

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОГО ВИТРАТОМІРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА З ІНДУКЦІЙНИМ НАГРІВАЛЬНИМ КОНТУРОМ

Термоанемометричні витратоміри для вимірювання витрат потоку палива є актуальними на теперішній час, так як мають високу точність вимірювання. Ці витратоміри широко досліджувалися в різних сферах його використання і в даній конференції буде досліджено на основі вимірювання витрат автомобільного палива з деякими відмінностями від класичного ТАВ з контактним нагрівачем. Витрата палива – це виклик для кожного водія, в тому числі для підприємств, які мають великі власні автопарки, так як ціни на паливо у світі щороку підіймаються. Тому для контролю витрати палива і ефективнішого використання транспортних засобів було прийнято рішення використовувати термоанемометричний витратомір з індукційними нагрівальними елементами на вимірювальній ділянці трубопроводу.

Нагрівання теплоносія в ТАВ відбувається рівномірно – перепад температур в системі не більше 1 °С. Тобто локальні перегріву, здатні призвести до займання, відсутні, що робить такий вид нагрівання пожегобезпечним. Точність вимірювання витрат можна досягнути саме за рахунок інерційних складових, в даному випадку це за рахунок індукційного нагрівача. За рахунок енергоефективності індукційного нагрівача ця система перетворює до 90% витраченої енергії на корисне тепло, тоді як ефективність контактних нагрівальних елементів становить до 60%. Продуктивність, а саме швидкість нагрівання можна змінювати за рахунок індукційного процесу. Менш ніж за секунду тепло почне миттєво обертати трубопровід і передавати тепло до палива, нагріваючи його за короткий проміжок часу. Крім того, сам цикл нагрівання можна контролювати через контролер управління, що дозволяє повністю автоматизувати процес разом з датчиками потоку палива.

Пристрій індукційного нагріву по суті включає: джерело електричного живлення, що включає, як правило, генератор середньої або високої частоти, перетворювач, що дозволяє створювати електричні струми з потрібною частотою, адаптаційний трансформатор, необхідний для регулювання напруги і батареї конденсаторів, нагрівальний індуктор, навантаження, що підлягає нагріванню, система охолодження індуктора та інших компонентів живлення, органи управління та керування. Структурна схема робота ТАВ з індукційним нагрівачем має наступний вигляд, рис. 1.

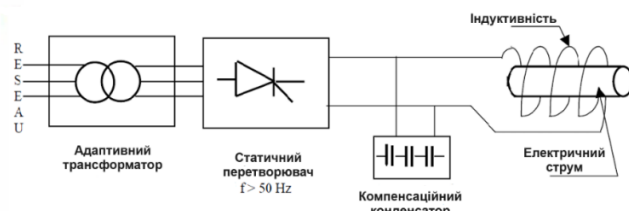


Рис. 1. Структурна схема ТАВ з індукційним нагрівачем

Математична модель описується диференціальним рівнянням з частковими похідними, які описують електромагнітні та теплові явища систем, для двовимірного циліндричного випадку, які можна описати наступним виразом:

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{v}{r} \frac{\partial A}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{v}{r} \frac{\partial A}{\partial r} \right) - J_w \frac{\sigma}{r} A = -J(1)$$

Перевагою цього нагрівального елемента є підвищення точності за рахунок інерційності нагрівання палива в трубопроводі з недопусканням його перегріву, так як сам індукційний елемент працює безконтактним методом. Недоліком даного методу є саме вартість індукційного нагрівача з повним комплектом його підключення до генератора середньої або високої частоти, а також перетворювальні елементи.

Проведене моделювання дослідного зразка витратоміра палива диференціальним методом вимірювання показали, що рівень вихідного сигналу достатній для проведення вимірювань витрати палива в широкому діапазоні значень. Загалом отримані результати важливі для проектування, виробництва та оптимізації витратомірів палива.

Список використаних джерел

1. Безвесільна О.М., Шавурський Ю.О. Високоточний термоанемометричний витратомір з цифровою обробкою вимірювальної інформації. Матеріали Всеукраїнська НПК присвячена Дню науки, Житомир, 2014. с. 98-99.
2. Chaboudez C., Clain S., Glardon R., Rappaz J., Swierkosz M., Touzani R., Numerical modeling in induction heating of long workpieces, IEEE Trans. Magn., Vol. 30, No. 6, pp. 5028-5037, Nov. 1994.