



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102887** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G05B 19/00
G01F 23/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

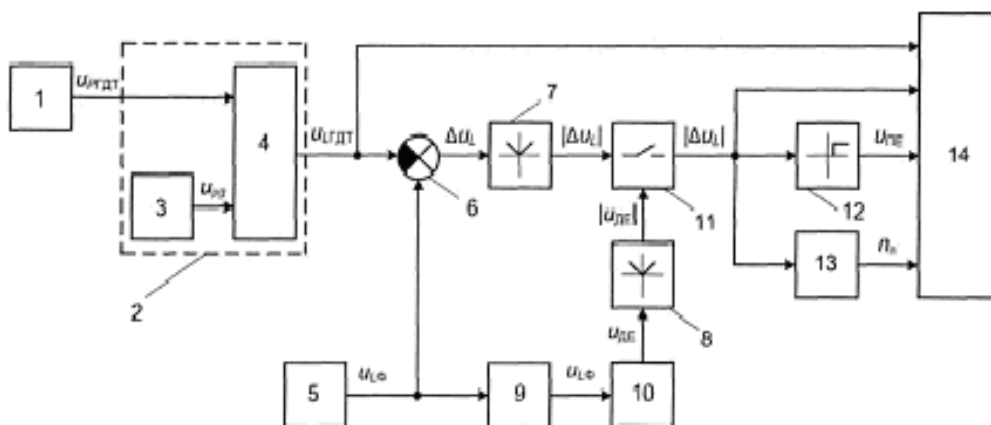
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|--|--|
| (21) Номер заявки: u 2015 04824 | (72) Винахідник(и): Кондратенко Юрій Пантелійович (UA), Козлов Олексій Валерійович (UA), Коробко Олексій Володимирович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 18.05.2015 | |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2015 | (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA) |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2015, Бюл.№ 22 | |

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

(57) Реферат:

Система автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням містить два вимірювачі, арифметичний блок, джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок, керований ключ, пороговий елемент, лічильник імпульсів, блок відображення обробленої інформації, датчик фіксованого рівня та блок ділення.



UA 102887 U

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

Відомо про системи для вимірювання та автоматичного контролю рівня рідких та сипучих середовищ в різнотипних резервуарах, в яких за допомогою поплавкових, ємнісних, ультразвукових, радарних, ротаційних датчиків рівня, датчиків тиску або термочутливих датчиків визначається поточне значення рівня. В цих системах здійснюється реєстрація відповідних сигналів, які відповідають поточним значенням рівня продукту у відповідному резервуарі, подальша їх обробка та відображення в зручній для оператора формі. Прикладом таких систем є система, що застосовується для реалізації способу вимірювання щільності та рівня рідини [Патент РФ № 2260776 С1, G01F 23/14, G01N 9/26, заявл. 06.04.2004, опубл. 20.09.2005]. До складу даної системи входять два гідростатичних датчики тиску, які встановлені на певній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара, а також різнотипні електронні блоки, які фіксують значення тиску нижнього датчика в момент переходу рідиною рівня верхнього датчика та на основі цього зафіксованого тиску і значення відстані між датчиками обчислюють щільність та рівень рідини в резервуарі. Така система має наступні проблеми:

- низька надійність та низька точність вимірювання значення рівня рідини через відсутність можливості здійснення в автоматичному режимі періодичних діагностичних перевірок справності датчиків тиску, встановлених по висоті резервуара, що пов'язано з можливістю відхилення параметрів відповідних датчиків від номінальних, зниження точності при появі похибки вимірювання через відмови датчиків та ін. в процесі їх довготривалої технічної експлуатації;

- висока вартість обслуговування, оскільки для забезпечення відповідної точності вимірювання рівня час від часу необхідно здійснювати незалежні діагностичні перевірки справності датчиків тиску, встановлених по висоті резервуара (в багатьох випадках тільки в умовах повного спустошення і подальшого калібрувального наповнення резервуарів рідинним продуктом);

- низька інформативність системи через відсутність блока відображення інформації про поточне значення рівня.

Найбільш близькою до запропонованої є система, яка застосовується для реалізації способу автоматичного контролю рівня і щільності розчину у випарному апараті [Патент РФ № 2133023 С1, G01N 9/26, заявл. 10.02.1998, опубл. 10.07.1999], що прийнята як прототип. Дана система автоматичного контролю рівня і щільності містить перший і другий гідростатичні вимірювачі, встановлені у сепараційному просторі випарного апарата нижче рівня розчину на певній фіксованій відстані один від одного, та арифметичний блок, який здійснює одночасну неперервну реєстрацію електричних сигналів вимірювачів, обчислює поточне значення різниці між даними сигналами і на підставі цієї різниці та значення відстані між вимірювачами визначає поточні значення рівня та щільності рідини у випарному апараті.

Така система має наступні проблеми:

- низька надійність та точність вимірювання значення рівня при відсутності періодичних діагностичних перевірок (в автоматичному режимі) справності гідростатичних вимірювачів, встановлених у випарному апараті, що пов'язано з можливістю відхилення параметрів вимірювачів від номінальних, зниження точності при появі похибки вимірювання та ін.;

- висока вартість обслуговування, оскільки для забезпечення заданої точності вимірювання необхідно періодично здійснювати незалежні діагностичні перевірки справності гідростатичних вимірювачів, встановлених у випарному апараті, що вимагає в багатьох випадках призупинення відповідного технологічного процесу;

- низька інформативність системи через відсутність блока відображення інформації про поточне значення рівня.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення надійності системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах за рахунок можливості дискретного самотестування датчиків в автоматичному режимі та удосконалення системи за рахунок заміни другого гідростатичного вимірювача на дискретний датчик фіксованого рівня, який встановлений по висоті резервуара над першим вимірювачем, та додаткового введення джерела опорної напруги, суматора, першого та другого блоків обчислення модуля, диференціального блока, керованого ключа, порогового елемента, лічильника імпульсів та блока відображення обробленої інформації, що дозволить підвищити надійність та точність вимірювання значення рівня з виключенням необхідності періодичних діагностичних перевірок справності гідростатичних датчиків тиску в умовах призупинення відповідного технологічного процесу, а також знизити вартість обслуговування та підвищити інформативність системи.

Поставлена задача вирішується тим, що до складу системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням, що містить два вимірювачі, встановлені у робочому просторі резервуара на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара, та арифметичний блок, вхід якого підключений до виходу першого вимірювача, причому перший вимірювач виконаний у вигляді гідростатичного датчика тиску, згідно з корисною моделлю, додатково введено джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок, керований ключ, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації, другий вимірювач виконаний у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня рідини, вихід арифметичного блока підключений до першого входу блока відображення обробленої інформації та інверсного входу суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги і сигнальним входом дискретного датчика фіксованого рівня рідини, а вихід суматора - через перший блок обчислення модуля з інформаційним входом керованого ключа, вихід дискретного датчика фіксованого рівня через послідовно з'єднані диференціальний блок та другий блок обчислення модуля підключений до керувального входу керованого ключа, вихід якого з'єднаний з входом порогового елемента, входом лічильника імпульсів та другим входом блока відображення обробленої інформації, третій вхід якого підключений до виходу порогового елемента, а четвертий вхід - до виходу лічильника імпульсів, арифметичний блок містить додаткове джерело опорної напруги та блок ділення, перший вхід та вихід якого з'єднані, відповідно, з входом та виходом арифметичного блока, а другий вхід - з виходом джерела опорної напруги, причому другий вимірювач встановлений по висоті резервуара над першим вимірювачем, а блок відображення обробленої інформації виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини першим вимірювачем, загальної кількості самотестувальних процедур між вимірювачами та сигнальної інформації про несправність першого вимірювача при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини.

Схемотехнічна реалізація системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням дозволяє з достатньо високою точністю визначати та наглядно відображати поточне значення рівня рідини в резервуарах за допомогою арифметичного блока та блока відображення обробленої інформації на основі електричного сигналу, що надходить від гідростатичного датчика тиску, а також постійно здійснювати в автоматичному режимі його діагностичне тестування за допомогою дискретного датчика фіксованого рівня та інших логічних елементів системи. При цьому суттєво підвищується точність, надійність та інформативність системи автоматичного контролю рівня рідини, а також знижується вартість її обслуговування.

На кресленні наведена функціональна схема системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням, де прийнято наступні позначення: 1 - гідростатичний датчик тиску (перший вимірювач); 2 - арифметичний блок, що містить додаткове джерело опорної напруги 3 та блок ділення 4; 5 - джерело опорної напруги; 6 - суматор; 7, 8 - перший та другий блоки обчислення модуля вхідного сигналу; 9 - дискретний датчик фіксованого рівня (другий вимірювач, що забезпечує замикання відповідних електричних контактів при досягненні рідиною фіксованого рівня або розмикання контактів - у протилежному випадку); 10 - диференціальний блок; 11 - керований ключ; 12 - пороговий елемент; 13 - лічильник імпульсів; 14 - блок відображення обробленої інформації; $u_{pгдт}$ - вихідний електричний сигнал гідростатичного датчика тиску, що відповідає поточному значенню гідростатичного тиску рідини на дні резервуара; u_{pg} - вихідний електричний сигнал додаткового джерела опорної напруги 3, що відповідає добутку значень щільності робочої рідини ρ_p та прискорення вільного падіння g ; $u_{лгдт}$ - вихідний електричний сигнал арифметичного блока 2, відповідний поточному значенню рівня рідини в резервуарі; $u_{лф}$ - вихідний електричний сигнал джерела опорної напруги 5, відповідний фіксованому значенню рівня по висоті резервуара, на якому встановлений дискретний датчик; $\Delta u_{л}$ - різниця вихідних електричних сигналів джерела опорної напруги 5 та арифметичного блока 2; $u_{де}$ - вихідний електричний сигнал диференціального блока 10; $u_{пе}$ - вихідний електричний сигнал порогового елемента 12; n_n - загальна кількість самотестувальних процедур системи (вихідний сигнал лічильника 13).

При попередньому налаштуванні системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням перший 1 та другий 9 вимірювачі встановлені у робочому просторі резервуара на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара, причому другий 9 вимірювач встановлений по висоті резервуара над першим вимірювачем 1. Вхід арифметичного блока 2 підключений до виходу першого вимірювача 1, а

вихід - до першого входу блока відображення обробленої інформації 14 та інверсного входу суматора 6. Арифметичний блок 2 містить додаткове джерело опорної напруги 3 та блок ділення 4. Перший вхід та вихід блока ділення 4 з'єднані, відповідно, з входом та виходом арифметичного блока 2, а другий вхід - з виходом джерела опорної напруги 3. Прямий вхід суматора 6 з'єднаний з виходом джерела опорної напруги 5 і сигнальним входом дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9. Вихід суматора 6 через перший блок обчислення модуля 7 підключений до інформаційного входу керованого ключа 11. Сигнальний вихід дискретного датчика фіксованого рівня 9 через послідовно з'єднані диференціальний блок 10 та другий блок обчислення модуля 8 підключений до керувального входу керованого ключа 11. Вихід керованого ключа 11 з'єднаний з входом порогового елемента 12, входом лічильника імпульсів 13 та другим входом блока відображення обробленої інформації 14. Третій вхід блока відображення обробленої інформації 14 підключений до виходу порогового елемента 12, а четвертий вхід - до виходу лічильника імпульсів 13. Блок відображення обробленої інформації 14 виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини першим вимірювачем, загальної кількості самотестувальних процедур між вимірювачами та сигнальної інформації про несправність першого вимірювача при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини.

Запропонована система працює наступним чином.

Гідростатичний датчик тиску 1 вимірює поточне значення гідростатичного тиску рідини P_p на дні резервуара та формує на виході відповідний електричний сигнал $u_{pгдт}$. Додаткове джерело опорної напруги 3 арифметичного блока 2 формує на виході електричний сигнал u_{pg} , що відповідає добутку значень щільності робочої рідини ρ_p та прискорення вільного падіння g . Значення даного електричного сигналу u_{pg} на виході додаткового джерела опорної напруги 3 попередньо встановлюється оператором системи автоматичного контролю рівня в залежності від значення щільності робочої рідини ρ_p . Арифметичний блок 2, в свою чергу, за допомогою блока ділення 4 розраховує поточне значення рівня рідини в резервуарі L_p , формує на своєму виході відповідний значенню рівня електричний сигнал $u_{лгдт}$ і передає його на перший вхід блока відображення обробленої інформації 14 та на інверсний вхід суматора 6. При цьому сигнал $u_{лгдт}$, що відповідає поточному значенню рівня рідини L_p , у резервуарі, формується на виході блока ділення 4 і, відповідно, на виході арифметичного блока 2, згідно з залежністю

$$L_p = \frac{P_p}{\rho_p g}.$$

Джерело опорної напруги 5 формує на виході електричний сигнал $u_{лф}$, що відповідає фіксованому значенню рівня $L_{ф}$, на якому встановлений дискретний датчик рівня рідини 9, та передає його на прямий вхід суматора 6, а також на сигнальний вхід дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9. Суматор обчислює різницю електричних сигналів Δu_L ($\Delta u_L = u_{лф} - u_{лгдт}$) джерела опорної напруги 5 та арифметичного блока 2, значення якої надходить на вхід першого блока обчислення модуля 7. Вихідний сигнал $|\Delta u_L|$ першого блока обчислення модуля 7, що відповідає значенню похибки вимірювання рівня ΔL_p гідростатичним датчиком тиску 1, в свою чергу, надходить на інформаційний вхід керованого ключа 11.

При включенні (спрацьовуванні) дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9 (в момент досягнення рівня рідини $L_{ф}$) вихідний електричний сигнал $u_{лф}$ джерела опорної напруги 5 через замкнуті електричні контакти датчика 9 надходить на диференціальний блок 10, який при цьому формує на виході додатний імпульсний електричний сигнал $u_{дЕ}$ ($u_{дЕ} = \frac{du_{лф}}{dt}$). В свою чергу,

якщо поточний рівень рідини у резервуарі знижується відносно фіксованого рівня $L_{ф}$, розмикаються електричні контакти дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9, а електричний сигнал $u_{лф}$ джерела опорної напруги 5 миттєво перестає надходити на диференціальний блок 10. Диференціальний блок 10 в цей момент часу формує на своєму виході від'ємний імпульсний електричний сигнал - $u_{дЕ}$. Отже, в обох випадках (при замиканні і при розмиканні електричних контактів дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9) відповідний додатний або від'ємний імпульсний електричний сигнал $u_{дЕ}$ з виходу

диференціального блока 10 надходить на вхід другого блока обчислення модуля 8. При цьому на виході другого блока обчислення модуля 8 формується відповідний додатний імпульсний сигнал $|u_{ДЕ}|$, який надходить на керувальний вхід керованого ключа 11. В цей момент часу керований ключ 11 замикається, і електричний сигнал $|\Delta u_L|$ надходить на другий вхід блока відображення обробленої інформації 14, а також на входи порогового елемента 12 і лічильника імпульсів 13. Даний електричний сигнал також має імпульсну форму та по амплітуді відповідає значенню похибки вимірювання рівня ΔL_P гідростатичного датчику тиску 1. Пороговий елемент 12 при надходженні на його вхід імпульсного електричного сигналу $|\Delta u_L|$ спрацьовує тільки при умові перевищення даним сигналом максимально допустимого значення Δu_{Lmax} , яке відповідає максимально допустимому значенню похибки вимірювання рівня рідини ΔL_{Pmax} гідростатичним датчиком тиску 1. Попереднє налаштування порогового елемента 12 здійснюється згідно з його статичною характеристикою

$$u_{вих12} = \begin{cases} u_{ПЕ}, & \text{при } u_{вх12} \geq \Delta u_{Lmax} \\ 0, & \text{при } u_{вх12} < \Delta u_{Lmax} \end{cases}.$$

Отже, в системі реалізується процес самотестування першого вимірювача 1, а поява на виході порогового елемента 12 імпульсного сигналу $u_{ПЕ}$, який потім надходить на третій вхід блока відображення обробленої інформації 14, відповідає несправності гідростатичного датчику тиску 1. Лічильник імпульсів 13 в процесі багаторазового самотестування першого вимірювача 1 формує кількість імпульсів $n_{П}$, що надходять з інформаційного виходу керованого ключа 11, та передає цю інформацію на четвертий вхід блока відображення обробленої інформації 14.

При цьому значення вихідної напруги $u_{LФ}$ джерела опорної напруги 5 та максимально допустиме значення вхідного сигналу Δu_{Lmax} на пороговому елементі 12 попередньо встановлюються людиною-оператором даної системи в залежності від фіксованого значення рівня $L_{Ф}$, на якому встановлений дискретний датчик 9, та максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини ΔL_{Pmax} гідростатичним датчиком тиску 1.

Блок відображення обробленої інформації 14, в свою чергу, має чотири інформаційних канали, через які надходить інформація від гідростатичного датчику тиску 1, першого блоку блока обчислення модуля 7, порогового елемента 12 та лічильника імпульсів 13. Людино-машинний інтерфейс блока відображення обробленої інформації 14 в процесі функціонування системи відображає поточне значення рівня рідини в резервуарі L_P , значення похибки вимірювання рівня рідини ΔL_P гідростатичним датчиком тиску 1, загальну кількість проведених самотестувальних процедур $n_{П}$ між датчиками 1 та 9 в зручній для людини-оператора формі. Крім того, при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини ΔL_{Pmax} і відповідному спрацьовуванні порогового елемента 12 блок відображення обробленої інформації 14 формує для оператора системи сигнальну інформацію про серйозну несправність гідростатичного датчика тиску 1.

Таким чином, в даній системі автоматичного контролю рівня рідини кожного разу під час наповнення та спустошення резервуару, зокрема, при переході рівня рідини через фіксоване значення $L_{Ф}$ та спрацьовуванні дискретного датчика 9 (замикання/розмикання електричних контактів), здійснюється самотестування справного стану роботи гідростатичного датчику тиску 1.

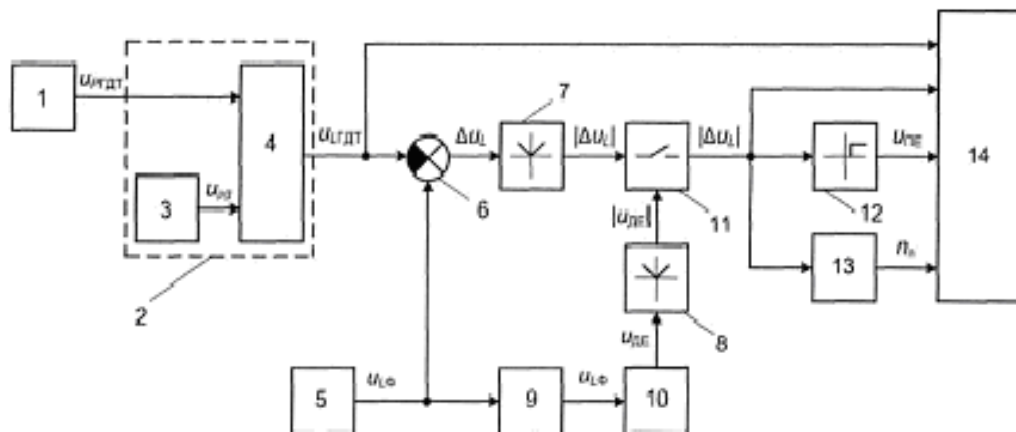
Позитивний ефект проявляється в тому, що в порівнянні з системою-прототипом, що застосовується для реалізації способу, наведеному в патенті РФ № 2133023, до складу запропонованої системи додатково введено джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок, керований ключ, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації, а другий гідростатичний вимірювач, в свою чергу, замінено на дискретний датчик фіксованого рівня, що дозволяє значно підвищити надійність та точність вимірювання значення рівня при неперервному здійсненні в автоматичному режимі процесів самотестування першого вимірювача і одночасно при відсутності періодичних діагностичних перевірок справності гідростатичного датчику тиску з призупиненням технологічного процесу, а також знизити вартість обслуговування та підвищити інформативність системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах. Крім того, заміна

в даній системі другого гідростатичного вимірювача на дискретний датчик фіксованого рівня, знижує в цілому вартість як другого вимірювача, так і системи в цілому.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Система автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням, яка містить два вимірювачі, встановлені у робочому просторі резервуара на відповідній фіксованій відстані один від одного по висоті резервуара, та арифметичний блок, вхід якого підключений до виходу першого вимірювача, причому перший вимірювач виконаний у вигляді гідростатичного датчика тиску, яка **відрізняється** тим, що до складу системи введено джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок, керований ключ, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації, другий вимірювач виконаний у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня рідини, вихід арифметичного блока підключений до першого входу блока відображення обробленої інформації та інверсного входу суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги і сигнальним входом дискретного датчика фіксованого рівня рідини, а вихід суматора - через перший блок обчислення модуля з інформаційним входом керованого ключа, вихід дискретного датчика фіксованого рівня через послідовно з'єднані диференціальний блок та другий блок обчислення модуля підключений до керувального входу керованого ключа, вихід якого з'єднаний з входом порогового елемента, входом лічильника імпульсів та другим входом блока відображення обробленої інформації, третій вхід якого підключений до виходу порогового елемента, а четвертий вхід - до виходу лічильника імпульсів, арифметичний блок містить додаткове джерело опорної напруги та блок ділення, перший вхід та вихід якого з'єднані, відповідно, з входом та виходом арифметичного блока, а другий вхід - з виходом джерела опорної напруги, причому другий вимірювач встановлений по висоті резервуара над першим вимірювачем, а блок відображення обробленої інформації виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини першим вимірювачем, загальної кількості самотестувальних процедур між вимірювачами та сигнальної інформації про несправність першого вимірювача при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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