

УДК 681.2

О.М. Безвесільна, д.т.н., проф.
Національний технічний університет України «КПІ»
Ю.О. Шавурський, аспір.
Житомирський державний технологічний університет

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОГО ВИТРАТОМІРУ

В статті наведено динамічні характеристики термоанемометричного витратоміру. Впроваджено амплітудно-частотні характеристики та час спрацювання термоанемометричного витратоміра.

Постановка проблеми. Під час встановлення сопла двигуна на вимірювальну позицію стрибком змінюється площа прохідного перерізу вимірювального ежекторного сопла термоанемометричного витратоміра. Згідно з новою площею зазору встановлюються нові витрати біопалива через нього. Основною проблемою досліджень термоанемометричного витратоміра є визначення амплітудно-частотних характеристик та часу спрацювання термоанемометричного витратоміра (ТАВ).

Аналіз досліджень, в яких започатковано вирішення даної проблеми і на які спирається автор. На жаль, у відомій літературі [1–3 та ін.] не наведено відомостей щодо розрахунку динамічних характеристик нового ТАВ.

Мета роботи – визначення динамічних, амплітудно-частотних характеристик та часу спрацювання ТАВ.

Викладення основного матеріалу. Основні характеристики динамічних властивостей ТАВ – час спрацювання та амплітудно-частотна характеристика.

Час спрацювання (ЧС) – це інтервал часу, потрібний для стабілізації тиску та витрати біопалива в ТАВ. ЧС пов'язані з положенням чутливого елемента (спіралі) й показчика температури ТАВ з моменту встановлення певного вимірювального зазора.

Амплітудно-частотна характеристика являє собою залежність амплітуди коливань чутливого елемента (сопла) та показчика (термодатчики) від частоти синусоїдального змінювальної зміни розміру зазора сопла, при зміні витрат біопалива.

Під час установа сопла двигуна на вимірювальну позицію стрибком змінюється площа прохідного перерізу вимірювального ежекторного сопла термоанеметра. Згідно з новою площею зазора встановлюються нові витрати біопалива через нього. Якщо новий зазор менший від початкового, то витрата біопалива, яке протікає через вимірювальний зазор, зменшується, що спричиняє збільшення маси біопалива у вимірювальному соплі і, отже, – до збільшення тиску в ньому. Таке збільшення тиску відбувається доти, доки він не досягне значення, що відповідає рівноважним витратам біопалива, яке протікає через термоанемометричну трубку ежекторного сопла двигуна.

Вказівні органи ТАВ переміщуються одночасно зі змінюванням тиску в ежекторному соплі. В існуючих ТАВ цей тиск змінюється протягом тривалого часу (не менш як 0,3...0,5 с).

Об'єм ежекторного сопла, як і робочий тиск, визначає кількість біопалива, яке перебуває в ежекторному соплі за час спрацювання, тому останній зростає зі збільшенням об'єму сопла. У більшості ТАВ цей об'єм становить 20...100 см³.

Збільшення площі отвору вхідного сопла двигуна спричиняє зменшення часу спрацювання ТАВ. Як показують розрахунки та експерименти, час стабілізації вимірювального тиску обернено пропорційний до площі прохідного перерізу вхідного сопла двигуна. Збільшення робочого тиску супроводжується, за інших рівних умов, зростанням часу спрацювання.

Експериментально встановлено, що час спрацювання t є неперервною функцією вимірювального зазора z , яка досягає максимуму при вимірювальному зазорі, що відповідає точці найбільшої чутливості K_z , розміщеній приблизно всередині прямолінійної ділянки характеристики $p = \phi(z)$. На краях прямолінійної ділянки характеристики час спрацювання зменшується на 10–20 %.

Для визначення часу спрацювання ТАВ скористуємось експериментальними даними, наведеними в табл. 1. Дані табл. 1 отримані для об'єму ежекторного сопла $V = 106$ см³. При проведенні розрахунку для об'єму V_1 час спрацювання змінюється у V_1/V разів.

Таблиця 1

Час спрацювання термоанемометричного витратоміру

d_1 , мм	P , МПа	t , с
0,50	0,05	5,0

	0,10	6,5
	0,15	9,4
	0,20	11,0
0,60	0,05	3,6
	0,10	4,9
	0,15	6,8
	0,20	7,5
0,70	0,05	3,2
	0,10	4,4
	0,15	5,4
	0,20	6,3
0,80	0,05	2,8
	0,10	4,1
	0,15	4,4
	0,20	4,8
1,00	0,05	1,7
	0,10	2,6
	0,15	2,9
	0,20	3,4
1,20	0,05	1,2
	0,10	1,7
	0,15	2,2
	0,20	2,4
1,50	0,05	0,8
	0,10	1,1
	0,15	1,6
	0,20	1,7

При безперервному автоматичному контролі в процесі повороту сопла двигуна реєстрацію починаємо лише тоді, коли мине час спрацювання.

Під час контролю в процесі повороту сопла двигуна динамічна амплітуда руху чутливого елемента сопла двигуна $A_{дин}$ менша за статичну $A_{ст}$.

Різниця $A_{ст} - A_{дин}$ тим більша, чим більша частота коливання контрольованого розміру. Якби ТАВ настраювали в статичних умовах, то під час контролю виникла б систематична похибка, що визначається згаданою різницею амплітуд.

Систематичну похибку виключають налаштуванням ТАВ при тих же об'ємах, які були під час контролю. Якщо намагатися підвищити продуктивність контролю збільшенням числа обертів, то відносна похибка ТАВ в разі зменшення відношення $A_{дин} / A_{ст}$ зростає обернено пропорційно до цієї величини. Це відбувається тому, що допуск на форму звичайно невеликий і зазвичай становить (0,002...0,003) мм. Крім того, з метою підвищення швидкодії ТАВ намагаються використати вхідні сопла з якомога більшими отворами, що призводить до зниження чутливості, а отже до зменшення $A_{ст}$. Надто мала амплітуда $A_{дин}$ стає спільною з порогом чутливості ТАВ. Якісна залежність часу спрацювання на амплітудно-частотній характеристиці від діаметра отвору вхідного сопла, вимірювального зазора, робочого тиску та об'єму вимірювальної камери не змінюється.

Теоретичні та експериментальні дослідження ТАВ показують, що параметри вимірювальної схеми та числа обертів доцільно обрати такими, щоб

$$K \frac{A_{дин}}{A_{ст}} \rightarrow \max.$$

Практично ця умова здійснюється, якщо $\frac{A_{дин}}{A_{ст}} = (0,6...0,7)$.

Розглядаючи численні експериментальні криві $\frac{A_{дин}}{A_{ст}} = f(n)$, де n – частота коливань сопла двигуна, дістаємо емпіричне рівняння:

$$\frac{A_{дин}}{A_{ст}} = \frac{1}{1 + b \left(n \frac{V}{100} \right)^{3/2}},$$

де b – коефіцієнт, що залежить від параметрів вимірювальної схеми (вираз справджується при $n < 300$).
У табл. 2 наведено експериментальні значення коефіцієнтів при $d_2 = 2$ мм.

Таблиця 2

Експериментальні значення коефіцієнтів при ($d_2 = 2$ мм)

d_1 , мм	P , МПа	b
0,70	0,05	0,00393
	0,10	0,00551
	0,15	0,00618
	0,20	0,00686
0,80	0,05	0,00212
	0,10	0,00375
	0,15	0,00445
	0,20	0,00502
1,00	0,05	0,00133
	0,10	0,00195
	0,15	0,00258
	0,20	0,00320
1,20	0,05	0,00067
	0,10	0,00108
	0,15	0,00131
	0,20	0,00151
1,50	0,05	0,00039
	0,10	0,00053
	0,15	0,00064
	0,20	0,00075

Висновки.

1. Встановлено, що для нормальної роботи двигуна на біопаливі необхідно витримувати співвідношення $\frac{A_{дин}}{A_{ст}} \rightarrow \max$.

Практично ця умова здійснена, якщо $\frac{A_{дин}}{A_{ст}} 0,6...0,7$, де $A_{дин}, A_{ст}$ – амплітудно-частотні характеристики ТАВ в динаміці і в статиці відповідно.

2. З аналізу експериментальних даних ТАВ встановлено, що доцільно використовувати об'єм ежекторного сопла $V = 106 \text{ см}^3$.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Безвесільна О.М., Загавура Ф.Я. Витратометрія: Підручник. – К.: Либідь, 1996. – 184 с.
2. Безвесільна О.М., Таланчук П.М. Перетворюючі пристрої приладів. – К.: ІСДО, 1994. – 448 с.
3. Бирюков Б.В., Данилов М.А., Кивилис С.С. Измерение количества жидкости в системах воспроизведения расхода // Приборы и системы управления. – 1975. – № 7. – С. 36–38.

БЕЗВЕСІЛЬНА Олена Миколаївна – Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор кафедри приладобудування Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”.

Наукові інтереси:

- гравіметричні системи;
- методи та прилади вимірювання механічних величин.

ШАВУРСЬКИЙ Юрій Олександрович – аспірант кафедри автоматизації і комп’ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- вимірювання витрат палива;
- алгоритмічна обробка вимірювальної інформації на ЕОМ.

Подано 28.04.2009

Безвесільна О.М., Шавурський Ю.О. Динамічні характеристики термоанемометричного витратоміру.
Безвесильная Е.Н., Шавурский Ю.А. Динамические характеристики термоанемометрического расходомера.
Bezvesilnaya E.N., Shavursky Yu.A. Formation of the main requirements to the charge of automobile biodiesel fuel.

УДК 681.2:004.932

Динамические характеристики термоанемометрического расходомера / Ю.А. Шавурский, О.М. Безвесільна

В статье наведены динамические характеристики термоанемометрического расходомера. Основной проблемой испытаний термоанемометрического расходомера есть наведение амплитудно-частотных характеристик в час срабатывания термоанемометрического расходомера.

УДК 681.2:004.932

Formation of the main requirements to the charge of automobile biodiesel fuel / Yu.A. Shavursky, E.N. Bezvesilnaya

In clause the method and device for measurement of the charge of biodiesel fuel is offered. The basis of the given method of measurement is made by mathematical modeling and designing of the device with increase of accuracy of measurement.