

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВИТРАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проаналізовано можливості побудови ультразвукових інформаційно-вимірювальних систем витрати природного газу, основними складовими яких є ультразвукові вимірювальні перетворювачі, пристрої підготовки потоку, а також ряд вимірювальних перетворювачів параметрів природного газу. Проведено обґрунтування створення інтегрованого ультразвукового вимірювального перетворювача, що дає змогу відмовитися від стандартних прямолінійної ділянки трубопроводу та зовнішнього струменевипрямляча і створити інформаційно-вимірювальну систему витрат природного газу нового типу

Ключові слова: інтегрований ультразвуковий вимірювальний перетворювач, струменевипрямляч, прямолінійна ділянка трубопроводу.

Abstract

The work analyzed ultrasonic information and measurement systems of natural gas consumption, the main components of which are ultrasonic measuring transducers, flow preparation devices, as well as a number of natural gas parameters transducers. The substantiation of the creation of an integrated ultrasonic measuring transducer has been carried out, which makes it possible to abandon the standard straight section of the pipeline and the external flow conditioner and to create a new type of information and measurement system of natural gas consumption.

Keywords: integrated ultrasonic measuring transducer, flow conditioner, straight pipeline section.

Вступ

Забезпечення повноти та прозорості обліку природного газу, зокрема, й всіх паливно-енергетичних ресурсів загалом — є одним з пріоритетів та цілей чинної енергетичної стратегії України [1]

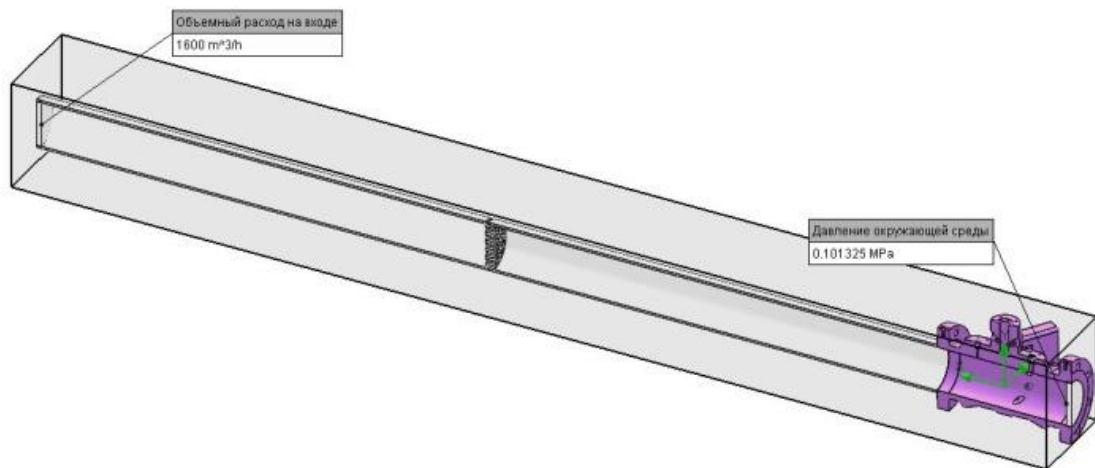
Точний облік витрат природного газу визначається експлуатаційними та метрологічними характеристиками вузла обліку газу та кількості природного газу, який представляє собою достатньо складну інформаційно-вимірювальну систему витрат природного газу. Залежно від конфігурації до складу такої інформаційної системи, як правило, входить лічильник, коректор об'єму газу, комплект прямолінійних ділянок трубопроводу певної довжини, а також набір сенсорів тиску, температури та густини газу. Можливе, використання й хроматографа [2].

Результати дослідження

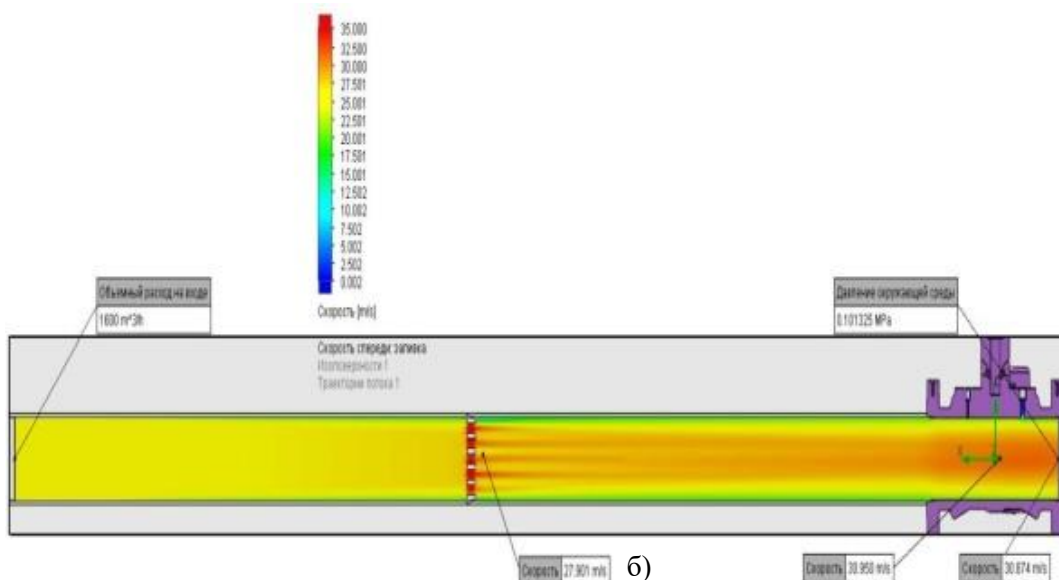
На сьогодні одними з найбільш прогресивних лічильників засобів витрати природного газу є витратоміри з ультразвуковими первинними перетворювачами. Частка таких витратомірів на світовому ринку серед усіх засобів вимірювання витрат різних енергоносіїв становить більше 10%. Ультразвукові витратоміри мають ряд важливих переваг – це широкий динамічний діапазон вимірювань, відсутність втрат тиску, відсутність рухомих елементів і як наслідок, підвищена надійність; низьке енергоспоживання, можливість монтажу без зупинки технологічного процесу (для накладних приладів), збереження техніко-експлуатаційних характеристик у часі. Відносна похибка таких засобів, як правило, знаходиться в межах 1%- 1,5%. Як відомо, серед недоліків таких вимірювальних систем є висока чутливість до відхилень умов потоку під час експлуатації від умов їх калібрування, а також спотворення вимірювального сигналу за наявності несиметричних профілів швидкості, необхідність постійного контролю фізико-хімічних властивостей вимірювального середовища тощо [3,4].

На сьогодні існують два основних способи вирішення цих проблем. Це використання пристроїв підготовки потоку у вигляді прямолінійної ділянки трубопроводу певної довжини перед ультразвуковим перетворювачем або спеціальних струменевипрямлячів, які усувають як закручення потоку, так і зменшують деформацію профіля швидкості газу в трубопроводі [5,].

Так наприклад, в результаті проведеного моделювання в середовищі SolidWork (FloWorks) роботи класичного 4х променевого ультразвукового лічильника зі встановленим на відстані 10 діаметрів трубопроводу (Рис. 1а) перед ним потоковим струменевипрямлячем встановлено, що тільки на такій відстані від струменевипрямляча, досягається можливість отримання недеформованого симетричного профілю швидкості газу.



а)



б)

Рис. 1- 4х променеви ультразвукови лічильник в середовищі SolidWork
а) зовнішній вигляд; б) результати моделювання

Дане рішення проблеми хоч і забезпечує необхідну точність вимірювання, але має місце збільшення втрат тиску, збільшення габаритних розмірів вимірювальної системи за рахунок використання прямолинійної ділянки трубопроводу, а також використання декількох ультразвукових каналів вимірювання, що веде до подорожчання системи в цілому.

В роботі запропоновано використати ультразвуковий вимірювальний перетворювач, який знаходиться в спеціальній камері в якій потік переміщується за допомогою вбудованих струменевипрямлячів та міняє свій напрям. Така конструкція вимірювального перетворювача може бути достатньо компактною, оскільки представляє собою єдине ціле за рахунок інтеграції складових її елементів [6].

Як показано на рис. 2 інтегрований ультразвуковий вимірювальний перетворювач містить замість прямолинійної ділянки довжиною $10 D_u$ вимірювальний канал 4, а також вхідний струменевипрямляч 11 та внутрішній струменевипрямляч 6 та обтічник потоку 3 для формування симетричного профілю швидкості газу у вимірювальному каналі 4. Вся ця конструкція разом з ультразвуковими перетворювачами знаходиться в спеціальній камері 1.

Попередні результати моделювання показали можливість створення такої інтегрованої системи вимірювання витрати природного газу, яка дозволяє отримати симетричний недеформований профіль швидкості газу.

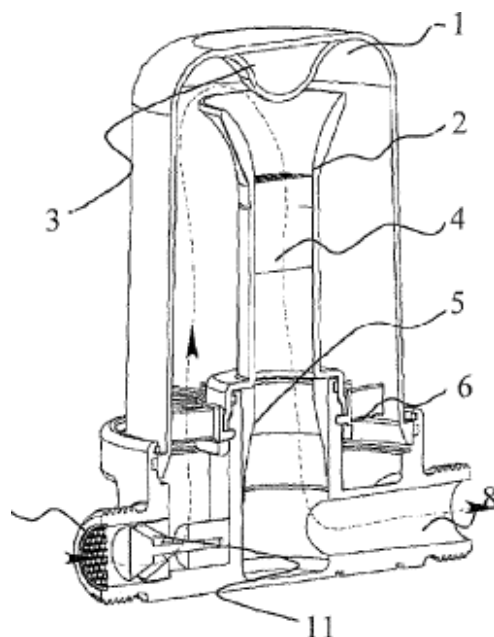


Рис. 2 – Конструкція інтегрованого ультразвукового вимірювального перетворювача

Висновки

В роботі проаналізовано інформаційно вимірювальні системи природного газу, на основі чого проведено обґрунтування можливості побудови інтегрованого ультразвукового вимірювального перетворювача витрати природного газу, в якому відсутні зовнішні прямі ділянки та зовнішні струменевипрямлячі. Створення такого нового типу ультразвукового перетворювача відкриває широкий шлях до заміни застарілих механічних (турбінних, роторних) витратомірів газу на сучасні ультразвукові.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” [Електронний ресурс] : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-р#Text> (дата звернення: 13.05.2021). — Назва з екрана.
- [2]. Андріішин М.П., Облік природного газу : довідник / М.П. Андріішин, О.М. Карпаш, Я.С. Марчук та ін. – Івано-Франківськ : ПП «Сімик», 2008. – 180 с.
- [3]. Ф.Д. Матіко, В.І.Роман, А.І. Дмитришин Удосконалення математичної моделі ультразвукового витратоміра в комплекті з пристроєм підготовки потоку, *Науковий журнал "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво"*, № 32. с. с.65-69, 2018.
- [4]. Й. Й. Білинський і М. В. Гладишевський, «Аналіз ультразвукових засобів вимірювального контролю витрати плинних середовищ», *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*, № 2, с. 23-29, 2016.
- [5]. Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic meters for gas. Part 1: Meters for custody transfer and allocation measurement : ISO 17089-1 : 2010. – [First edition 2010-11-15]. – Geneva (Switzerland) : International Organization for Standardization (ISO), 2010. – 100 pages. (International standard).
- [6]. European patentanmeldung FLUIDZÄHLER , G01F 15/14, G01F 15/18 / Andrii Stetsenko, Lurii Glova, Sergii Nedzelskiy, 21.03.2018.

Білинський Йосип Йосипович – д-р т. н. професор кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yosyp.bilynsky@gmail.com

Стеценко Андрій Анатолійович — канд. техн. наук, докторант кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Andrey@energo.kh.ua

Bilynsky Yosyp Yosypovych - Dr. Sc. (Eng.) , professor of the Department of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yosyp.bilynsky@gmail.com

Stetsenko Andrii Anatoliyovych - Candidate technical of Sciences, doctoral student of the Department of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: : andrii.energo@gmail.com

