

Винахід відноситься до неруйнуючого контролю і може бути використаний для важення рідинних та сипучих речовин в різноманітних сферах застосування в умовах невагомості, зокрема для контролю поточного розходу горючих речовин на літаках, в космічних апаратах, а також в наземному транспорті та на заправочних станціях.

Відомий спосіб та пристрій для його здійснення [1] важення електронним способом за допомогою тензодатчиків, які розташовуються під зважуємою речовиною та підключені в урівноважений електричний мост. Основний недолік такого пристрою низька точність важення та обмеженість сфер застосування.

Відомий пристрій [2] визначення густини рідинних речовин шляхом вимірювання швидкості ультразвуку, пропускаемого через неї, який містить генератор високої частоти, акустичний випромінювач-приймач та тригер для визначення часу затримки прийнятого сигналу відносно випромінюючого.

Недоліком цього пристрою є низька точність вимірювання густини рідинних речовин та відсутність операції важення. Пристрій визначає тільки густину, а для того, щоб визначити вагу, необхідно додатково обчислити об'єм речовини та помножити отриману величину густини на об'єм, що буде пов'язано з незручністю застосування пристрою для важення рідинних речовин.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою ультразвукового визначення густини рідинних та сипучих речовин, який містить послідовно з'єднаний генератор високої частоти та акустичний випромінювач - приймач, шляхом введення підсилювача, модуля управління, обчислювача швидкості ультразвуку, обчислювача густини, вимірювача температури, запам'ятовуючого модуля, обчислювача об'єму, обчислювача маси та індикатора, що дозволило забезпечити операції автоматичного важення рідинних та сипучих речовин з високою точністю в умовах змін земного тяжіння.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій важення рідинних та сипучих речовин, який містить послідовно з'єднаний генератор високої частоти та акустичний випромінювач - приймач, згідно з винаходом введені підсилювач, модуль управління, обчислювач швидкості ультразвуку, обчислювач густини, вимірювач температури, запам'ятовуючий модуль, обчислювач об'єму, обчислювач маси та індикатор, причому вихід генератора високої частоти підключений до входу акустичного випромінювача - приймача та до других входів підсилювача і обчислювача швидкості ультразвуку, вихід акустичного випромінювача-приймача підключений до першого входу підсилювача, вихід якого з'єднаний з першим входом обчислювача швидкості ультразвуку, вихід якого підключений до першого входу обчислювача густини, до третього та четвертого входів якого відповідно підключені виходи вимірювача температури та запам'ятовуючого модуля, а вихід обчислювача густини підключений до першого входу обчислювача об'єму, вихід якого з'єднаний із першим входом обчислювача маси, вихід якого підключений до входу індикатора, перший вихід модуля управління підключений до третього входу обчислювача швидкості ультразвуку, другий вихід модуля управління підключений до входу запам'ятовуючого модуля та до другого входу обчислювача густини, третій та четвертий виходи модуля управління відповідно з'єднані з другими входами обчислювача об'єму та обчислювача маси.

На фіг.1 показана структурна блок-схема пристрою важення рідинних та сипучих речовин.

Пристрій важення рідинних та сипучих речовин містить послідовно з'єднаний генератор 1 високої частоти, акустичний випромінювач-приймач 2, ємність 3 для завантаження речовини, яка важиться, підсилювач 4, обчислювач 5 швидкості ультразвуку, модуль управління 6, вимірювач 7 температури, обчислювач 8 густини, запам'ятовуючий модуль 9, обчислювач об'єму 10, обчислювач 11 маси та індикатор 12.

Вихід генератора 1 високої частоти підключений до входу акустичного випромінювача-приймача 2, який розташований під дном ємності 3, та до других входів підсилювача 4 і обчислювача 5 швидкості ультразвуку, вихід акустичного випромінювача-приймача 2 підключений до першого входу підсилювача 4, вихід якого з'єднаний з першим входом обчислювача 5 швидкості ультразвуку, вихід якого підключений до першого входу обчислювача 8 густини, до третього та четвертого входів якого відповідно підключені виходи вимірювача 7 температури та запам'ятовуючого модуля 9, а вихід обчислювача 8 густини підключений до першого входу обчислювача 10 об'єму, вихід якого з'єднаний із першим входом обчислювача 11 маси, вихід якого підключений до входу індикатора 12, перший вихід модуля 6 управління підключений до третього входу обчислювача 5 швидкості ультразвуку, другий вихід модуля 6 управління підключений до входу запам'ятовуючого модуля 9 та до другого входу обчислювача 8 густини, третій та четвертий виходи модуля управління 6 відповідно з'єднані з другими входами обчислювача 10 об'єму та обчислювача 11 маси.

Пристрій важення рідинних та сипучих речовин працює таким чином. Спочатку в режимі підготовки пристрою в ємність 3 завантажується важуєма речовина до рівня L, включається пристрій та визначається швидкість C ультразвуку в обчислювачі 5 відповідно до формул:

$$T = T_0 - \frac{2\Delta L}{c_1},$$

$$C = \frac{2L}{T}, \quad (1)$$

де T - час затримки проходження в прямий та зворотній бік на відстані 2L ультразвукового імпульсу, випромінююємого знизу від акустичного випромінювача 2 до поверхні рівня L завантаженої речовини, та відбитого від цієї поверхні і прийнятого акустичним приймачем;  $\Delta L$  - товщина дна ємності;

$c_1$  - швидкість ультразвуку при його проходженні через дно ємності;

$T_0$  - загальний час затримки проходження ультразвуку.

Відома [3] залежність швидкості C проходження ультразвуку через зважуєму речовину від її густини  $\rho$ , яка визначається відповідними формулами:

$$C = \sqrt{\frac{k}{\rho}}, \quad (2)$$

для рідинних речовин і

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (3)$$

для твердих сипучих речовин.

Де k - модуль всебічного стискування для рідинних речовин, E - модуль пружності для сипучих речовин.

Об'єм  $V$  зважуємої речовини легко визначається відповідно формулі:

$$V=L \cdot S, (4)$$

де  $S$  - відома величина площини дна ємності 3.

Значення параметрів  $k$  і  $E$  являються постійними для даного типу речовин [2, 3], тому доцільно параметри  $k$  і  $E$  визначити попередньо. Для цього попередньо визначається вага  $P$  зважуємої речовини з відомою ємністю  $V$  за допомогою точного важення на терезах. Потім обчислюється густина  $\rho$  зважуємої речовини відповідно формулі:

$$\rho = \frac{P}{V}, (5)$$

Використовуючи формули (2), (3) та (5), визначаються модулі  $k$  та  $E$  відповідно до формул:

$$k = \rho \cdot C^2,$$

$$E = \rho \cdot C^2, (6)$$

В формулах (6) швидкість ультразвуку визначена за виразом (1), а густина  $\rho$  - відповідно по формулі (5).

Отримані чинники  $k$  та  $E$  для даного типу речовини заносяться в запам'ятовуючий пристрій 9.

Після такої попередньої підготовки пристрій важення відповідно до винаходу можна застосовувати для важення рідинних та сипучих речовин визначеного типу в будь-яких розмірах.

Для цього заповнюється ємність 3 до будь-якого рівня  $l$ , вимірюється швидкість  $C$  ультразвуку та обчислюється густина  $\rho$  в обчислювачі 8 - відповідно до формул:

$$\rho = \frac{k}{C^2},$$

$$\rho = \frac{E}{C^2}, (7)$$

де параметри  $k$  і  $E$  беруться із запам'ятовуючого модулю 9 для даного типу речовин відповідно.

Крім того вводиться температурна поправка густини  $\rho_1$ , відповідно формулі [2]:

$$\rho_1 = \rho - \alpha(t_2 - t_1), (8)$$

де  $\alpha$  - середня температурна поправка до густини, яка показує на скільки міняється густина для даного типу речовини при зміні температури на  $1^\circ\text{C}$ . Коефіцієнт  $\alpha$  визначається попередньо і записується в запам'ятовуючий модуль 9.

Після цього в обчислювачі 10 визначається об'єм  $V_1$  зважуємої речовини відповідно формулі:

$$V_1=l \cdot S, (9)$$

де  $l$  - висота рівня речовини в ємності 3 і визначається за формулою:

$$l = \frac{T \cdot C}{2}, (10)$$

В обчислювачі 11 визначається маса  $M$  зважуємої речовини відповідно формулі:

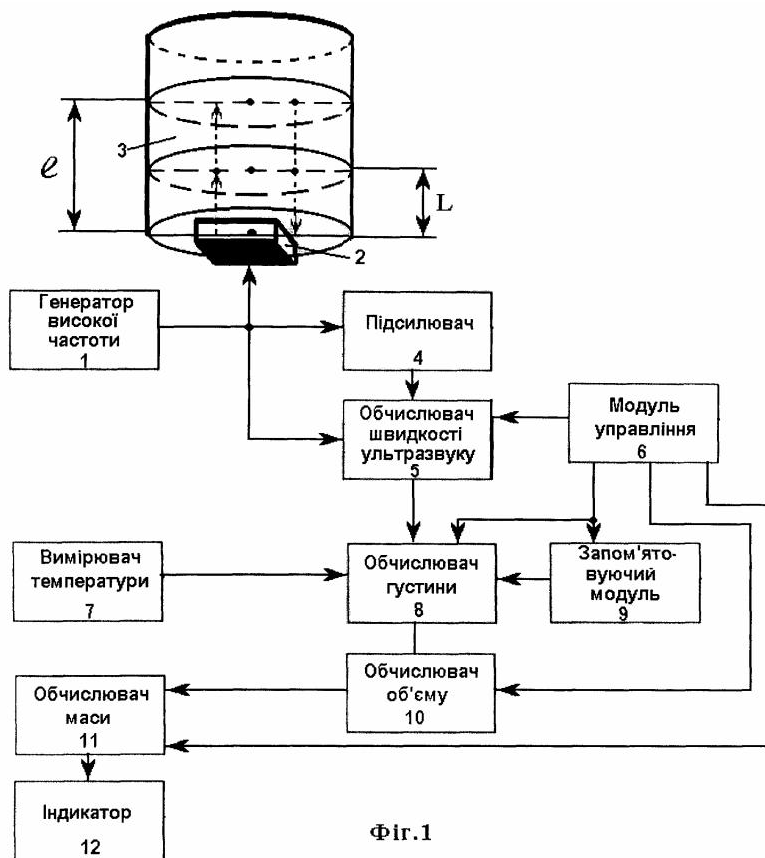
$$M=\rho_1 \cdot V_1, (11)$$

Визначена по формулі (11) маса  $M$  виводиться на індикатор як вага.

Пропонується пристрій відповідно винаходу може знайти широке застосування в системах точного важення рідинних та сипучих речовин на повітряних та космічних літальних апаратах, наприклад, в системах споживання горючих речовин.

Джерела інформації.

1. Гроссман Н.Я., Шнырев Г.Д. Автоматизированные системы взвешивания и дозирования. - М. Машиностроение, 1988. - 292с.
2. Гаузпер С.И., Кивилис С.С., Осокина А.П., Павловский А.Н. Измерение массы, объема, плотности. Из-ство стандартов - М., 1982. - 520с.
3. Кухлинг Х. Справочник по физике - М., 1984. - 360с.



Фіг.1