

УДК 681.121.42

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВОДОМІРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Гришанова І. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: irgryshanova@gmail.com

Перспективним напрямом проектування й аналізу конструктивних особливостей витратомірів є застосування сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій, що зокрема базуються на кінцевоеlementному аналізі. У витратометрії здебільшого використовуються CFD технології (технології обчислювальної гідродинаміки). Якщо раніше теоретичний аналіз роботи витратомірів не дозволяв врахувати всі особливості течії рідини або газу та їхньої взаємодії з первинними вимірювальними перетворювачами, то тепер це стало можливим саме завдяки чисельним експериментам, основою яких є математичні моделі потоків і конструкцій витратомірів.

В даному дослідженні акцент зроблено на можливих шляхах збільшення точності існуючих ультразвукових водомірів час-імпульсного типу. Враховуючи їхні криві похибок, можна прийти до висновку, що вони нелінійні, мають невисокий рівень повторюваності, а отже їх доволі важко скорегувати, використовуючи лише одну поліноміальну залежність. Як правило, суттєві розбіжності в показаннях водомірів мають місце при числах Рейнольдса нижче $5000 \div 7000$, а це якраз перехідна зона від ламінарного до турбулентного режиму. Для того, щоб краще зрозуміти цей феномен, була ретельно проаналізована гідродинамічна картина всередині коаксіальних ультразвукових витратомірів на базі програмного забезпечення ANSYS CFX. Виявлено, що задіяний алгоритм розрахунку градувального коефіцієнту є дуже спрощеним, оскільки не враховує особливості течії та її взаємодії зі струмовипрямлячем, ультразвуковими датчиками або віддзеркалюючими елементами. Цей алгоритм також не враховує стан потоку на вході до водоміра, який може бути асиметричним, мати завихрення та пульсації.

Для того, щоб покращити вже існуючі конструкції ультразвукових водомірів було запропоновано певні зміни, які призвели до усунення рециркуляційних зон і зон розділення потоку, що негативно впливали на стабільність метрологічних характеристик. В результаті точність досліджуваних ультразвукових витратомірів зросла. Це було підтверджено реальними експериментальними дослідженнями на зразковому обладнанні, а також дослідженнями в польових умовах.

Моделювання однак не завжди показує збіг з реальними кривими похибок, отриманими на калібрувальному устаткуванні в усьому діапазоні вимірювань.

Особливо це очевидно в перехідному режимі, якого слід уникати різними можливими способами.

Взагалі кажучи, важко екстраполювати теоретичні залежності або залежності, властиві конструкції одного приладу, на інші. Отже, застосування типової залежності для градувального коефіцієнта призводить до похибок вимірювання. До речі, зрозуміло, що це спрощення спрацює лише тоді, коли спотворення потоку не є серйозними. Таким чином, чим більше збурення в потоці, тим більш некоректним є запропоноване наближення теоретичної залежності градувального коефіцієнта до реальної. Одним із можливих способів поліпшення ситуації є вибір правильної конфігурації випрямляча потоку. Це дійсно допомагає досягти суттєвої повторюваності характеристик вже існуючих ультразвукових водомірів в широкому діапазоні витрат, який одночасно охоплює ламінарну, перехідну і турбулентну зони.

Дослідження, проведені в рамках цієї роботи, підтвердили висновок про можливість розрахунку метрологічних характеристик ультразвукових витратомірів із достатнім ступенем точності, а також оптимізації їхніх конструкцій, використовуючи сучасні комп'ютерно-інтегровані технології.

Ключові слова: ANSYS, CFD, ультразвуковий водомір, час-імпульсний принцип вимірювання, градувальний коефіцієнт.

УДК 681.125

ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Биць О. М., Матіко Ф. Д., Лесовой Л. В.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

E-mail: oksana.slabyk@gmail.com, fmatiko@gmail.com

Вимірювання кількості теплової енергії виконують непрямим методом на основі обчислених значень параметрів теплоносія (зокрема ентальпії) і вимірних значень параметрів потоку. Тому для оцінювання невизначеності кількості теплової енергії насамперед необхідно оцінити невизначеність застосованих методик розрахунку параметрів теплоносія, а також невизначеність вимірюваних значень параметрів потоку (температури, тиску, витрати).

Результуюча залежність для оцінювання невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії має базуватись на рівнянні обчислення кількості теплової енергії, яке реалізоване у автоматизованій системі вимірювання, а також враховувати невизначеності усіх складових цього рівняння:

$$W = \int_{t_0}^{t_k} q_{m1} h_1 dt - \int_{t_0}^{t_k} q_{m2} h_2 dt , \quad (1)$$

де W – кількість теплової енергії, яку передано від джерела або отримано