

УДК 681.586.773

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ РІВНЕМІР З КОРЕКЦІЄЮ
ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

А.В.Рябіченко, В.В.Євсюков

Технологічний інститут Східноукраїнського національного
університету ім. Володимира Даля (м.Сєвєродонецьк)

Описується ультразвуковий рівнемір рідинних середовищ з корекцією впливу зміни фізико-хімічних параметрів газового середовища. Показано, що статична характеристика такого рівнеміра близька до лінійної.

Відомі ультразвукові рівнеміри [1], які працюють за принципом вимірювання часу проходження ультразвуковим сигналом (УЗС) подвійної відстані від прийомо-передавача до контролюючої поверхні та визначається рівень за добутком половини виміряного часу й швидкості ультразвуку в газовому середовищі. Недоліком таких рівнемірів є залежність його показань від параметрів газового середовища, в якому розповсюджується УЗС. У деяких ультразвукових рівнемірах для компенсації зміни параметрів газового середовища використовується реперна пластина, яка встановлена на фіксованій відстані від прийомо-передавача. За часом проходження УЗС подвійної відстані від прийомо-передавача до реперної пластини визначається швидкість УЗС. До основних недоліків, які обмежують використання таких рівнемірів, відноситься наявність великої зони нечутливості за рахунок того, що, по-перше, сигнали, які подаються на поверхню рідини та реперну пластину є однаковими, а вплив зміни параметрів газового середовища можна зменшити не більше, ніж на 20-30 % у залежності від фізико-хімічного складу газу. Випускаються рівнеміри [2], в яких вимірювання рівня рідини здійснюється за принципом визначення часу проходження УЗС подвійної відстані від п'єзокерамічного прийомо-передавача до контролюючої поверхні, який реалізований у блоці датчика. Блок датчика складається з п'єзокерамічного прийомо-передавача, який підключений до регулюючого підсилювача. Управління підсилювачем здійснюється за допомогою мікроконтролера, який управляє блоком формування імпульсів збудження, підключеного до п'єзокерамічного випромінювача. Час проходження УЗС визначається від моменту досягнення максимального відхилення мембрани прийомо-передавача до моменту перевищення устанавленого значення підсиленням відбитим сигналом. Порівняння відбитого сигналу з устанавленим значенням здійснюється з допомогою мікроконтролера.

Для компенсації зміни параметрів газового середовища використовується реперна пластина, яка встановлена на фіксованій відстані від п'єзокерамічного випромінювача. До недоліків такого рівнеміра слід віднести: наявність значної зони нечутливості; чутливість до перешкод і повторно відбитих УЗС, які обумовлені великим коефіцієнтом підсилення при зміні малих значень рівня; недостатня точність вимірювання, яка обмежує широке їх використання в системах господарських розрахунків.

З метою підвищення точності вимірювання ультразвукових рівнемірів за рахунок зменшення впливу зміни фізико-хімічних параметрів газового середовища, через яке розповсюджується УЗС, а також зменшення зони нечутливості запропонована модель рівнеміра, в якій поставлена задача вирішується за рахунок того, що вимірювання рівня здійснюється за принципом визначення амплітуди збуджуючого сигналу при зрівноваженні УЗС, який сприймається п'єзокерамічним елементом після відбиття від реперної пластини, і такого ж сигналу, який сприймається тим же елементом після відбиття від поверхні контрольованого середовища. На відміну від відомих рівнемірів, у яких амплітуда (а відповідно й енергія) випроміненого УЗС є сталою, в запропонованій моделі амплітуда випроміненого сигналу в залежності від вимірюваного рівня змінюється до тих пір, поки різниця між амплітудами прийнятих УЗС від реперної пластини і від вимірюваного рідинного середовища не стане рівною нулю.

Для врахування зміни фізико-хімічних параметрів газового середовища, використовується реперна пластина, яка розташовується в газовому середовищі на фіксованій відстані від п'єзокерамічного випромінювача. Так як відбиті УЗС від реперної пластини та від поверхні вимірювального середовища проходять одне і теж газове середовище, то при їх зрівноваженні компенсується зміна параметрів цього середовища, що призводить до зменшення похибок вимірювання рівня. На рис. 1 приведена блок-схема ультразвукового рівнеміра з компенсацією впливу зміни фізико-хімічних параметрів газового середовища, який складається з наступних блоків: 1 - блок обробки інформації та відображення; 2 - мікроконтролер; 3 - схема порівняння; 4 - регулююче джерело імпульсів збудження; 5 - блок пам'яті; 6 - аналогово-цифровий перетворювач; 7 - підсилювач відбитого сигналу; 8 - п'єзокерамічний випромінювач; 9 - реперна пластина; 10 - поверхня контрольованого середовища.

Ультразвуковий рівнемір працює наступним чином. Після включення рівнеміра в роботу мікроконтролер 2 видає управляючий сигнал на регулююче джерело імпульсів збудження (далі РДІЗ) 4,

який формує і видає одиничний імпульс з мінімальним значенням напруги $U_{i збуд}$ на п'єзокерамічний випромінюючий елемент (далі ПКВЕ) 8. Одночасно обнуляється і включається лічильник тактових імпульсів (далі ЛТІ). ПКВЕ генерує ультразвуковий імпульс, який відбивається від реперної пластини 9 і сприймається тим же п'єзокерамічним елементом, формуючи на виході ультразвуковий електричний сигнал U_{op} . Цей сигнал нормується за допомогою підсилювача 7, перетворюється на цифровий код за допомогою аналогово-цифрового перетворювача 6 і запам'ятовується в блоці пам'яті 5.

Далі мікропроцесор ініціює подачу на ПКВЕ послідовності імпульсів з наростаючою амплітудою від $U_{i збуд}$ до величини, при якій запам'ятована напруга U_{op} стане рівною напрузі U_x , сформованої при відбитті ультразвукового сигналу від поверхні контрольованої речовини. Коли $U_x = U_{op}$, мікропроцесор 2 виключає регульоване джерело імпульсів збудження 4 і видає сигнал на блок обробки інформації та індикації.

Теоретична та експериментальна статичні характеристики рівнеміра показані на рис. 2. При градуюванні рівнеміра на заданий діапазон вимірювання статичну характеристику приводять до форми, яка описується наступним рівнянням

$$U_i = N_0 R \left\{ 1 - \exp \left[-2k_{\Gamma} (R + 2R_0) \left(1 + 0,5 \frac{k_P \delta_P}{k_{\Gamma} R} \right) \right]^{1/2} + \exp(-2k_{\Gamma} R_0) \right\}^{1/2} - K_0 R_0,$$

де $N_0 = \sqrt{\rho_o c \omega E_C / 2k_0 k_E}$; ρ_o - номінальна густина газу; c - швидкість розповсюдження ультразвукового сигналу в газовому середовищі; ω - кутова частота коливань УЗС; E_C - збуджуючий сигнал; k_0, k_E - сталі; R, R_0 - відстань від джерела УЗС до поверхні рідини і реперної пластини відповідно; k_P, k_{Γ} - коефіцієнт поглинання УЗС рідиною і газом відповідно; δ_P - глибина проникнення УЗС в рідину; K_0 - налагоджувальний параметр рівнеміра.

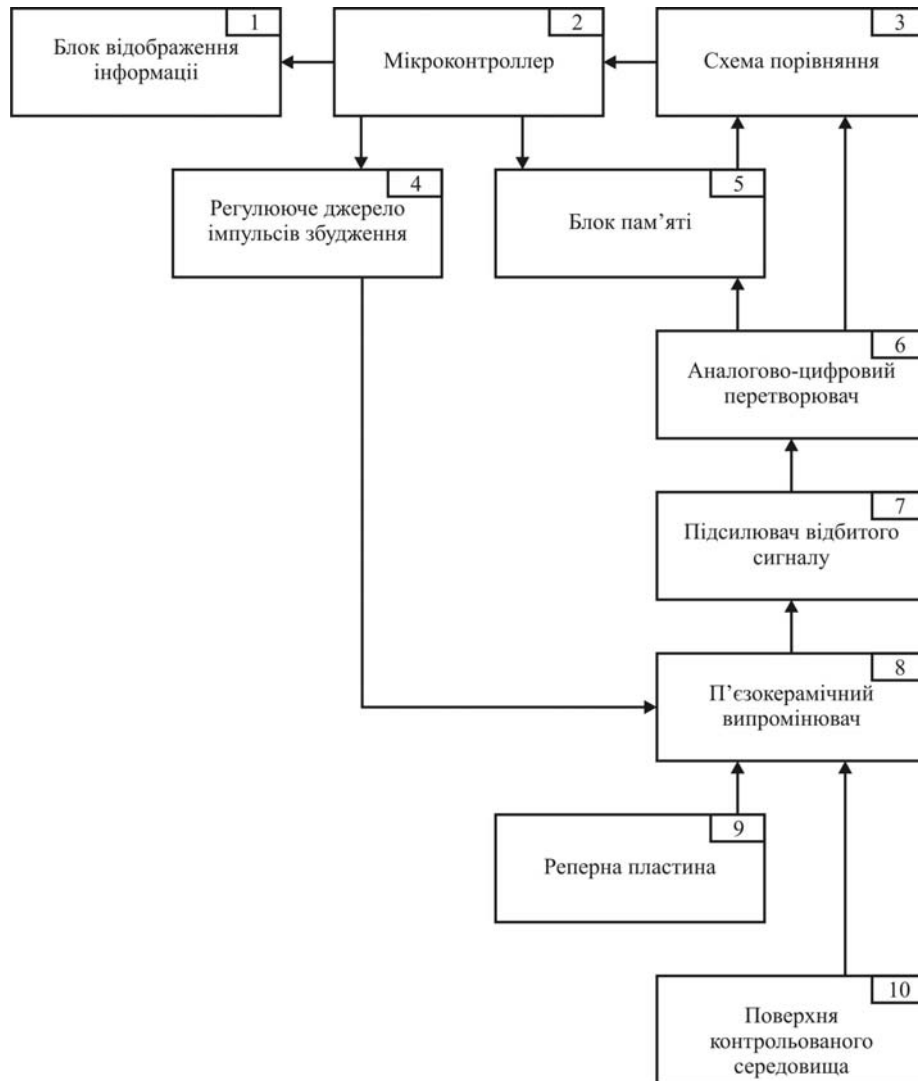


Рис. 1. Структурна схема ультразвукового рівнеміра з компенсацією зміни параметрів газового середовища

Рівень рідини в апараті розраховується в обчислювальному пристрої виміральної схеми за формулою $L = k_L (U_{0i} - U_i)$, де k_L - коефіцієнт перетворення рівнеміра; U_{0i} - збуджуючий електричний сигнал, який відповідає нульовому рівню рідини в апараті. Експериментальна та теоретична статичні характеристики рівнеміра показані на рис. 2. Відхилення між цими характеристиками незначне і не перевищує 0,25 %, що свідчить про адекватність математичної моделі.

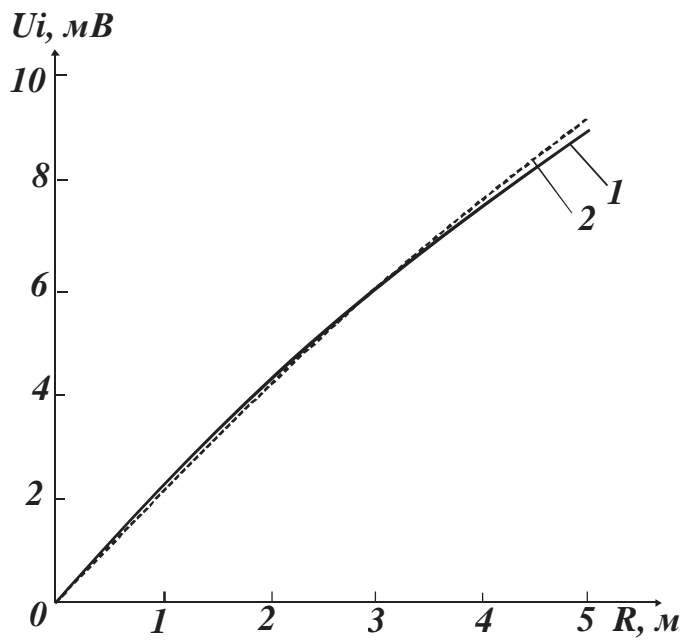


Рис. 2. Статичні характеристики рівнеміра:
1 – теоретична; 2 - експериментальна

Бібліографічні посилання

1. Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики контроля и регулирования. Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.
2. В.Жданкин «Приборы для измерения уровня». Современные технологии автоматизации, Москва, №3 – 2002.

15.04.2008