

## МЕТОДИКА ВЕРИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ З ВРАХУВАННЯМ ПОХИБОК ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛИВОПОДАЧІ

Успішність застосування оптимізаційних, діагностичних методик залежить від достовірності застосовуваних математичних моделей. Наприклад, особливості застосовуваних математичних моделей паливної системи дизеля з електронним управлінням впорскування [1] і явищ, яким при моделюванні процесу паливоподачі приділено підвищену увагу, розглянуті в [2, 3]. Адекватність результатів моделювання визначиться коректністю вибору вихідних даних і коефіцієнтів, застосовуваних у моделі. Перспективним являється підхід створення методик калібрування чи діагностування складних систем, при якому на підставі порівняння поля допустимого відхилення параметрів системи, з еталонною, визначається її працездатність (ефективність).

**Мета і постановка задачі.** У зв'язку з цим бажано провести таку ідентифікацію математичної моделі, яка дозволить не тільки підтвердити або спростувати її достовірність, а й уточнити значення «уточнюючих» коефіцієнтів. У такій постановці немає підстав користуватися лише одним показником адекватності, що має місце в традиційних завданнях верифікації. Доцільно в такому разі оцінити адекватність математичної моделі по безлічі локальних критеріїв близькості, тобто вирішувати задачу багатокритеріальної верифікації.

**Методика проведення верифікації.** Пропонується ідентифікацію математичної моделі виконувати шляхом зіставлення експериментальних і розрахункових показників описуваного процесу. Це дозволить визначити відповідність моделі реальному об'єкту і встановити її параметри.

Алгоритм верифікації обраний наступний.

- визначення початкової точки з набором для вихідного вектора параметрів ТА  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_n)$ , де  $i$  – порядковий номер параметра,  $n$  – кількість параметрів;
- вибір меж зміни параметрів  $\alpha_j^* \leq \alpha_j \leq \alpha_j^{**}$ , які будуть визначати межі  $n$ -мірного паралелепіпеда. Тут  $\alpha_j^*$  і  $\alpha_j^{**}$  – мінімальне і максимальне значення, яке може приймати  $j$ -тий параметр;
- для даного паралелепіпеда визначення послідовності пробних точок  $N$  (складаються таблиці випробувань);
- отримання розрахункових векторів показників роботи об'єкта дослідження  $\Phi_i$ ,  $i \in 1, \dots, N$ ;
- в результаті обробки визначаються експериментальні вектори показників роботи об'єкта  $\Psi_i = \{\Psi_1 \pm \Delta\Psi_1, \Psi_2 \pm \Delta\Psi_2, \dots, \Psi_k \pm \Delta\Psi_k\}$ , які враховують похибку

вимірювання і обробки дослідних даних  $\Delta\Psi_k$ . З урахуванням зазначених похибок, можливі експериментальні показники, утворюють паралелепіпед;

- в ході порівняння розрахункових  $\Phi_i$  та експериментальних  $\Psi_i$  векторів показників ідентифікується математична модель. Модель ідентична, якщо хоча б одна точка розрахункової множини  $\Phi_i$  потрапляє в простір, обмежений паралелепіпедом експериментальних показників. У такому випадку область верифікації Did не порожня і складається з множини адекватних векторів  $\alpha_{idi}$ ;

- в тому випадку, якщо множина допустимих рішень Did порожня, слід уточнити похибки визначення показників роботи об'єкта  $\Delta\Psi_k$  та/або проаналізувати межі зміни параметрів  $\alpha_j^*$  і  $\alpha_j^{**}$ .

**Висновки:** в роботі запропонований метод верифікації математичних моделей процесів складних систем, сутність якого полягає в співставленні експериментальних і розрахункових показників описуваного процесу. Це дозволяє визначити відповідність моделі реальному об'єкту і встановити її параметри.

На прикладі паливної апаратури Common Rail показана можливість застосування даного методу верифікації для уточнення вихідних даних.

Даний метод може використовуватися для визначення поточних конструктивних і регулювальних параметрів системи яка діагностується.

### Література:

1. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. С40 Первое русское издание. - М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.

2. Врублевский А.Н. Особенности математического моделирования гидромеханических процессов ЭГФ / А.Н. Врублевский, А.Л. Григорьев, А.В. Грицюк, А.В. Денисов, Г.А. Щербаков // Двигатели внутреннего сгорания: Всеукр. научн.-техн. журнал. – 2007. – №1. – С. 44 – 52.

3. Врублевский А.Н. Математическая модель движения элементов и течения топлива в полостях низкого давления электрогидравлической форсунки / А.Н.Врублевский // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. Харьк. нац. авт.-дор. ун-та. – 2008. Вып. 22. – С. 109 – 117.

4. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. С40 Первое русское издание. - М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.

5. Врублевский А.Н. Особенности математического моделирования гидромеханических процессов ЭГФ / А.Н. Врублевский, А.Л. Григорьев, А.В. Грицюк, А.В. Денисов, Г.А. Щербаков // Двигатели внутреннего сгорания: Всеукр. научн.-техн. журнал. – 2007. – №1. – С. 44 – 52.

6. Врублевский А.Н. Математическая модель движения элементов и течения топлива в полостях низкого давления электрогидравлической форсунки / А.Н.Врублевский // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. Харьк. нац. авт.-дор. ун-та. – 2008. Вып. 22. – С. 109 – 117.