

Василь ВЛАСОВ

здобувач вищої освіти 1 курсу ОС «Бакалавр»

спеціальності 141 «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

Науковий керівник: **Ірина СЕМЕНИШИНА**

канд. фіз.-мат. наук, доцент,

асистент кафедри математики, інформатики та академічного письма,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,

м. Кам'янець-Подільський

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕРНІЗОВАНИХ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Технології вимірювальних приладів постійно розвиваються. У статті досліджено три типи ультразвукових витратомірів. Перший витратомір з алгоритмами обробки сигналу методом найменших квадратів на основі консенсусу випадкової вибірки й медіанного відхилення. Ці методи мають більшу точність порівняно з традиційним методом найменших квадратів, зокрема за наявності інтерференційних шумів. Другий витратомір ультразвуковий. Використовує алгоритм перехресної кореляції, програмовану користувачем вентильну матрицю і вбудований мікропроцесор для підвищення ефективності роботи, який має високу точність, надійність і широкий діапазон застосування. Третій витратомір зі зменшеним діаметром труби для вимірювання малих витрат.

Ультразвукові витратоміри широко використовуються у водопостачанні, електроенергетиці, нафтовій і хімічній промисловостях завдяки зручному монтажу, широкому діапазону й високій точності вимірювання, навіть у пульсуючому потоці. До важливих характеристик цих витратомірів належить можливість безконтактного вимірювання, відсутність додаткових витрат тиску й обмежень на діаметр труби. Ультразвукові витратоміри працюють у діапазоні

частот від 20 кГц до 1000 МГц. Для проходження хвилі та її інтерпретації необхідні приймач і передавач із п'єзоелектричним ефектом. Цей ефект мають такі матеріали: кварц, турмалін, тартрат калію, сульфат літію, титанат барію, цирконат титанату свинцю. П'єзоелектричний кристал, розміщений в електричному полі, зазнає пружної деформації. Це призводить до зменшення або збільшення його довжини відповідно до величини й напрямку полярності поля. Під дією механічного впливу п'єзокерамічний елемент генерує електричний струм, через це їх використовують як випромінювачі й приймачі сигналу.

Існують одноканальні, двоканальні й багатоканальні ультразвукові витратоміри відповідно до кількості акустичних шляхів. Перший містить два п'єзоелементи, кожен з яких по черзі виконує випромінювання і приймання. До їх переваг належить відсутність просторової асиметрії акустичних каналів, що залежать від відмінності їхніх геометричних розмірів, а також відмінності температур і концентрації потоку в них. Другий тип має два випромінювачі й два приймачі. Вони утворюють два незалежні акустичні канали, що розташовані паралельно або перехрещуються один з одним. Багатоканальний тип застосовується для вимірювання витрат у деформованих потоках або для підвищення точності. Порівняно з одноканальними й двоканальними ультразвуковими витратомірами, багатоканальні мають кращу адаптивність до змін у розподілі потоку, вищу точність вимірювання, зокрема для труб великого діаметра й складних розподілів потоку. Точні результати вимірювання можна отримати, якщо відомий профіль швидкості потоку. Цю інформацію забезпечує алгоритм потоку, що охоплює влаштування звукового каналу, визначення вагового коефіцієнта і розрахунок потоку через виміряну лінійну швидкість [1].

Ультразвукові витратоміри переважно застосовують для вимірювання великих потоків у промисловості й дослідницьких цілях. До недоліків класичних моделей належить нездатність вимірювати надзвичайно низькі витрати. Тому існує попит на проектування і виготовлення ультразвукових витратомірів для вимірювання малих витрат. Вимірювання малих витрат поширене в хімічній промисловості. Зазвичай у біопромисловості, деяких галузях медицини й

напівпровідниковій промисловості існує потреба у вимірюванні малих витрат у діапазоні від менш ніж 1 мл/с до декількох десятків або декількох сотень мл/с хімічних розчинів або рідин. Для цього розроблено новий ультразвуковий витратомір зі зменшеним діаметром труби, щоб вимірювати малі витрати. Витратомір працює на основі двох п'єзоелектричних перетворювачів, розміщених на двох кінцях установки, у якій рідина протікає по трубі. Швидкість потоку розраховується вимірюванням часу проходження ультразвуку за допомогою електронної плати на основі перетворювача TDC-GP22 і мікроконтролера ARM (Рисунок 2) [2].

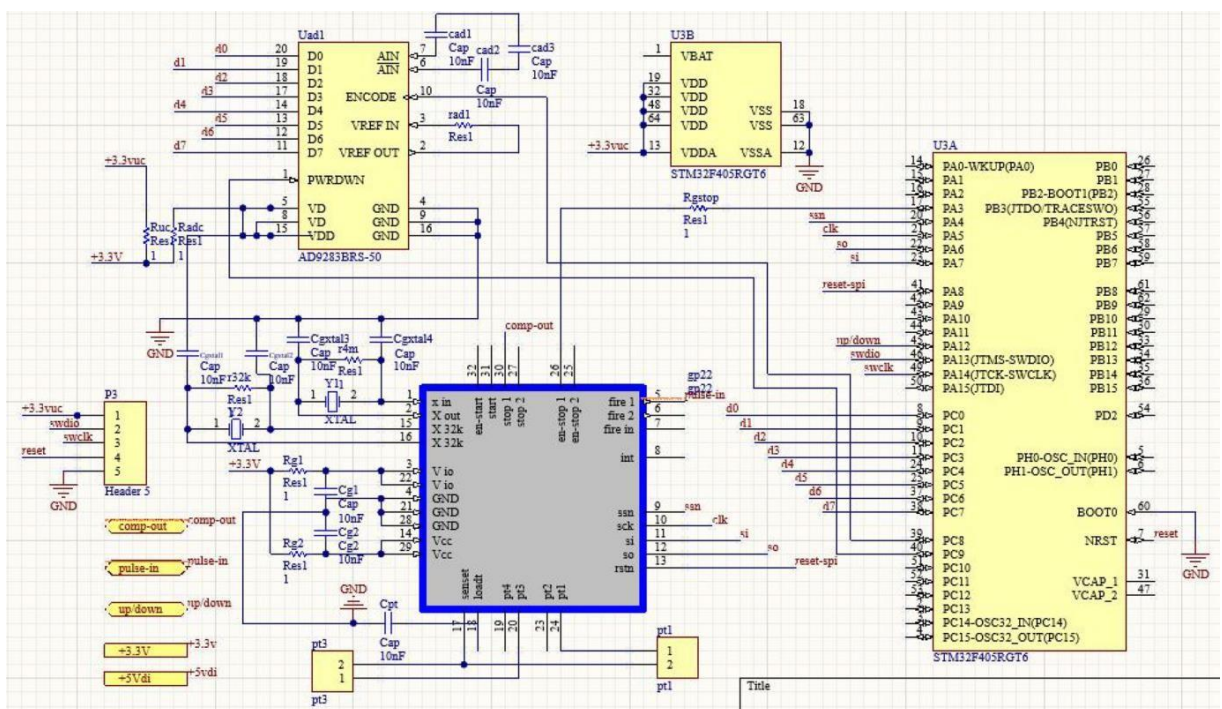


Рис. 2. Схема ланцюга вимірювання часу проходження сигналу

Ультразвукові витратоміри це високоточні прилади, принцип дії яких заснований на поширенні ультразвуку для вимірювання швидкості потоку рухомого тіла через трубопровід.

Список використаних джерел:

1. Integration Method of Multipath Ultrasonic Flowmeter Based on Velocity Distribution / S. Guo et al. Measurement. 2022. P. 112388. URL: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112388>.

2. Theoretical and experimental evaluation of small flow rate ultrasonic flowmeter / S. H. Roshanaei et al. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 2022. Vol. 44, no. 8. URL: <https://doi.org/10.1007/s40430-022-03618-4>. (

3. Семенець В. В., Аврунін О. Г., Михайлова Л. Н., Косуліна Н. Г., Черенков О. Д. Визначення параметрів гідродинамічного випромінювача звукових коливань. Радіотехніка. 2019. Вып. 196. С. 167-179.

4. Bilynsky Y. Y., Burdeinyi V. B. Investigation of the Opportunity to Develop a Phase-Frequency Ultrasonic Measuring Converter for the Speed of Natural Gas Flow in Closed Small Diameter Pipeline. Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute. 2019. Vol. 146, no. 5. P. 7–13. URL: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2019-146-5-7-13>.

5. Михайлова Л.М., Семенишина І.В., Шпатакова О.Л. Зелена енергетика як чинник енергетичної незалежності України. *Економіка та суспільство* Випуск 47. 2023. С. 91-99.

<https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2090>