

- [2] ДСТУ ISO 6976:2009 Обчислення теплоти згоряння, густини, відносної густини і числа Воббе на основі компонентного складу (ISO 6976:1995/Cor. 2:1997, Cor. 3:1999, IDT)

УДК 681.121

**ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ГАЗОФАЗНИХ СЕРЕДОВИЩ**

Драчук О. О.

Національний технічний університет України

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

E-mail: o.drachuk@kpi.ua

Підвищення ефективності будь-яких інженерних процесів є постійним завданням для науковців та творців сучасної техніки, в тому числі й пошук нових методів покращення її якості. При проведенні наукових пошукових робіт у галузі витратовимірювачів велику роль відіграє саме процес визначення конкретних умов дослідження. Сучасні програмні комплекси дозволяють здійснювати віртуальне моделювання процесів плин у рідиннофазних середовищах, їх впливу на внутрішні елементи та механізми приладів, а також досліджувати на основі математичних моделей взаємодію вимірюваного середовища і перетворювачів витрати та їх складових.

Якщо для вирішення задачі при дослідженні одних і тих самих характеристик використати паралельно різні програмні комплекси, то можна виключити, або зменшити похибки при завданні умов моделювання та розрахунків.

Моделювання плин газу вимірювальною ділянкою дає знання не лише про гідродинамічні характеристики потоку газу, результати досліджень дають можливість обрати класи та діапазони вимірювання приладів, що є складовою вимірювального комплексу, визначити місця встановлення перетворювачів та реєстраторів різних фізичних величин [1-4].

При проведенні досліджень комплексу вимірювання витрати природного газу для імітаційних досліджень було обрано програмні комплекси: Ansys CFX (рис. 1, а), SolidWorks (рис. 1, б), Autodesk Inventor, для математичного моделювання складових комплексу застосовано MatLab та MathCad.

Результати аналізуються як за візуальною інформацією – лінії течії, контури, вектори швидкостей, тощо, так і за числовими значеннями характеристик по лініях, площинах та об'ємах для подальшого опрацювання.

Моделювання проводиться для різних конфігурацій вимірювального комплексу при використанні трьох різних ультразвукових витратомірів двоканального, триканального та накладного класів з метою визначення найкращої конфігурації комплексу вимірювання витрати для подальших натурних-досліджень.

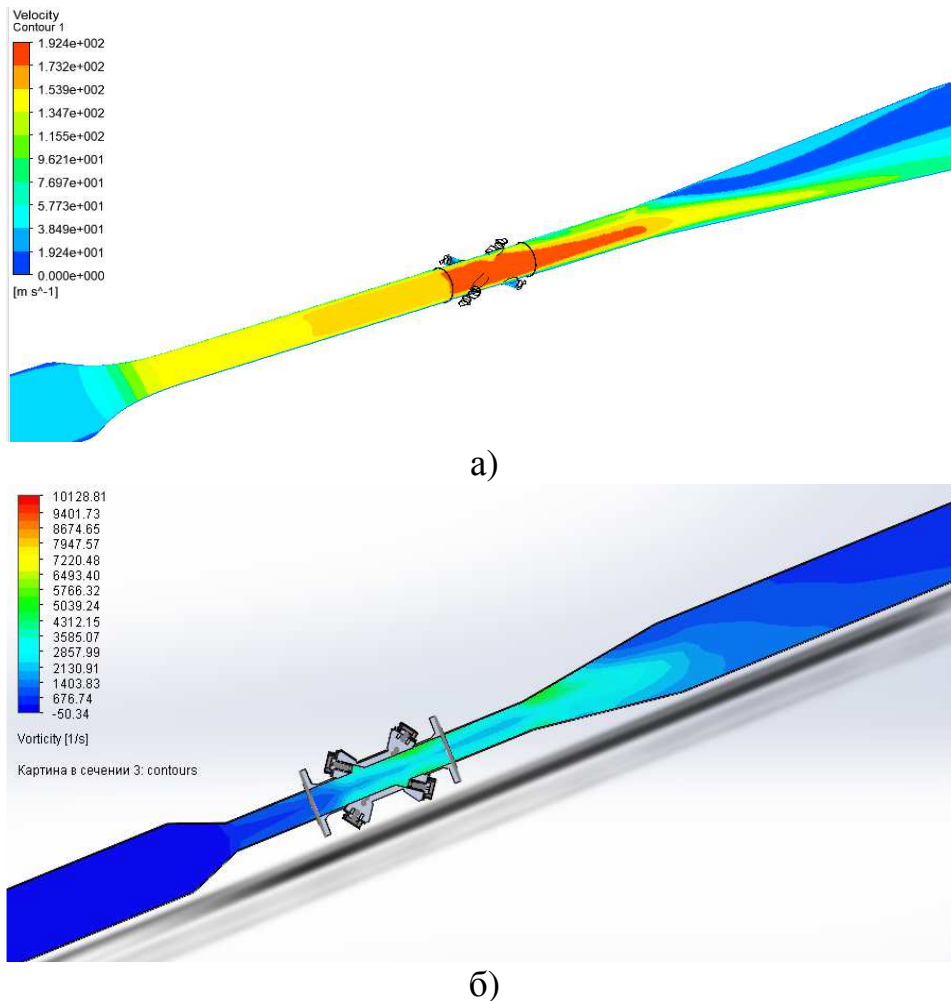


Рис. 1. Візуалізовані результати імітаційного дослідження ультразвукового витратоміра на звуженій ділянці: а) в Ansys CFX; б) в SolidWorks Flow Simulation

Описані методи проведення досліджень з використанням різних програмних комплексів віртуального (імітаційного) та математичного моделювання доцільно використовувати при створенні сучасних інноваційних приладів та систем.

Ключові слова: витрата газу, дослідження витратомірів, імітаційне моделювання, CFD.

Література

- [1] І. В. Коробко та О. О. Драчук, «Приладовий комплекс реєстрації об'єму та об'ємної витрати газу», *Mechanics and Advanced Technologies*, №3 (84), с. 61-68, 2018. DOI:10.20535/2521-1943.2018.84.143848.
- [2] І. В. Коробко та І. А. Гришанова, «Розробка CFD моделі турбінного витратоміра газу», *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*, №60 (2), с. 27-32, 2020. DOI:10.20535/1970.60(2).2020.221413.
- [3] І. В. Коробко та Д. Ю. Капітанчук, «Врахування умов та відмінностей при калібруванні і застосуванні вимірювальних перетворювачів природного газу», *Вісник КПІ. Серія Приладобудування*, №58(2), с. 57-61, 2019. DOI:10.20535/1970.58(2).2019.189519.

- [4] I. Korobko and A. Pysarets, «Flow transducers metrological performances optimization with flow bodies at flow asymmetry conditions», *Вісник КПІ. Серія Приладобудування*, Вип. 57(1), с. 56-61, 2019. DOI:10.20535/1970.57(1).2019.172024.

УДК 681.121.89.082.4

ДОСЛІДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ ГАЗУ ЗА УМОВ СКЛАДНИХ СПОТВОРЕНЬ СТРУКТУРИ ПОТОКУ

Роман В. І., Матіко Ф. Д.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

E-mail: roman_vitaliy@ukr.net, fmatiko@gmail.com

Як відомо основним недоліком ультразвукових витратомірів (УЗВ) є їх чутливість до спотворень структури потоку, яка виникає після проходження газу через місцеві опори (МО) вимірювального трубопроводу (ВТ). Згідно [1] існує два способи зменшення цієї чутливості: 1) встановлення перед/після УЗВ прямолінійної ділянки ВТ достатньої довжини; 2) застосування спеціальних струминовипрямлячів або пристроїв підготовки потоку (ППП), які «згладжують» структуру потоку. Як видно, в обох випадках рекомендації стосуються не самого УЗВ, а вимог до його інсталяції. В даній роботі запропоновано математичне моделювання, яке дозволяє знайти рішення, які б удосконалювали не вузол обліку газу, а тільки УЗВ.

Нами проведено математичне моделювання із застосуванням емпіричних функцій швидкості Salami [2]. В [2] показано, що застосування УЗВ із 4 акустичними каналами (АК) дозволяє усунути вплив спотворень структури потоку після типових МО (створюють асиметрію або закручення потоку). Проте у випадках, коли МО є складнішим і нетиповим – кругові теплообмінники (circular heat exchangers) та спарені канали (chimney stacks), структура потоку стає занадто складною (багатоядерною [3]), і застосування УЗВ з 4 АК вже недостатньо. Для прикладу, на рис. 1 показано таку складну тривимірну структуру потоку [3], а на рис. 2 показано похибку хордового УЗВ залежно від кількості АК. При цьому, за критерій прийнято вимогу ISO 17089-1 [1, пп.5.9.3.2] про те, що максимальна додаткова похибка УЗВ зумовлена спотворенням структури потоку не повинна перевищувати 0,3 %.

З рис. 2 можна побачити, що збільшення кількості АК до шести, дозволило зменшити похибку УЗВ до регламентованих ISO 17089-1 меж.

Іншим способом, який можна застосувати у випадку складних спотворень структури потоку, є кут встановлення УЗВ відносно горизонтальної осі (кут α на рис. 3). За вимогами [1] цей кут по замовчуванню рівний 0° . Нами також проведено такі дослідження, деякі результати яких наведено на рис. 4.

З рис. 4 можна побачити, що зміна кута встановлення α дозволяє значною мірою змінити як знак похибки УЗВ, так і її величину.

Як висновок, у випадках, коли реконструкція існуючого вузла обліку газу неможлива, єдиним виходом є заміна УЗВ.