

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ПЛИННИХ СЕРЕДОВИЩ

Акустичні витратоміри засновані на вимірюванні того чи іншого акустичного ефекту, що залежить від витрати, при проходженні акустичних коливань через потік плинного середовища. Оскільки, практично усі акустичні витратоміри працюють в діапазоні ультразвукових коливань (УЗК), тому називаються ультразвуковими. Ультразвукові витратоміри (УЗВ) використовуються в промисловості вже більше як 20 років для вимірювання об'ємної витрати рідин, газів і, з недавніх часів, пари.

Вперше щодо застосування ультразвуку для вимірювання об'ємної витрати наводиться в німецькому патенті 1928 року. Однак, тільки з розвитком п'єзоелектричних перетворювачів за останні 40 років, УЗВ набули неабиякої привабливості. На практиці застосовуються три основні типи УЗВ: **часові**, **Допплерівські** та **кореляційні**, серед яких найбільш широко використаними є часові УЗВ, в яких різниця часу Δt поширення звукового імпульсу за потоком і проти потоку прямо пропорційна швидкості потоку. Існує кілька методів вимірювання Δt :

- вимірювання різниці фазових зсувів ультразвукових коливань, що направляються по потоку і проти нього (фазові витратоміри);
- вимірювання різниці частот повторення коротких імпульсів чи пакетів ультразвукових коливань, що направляються одночасно по потоку і проти нього (частотні витратоміри);
- безпосереднє вимірювання різниці часу проходження коротких імпульсів, що направляються по потоку і проти нього (часово-імпульсні витратоміри).

Кожен з наведених вище методів мають свої недоліки, основними з яких є низька точність реєстрації положення початку імпульсного сигналу, розмиття фронту наростання імпульсного сигналу, дискретність вимірювань, складність обробки сигналу.

В роботі запропоновано новий метод вимірювання витрат, який оснований на визначенні частоти поширення ультразвукового сигналу, що відповідає останньому максимуму ближньої зони.

Відомо, що основними елементами перетворювачів ультразвукових витратомірів є випромінювачі і приймачі УЗК. Область випромінювання акустичного перетворювача (акустичне поле) поділяється на дві зони: ближню і дальню (рис. 1). **Дальня зона** – область акустичного випромінювання, в якій акустичний тиск поступово падає до нуля, **ближня зона** знаходиться безпосередньо перед перетворювачем і в ній амплітуда сигналу змінюється немонотонно.

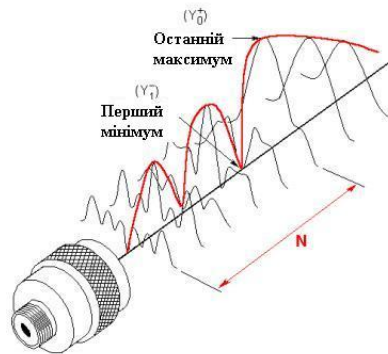


Рис.1. Ближня зона акустичного поля перетворювача

Довжина ближньої зони являється функцією частоти перетворювача f , діаметра п'єзоелемента d та швидкості звуку c і визначається як

$$N = \frac{d^2 \times f}{4c}.$$

Проаналізувавши ряд робіт, можна стверджувати, що швидкість плинного середовища є функцією частоти УЗК і з урахуванням діаметра трубопроводу буде визначатися як:

$$V = \frac{DV_{узк} - f2a^2 \sin \alpha}{2a^2 \sin \alpha D \cos \alpha},$$

де V – швидкість потоку, $V_{узк}$ – швидкість поширення УЗК, a – радіус п'єзоелемента, α – кут входження променя відносно середовища.

Таким чином запропонована модель поширення ультразвукової хвилі в плинному середовищі дає змогу визначати швидкість за або проти потоку.

Недосконалість існуючих ультразвукових методів вимірювання витрати плинного середовища та подальше поглиблене вивчення теми поширення ультразвукових коливань, дало змогу виявити залежність частоти УЗК від швидкості потоку, що, в свою чергу, дозволить, завдяки новому підходу, розробити ультразвуковий витратомір нового типу.