

УДК 681.121

*Д.Ю. Капітанчук, студент гр. ПІ-41, А.В. Степанюк, студент гр. ПІ-41
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

ТУРБІННІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ВИТРАТИ

Анотація. У статті наведено основні проблеми вимірювання витрати природного газу, різновиди об'ємних та масових витратомірів, турбінні витратоміри, їх особливості та будова.

Ключові слова: витрата, об'єм, турбінний витратомір, газ.

ВСТУП

Внаслідок зростання цін на різні види енергоносіїв, важливою задачею є точна реєстрація об'єму та об'ємної витрати рідини та газу.

Загальними проблемами що виникають між постачальником та споживачем паливно-енергетичних ресурсів є похибки у вимірюванні об'єму, низька надійність і малий діапазон витрати лічильників. Для уникнення цих проблем необхідно мати витратомір, який має всі необхідні характеристики для забезпечення точності вимірювання витрат.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Витрата речовини – це кількість речовини, яка протікає крізь поперечний переріз трубопроводу за одиницю часу. Розрізняють об'ємну витрату Q_V , яку вимірюють в одиницях об'єму за одиницю часу і масову витрату Q_M відповідно:

$$Q_V = V / t,$$

$$Q_M = M / t,$$

де V – об'єм рідини або газу, що пройшли крізь поперечне січення труби за час t , M – маса рідини або газу, які пройшли крізь поперечне січення труби за час t [1].

На сьогодні існує великий вибір витратомірів, які використовуються для комерційного і технологічного контролю потоку рідин, газу та пари.

За вимірюваною величиною розрізняють об'ємні та масові витратоміри. Згідно з принципом роботи до об'ємних механічних витратомірів належать тахометричні перетворювачі, а до масових механічних – інерційні.

У тахометричних витратомірах можна виділити три групи: камерні, турбінні і кулькові. Серед яких найбільшого застосування набули турбінні вимірювальні перетворювачі витрати (ТПВ) [2].

Турбінні витратоміри працюють за принципом лічильників із крильчаткою Вольдмана, тобто реєструють об'єм, що проходить крізь поперечний переріз, використовуючи при цьому середню швидкість потоку [3].

Переважно такі витратоміри застосовують на підприємствах із високим споживанням природного газу, а також на магістралях за високого тиску. Сучасний лічильний механізм ТПВ підраховує імпульси і переводить їх у цифровий еквівалент, слідує за правильністю роботи приладу, а також сигналізує про несанкціоноване втручання у його роботу. Останнім часом відлік

механізми почали оснащати модемами, які передають усі показання на сервер [4].

На турбінних лічильниках потрібно постійно контролювати зміну перепаду тиску, допустиме значення якого розраховують за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_p (\rho_c P / \rho_{cp} P_p) (Q / Q_p)^2,$$

Де ΔP_p – перепад тиску на лічильнику; P – тиск газу за робочих умов; P_p – значення тиску газу за стандартних умов; ρ_c – значення густини газу за стандартних умов; ρ_{cp} – значення густини газу за стандартних умов, для яких регламентовані втрати тиску; Q – витрата за конкретних робочих умов; Q_p – витрата газу, для якої регламентовані втрати тиску [5].

Швидкість руху чутливого елемента (ЧЕ) ТВП попередньо переводять у сигнал, пропорційний витраті, який є зручним для подальших перетворень. Для цього застосовується двоступінчастий перетворювач витрати (рис. 1).

Перша ступінь – ЧЕ (кулька або інший елемент), швидкість руху якої пропорційна об'ємній витраті;

Друга ступінь – тахометричний перетворювач, який перетворює вимірний сигнал (частоту електричних імпульсів), пропорційний швидкості ЧЕ.

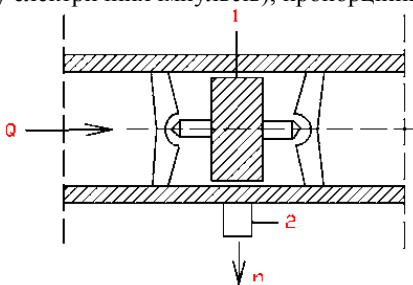


Рисунок 1. Схема ТПВ

1 – Турбінка; 2 – Тахометр.

ТПВ можуть виготовлятися для труб діаметром від 4 до 750 мм, для тисків до 250 МПа і температур від -240 до +700 °С. Основним недоліком таких приладів є зношування опор, внаслідок чого вони непридатні для реєстрації речовин, що містять механічні домішки. Крім того, вони не можуть бути використані для дуже в'язких речовин, оскільки зі збільшенням в'язкості речовини діапазон їх лінійної характеристики зменшується.

Суттєвими перевагами ТПВ є: швидкодія, висока точність і великий діапазон вимірювання. Так, якщо похибка турбінних лічильників води (вісь яких через редуктор пов'язана з рахуючим механізмом) дорівнює $\pm 2\%$, то у вимірювачів кількості, які мають тахометричний перетворювач, ця похибка знижується до $\pm 0,5\%$. Це пояснюється тим, що цей перетворювач майже не навантажує вісь турбіни. Похибка турбінного витратоміра лежить в межах (0,5 - 1,5)% [6].

Оскільки турбінний витратомір складається із декількох рухомих деталей, необхідно враховувати такі чинники: знос підшипників і тертя; температуру, тиск і в'язкість вимірюваного середовища; змащувальні властивості вимірюваного середовища; зміну стану й розмірів лопатей; втрата тиску на витратомірі; профіль швидкості на вході й ефекти завихрень.

Саме через ці чинники здійснювали калібрування і перевірку турбінних лічильників за робочих умовах.

Рекомендують обирати витратоміри тих типів, у яких лічильник температури й отвір для відбору тисків розміщені в корпусі. Не бажано встановлювати лічильники на ділянках, де можливе накопичення конденсату [7].

Серед виробників ТПВ відомі компанії «Elster Instromet», «КОНВЕЛС Автоматизация» (Росія), «Advantek Engineering» (США), «Cameron» (США), «Actaris» (Росія).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тюленев Л. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля / Л. Н. Тюленев, В. В. Шушерин, А. Ю. Кузнецов; под ред. С. В. Кортов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ УПИ, 2005. – 76 с.
2. Коробко І.В. Приладовий комплекс вимірювання витрати та кількості природного газу на підґрунті різних фізичних методів/І.В. Коробко, О.О.Драчук, В.А.Коваленко/ Науково-технічний журнал “Методи та прилади контролю якості” – 2014. - №2(33).- С.66-77..
3. To build [Електронний ресурс]: Виды газовых счётчиков: мембранные, ротационные, турбинные счётчики. Вихревой расходомер. – Режим доступа: <http://gas.to-build.ru/content/view/56/44/>. – Назва з екрану.
4. Коробко І.В. Науково-навчальний лабораторний комплекс вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу/ І.В.Коробко, В.П.Лісовець, Д.М.Гречко/ Нафтогазова галузь України. 2016 .№6 – С.40-42.
5. Правила метрологии ПР 50.2.019-2006 «Методика выполнения измерений при помощи турбинных, ротационных и вихревых счетчиков» / ред. В. Н. Копысов. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 33 с.
6. Журнал «Энергетика и ТЭК» [Електронний ресурс]: Расходомеры: принципы работы и опыт эксплуатации. – Режим доступа: http://www.energetika.by/arch/~page__m21=6~news__m21=140 . – Назва з екрану
7. Газовик [Електронний ресурс]: Турбинные счетчики газа. – Режим доступа: <http://gazovikgaz.ru/spravochnik/consum/turbinnnye-schetchiki-gaza.html>. – Назва з екрану.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Коробко І.В.