

ПРИНЦИП ВИМІРЮВАНЬ ВИТРАТ ГАЗУ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВИТРАТИ

Принцип вимірювань за допомогою ультразвукового перетворювача витрати (УЗПВ) заснований на тому, що ультразвуковий імпульс, спрямований уздовж потоку, поширюється швидше за ультразвуковий імпульс, що спрямований проти потоку.

Різниця часу проходження ультразвукового імпульсу, а також час проходження імпульсів у напрямку потоку газу та проти нього залежать від середньої швидкості газу вздовж акустичного шляху.

Формула для розрахунку середньої швидкості потоку вздовж акустичного шляху має вигляд [8]:

$$\bar{u} = \frac{L_p^2(\tau_1 - \tau_2)}{2d\tau_1\tau_2} = \frac{L_p^2\Delta\tau}{2d\tau_1\tau_2} \quad \bar{u} = \frac{L_p^2(\tau_1 - \tau_2)}{2d\tau_1\tau_2} = \frac{L_p^2\Delta\tau}{2d\tau_1\tau_2} \quad (1)$$

Середня швидкість потоку вздовж акустичного шляху може бути визначена шляхом прямого вимірювання часу проходження ультразвукового імпульсу у напрямку і проти напрямку руху потоку газу (часо - імпульсним методом), а також з використанням фазового або частотного методу.

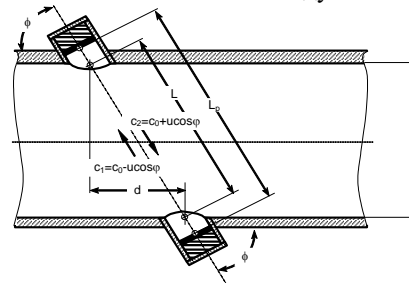


Рис. 1. Схема однопроменевого ультразвукового перетворювача витрати з прямим променем

Фазовий метод заснований на вимірі фазових кутів двох постійних ультразвукових коливань з циклічною частотою ω та їх фазових зрушень, що виникають від різниці часів проходження цими коливаннями однієї й тієї ж відстані по потоку і проти нього.

Циклічна частота залежить від частоти коливань визначається за такою формулою [8]:

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

При проходженні ультразвукового імпульсу однієї й тієї ж відстані по потоку і проти нього фазові кути набудуть значення:

$$\chi_1 = \omega\tau_1 = 2\pi f\tau_1 \quad (3)$$

$$\chi_2 = \omega\tau_2 = 2\pi f\tau_2 \quad (4)$$

З рівнянь (1), (3) та (4) випливає, що

$$\bar{u} = \frac{L_p^2 \pi f (\chi_1 - \chi_2)}{d \chi_1 \chi_2}$$

Частотний метод заснований на залежності різниці частот повторення коротких імпульсів або пакетів ультразвукових коливань від різниці часів проходження цими коливаннями однієї відстані L_p по потоку і проти нього.

У частотно-імпульсних витратомірах виробляються короткі імпульси, які надходять до ПЕА з інтервалами, рівними часу проходження ультразвуку у напрямку потоку та проти нього.

Тоді:

$$f_1 = \frac{1}{\tau_1}, \quad f_2 = \frac{1}{\tau_2}$$

$$f_2 - f_1 = \frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1} = \frac{\Delta\tau}{\tau_1\tau_2} \quad (5)$$

Формула (1) з урахуванням рівняння (5), набуде вигляду:

$$\bar{u} = \frac{L_p^2}{2d} (f_2 - f_1) \quad (6)$$

Мале значення величини $f_2 - f_1$ у частотних витратомірів є істотним недоліком, що утруднює точне вимірювання витрати газу.

У частотно-пакетних витратомірах виробляються не короткі імпульси, а безперервні сигнали протягом усього часу проходження ними акустичного шляху.