

Список використаних джерел:

1. Кучерявый, А. Е. Интернет Вещей / А. Е. Кучерявый // Электросвязь. – 2013. – № 1. – С. 21-24.
2. Гольдштейн, Б. С. Сети связи пост-NGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. – Санкт-Петербург: БХВ-С. Петербург, 2013. – 160 с.
3. О.Тимченко, М.Зеляновський Аналіз характеристик ієрархічних протоколів маршрутизації Бездротових Сенсорних Мереж ЛНУ «Львівська Політехніка» 2010.
4. Kumar, N. Kaur, J, «Improved LEACH Protocol for Wireless Sensor Networks,» in Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM), 2011 7th International Conference on, Sept. 2011.
5. Arati Manjeshwar and Dharma P. Agrawal, TEEN: A Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks, 2001.
6. Arati Manjeshwar and Dharma P. Agrawal, APTEEN: A Hybrid Protocol for Efficient Routing and Comprehensive Information Retrieval in Wireless Sensor Networks, 2002.

Слабик О.М.*аспірант;***Матіко Ф.Д.***доктор технічних наук, доцент,**Національний університет «Львівська політехніка»*

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ
ВИМІРЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ
НА ОСНОВІ ВИТРАТОМІРІВ ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ**

Раціональне використання та точний облік теплової енергії є надзвичайно важливими, оскільки дають змогу зменшити використання різних видів палива а, відповідно, імпортозалежність економіки нашої держави. Налагодження точного обліку можливе тільки за наявності якісної нормативної бази та точних технічних засобів вимірювання кількості теплової енергії. Тому розроблення теоретичної бази для формування нормативних документів з вимірювання кількості теплової енергії, розроблення системи автоматизованого проектування точних засобів вимірювання є важливими та актуальними завданнями, які є предметом вирішення цієї дисертаційної роботи.

Для вимірювання витрати та кількості плинних середовищ, зокрема і води та водяної пари в системах теплопостачання, застосовують витратоміри змінного перепаду тиску. Ці витратоміри широко застосовують для вимірювання витрати у трубопроводах великого діаметру, що зумовлено їх перевагами: простотою конструкції, невисокою вартістю, можливістю виготовлення без калібрування первинного перетворювача витрати.

Система обліку теплової енергії для закритої системи теплопостачання з одним подаючим та одним зворотним трубопроводом має структуру, що представлена на рисунку 1. Для реалізації такої системи необхідно вимірювати витрату теплоносія, температуру прямого та зворотного потоку а також тиск

середовища прямого та зворотного потоку. Відповідно кількість теплової енергії, вимірюваної такою системою обчислюють за формулою 1:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot (h_1 - h_2) dt, \quad (1)$$

де Q – витрата теплоносія;

h_1 – питома ентальпія теплоносія в подаючому трубопроводі, $h_1 = f(T_1, P_1)$;

h_2 – питома ентальпія теплоносія в зворотному трубопроводі, $h_2 = f(T_2, P_2)$;

t_1 – час початку облікового періоду;

t_2 – час кінця облікового періоду.

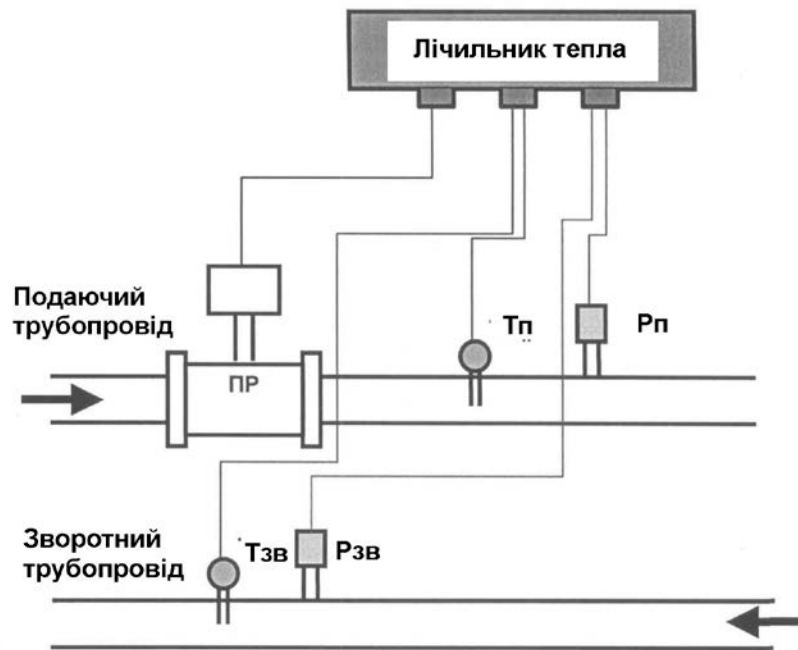


Рис. 1. Структурна схема вузла обліку тепла з давачами тиску

Розроблено авторами за даними [2]

ПР – перетворювач витрати, T_p , $T_{зв}$ – давачі температури прямої та зворотної води, P_p , $P_{зв}$ – давачі тиску прямої та зворотної води.

Вимірювання кількості теплової енергії належить до галузі законодавчо-регульованої метрології. Тому проектування таких систем є складним завданням, оскільки необхідно врахувати не тільки велику кількість характеристик засобів вимірювань, застосованих у системі (див.рис.1), але й врахувати вимоги ряду нормативних документів щодо обліку теплової енергії. Зважаючи на це, для автоматизованого проектування таких систем необхідно вирішити ряд завдань, зокрема:

- виконати аналіз стану обліку кількості теплової енергії, нормативного забезпечення систем вимірювання кількості тепла та процесу їх проектування;
- виконати аналіз структури та функціональних ознак систем вимірювання кількості теплової енергії, їх класифікацію;
- розробити математичні моделі систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску

- розробити рівняння невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії;
- проаналізувати методики визначення властивостей теплоносіїв (води, водяної пари) для систем вимірювання кількості теплової енергії;
- розробити методики визначення властивостей теплоносія (води, водяної пари) для окремих піддіапазонів зміни параметрів теплоносія;
- перевірити адекватність розроблених методик. Оцінити невизначеності значень теплофізичних властивостей (теплоємності, ентальпії) отриманих за розробленими методиками;
- розробити структуру САПР систем вимірювання кількості теплової енергії;
- визначити критерії та параметри оптимізації системи вимірювання кількості теплової енергії. Розробити модуль розрахунку та оптимізації параметрів системи вимірювання кількості теплової енергії;
- розробити модуль проектування системи вимірювання кількості теплової енергії та формування проектних документів.
- виконати порівняльний аналіз невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії в системах побудованих за результатами проектування.

Для проектування витратомірів ЗПТ в Україні застосовують САПР Расход-РУ. Ця САПР має такі функціональні можливості:

- розрахунок витратомірів для 48-ми середовищ, зокрема і води та водяної пари;
- проектування витратомірів у відповідності до вимог діючих нормативних документів ДСТУ ГОСТ 8.586.1-5:2009 [1];
- формування кінцевого звіту проекту з таблицею значень невизначеності витрати, протокол з конструкцією стандартного звужувального пристрою;
- оптимізація конструкції звужувального пристрою за критерієм досягнення мінімальної невизначеності вимірюваного значення витрати.

Нами пропонується удосконалити САПР Расход-РУ та застосувавши нові математичні моделі розробити на її основі програмний пакет для автоматизованого проектування систем вимірювання кількості теплової енергії. Застосування розробленого пакету дасть можливість підвищити якість проектування таких систем, точність обліку теплової енергії, а отже підвищити ефективність систем теплопостачання та генерації теплової енергії.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ ГОСТ 8.586.1-5:2009 Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. – К.: Держспоживстандарт України, 2010.
2. Методика осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя. Утверждена приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 17 марта 2014 г. N99/пр.