рідини [Патент РФ № 2260776 С1, G01F23/14, G01N9/26, заявл. 06.04.2004, опубл. 20.09.2005], що полягає в розміщенні у робочому просторі резервуара двох датчиків тиску на фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара, фіксації значення тиску нижнього датчика в момент переходу рідину рівня верхнього датчика, використання цього зафіксованого тиску і значення відстані між датчиками для обчислення щільності та рівня рідини в резервуарі.

Такий спосіб має наступні проблеми:

- низька надійність та точність вимірювання значення рівня при відсутності періодичних діагностичних перевірок справності датчиків тиску, встановлених по висоті резервуара, що пов'язані з можливістю відхилення параметрів датчиків від номінальних, зниження точності при появі похибки вимірювання через відмови датчиків та ін.;

- висока вартість обслуговування вимірювальних систем, що реалізують даний спосіб, оскільки для забезпечення високої точності вимірювання необхідно періодично здійснювати незалежні діагностичні перевірки справності датчиків тиску, встановлених по висоті резервуара.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб автоматичного контролю рівня і щільності розчину у випарному апараті [Патент РФ № 2133023 С1, G01N9/26, заявл. 10.02.1998, опубл. 10.07.1999], що прийнятий як прототип. Згідно даного способу у сепараційному просторі випарного апарату нижче рівня розчину встановлюють два гідростатичні вимірювачі на фіксованій відстані один над одним, здійснюють одночасно неперервну реєстрацію їх електричних сигналів, обчислюють поточне значення різниці між даними сигналами і на підставі цієї різниці та значення відстані між вимірювачами обчислюють поточні значення рівня та щільності рідини у випарному апараті.

Такий спосіб має наступні проблеми:

- низька надійність та точність вимірювання значення рівня при відсутності періодичних діагностичних перевірок справності гідростатичних вимірювачів, встановлених у випарному апараті;

- висока вартість обслуговування систем автоматичного контролю рівня, що застосовують даний спосіб при необхідності забезпечення високої точності вимірювання та контролю за рахунок періодичного проведення діагностичних перевірок справності гідростатичних вимірювачів, встановлених у випарному апараті.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах шляхом підвищення надійності і точності вимірювання та зниження вартості обслуговування обладнання, що застосовується для реалізації даного способу, за рахунок заміни другого гідростатичного вимірювача на дискретний датчик фіксованого рівня, який встановлюється вище першого гідростатичного вимірювача, для здійснення його тестування в кожний момент спрацювання дискретного датчика на основі електричного сигналу, що відповідає фіксованому значенню рівня, на якому встановлений дискретний датчик.

Поставлена задача вирішується тим, що при реалізації способу автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням, згідно з яким у робочому просторі резервуара встановлюють два вимірювачі на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара та здійснюють одночасно неперервну реєстрацію їх електричних сигналів, причому перший вимірювач виконують у вигляді гідростатичного датчика тиску, а значення рівня рідини в резервуарі визначають гідростатичним методом на основі реєстрованих електричних сигналів, в якому згідно корисної моделі другий вимірювач виконують у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня та встановлюють вище гідростатичного датчика тиску, при цьому в кожний момент спрацювання (включення/вимкнення) дискретного датчика фіксованого рівня здійснюють порівняння електричного сигналу, що надходить від гідростатичного датчика тиску і відповідає поточному значенню рівня рідини в резервуарі, з електричним сигналом, що відповідає фіксованому значенню рівня, на якому встановлений дискретний датчик, та формують електричний сигнал, відповідний значенню похибки

вимірювання гідростатичного датчика тиску, при перевищенні яким максимального порогового значення сигналізують про несправність гідростатичного датчика тиску.

Винахідницький задум полягає в тому, що спосіб автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням дозволяє визначати поточне значення рівня на основі реєстрованого електричного сигналу, що надходить від гідростатичного датчика тиску та водночас здійснювати його діагностичне тестування за допомогою дискретного датчика фіксованого рівня. При цьому суттєво підвищується точність вимірювання рівня та знижується вартість обслуговування обладнання, що застосовується для реалізації даного способу.

Суть запропонованого способу пояснюється за допомогою часових діаграм процесів заповнення і спустошення резервуара, наведених на кресленні, де прийнято наступні позначення: L_p - реальне значення рівня рідини в резервуарі; L_{max} - максимально допустиме значення рівня заповнення резервуара; L_ϕ - певне фіксоване значення рівня, на якому в резервуарі встановлений дискретний датчик фіксованого рівня (другий вимірювач); $L_{дт}$ - значення рівня рідини в резервуарі, яке визначається за допомогою гідростатичного датчика тиску (першого вимірювача); ΔL - значення похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску ($\Delta L = |L_p - L_{дт}|$); $u_{дд}$ - сигнал спрацювання дискретного датчика фіксованого рівня; ΔL_{max} - максимально допустиме значення похибки вимірювання рівня рідини в резервуарі; u_n - сигнал, що сигналізує про несправність гідростатичного датчика тиску; t_1 - момент часу в процесі заповнення резервуара, в який рівень рідини досягає фіксованого значення L_ϕ (при цьому перший і другий вимірювачі формують вихідні сигнали, аналіз яких свідчить про справність (коректну роботу) гідростатичного датчика тиску); t_2 - момент часу, в який рівень рідини досягає максимально допустимого значення L_{max} і закінчується процес заповнення резервуара; t_3 - момент часу, в який починається процес спустошення резервуара; t_4 - момент часу в процесі спустошення резервуара, в який рівень рідини переходить фіксоване значення L_ϕ (при цьому перший і другий вимірювачі формують вихідні сигнали, аналіз яких свідчить про несправність (некоректну роботу) гідростатичного датчика тиску); t_5 - момент часу, в який закінчується процес спустошення резервуара і його рівень стає рівним нулю ($L_p=0$). Згідно до часових діаграм (креслення) в моменти часу $t=0$ та $t=t_5$ рівень рідини в резервуарі дорівнює нулю ($L_p=0$). На інтервалі часу від 0 до t_2 відбувається процес заповнення резервуара, при якому рівень рідини зростає від 0 до L_{max} . При цьому в момент часу t_1 при досягненні фіксованого значення рівня L_ϕ дискретний датчик рівня спрацьовує (вмикається), і його вихідний сигнал стає рівним одиниці ($u_{дд}=1$). На інтервалі часу від t_2 до t_3 рівень рідини в резервуарі дорівнює максимально допустимому значенню ($L_p=L_{max}$). В свою чергу, процес спустошення резервуара, при якому рівень рідини зменшується від L_{max} до 0, проходить на інтервалі часу від t_3 до t_5 . При цьому в момент часу t_4 при переході рівня рідини через фіксоване значення L_ϕ дискретний датчик рівня вмикається і його вихідний сигнал стає рівним нулю ($u_{дд}=0$).

Для реалізації запропонованого способу автоматичного контролю рівня рідини з дискретним самотестуванням у робочому просторі резервуара встановлюють два вимірювачі на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара, причому перший вимірювач виконують у вигляді гідростатичного датчика тиску, а другий вимірювач виконують у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня та встановлюють вище гідростатичного датчика тиску.

Суть запропонованого способу автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням полягає в наступному.

Електричний сигнал, що надходить від гідростатичного датчика тиску безперервно вимірюють та реєструють на всьому інтервалі часу від 0 до t_5 . Поточне значення рівня рідини в резервуарі $L_{дт}(t_i)$ в кожний i -й дискретний момент часу, в свою чергу, визначають на основі даного сигналу, згідно залежності:

$$L_{дт}(t_i) = \frac{P_{дт}(t_i)}{\rho_p g},$$

де t_i , ($i=1,2,\dots$) - i -й дискретний момент часу в часовому діапазоні функціонування резервуара, який змінюється згідно з кроком дискретизації Δt , ($t_{i+1}=t_i+\Delta t$); $P_{дт}(t_i)$ - поточне значення тиску стовпа рідини, що визначається за допомогою гідростатичного датчика; ρ_p - густина робочої рідини в резервуарі; g - прискорення вільного падіння.

В моменти часу t_1 та t_4 при переході рівня рідини через фіксоване значення L_ϕ та спрацюванні ($(u_{дд}=0 \rightarrow u_{дд}=1)$ або $(u_{дд}=1 \rightarrow u_{дд}=0)$) дискретного датчика фіксованого рівня здійснюють порівняння реєстрованого електричного сигналу, що надходить від гідростатичного датчика тиску і відповідає поточному значенню рівня рідини в резервуарі $L_{дт}(t_i)$, з електричним сигналом, що відповідає фіксованому значенню рівня L_ϕ , на якому встановлений дискретний датчик. На основі порівняння вищенаведених сигналів формують електричний сигнал, що

відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску $\Delta L(t_i)$, значення якої розраховують за формулою:

$$\Delta L(t_i) = L_{\Phi} - L_{\text{дт}}(t_i).$$

При умові $\Delta L(t_i) \leq \Delta L_{\text{max}}$, наприклад в момент часу t_1 (креслення), тобто при неперевищенні даним сигналом $\Delta L(t_1)$ максимального порогового значення ΔL_{max} , що відповідає максимально допустимому значенню похибки вимірювання рівня рідини в резервуарі ΔL_{max} , сигнал u_H , що сигналізує про несправність гідростатичного датчика тиску, залишають на нульовому рівні ($u_H=0$), що в результаті самотестування свідчить про коректну роботу (про справність) гідростатичного датчика тиску (першого вимірювача).

При умові $\Delta L(t_i) > \Delta L_{\text{max}}$, наприклад в момент часу t_4 (креслення), тобто при перевищенні даним сигналом $\Delta L(t_4)$ максимального порогового значення ΔL_{max} , що відповідає максимально допустимому значенню похибки вимірювання рівня рідини в резервуарі ΔL_{max} , сигналізують в результаті самотестування ($u_H=1$) про несправність (некоректну роботу) гідростатичного датчика тиску (першого вимірювача).

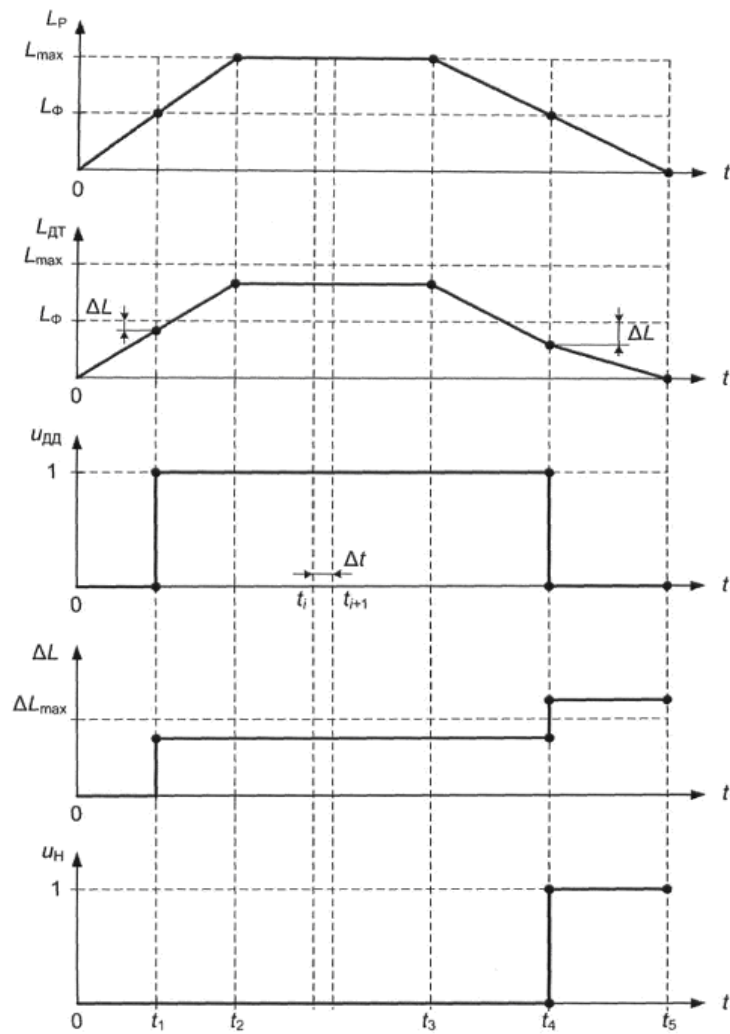
Таким чином, в процесі експлуатації відповідного резервуара постійно здійснюють дискретне самотестування гідростатичного датчика тиску (першого вимірювача), що відбувається в кожний момент спрацьовування (включення/вимкнення) дискретного датчика фіксованого рівня (другого вимірювача).

Позитивний ефект проявляється в тому, що в порівнянні зі способом-прототипом згідно патенту РФ № 2133023, даний спосіб автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням забезпечує підвищення надійності і точності вимірювання, а також зниження вартості обслуговування обладнання, яке застосовують для його реалізації, за рахунок поточного (постійного) самотестування першого вимірювача в процесі робочої експлуатації резервуара і виключення періодичних діагностичних перевірок справності гідростатичних датчиків тиску. Крім того, при реалізації даного способу другий гідростатичний вимірювач замінюється на дискретний датчик фіксованого рівня, який має меншу вартість. Цей факт забезпечує додаткове зниження вартості обладнання, що застосовується для реалізації вищенаведеного способу.

30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням, в якому у робочому просторі резервуара встановлюють два вимірювачі на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара та здійснюють одночасно неперервну реєстрацію їх електричних сигналів, причому перший вимірювач виконують у вигляді гідростатичного датчика тиску, а значення рівня рідини в резервуарі визначають гідростатичним методом на основі реєстрованих електричних сигналів, який **відрізняється** тим, що другий вимірювач виконують у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня та встановлюють вище гідростатичного датчика тиску, при цьому в кожний момент спрацьовування (включення/вимкнення) дискретного датчика фіксованого рівня здійснюють порівняння електричного сигналу, що надходить від гідростатичного датчика тиску і відповідає поточному значенню рівня рідини в резервуарі, з електричним сигналом, що відповідає фіксованому значенню рівня, на якому встановлений дискретний датчик, та формують електричний сигнал, відповідний значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску, при перевищенні яким максимального порогового значення сигналізують про несправність гідростатичного датчика тиску.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601