

УДК 681.121

В.В. Брацлавський, студент гр. ПМ-81мп, к.т.н., доц. Писарець А. В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕПЮРИ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИТРАТОМІРА

Анотація. Через порушення правил установки приладів обліку виникають спотворення епюри швидкості вимірюваного потоку, що призводить до зміни похибки вимірювання. Найбільш чутливими до цього фактору є ультразвукові витратоміри. Здійснено чисельне моделювання у SolidWorks Flow Simulation ультразвукового вимірювача витрати, геометричні параметри якого отримано у результаті оптимізації, за наявності гідравлічного опору, розташованого на різних відстанях від витратоміра, що дозволило визначити необхідну довжину прямої ділянки перед приладом.

Ключові слова: метрологічні характеристики, прилади обліку витрат рідин, епюра розподілу швидкості, ультразвуковий витратомір, місцевий опір.

ВСТУП

Спотворення епюри швидкості вимірюваного середовища виникають внаслідок порушення правил установки приладів обліку, які регламентують наявність і довжину прямих ділянок трубопроводу до і після місця встановлення вимірювального приладу [1 – 3], а також наявність гідравлічних опорів у межах цих ділянок.

Місцевими опорами називаються такі ділянки трубопроводів, на яких відбувається деформація потоку, тобто зміна швидкості потоку за величиною або напрямом [4].

Розрізняють чотири види місцевих опорів (МО):

- МО, на яких швидкість змінюється за величиною (раптове звуження, раптове розширення, дифузор, конфузор);
- МО пов'язані із зміною напрямку руху рідини (плавний поворот, різкий поворот);
- МО, на яких відбувається поєднання або розділення потоків (трійник, хрестовина);
- трубопровідна арматура (крани, вентилі, засувки, клапани, тощо).

Метою роботи є оцінка впливу епюри розподілу швидкості вимірюваного потоку на метрологічні характеристики приладів обліку витрати рідин.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІСЦЕВОГО ОПОРУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ВИТРАТОМІРА

Серед багатьох приладів вимірювання витрати рідин найбільш розповсюдженими при організації вузлів обліку є ті, що реалізують тахометричний, вихровий, електромагнітний і ультразвуковий методи.

Вивчення метрологічних і експлуатаційних характеристик витратомірів зазначених класів свідчить про істотні переваги і перспективи приладів з ультразвуковими перетворювачами витрати [5, 6].

Порівняльний аналіз розповсюджених приладів вимірювання витрати показує, що найбільш чутливими до спотворення епюри розподілу швидкості потоку вимірюваного середовища є ультразвукові витратоміри.

Ультразвуковий метод вимірювання витрати рідин базується на використанні ефекту зсуву акустичних коливань потоком контрольованого середовища. Величина зсуву може бути виявлена шляхом вимірювання одного з параметрів, що характеризують ультразвукові коливання – фази, частоти, амплітуди, тощо [5 – 9].

Ультразвукові витратоміри класифікують за такими ознаками: спосіб руху ультразвукових хвиль, спрямованість ультразвукового променя відносно потоку, кількість каналів вимірювання, вид акустичного шляху, спосіб розміщення п'єзоперетворювача [7, 8].

Перевагами ультразвукових витратомірів є простота конструкції, відсутність рухомих елементів та частин, що виступають до потоку, висока точність вимірювання у широкому діапазоні витрат, стабільність метрологічних і експлуатаційних характеристик протягом тривалого часу, незначні втрати тиску, висока чутливість [7 – 9].

Дослідження здійснено для час-імпульсного ультразвукового перетворювача витрати складної геометричної просторової форми з номінальним діаметром DN40.

Для проведення досліджень створено 3D-модель гідравлічного тракту витратоміра. Модельована конструкція представляє собою почергове послідовне з'єднання прямих ділянок з конфузоровим і дифузоровим. Значення геометричних параметрів перетворювача витрати отримані в результаті оптимізаційних розрахунків.

Для вказаної моделі перетворювача витрати проведено чисельне моделювання у SolidWorks Flow Simulation для діапазону зміни витрати, що дозволило визначити епюру розподілу швидкості потоку вимірюваного середовища у певних дискретних перерізах моделі для кожної витрати, а також отримати залежність перепаду тиску від витрати в усьому діапазоні вимірювання приладу.

Подальші дослідження проведено за наявності перед приладом місцевого опору у вигляді коліна, де змінним параметром була відстань між вихідним перерізом МО і вхідним перерізом модельованого перетворювача витрати. Для кожного набору умов експлуатації отримано епюри швидкості у певних перерізах моделі.

Порівняння епюр розподілу швидкості на вході до витратоміра за різних умов експлуатації дозволило визначити довжину прямої ділянки перед приладом, необхідну для того, щоб зменшити вплив гідравлічного опору на метрологічні характеристики витратоміра.

ВИСНОВКИ

Для оцінки впливу епюри розподілу швидкості потоку на метрологічні характеристики витратоміра обрано ультразвуковий час-імпульсний вимірювач витрати.

У системі SolidWorks відтворено просторову форму гідравлічного тракту ультразвукового витратоміра з геометричними параметрами, отриманими в результаті оптимізації.

Чисельне моделювання здійснено у SolidWorks Flow Simulation для модельованої конструкції за наявності і відсутності гідравлічного опору у вигляді коліна, що дозволило отримати епюри швидкості потоку у певних перерізах моделі за означених умов вимірювання.

Аналіз результатів порівняння епюр розподілу швидкості на вході до витратоміра за різних відстаней від МО дозволив визначити довжину прямої ділянки перед приладом, необхідну для зменшення його впливу на похибку вимірювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] ISO 4064-1:2005 "Measurement of water flow in fully charged closed conduits - Meters for cold potable water and hot water. Part 1: Specifications" (ИСО 4064-1:2005 Измерение расхода воды в закрытых трубопроводах под полной нагрузкой. Счетчики холодной питьевой воды и горячей воды. Часть 1. Технические требования.).
- [2] ISO 4064-2:2005 "Measurement of water flow in fully charged closed conduits – Meters for cold potable water and hot water – Part 2: Installation requirements" (ИСО 4064-2:2005 Измерение расхода воды в закрытых трубопроводах под полной нагрузкой. Счетчики холодной питьевой воды и горячей воды. Часть 2. Требования по установке.).
- [3] Коробко І. В. Оцінка якості визначення об'єму та об'ємної витрати води [Текст] / І. В. Коробко, Є. В. Писарець, А. В. Писарець // *Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування.* – 2016. – Вип. 51(1). – С. 89 – 94.
- [4] Рабинович, Л. Л. Гидравлика. / Л. Л. Рабинович. – М.: Недра, 1974. – 266 с.
- [5] Расходомеры и счетчики веществ: Справочник: Кн. 1. / Под общ. ред. Е. А. Шорникова. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2002. – 409 с.
- [6] Расходомеры и счетчики веществ: Справочник: Кн. 2. / Под общ. ред. Е. А. Шорникова. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2004. – 412 с.
- [7] Писарець А. В. Вимірювання кількості теплової енергії із застосуванням ультразвукового методу [Текст] / А. В. Писарець, С. О. Поліщук // *Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування.* – 2017. – Вип. 53(1). – С. 56 – 61.
- [8] Коробко И. В. Ультразвуковой метод измерения расхода и количества жидкостей и газов [Текст] / И. В. Коробко, А. Н. Дидковская, П. К. Кузьменко // *Сантехника. Отопление. Кондиционирование.* – 2006. – №4. – С. 16 – 20.
- [9] Морозов В. Б. Сравнительные характеристики ультразвуковых расходомеров [Текст] / В. Б. Морозов // *Приборы и системы управления.* – 1997. – №11. – С. 19 – 20.

Наук. керівник – к.т.н., доц. Писарець А.В.