

УДК: 681.121

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВИТРАТИ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ТИПУ ДЛЯ ЛІЧИЛЬНИКА КІЛЬКОСТІ ТЕПЛА НА ПОВІТРЯНОМУ ТЕПЛОНОСІЇ

© Кулик О.М., 2006

Національний Університет „Львівська політехніка”

Приведені результати експериментальної перевірки гідродинамічного витратоміра для лічильників кількості тепла на повітряному теплоносії

Економія теплової енергії на стадіях генерування і споживання неможлива без точного вимірювання теплового потоку чи кількості тепла, а без високоточного вимірювання вказаних теплових величин неможливий комерційний облік теплової енергії. Для рідинних теплоносіїв відомі ряд пристроїв вимірювання кількості тепла [1]. Авторами раніше [2] запропонований вимірювач кількості тепла, що однаково успішно працює як на рідинних, так і на повітряних теплоносіях і може знайти застосування в системах повітряного обігріву побутових та виробничих приміщень.

Визначення кількості тепла здійснюється лічильниками, що включають в себе блок вимірювання витрати, блок вимірювання температури і обчислювач кількості тепла. В роботі [2] авторами запропонований лічильник кількості тепла на базі гідродинамічного вимірювача витрати з використанням методу Піто. В такому витратомірі трубка статичного тиску виконується у вигляді кільцевої камери по внутрішній стінці трубопроводу подачі теплоносія, а трубка повного тиску суміщена із сенсором температури теплоносія та розміщується в центрі трубопроводу і направлена назустріч потоку по його осі. Обчислювач кількості тепла (теплового потоку) є стандартним із загальноприйнятими математичним та програмним забезпеченням, необхідним для комерційного та технологічного обліку кількості тепла. Оскільки запропонований лічильник використовується для систем як повітряного обігріву, так і для систем водяного опалення, то дослідження функції перетворення лічильника тепла можна провести тільки після дослідження функції перетворення вимірювача витрати гідродинамічного типу на рідинних і газових теплоносіях і дослідження термоперетворювача опору.

Для дослідження функції перетворення витратоміра гідродинамічного типу на повітряному теплоносії була вибрана базова схема [3] експериментальної установки, яка після деякої модернізації зображена на рис. 1.

Стенд, зібраний по вказаній схемі, включає в себе дві камери статичного тиску 1 і 2, з'єднані між собою повітропроводом 3, а також відцентровий вентилятор 4 з електричним двигуном постійного струму, витратомірний колектор 5, які технологічно пов'язані з автотрансформатором 6, випрямлячем змінного струму 7 і спиртовими мікроманометрами 8,9 типу ММН-240.

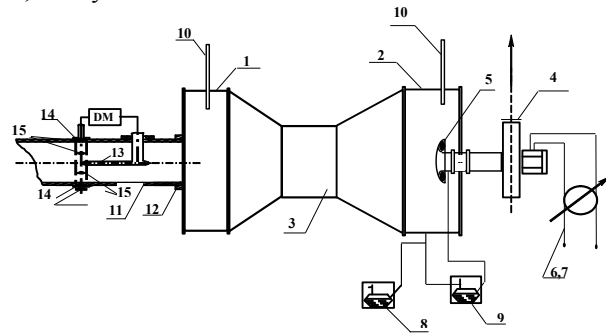


Рис. 1. Схема експериментального стенда для дослідження функції перетворення витратоміра гідродинамічного типу на газоподібному теплоносії

Камера статичного тиску 2 відіграє роль зразкового вимірювача витрати із значно нижчою похибкою вимірювання. Для підвищення достовірності експериментальних даних у зразковій камері статичного тиску додатково розміщений також спиртовий термометр 10.

До зразкової статичної камери 2 через повітропровід 3 приєднана експериментальна статична камера 1, до якої в свою чергу приєднаний макет вимірювача витрати гідродинамічного типу, що складається з трубопровідної вставки з корпусом 11, з обох боків якого є фланці 12 для приєднання в систему подачі теплоносія, а також - з трубки повного тиску 13, що розташована по осі вставки, кільцевої камери статичного тиску 14, яка з'єднана з внутрішнім об'ємом корпусу 11 за допомогою отворів 15, а сама камера обладнана спускним краном. Трубка повного тиску і кільцева камера під'єднана до диференційного манометра DM.

Зміна витрати повітря через зразковий

колектор 5, що приводить до зміни витрати через повітропровід 3 і експериментальну статичну камеру 1, а значить через макет витратоміра гідродинамічного типу, запропонованого авторами в роботі [2] як базового для лічильника кількості тепла, досягається зміною кількості обертів вентилятора 4 з електричним двигуном постійного струму, який зв'язаний з автотрансформатором 6 та випрямлячем змінного струму 7. Зміна напруги на виході автотрансформатора 6 приводить до зміни постійного струму на виході випрямляча 7, а зміна струму викликає зміну обертів двигуна постійного струму і таким чином зміну витрати через зразкову статичну камеру. Вказана витрата повітря проходить також через експериментальний макет гідродинамічного витратоміра запропонованої конструкції.

Величина витрати повітря через колектор 5 визначається за формулою

$$L_k = 3600\alpha_k F_k \sqrt{\frac{2g}{\rho} (\Delta L_k K_k) \Delta_{атм}}, \quad (1)$$

де α_k - розрахунковий коефіцієнт витрати колектора ($\alpha_k = 0,98$); F_k - площа поперечного перерізу колектора ($F_k = 0,001963 \text{ м}^2$); g - прискорення сили земного тяжіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$); ρ - густина повітря за температури внутрішнього середовища і барометричного тиску, (кг/м^3); ΔL_k - відлік за показами мікроманометра колектора; K_k - коефіцієнт мікроманометра колектора, (кг/м^2); $\Delta_{атм}$ - поправка на атмосферний тиск.

Поправку на атмосферний тиск $\Delta_{атм}$ визначають за такою формулою:

$$\Delta_{атм} = \frac{101325(273 + t_n)}{293P_{атм}}, \quad (2)$$

де t_n - температура повітря в камері статичного тиску 20°C ; $P_{атм}$ - величина барометричного тиску під час експерименту (Па).

До експериментальної камери тиску 1 по черзі під'єднувалися макети гідродинамічного витратоміра з внутрішнім діаметром $D_1 = 98$ мм, $D_2 = 130$ мм та $D_3 = 195$ мм. Штуцери відбору статичного тиску під'єднувалися до кільцевої камери 14 як мінімум в трьох точках по колу (з'єднані між собою для усереднення). В площині кільцевої камери розташований торець трубки повного тиску 13, виходи трубок статичного та повного тиску під'єднані до окремого дифманометра, яким може бути аналогічний до вказаного мікроманометра з таким же діапазоном вимірювання.

До описаної експериментальної установки автором були почергово підключені три макети гідродинамічного витратоміра із внутрішніми

діаметрами 0,098, 0,135 та 0,150 м, через які продувалось повітря з температурою 20°C . Зразкова витрата визначалась по формулі (1), а витрата через експериментальний гідродинамічний витратомір за формулою

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{2(P_n - P_c)}{\rho}}. \quad (3)$$

Перевірка вимірювачів витрати здійснювалась при температурі теплоносія $T_{тепл} = 20^\circ\text{C}$, при атмосферному тиску $P_{атм} = 730$ мм.рт.ст. Результати проведених експериментальних досліджень представлені в табл. 1.

Оскільки згідно з (3) при визначенні витрати первинною величиною є динамічний тиск, то експериментальні залежності витрати від перепаду тиску графічно представлені на рис. 2. Як видно з рис.2, ці залежності достатньо добре відтворюють дану математичну функцію.

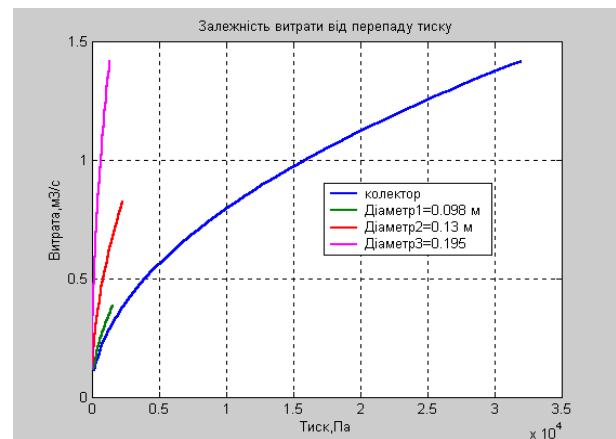


Рис. 2. Залежність витрати від перепаду тиску на гідродинамічних вставках різного діаметра.

Маючи значення витрати за показами на колекторі, який відіграє роль зразкового витратоміра, і значення витрати за показами гідродинамічних вставок різного діаметру, можемо визначити відхилення показів запропонованих витратомірів від дійсного значення витрати.

Аналіз отриманої градууювальної залежності показує, що запропонований автором витратомір гідродинамічного типу, що використовується в лічильнику кількості тепла, досить адекватно відображає зміну витрати на колекторі.

Відхилення показів витрати на гідродинамічних вставках від значення витрати на колекторі представлено на рис. 3.

З рис. 3 видно, що відхилення показів гідродинамічних вставок від дійсного значення витрати незначне, і не перевищує: для вставки діаметром 0,098 м - $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ м³/с; для вставки діаметром 0,135 м - $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$ м³/с, а для вставки діаметром 0,150 м - $\pm 1,7 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

Таблиця 1 Результати експериментальних досліджень витратоміра з гідродинамічними вставками різних діаметрів

Колектор		Гідродинамічний витратомір, D=0,098 м		Гідродинамічний витратомір, D=0,135 м		Гідродинамічний витратомір, D=0,150 м	
Тиск, Па	Витрата, м ³ /с	Тиск, Па	Витрата, м ³ /с	Тиск, Па	Витрата, м ³ /с	Тиск, Па	Витрата, м ³ /с
196,1	0,1109	147,1	0,1178	49,03	0,1197	9,807	0,1204
490,3	0,1754	343,2	0,1799	107,9	0,1775	19,61	0,1703
784,5	0,2218	539,4	0,2256	166,7	0,2207	34,32	0,2253
1079	0,2601	735,5	0,2634	235,4	0,2622	49,03	0,2693
1373	0,2935	931,6	0,2965	294,2	0,2931	58,84	0,295
1667	0,3234	1138	0,3276	362,9	0,3256	73,55	0,3298
1961	0,3508	1324	0,3534	431,5	0,3550	83,36	0,3511
2256	0,3761	1520	0,3787	490,3	0,3785	98,07	0,3808
2354	0,3842	1569	0,3847	510	0,3859	103	0,3902

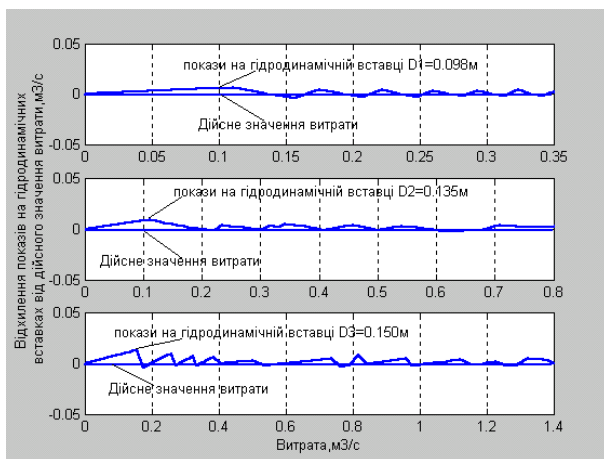


Рис. 3. Відхилення витрат за перепадом тиску на гідродинамічних вставках від дійсного значення витрати

Приведені експериментальні дослідження показують, що витратомір, побудований на принципі трубки Піто-Прандтля з роздільним виконанням трубок повного і статичного тиску придатний для вимірювання витрати на рідинних теплоносіях, а значить може використовуватися у лічильниках кількості тепла.

1. Измерения в промышленности. Справочник под редакцией П.Профоса. – М.: Металлургия., 1980. – 648 с. 2. Жуковский С.С., Кулик О.М., Кулик М.П. Пристрій для вимірювання кількості тепла. Патент України №71051, Бюл. № 11. – 2004. 3. Щербатюк Б., Жуковский С., Чаковский Ю. Дослідження повітропроникності фільтрувальних матеріалів. Ринок інсталяцій, №5. – 2004.

УДК 681.121

МАЛОВИТРАТНИЙ ВИХОРОВИЙ ВИТРАТОМІР

© Витвицька Л.А., Климишин С.І, 2006

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Запропоновано конструкцію пристрою для вимірювання малих витрат рідини при числах Рейнольдса близьких до 1000

В даний час для вимірювання витрати рідких і газоподібних середовищ, а також промислової пари все більш широке застосування знаходять вихорові витратоміри, що пов'язано з їх високою точністю і

надійністю. Вихорові витратоміри таких фірм, як Foxboro, Fisher and Porter, Eatch, Neptune (США), Yokogawa (Японія), Endress-Hauser (Німеччина) міцні, надійні, довговічні, допускають