

ПАРАМЕТРИ ПОТОКУ НАФТОПРОДУКТІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТОМІРУ КОРІОЛІСА

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано сучасна література про вплив зміни параметрів потоку нафтопродуктів на витратомір Коріоліса. Було проведено експериментальне дослідження автоматизованої системи наливу на основі масового витратоміру Коріоліса при хаотично змінній та незмінній швидкості вимірюваного потоку нафтопродуктів для виявлення впливу на точність вимірювання витратоміром Коріоліса у складі даної системи. Запропоновано метод контролю параметрів потоку.

Ключові слова: витратомір Коріоліса, автоматизована система наливу, точність, швидкість потоку.

Abstract

The modern literature about the effect of changes in the parameters of the flow of petroleum products on the Coriolis flowmeter was analyzed. An experimental research of the automated pouring systems based on Coriolis mass flowmeter at a randomly change and unchanged rate of the measured flow of petroleum products to detect the effect on the accuracy of measurement by the Coriolis flowmeter as part of the system was carried out. A method for controlling flow parameters was proposed.

Keywords: Coriolis flowmeter, automated pouring system, accuracy, flow rate.

Вступ

З розвитком ринкової економіки та підвищенням вимог до комерційного обліку виникає необхідність удосконалення автоматизованої системи вимірювання та контролю відпуску нафтопродуктів на нафтобазах. Підвищення вимог до вимірювального контролю, зменшення впливу людського фактору під час наливу та зменшення складових похибок на вузлах комерційного обліку потребують контролю параметрів потоку нафтопродуктів, що вимірюються автоматизованою системою наливу (АСН) на нафтобазах.

В даній роботі для експериментальних досліджень була використана АСН із застосуванням динамічного методу вимірювання маси нафтопродукту на базі витратоміру Коріоліса (ВК).

Основною перевагою масового ВК є пряме вимірювання масового потоку, що зменшує методичну похибку, так як комерційний облік нафтопродуктів обчислюється в одиницях маси, а не в одиницях об'єму. Однак ВК мають інші переваги, включаючи високу точність (похибка вимірювання становить $\pm 0,1\%$) Дана похибка відповідає межах похибки зазначеній у нормативно-правовому документі [1]. Границі допустимої відносної похибки методу під час вимірювання маси бруто нафти і нафтопродуктів не мають перевищувати $\pm 0,25\%$. Однак, похибка вимірювання ВК, що була встановлена при повірці у повірочній лабораторії, може не відповідати похибці того самого ВК під час перевірки, що безпосередньо входить до складу АСН на промисловому виробництві нафтопродуктів. Тому, метою даної роботи є дослідження впливу хаотичної зміни швидкості потоку нафтопродуктів на точність вимірювання витратоміру Коріоліса у складі АСН.

Результати досліджень

В результаті проведених експериментальних досліджень виявлено вплив пульсації потоку на точність витратоміру Коріоліса. Витратомір Коріоліса має дві вимірювальні трубки. Внутрішній діаметр вимірювальних трубок становить 40,5 мм. Внутрішній діаметр трубопроводу перед ВК і за ВК становить 80 мм.

Умови експерименту та порядок проведення вимірювання виконувались згідно інструкції з повірки У04728690/8.156–2008П системи автоматизованого управління відпуском нафтопродуктів.

Для проведення експериментального дослідження використовувалась експериментальна установка, структурна схема якої представлена на рисунку 1.

Основним завданням було дослідити зміну похибки, в залежності від динаміки зміни швидкості потоку, що вимірюється ВК [2 - 7]. Необхідної динаміки зміни швидкості, відповідно витрати маси, було досягнуто вилученням з конструкції звужувального пристрою, що встановлюється у трубопроводі за ВК [8]. За допомогою чого усі пульсації динаміки зміни швидкості потоку після насосу та наявність можливої кавітації у потоці, недостатність тиску у системі, впливатимуть на характеристики потоку. Дані технічні операції дали можливість отримати у ВК динамічну зміну витрати маси в діапазоні від 5 до 9 кг/с із досить швидкою зміною, впродовж декількох секунд.

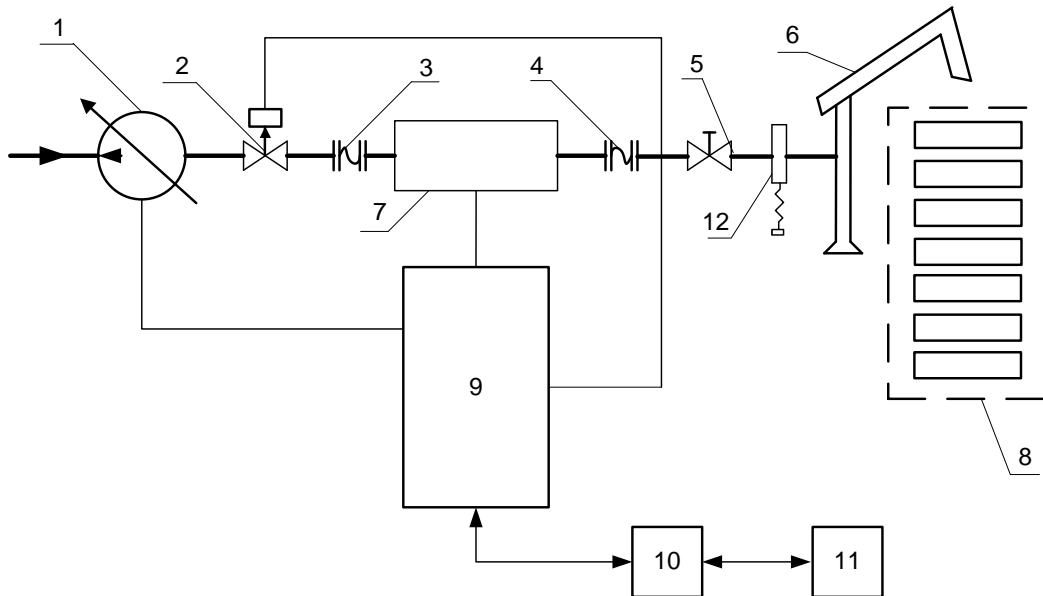


Рис. 1. Структурна схема системи автоматизованого наливу для експериментальних досліджень: 1 – насос, 2 – клапан з електроприводом, 3,4 – адаптери, 5 – клапан з ручник приводом, 6 – конструкція наливу, 7 – витратомір, 8 – Робочі еталони та допоміжні ЗВТ: мірник зразковий, вага для статичного зважування, ареометри для нафтопродуктів, термометр скляний, 9- мікроконтролер, 10 – інтерфейс зв'язку, 11 - персональний комп'ютер, 12 – отвір змінної площі.

Було проведено ряд вимірювань, щоб оцінити вплив динаміки зміни швидкості потоку через витрату маси. Важливою складовою експерименту, було те, що вимірювальним потоком була не вода, як у повірочній лабораторії, а нафтопродукт - бензин із густиною 740 кг/м^3 за температури 20°C та кінетичною в'язкістю $0,7 \cdot 10^{-6}$. Дана рідина має низьку точку кипіння, що може призводити до появи газоподібної фракції, що також впливає на результати досліджень. Але в даному експерименті не проводився контроль двофазності вимірювального потоку.

Вибраний витратомір Коріоліса, перед проведенням експерименту був відправлений на повірку до Укрметртестстандарт і у протоколі повірки було зазначено, що при 25 т/год похибка становить 0,02% при допустимій похибці 0,14%.

За результатами експерименту, середня похибка 5-ти випробувань, за витратою маси ВК становить $0,042\% < 0,14\%$, та за густиною $0,022\% < 0,14\%$. Дані спроби підтверджують точність вибраного нами витратоміру Коріоліса.

За результатами експерименту, середня похибка 5-ти випробувань, за витратою маси ВК становить $0,64\% > 0,14\%$, та за густиною $0,178\% > 0,14\%$. Дані спроби підтверджують, що хаотичні зміни швидкості потоку впливають на точність витратоміру Коріоліса.

Тому, виникає потреба контролю швидкості потоку та виявлення умов, в яких вимірювання витратоміром є не точним, щоб запобігти кавітації потоку у витратомірі Коріоліса, так як, даний процес впливає на коливання вимірювальної трубки.

Одним із варіантів вирішення даної проблеми, є встановлення додаткового вузла вимірювання тиску у трубопроводі безпосередньо за витратоміром Коріоліса, котрий безперервно вимірював би тиск у трубопроводі. Запропоновано метод контролю тиску у системі, який би визначав встановлював би відповідність, чи невідповідність динаміки зміни швидкості у трубопроводі. За допомогою модифікації автоматизованої системи управління наливом, встановивши регулюючий механізм, що змінює діаметр отвору у трубопроводі за ВК, можливе стабілізування динаміки зміну тиску, щоб під час контролю тиску виконувалась вимоги:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta p_i - \Delta p_m)^{0,5} \leq 0,1 \Delta p_m \quad (1)$$

де, Δp_i заданий певною нормою перепад тиску у трубопроводі [Па]; Δp_m - перепад тиску у трубопроводі в певний момент часу.

Висновки

Отже, за результатами теоретичних та експериментальних досліджень, можна зробити висновок, що зміна параметрів потоку (хаотична зміна швидкості потоку, відповідно зміна тиску у трубопроводі та у вимірювальних трубках витратоміру під час вимірювання маси та густини потоку витратоміром Коріоліса) впливає на точність вимірювання витратоміром Коріоліса. Це актуалізує питання створення нового класу засобів та методів контролю параметрів потоку нафтопродуктів у АСН, які дадуть змогу підвищити точність вимірювання за рахунок контролю параметрів потоку та реагування регулюючих елементів у трубопроводі АСН, що дозволить контролювати та задавати певний режим потоку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] «Інструкція про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродукти на підприємствах і в організаціях України», Міністерство палива та енергетики, Міністерство економіки України, Міністерство транспорту та зв'язку, Державний комітет з питань технічного регулювання та споживчої політики, від 20.05.2008 №281/171/578/155
- [2] О.М. Васілевський., Д.М. Компанець, «Контроль параметрів вимірювання тиску системою автоматизованого наливу нафтопродуктів на нафтобазах», на V наук. міжнарод. конф. Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС-2019), Вінниця, 2019. с. 121.
- [3] O. Vasilevskyi, P. Kulakov, D. Kompanets, O. Lysenko, V. Prysyzhnyuk, W. Wójcik, D. Baitussupov, “A new approach to assessing the dynamic uncertainty of measuring devices” *Proc., Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, vol. 10808, 108082E, 2018*,
- [4] О. М. Васілевський Оцінка невизначеності вихідних сигналів засобів вимірювальної техніки в динамічних режимах роботи Системи обробки інформації. № 4 (85), с. 81-84. 2010.
- [5] O.M. Vasilevskyi, P.I. Kulakov, I.A. Dudatiev, V.M. Didych, A. Kotyra, B. Suleimenov, A. Assembay, A. Kozbekova, “Vibration diagnostic system for evaluation of state interconnected electrical motors mechanical parameters”, *Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104456C August. 2017*)
- [6] П. М. Сопрунюк., А. Н. Василевский, Ю. А. Чабанюк «Неопределенность результатов измерений при контроле асинхронности вращения электромеханических преобразователей» *Системи обробки інформації.*, №7 (56), с. 72–75. 2006.
- [7] В. О. Поджаренко, В. М. Дідич , О. М. Васілевський «Оцінка вірогідності автоматизованого контролю складових елементів гумусу в ґрунті» , *Вісник національного університету „Львівська політехніка”*. № 639, с. 51–54. 2009.
- [8] Держспоживстандарт України «Вимірювання витрати рідини в закритих трубопроводах. Настанова щодо вибирання, монтажу та застосування коріолісових витратомірів: ДСТУ ISO 10790:2009», Держспоживстандарт України, 2011.

Компанець Дмитро Миколайович – аспірант кафедри метрології та промислової автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mr.kompanets@gmail.com

Васілевський Олександр Миколайович – д-р техн. наук, професор, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kompanets Dmytro M. - Post-Graduate Student the Chair of metrology and industrial automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mr.kompanets@gmail.com.

Vasilevskyi Oleksandr M. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.