



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112113** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
B25J 19/02 (2006.01)
G05B 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

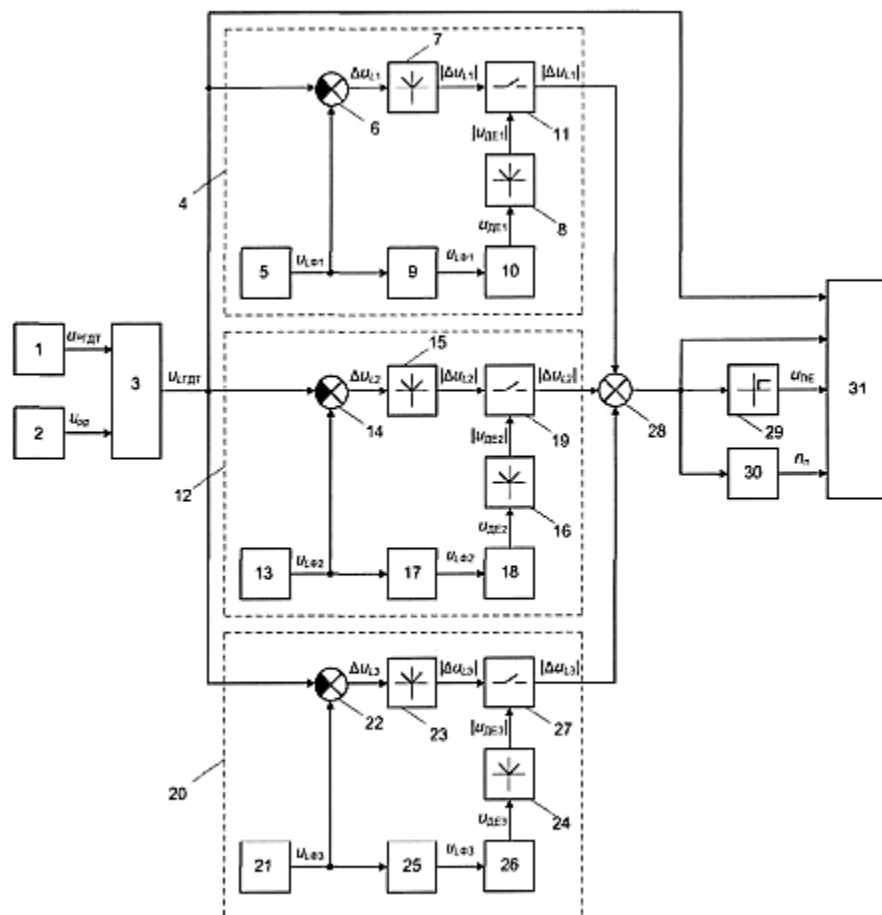
(21) Номер заявки: u 2016 03490	(72) Винахідник(и): Кондратенко Юрій Пантелійович (UA), Козлов Олексій Валерійович (UA), Коробко Олексій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 04.04.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.12.2016	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.12.2016, Бюл.№ 23	

(54) СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ РІДИНИ З РОЗПОДІЛЕНИМ ПО ВИСОТІ РЕЗЕРВУАРА ДИСКРЕТНИМ САМОТЕСТУВАННЯМ

(57) Реферат:

Система автоматичного контролю рівня рідини з розподіленням по висоті резервуара дискретним самотестуванням містить гідростатичний датчик тиску, встановлений у робочому просторі резервуара, основне джерело опорної напруги, блок ділення, перший канал дискретного самотестування, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації. Перший канал дискретного самотестування містить дискретний датчик фіксованого рівня, встановлений у робочому просторі резервуара, джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок та керований ключ. До складу системи введено принаймні два додаткових канали дискретного самотестування, що мають ідентичну структуру з першим каналом дискретного самотестування, та додатковий суматор.

UA 112113 U



Фиг. 1

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 автоматичного контролю рівня і щільності розчину у випарному апараті [Патент РФ № 2133023 С1, G01N 9/26, заявл. 10.02.1998, опубл. 10.07.1999]. До складу даної системи входять 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.

Найближчим аналогом є система автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням [Патент України №102887 U, G05B 19/00 G01F 23/00, заявл. 18.05.2015, опубл. 25.11.2015]. Дана система автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням 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, а другий - у вигляді дискретного датчика фіксованого рівня рідини. Також дана система містить джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок, керований ключ, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації. При цьому 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.

Крім того, вихід дискретного датчика фіксованого рівня через послідовно з'єднані диференціальний блок та другий блок обчислення модуля підключений до керованого 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, в свою чергу, 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.

Така система має наступні проблеми:

низька надійність та точність вимірювання поточного значення рівня рідини при відсутності виконання системою самотестувальних процедур на всьому діапазоні вимірювання рівня, оскільки гідростатичний датчик тиску може мати нелінійні вихідні характеристики, а його похибка

вимірювання може суттєво змінюватися в залежності від поточного значення рівня рідини в резервуарі;

низька ефективність самотестувальних процедур в достатньо великих за висотою резервуарах через застосування в даній системі лише одного каналу дискретного самотестування для здійснення перевірок точності та справності гідростатичного датчика тиску.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення системи автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням шляхом підвищення ефективності проведення самотестувальних процедур за рахунок додаткового введення принаймні двох каналів дискретного самотестування, які мають ідентичну структуру з першим каналом дискретного самотестування, та суматора, що дозволить суттєво підвищити надійність та точність вимірювання поточного значення рівня рідини при застосуванні даної системи для автоматичного контролю рівня рідини в достатньо великих за висотою резервуарах.

Поставлена задача вирішується тим, що до складу системи автоматичного контролю рівня рідини з розподіленням по висоті резервуара дискретним самотестуванням, що містить гідростатичний датчик тиску, встановлений у робочому просторі резервуара, основне джерело опорної напруги, блок ділення, перший канал дискретного самотестування, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації, який виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини гідростатичним датчиком тиску, загальної кількості самотестувальних процедур між датчиками та сигнальної інформації про несправність гідростатичного датчика тиску при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини, причому вихід гідростатичного датчика тиску підключений до першого входу блока ділення, другий вхід якого з'єднаний з виходом основного джерела опорної напруги, а вихід блока ділення підключений до першого входу блока відображення обробленої інформації та входу першого каналу дискретного самотестування, вихід порогового елемента з'єднаний з третім входом блока відображення обробленої інформації, четвертий вхід якого підключений до виходу лічильника імпульсів, перший канал дискретного самотестування містить дискретний датчик фіксованого рівня, встановлений у робочому просторі резервуара, джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок та керований ключ, причому вхід першого каналу дискретного самотестування з'єднаний з інверсним входом суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги даного каналу 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 модулю підключений до керувального входу керованого ключа, вихід якого з'єднаний з виходом першого каналу дискретного самотестування, а дискретний датчик фіксованого рівня першого каналу дискретного самотестування встановлений по висоті резервуара над гідростатичним датчиком тиску, згідно з корисною моделлю, введено принаймні два додаткових канали дискретного самотестування, що мають ідентичну структуру з першим каналом дискретного самотестування, та додатковий суматор, при цьому входи другого та третього каналів дискретного самотестування з'єднані з виходом блока ділення, а виходи першого, другого та третього каналів дискретного самотестування підключені, відповідно, до першого, другого та третього входів додаткового суматора, вихід якого з'єднаний з другим входом блока відображення обробленої інформації, входом порогового елемента та входом лічильника імпульсів, причому дискретний датчик фіксованого рівня другого каналу дискретного самотестування встановлений по висоті резервуара над дискретним датчиком фіксованого рівня першого каналу дискретного самотестування, а дискретний датчик фіксованого рівня третього каналу дискретного самотестування - над дискретним датчиком фіксованого рівня другого каналу дискретного самотестування.

Схематехнічна реалізація системи автоматичного контролю рівня рідини з розподіленням по висоті резервуара дискретним самотестуванням дозволяє з досить високою точністю визначати та наглядно відображати поточне значення рівня рідини в достатньо великих за висотою резервуарах за допомогою логічних елементів системи 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 каналів дискретного самотестування на всьому діапазоні вимірювання рівня. При цьому суттєво підвищується точність вимірювання, надійність та ефективність самотестувальних процедур даної системи автоматичного контролю рівня рідини.

Принцип дії та основні властивості запропонованої системи пояснюються за допомогою фігур 1-3.

На фігурі 1 наведена функціональна схема системи автоматичного контролю рівня рідини з розподіленням по висоті резервуара дискретним самотестуванням; на фігурі 2 наведено схематичне зображення резервуара з встановленими в ньому гідростатичним датчиком тиску та дискретними датчиками фіксованого рівня першого, другого та третього каналів дискретного самотестування; на фігурі 3 наведено часові діаграми процесів заповнення і спустошення резервуара.

На фігурі 1 прийнято наступні позначення: 1 - гідростатичний датчик тиску; 2 - основне джерело опорної напруги; 3 - блок ділення; 4, 12, 20 - перший, другий та третій канали дискретного самотестування; 5, 13, 21 - джерела опорної напруги першого, другого та третього каналів дискретного самотестування; 6, 14, 22, - суматори першого, другого та третього каналів дискретного самотестування; 7, 8 - перший та другий блоки обчислення модуля першого каналу дискретного самотестування; 15, 16 - перший та другий блоки обчислення модуля другого каналу дискретного самотестування; 23, 24 - перший та другий блоки обчислення модуля третього каналу дискретного самотестування; 9, 17, 25 - дискретні датчики фіксованого рівня першого, другого та третього каналів дискретного самотестування; 10, 18, 26 - диференціальні блоки першого, другого та третього каналів дискретного самотестування; 11, 19, 27 - керовані ключі першого, другого та третього каналів дискретного самотестування; 28 - додатковий суматор; 29 - пороговий елемент; 30 - лічильник імпульсів; 31 - блок відображення обробленої інформації; $u_{ргдт}$ - вихідний електричний сигнал гідростатичного датчика тиску 1, що відповідає поточному значенню гідростатичного тиску рідини на дні резервуара; $u_{рд}$ - вихідний електричний сигнал основного джерела опорної напруги 2, що відповідає добутку значень щільності робочої рідини ρ_r та прискорення вільного падіння g ; $u_{лргдт}$ - вихідний електричний сигнал блока ділення 3, відповідний поточному значенню рівня рідини в резервуарі; $u_{лф1}$, $u_{лф2}$, $u_{лф3}$ - вихідні електричні сигнали джерел опорної напруги першого, другого та третього каналів дискретного самотестування, що відповідають фіксованим значенням рівня по висоті резервуару, на яких встановлені дискретні датчики фіксованого рівня першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування; $\Delta u_{л1}$, $\Delta u_{л2}$, $\Delta u_{л3}$ - значення різниць вихідних електричних сигналів джерел опорної напруги першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування та блока ділення 3 ($\Delta u_{л1} = \Delta u_{лф1} - \Delta u_{лргдт}$; $\Delta u_{л2} = \Delta u_{лф2} - \Delta u_{лргдт}$; $\Delta u_{л3} = \Delta u_{лф3} - \Delta u_{лргдт}$); $\Delta_{де1}$, $\Delta_{де2}$, $\Delta_{де3}$ - вихідні електричні сигнали диференціальних блоків першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування; $u_{пе}$ - вихідний електричний сигнал порогового елемента 29; n_n - загальна кількість самотестувальних процедур системи (вихідний сигнал лічильника 30).

Вихід гідростатичного датчика тиску 1 підключений до першого входу блока ділення 3, другий вхід якого з'єднаний з виходом основного джерела опорної напруги 2 (фіг. 1). Вихід блока ділення 3, в свою чергу, підключений до першого входу блока відображення обробленої інформації 31 та входів першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування. Перший 4, другий 12 та третій 20 канали дискретного самотестування мають ідентичну структуру та взаємозв'язок між елементами, що входять до їх складу. Вхід i -го каналу дискретного самотестування ($i=1, 2, 3$) з'єднаний з інверсним входом його суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги і сигнальним входом дискретного датчика фіксованого рівня рідини даного каналу. В свою чергу, вихід суматора i -го каналу через перший блок обчислення модуля з'єднаний з інформаційним входом керованого ключа. Крім того, 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 виходом даного каналу дискретного самотестування.

Виходи першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування підключені, відповідно, до першого, другого та третього входів додаткового суматора 28, вихід якого з'єднаний з другим входом блока відображення обробленої інформації 31, входом порогового елемента 29 та входом лічильника імпульсів 30. Вихід порогового елемента 29, в свою чергу, з'єднаний з третім входом блока відображення обробленої інформації 31, четвертий вхід якого підключений до виходу лічильника імпульсів 30.

Блок відображення обробленої інформації 31 виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини гідростатичним датчиком тиску, загальної кількості самотестувальних процедур між датчиками та сигнальної інформації про несправність гідростатичного датчика тиску при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини.

На фігурі 2 прийнято наступні позначення: ГДТ - гідростатичний датчик тиску; ДД1, ДД2, ДД3 - дискретні датчики фіксованого рівня першого, другого та третього каналів дискретного самотестування, відповідно; $L_{\Phi 1}$, $L_{\Phi 2}$, $L_{\Phi 3}$ - певні фіксовані значення рівня, на яких встановлені дискретні датчики фіксованого рівня першого, другого та третього каналів дискретного самотестування в резервуарі; L_P - реальне значення рівня рідини в резервуарі.

Гідростатичний датчик тиску ГДТ встановлюють в боковій стінці резервуара якомога ближче до його днища (фіг. 2). Дискретні датчики фіксованого рівня встановлюють в боковій стінці резервуара рівномірно по його висоті наступним чином: дискретний датчик першого каналу дискретного самотестування ДД1 встановлюють вище гідростатичного датчика тиску ГДТ на певному фіксованому значенні рівня $L_{\Phi 1}$, дискретний датчик другого каналу дискретного самотестування ДД2, в свою чергу, встановлюють вище дискретного датчика ДД1 на певному фіксованому значенні рівня $L_{\Phi 2}$, а дискретний датчик третього каналу дискретного самотестування ДД3 встановлюють вище дискретного датчика ДД2 на певному фіксованому значенні рівня $L_{\Phi 3}$.

На фігурі 3 прийнято наступні позначення: L_{\max} - максимально допустиме значення рівня заповнення резервуара; Δu_L - вихідний електричний сигнал додаткового суматора 28, що відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1; $\Delta u_{L\max}$ - максимально допустиме значення похибки вимірювання рівня при якому система сигналізує про несправність гідростатичного датчика тиску 1; $u_{\text{ВИХ}29}$ - вихідний сигнал порогового елемента 29; t_1 - момент часу в процесі заповнення резервуара, в який рівень рідини досягає фіксованого значення $L_{\Phi 1}$ і спрацьовує (вмикається) дискретний датчик фіксованого рівня 9 першого каналу дискретного самотестування 4 (при цьому похибка вимірювання рівня Δu_L знаходиться в допустимих межах і пороговий елемент 29 не спрацьовує, що свідчить про справність (коректну роботу) гідростатичного датчика тиску 1); t_2 - момент часу в процесі заповнення резервуара, в який рівень рідини досягає фіксованого значення $L_{\Phi 2}$ і спрацьовує (вмикається) дискретний датчик фіксованого рівня 17 другого каналу дискретного самотестування 12 (при цьому похибка вимірювання рівня Δu_L знаходиться в допустимих межах і пороговий елемент 29 не спрацьовує, що свідчить про справність (коректну роботу) гідростатичного датчика тиску 1); t_3 - момент часу в процесі заповнення резервуара, в який рівень рідини досягає фіксованого значення $L_{\Phi 3}$ і спрацьовує (вмикається) дискретний датчик фіксованого рівня 25 третього каналу дискретного самотестування 20 (при цьому похибка вимірювання рівня Δu_L знаходиться в допустимих межах і пороговий елемент 29 не спрацьовує, що свідчить про справність (коректну роботу) гідростатичного датчика тиску 1); t_4 - момент часу, в який рівень рідини досягає максимально допустимого значення L_{\max} , і закінчується процес заповнення резервуара; t_5 - момент часу, в який починається процес спустошення резервуара; t_6 - момент часу в процесі спустошення резервуара, в який рівень рідини переходить фіксоване значення $L_{\Phi 3}$ і спрацьовує (вимикається) дискретний датчик фіксованого рівня 25 третього каналу дискретного самотестування 20 (при цьому похибка вимірювання рівня Δu_L знаходиться в допустимих межах і пороговий елемент 29 не спрацьовує, що свідчить про справність (коректну роботу) гідростатичного датчика тиску 1); t_7 - момент часу в процесі спустошення резервуара, в який рівень рідини переходить фіксоване значення $L_{\Phi 2}$ і спрацьовує (вимикається) дискретний датчик фіксованого рівня 17 другого каналу дискретного самотестування 12 (при цьому похибка вимірювання рівня Δu_L знаходиться в допустимих межах і пороговий елемент 29 не спрацьовує, що свідчить про справність (коректну роботу) гідростатичного датчика тиску 1); t_8 - момент часу в процесі спустошення резервуара, в який рівень рідини переходить фіксоване значення $L_{\Phi 1}$ і спрацьовує (вимикається) дискретний датчик фіксованого рівня 9 першого каналу дискретного самотестування 4 (при цьому похибка вимірювання рівня Δu_L перевищує максимально допустиме значення $\Delta u_{L\max}$, пороговий елемент 29 спрацьовує, і система сигналізує про несправність (некоректну роботу) гідростатичного датчика тиску 1); t_9 - момент часу, в який закінчується процес спустошення резервуара, і його рівень стає рівним нулю ($L_P=0$).

Згідно з часовими діаграмами (фіг. 3) в моменти часу $t=0$ та $t=t_9$ рівень рідини в резервуарі дорівнює нулю ($L_P=0$). На інтервалі часу від 0 до t_4 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 $L_{\Phi 1}$ дискретний датчик фіксованого рівня 9 першого каналу дискретного самотестування 4 спрацьовує (вмикається), і на виході додаткового суматора 28 формується вихідний електричний сигнал $\Delta u_L = |\Delta u_{L1}|$, що відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1 на рівні заповнення резервуара $L_{\Phi 1}$. В свою чергу, в момент часу t_2 при досягненні фіксованого значення рівня $L_{\Phi 2}$ дискретний датчик фіксованого рівня 17 другого каналу дискретного самотестування 12 вмикається, і на виході додаткового суматора 28 формується вихідний електричний сигнал $\Delta u_L = |\Delta u_{L2}|$, що відповідає значенню

похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1 на рівні заповнення резервуара $L_{\Phi 2}$. В момент часу t_3 при досягненні фіксованого значення рівня $L_{\Phi 3}$ дискретний датчик фіксованого рівня 25 третього каналу дискретного самотестування 20 вмикається, і на виході додаткового суматора 28 формується вихідний електричний сигнал $\Delta u_L = |\Delta u_{L3}|$, що відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1 на рівні заповнення резервуара $L_{\Phi 3}$. На інтервалі часу від t_4 до t_5 рівень рідини в резервуарі не змінюється і 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_5 до t_6 . При цьому в момент часу t_6 при переході рівня рідини через фіксоване значення $L_{\Phi 3}$ дискретний датчик фіксованого рівня 25 третього каналу дискретного самотестування 20 вмикається, і на виході додаткового суматора 28 формується вихідний електричний сигнал $\Delta u_L = |\Delta u_{L3}|$, що відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1 на рівні заповнення резервуара $L_{\Phi 3}$. В свою чергу, в момент часу t_7 при переході рівня рідини через фіксоване значення $L_{\Phi 2}$ дискретний датчик фіксованого рівня 17 другого каналу дискретного самотестування 12 вмикається, і на виході додаткового суматора 28 формується вихідний електричний сигнал $\Delta u_L = |\Delta u_{L2}|$, що відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1 на рівні заповнення резервуара $L_{\Phi 2}$. В момент часу t_8 при переході рівня рідини через фіксоване значення $L_{\Phi 1}$ дискретний датчик фіксованого рівня 9 першого каналу дискретного самотестування 4 вмикається, і на виході додаткового суматора 28 формується вихідний електричний сигнал $\Delta u_L = |\Delta u_{L1}|$, що відповідає значенню похибки вимірювання гідростатичного датчика тиску 1 на рівні заповнення резервуара $L_{\Phi 1}$.

Запропонована система працює наступним чином.

При попередньому налаштуванні системи автоматичного контролю рівня рідини з розподіленням по висоті резервуара дискретним самотестуванням гідростатичний датчик тиску 1 встановлюють в боковій стінці резервуара якомога ближче до його днища (фіг. 2). Дискретні датчики фіксованого рівня 9, 17 та 25, в свою чергу, встановлюють в боковій стінці резервуара рівномірно по його висоті наступним чином: дискретний датчик 9 першого каналу дискретного самотестування 4 встановлюють вище гідростатичного датчика тиску 1 на певному фіксованому значенні рівня $L_{\Phi 1}$, дискретний датчик 17 другого каналу дискретного самотестування 12, в свою чергу, встановлюють вище дискретного датчика 9 на певному фіксованому значенні рівня $L_{\Phi 2}$, а дискретний датчик 25 третього каналу дискретного самотестування 20 встановлюють вище дискретного датчика 17 на певному фіксованому значенні рівня $L_{\Phi 3}$.

Гідростатичний датчик тиску 1 вимірює поточне значення гідростатичного тиску рідини P_p на дні резервуара та формує на виході відповідний електричний сигнал $u_{ргдт}$. Основне джерело опорної напруги 2 формує на виході електричний сигнал $u_{рд}$, що відповідає добутку значень щільності робочої рідини ρ_p та прискорення вільного падіння g . Значення даного електричного сигналу $u_{рд}$ на виході основного джерела опорної напруги 2 попередньо встановлюється оператором системи автоматичного контролю рівня в залежності від значення щільності робочої рідини ρ_p . Поточне значення рівня рідини в резервуарі L_p , в свою чергу, розраховується за допомогою блока ділення 3, який формує на своєму виході відповідний значенню рівня електричний сигнал $u_{лгдт}$ і передає його на перший вхід блока відображення обробленої інформації 31 та на входи першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування. При цьому сигнал $\Delta u_{лгдт}$, що відповідає поточному значенню рівня рідини L_p у резервуарі, формується на виході блока ділення 3 згідно з залежністю

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

Перший 4, другий 12 та третій 20 канали дискретного самотестування системи автоматичного контролю рівня здійснюють тестування справності гідростатичного датчика тиску 1 наступним чином. Джерело опорної напруги i -го каналу дискретного самотестування формує на виході електричний сигнал $u_{л\Phi i}$, що відповідає фіксованому значенню рівня $L_{\Phi i}$, на якому встановлений дискретний датчик рівня рідини даного каналу, та передає його на прямий вхід суматора, а також на сигнальний вхід дискретного датчика фіксованого рівня рідини даного каналу самотестування. Суматор обчислює різницю вихідних електричних сигналів Δu_{Li} ($\Delta u_{Li} = u_{л\Phi i} - u_{лгдт}$) джерела опорної напруги та блока ділення 3, значення якої надходить на вхід першого блока обчислення модулю даного каналу дискретного самотестування. Вихідний сигнал $|\Delta u_{Li}|$ першого блока обчислення модуля i -го каналу самотестування, що відповідає значенню похибки вимірювання рівня ΔL_p гідростатичним датчиком тиску 1, в свою чергу, надходить на інформаційний вхід керованого ключа даного каналу. При включенні (спрацюванні) дискретного датчика фіксованого рівня рідини i -го каналу дискретного

самотестування (в момент досягнення рівня рідини $L_{\Phi i}$) вихідний електричний сигнал $u_{L\Phi i}$ джерела опорної напруги даного каналу через замкнуті електричні контакти дискретного датчика надходить на диференціальний блок, який при цьому формує на виході додатний імпульсний електричний сигнал u_{DEi} ($u_{DEi} = \frac{du_{L\Phi\Phi}}{dt}$). В свою чергу, якщо поточний рівень рідини у

5 резервуарі знижується по відношенню до фіксованого рівня $L_{\Phi i}$, розмикаються електричні контакти дискретного датчика фіксованого рівня рідини i -го каналу дискретного самотестування, а електричний сигнал $u_{L\Phi i}$ джерела опорної напруги даного каналу миттєво перестає надходити на диференціальний блок. Диференціальний блок i -го каналу самотестування в цей момент часу формує на своєму виході від'ємний імпульсний електричний сигнал $-u_{DEi}$. Отже, в обох
10 випадках (при замиканні і при розмиканні електричних контактів дискретного датчика фіксованого рівня рідини i -го каналу дискретного самотестування) відповідний додатний або від'ємний імпульсний електричний сигнал u_{DEi} з виходу диференціального блока даного каналу надходить на вхід другого блока обчислення модуля. При цьому на виході другого блока обчислення модуля i -го каналу дискретного самотестування формується відповідний додатний імпульсний сигнал $|u_{DEi}|$, який надходить на керувальний вхід керованого ключа даного каналу.
15 В цей момент часу керований ключ i -го каналу самотестування замикається і електричний сигнал $|\Delta u_L|$ надходить на i -й вхід додаткового суматора 28. Даний електричний сигнал також має імпульсну форму та по амплітуді відповідає значенню похибки вимірювання рівня ΔL_P гідростатичного датчика тиску 1.

20 Таким чином перший 4, другий 12 та третій 20 канали дискретного самотестування в кожний момент спрацювання (включення/вимкнення) їх дискретних датчиків фіксованого рівня визначають імпульсні електричні сигнали $|\Delta u_{L1}|$, $|\Delta u_{L2}|$ та $|\Delta u_{L3}|$, що відповідають значенню похибки вимірювання рівня ΔL_P гідростатичним датчиком тиску 1, та надсилають їх на перший, другий та третій входи додаткового суматора 28. В свою чергу, на виході додаткового суматора 28 формуються імпульсні електричні сигнали Δu_L (фіг. 3), які відповідають значенням похибки вимірювання рівня ΔL_P гідростатичного датчика тиску 1 та надходять на другий вхід блока відображення обробленої інформації 31, а також на входи порогового елемента 29 і лічильника імпульсів 30. Пороговий елемент 29 при надходженні на його вхід імпульсних електричних
25 сигналів Δu_L спрацьовує тільки при умові перевищення даними сигналами максимально допустимого значення Δu_{Lmax} , яке відповідає максимально допустимому значенню похибки вимірювання рівня рідини Δu_{Lmax} гідростатичним датчиком тиску 1. Попереднє налаштування порогового елемента 29 здійснюється згідно з його статичною характеристикою

$$u_{\text{вих}29} = \begin{cases} u_{\text{ПЕ}}, & \text{при } u_{\text{вих}29} \geq \Delta u_{Lmax} \\ 0, & \text{при } u_{\text{вих}29} < \Delta u_{Lmax} \end{cases}.$$

Отже, в системі реалізується процес самотестування гідростатичного датчика тиску 1, а
35 поява на виході порогового елемента 29 імпульсного сигналу $u_{\text{ПЕ}}$, який потім надходить на третій вхід блока відображення обробленої інформації 31, відповідає несправності гідростатичного датчика тиску 1. Лічильник імпульсів 30 в процесі багаторазового самотестування гідростатичного датчика тиску 1 формує кількість імпульсів n_n , що надходять з виходу додаткового суматора 28, та передає цю інформацію на четвертий вхід блока відображення обробленої інформації 31.
40

При цьому значення вихідної напруги $u_{L\Phi 1}$, $u_{L\Phi 2}$, $u_{L\Phi 3}$ джерел опорної напруги першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування та максимально допустиме значення вхідного сигналу Δu_{Lmax} на пороговому елементі 29 попередньо встановлюються
45 людиною-оператором даної системи в залежності від фіксованих значень рівня $L_{\Phi 1}$, $L_{\Phi 2}$, $L_{\Phi 3}$, на яких встановлені дискретні датчики відповідних каналів самотестування, та максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини ΔL_{Pmax} гідростатичним датчиком тиску 1.

Блок відображення обробленої інформації 31, в свою чергу, має чотири інформаційних канали, через які надходять данні від гідростатичного датчика тиску 1, першого 4, другого 12 та
50 третього 20 каналів дискретного самотестування, порогового елемента 29 та лічильника імпульсів 30. Людино-машинний інтерфейс блока відображення обробленої інформації 31 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_n за допомогою першого 4, другого 12 та
55 третього 20 каналів дискретного самотестування в зручній для людини-оператора формі. Крім того, при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини ΔL_{Pmax} і відповідному спрацюванні порогового елемента 29 блок відображення обробленої

інформації 31 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 резервуара, зокрема, при переході рівня рідини через фіксовані значення $L_{\Phi 1}$, $L_{\Phi 2}$, $L_{\Phi 3}$ та спрацьовуванні (замикання/розмикання електричних контактів) дискретних датчиків першого 4, другого 12 та третього 20 каналів дискретного самотестування здійснюється самотестування справного стану роботи гідростатичного датчика тиску 1.

Позитивний ефект проявляється в тому, що в порівнянні з найближчим аналогом, до складу запропонованої системи введено принаймні два додаткових канали дискретного самотестування, що мають ідентичну структуру з першим каналом дискретного самотестування, та додатковий суматор, що дозволяє значно підвищити надійність та точність вимірювання поточного значення рівня рідини в резервуарі за рахунок проведення самотестувальних процедур на всьому діапазоні вимірювання рівня, а також підвищити ефективність самотестувальних процедур в достатньо великих за висотою резервуарах.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Система автоматичного контролю рівня рідини з розподіленням по висоті резервуара дискретним самотестуванням, що містить гідростатичний датчик тиску, встановлений у робочому просторі резервуара, основне джерело опорної напруги, блок ділення, перший канал дискретного самотестування, пороговий елемент, лічильник імпульсів та блок відображення обробленої інформації, який виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини гідростатичним датчиком тиску, загальної кількості самотестувальних процедур між датчиками та сигнальної інформації про несправність гідростатичного датчика тиску при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини, причому вихід гідростатичного датчика тиску підключений до першого входу блока ділення, другий вхід якого з'єднаний з виходом основного джерела опорної напруги, а вихід блока ділення підключений до першого входу блока відображення обробленої інформації та входу першого каналу дискретного самотестування, вихід порогового елемента з'єднаний з третім входом блока відображення обробленої інформації, четвертий вхід якого підключений до виходу лічильника імпульсів, перший канал дискретного самотестування містить дискретний датчик фіксованого рівня, встановлений у робочому просторі резервуара, джерело опорної напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок та керований ключ, причому вхід першого каналу дискретного самотестування з'єднаний з інверсним входом суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги даного каналу 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 виходом першого каналу дискретного самотестування, а дискретний датчик фіксованого рівня першого каналу дискретного самотестування встановлений по висоті резервуара над гідростатичним датчиком тиску, яка відрізняється тим, що до складу системи введено принаймні два додаткових канали дискретного самотестування, що мають ідентичну структуру з першим каналом дискретного самотестування, та додатковий суматор, при цьому входи другого та третього каналів дискретного самотестування з'єднані з виходом блока ділення, а виходи першого, другого та третього каналів дискретного самотестування підключені, відповідно, до першого, другого та третього входів додаткового суматора, вихід якого з'єднаний з другим входом блока відображення обробленої інформації, входом порогового елемента та входом лічильника імпульсів, причому дискретний датчик фіксованого рівня другого каналу дискретного самотестування встановлений по висоті резервуара над дискретним датчиком фіксованого рівня першого каналу дискретного самотестування, а дискретний датчик фіксованого рівня третього каналу дискретного самотестування - над дискретним датчиком фіксованого рівня другого каналу дискретного самотестування.

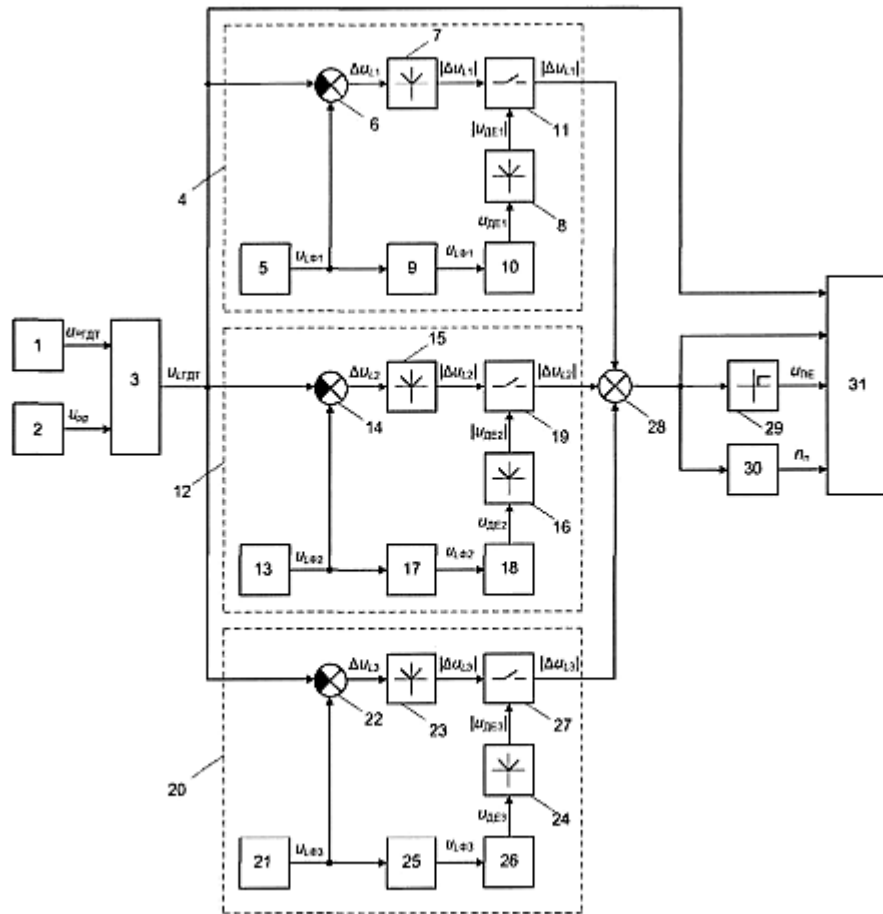


Fig. 1

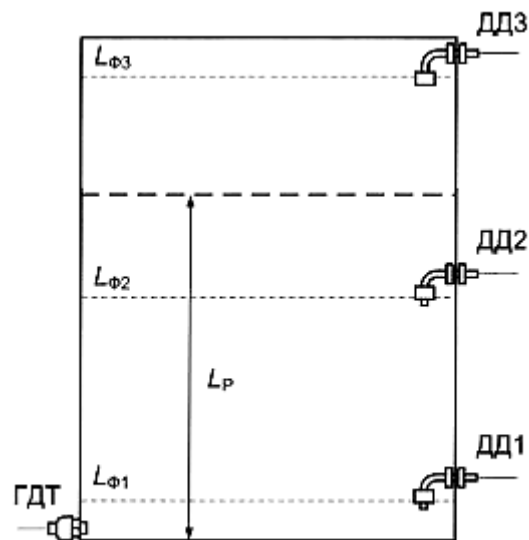
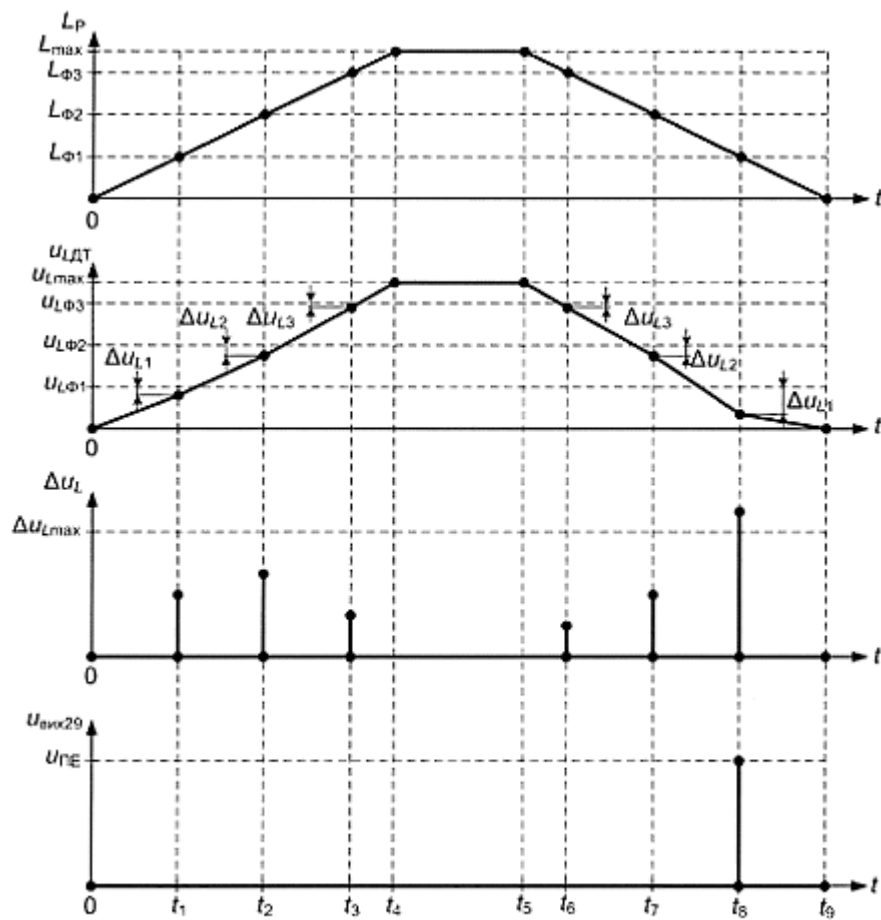


Fig. 2



Фиг. 3