

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ТУРБОВАЛЬНОГО ДВИГУНА

Розробка сучасних цифрових систем автоматичного керування основана на застосуванні математичних моделей (ММ), які використовуються на всіх етапах життєвого циклу – від проектування до експлуатації. Ряд важливих задач вирішується за допомогою математичних моделей силової установки, які моделюють роботу двигунів у складі системи автоматичного керування (САК). Стосовно дводвигунової силової установки вертольота це означає, що ММ має містити підмоделі двигунів, а також вимірювальних, керуючих і виконавчих пристроїв.

Відомі нечисленні публікації про роботи, в яких використовуються такі ММ. Однак вони не містять детальної інформації, достатньої для формування моделі довільної силової установки із заданими характеристиками.

У цій роботі розглянуто задачу формування ММ дводвигунової силової установки вертольоту і її програмна реалізація, що забезпечує можливість застосування в системах реального часу.

В процесі аналізу задачі моделювання силової установки вертольоту:

1). Сформовано структуру багаторежимної лінеаризованої ММ турбовального двигуна, яка складається зі статичної і динамічної підмоделей. Статичні характеристики й коефіцієнти лінійної динамічної моделі (ЛДМ) представлено в зведених параметрах у вигляді функцій, аргументами яких є зведені частоти обертання. Ці функції задано на окремих ділянках характеристики. Кожна ділянка має номер N_d і визначається положенням клапанів перепускання повітря з компресора (КПП) й станом регульованих напрямних апаратів компресора (РНА) (фіксоване мінімальне чи максимальне положення, або ділянка регулювання в залежності від зведеної частоти обертання ротора турбокомпресора).

2). Методику моделювання відпрацьовано на спрощеній моделі, складеній із урахуванням експертної інформації про статичні й динамічні властивості двигуна в області базового режиму роботи.

3). Отримано формули, які пов'язують коефіцієнти лінійної динамічної моделі зі значеннями сталих часу роторів і значеннями чутливостей, отриманими зі статичних характеристик. Їх використання забезпечує ефективну перевірку результатів автоматичного формування лінійної динамічної моделі на основі вихідної нелінійної повузлової моделі, із використанням апріорної інформації про характеристики, а також параметрів реального двигуна, зареєстрованих під час випробувань і експлуатації.

4). Визначено перехідні характеристики двигуна за зміною витрати палива й потужності навантаження, які відповідають фізичним уявленням про двигун.

5) Сформовано методику моделювання й структуру ММ дводвигунової силової установки, яка відрізняється поєднанням індивідуальних статичних і лінійних динамічних моделей двох двигунів із єдиною нелінійною динамічною моделлю ротора вертольоту.

6). Запропоновано необхідну для відлагодження ММ силової установки спрощену ММ навантаження, яка забезпечує визначення потужності, яку споживає ротор, залежно від куткового положення лопатей.

На наступних етапах роботи планується реалізувати моделі двигуна й дводвигунової силової установки з використанням характеристик реального двигуна, а також із урахування зворотних зв'язків, що накладає на двигуни система автоматичного керування.