

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ
ДЛЯ ОБЛІКУ ЕНЕРГОНОСІЇВ

Михайлова Л. М., к.т.н., проф., e-mail: mihajlovaimesg@gmail.com
Семенишина І. В., к.ф-мат.н., доцент., e-mail: isemenisina@gmail.com

Актуальність дослідження. Із розвитком соціальної економіки вимірювання та облік енергоносіїв, таких як вода, газ і нафта, мають велике значення для повсякденного життя людей. На атомних електростанціях точне вимірювання потоку живильної води значно підвищить ефективність атомних електростанцій, що важливо під час транспортування газу та нафти на великі відстані. На багатьох підприємствах у технологічних процесах потрібен контроль та облік витрат рідини з досить високою точністю, адже необхідність контролю витрати рідких і газоподібних речовин пов'язана з постійним зростанням цін на енергетичні ресурси.

А отже, виникає необхідність застосовувати точні витратоміри. Це прилади, що вимірюють об'єм або масу речовини: рідини, газу або пари, які проходять через перетин трубопроводу за одиницю часу.

Мета досліджень. Дослідити особливості функціонування модернізованих ультразвукових витратомірів залежно від їх конструкції та методів вимірювання.

Основні матеріали досліджень. Дослідимо 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 та 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.

Існують механічні, електромагнітні, вихрові й ультразвукові витратоміри. Ультразвукові витратоміри це витратоміри, принцип роботи яких заснований на проходженні ультразвукової хвилі через потік рідини або газу. На відміну від інших витратомірів, ультразвукові мають такі переваги: невисока вартість, відсутність рухомих і нерухомих частин у поперечному перерізі, середній динамічний діапазон вимірювань, а також можливість монтажу на трубопроводах великого діаметра (понад 10 метрів).

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 [4].

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 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 [5].

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 (рис. 1) [6].

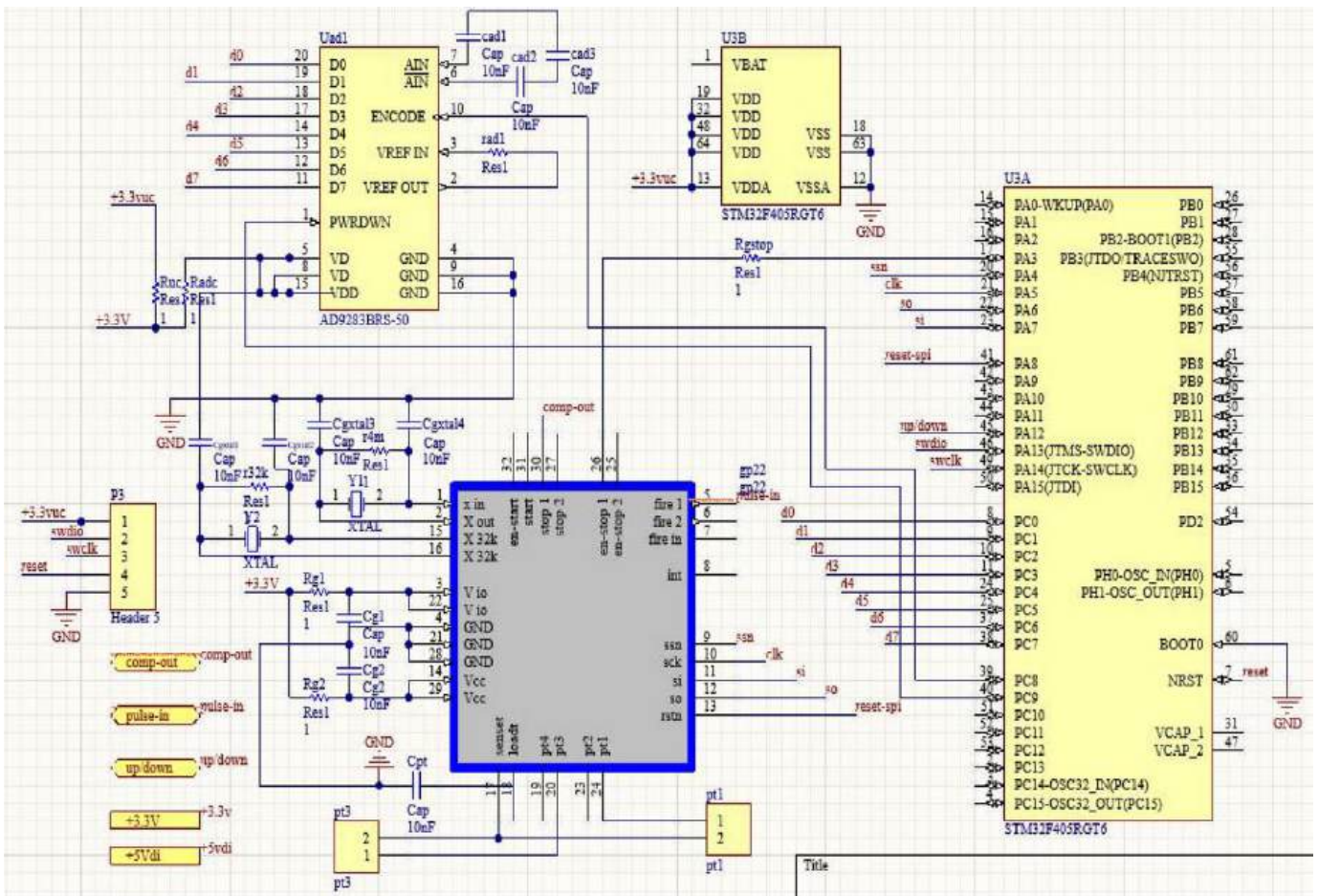


Рисунок 1 – Схема ланцюга вимірювання часу проходження сигналу [6]

Висновок. Ультразвукові витратоміри це високоточні прилади, принцип дії яких заснований на поширенні ультразвуку для вимірювання швидкості потоку рухомого тіла через трубопровід. До головних особливостей ультразвукових лічильників слід віднести зручний

монтаж, широкий діапазон і висока точність вимірювання, відсутність додаткових втрат тиску й обмежень на діаметр труби, можливість безконтактного вимірювання) [7].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Riabov I., & Riabova T. Development of the creative sector of the world economy: trends for the future. *Futurity Economics&Law*. 2021. P. 12–18.
2. Семенець В. В., Аврунін О. Г., Михайлова Л. М., Косуліна Н. Г., Черенков О. Д. Визначення параметрів гідродинамічного випромінювача звукових коливань. *Радіотехніка*. 2019. Вип. 196. С. 167-179.
3. Коломієць К., Гришанова І. Розробка програмного забезпечення автоматизованого проектування витратомірів. *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*. 2022. Вип. 64 (2). С. 59—66.
4. Sakhavi N., Mohammad Nouri N. Generalized velocity profile evaluation of multipath ultrasonic phased array flowmeter. *Measurement*. 2022. Vol. 187. P. 110302. URL: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110302>
5. 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>
6. 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>
7. Михайлова Л. М., Семенишина І. В., Сікора О. О. Використання модернізованих ультра звукових витратомірів для підвищення точності обліку енергоносіїв. *Наука і техніка Науковий журнал: Секція: техніка*. Випуск 3 (17). Київ.2023. С. 586-596.