SECTION 5. POWER ENGINEERING

DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-414-6-7

TEST PROBLEM OF MODELING THE FLOW AROUND THE PROPELLER OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

ТЕСТОВА ЗАДАЧА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ В ГВИНТІ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Kovtun A. A.
Postgraduate Student at the Department of Aviation Engine
National Aviation University
Kyiv, Ukraine

Ковтун А. А.
аспірант кафедри авіаційних двигунів
Національний авіаційний університет
м. Київ, Україна

Balalaieva K. V.
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Aviation Engine
National Aviation University
Kyiv, Ukraine

Балалаєва К. В.
доктор технічних наук, доцент, професор кафедри авіаційних двигунів
Національний авіаційний університет
м. Київ, Україна

Фізичний експеримент при створенні повітряних гвинтів для безпілотних літальних апаратів відіграє велике значення і на заключних етапах розробки гвинтів без нього не обійтися. Однак, фізичний експеримент має низку істотних недоліків, таких як висока вартість та тривалість проведення випробувань. Тому в сучасній практиці створення рушіїв – повітряних гвинтів для літальних апаратів на перших етапах розробки та оптимізації використовують чисельний експеримент. Чисельний експеримент дозволяє в короткі терміни за досить невелику вартість, порівняно з витратами на фізичний експеримент, опрацювати та дослідити безліч варіантів, отримати аеродинамічні, акустичні, міцнісні характеристики гвинтів БПЛА за будь-яких режимів роботи.

Однак, для застосування чисельного експерименту моделювання течії у повітряних гвинтах БПЛА важливим етапом є проведення тестових задач. Однією із основних задач, яка ставиться при тестуванні, виступає вибір моделі турбулентної в’язкості.

В роботі поставлено за мету провести вибір моделі турбулентної в'язкості при моделюванні течії у повітряному гвинті БПЛА.

Для проведення тестової задачі було відтворено геометричну модель досліджуваного гвинта, яка повністю ідентична з досліджуваним гвинтом роботі [1, с. 38]. На рис. 1 представлено твердотільну тривимірну модель досліджуваного гвинта.

Рис. 1. Твердотільна тривимірна модель досліджуваного гвинта

З метою проведення моделювання течії і отримання тяги досліджуваного повітряного гвинта було використано програмне середовище Ansys Workbench. В модулі Geometry побудовано розрахункову область.

В модулі Mesh була розроблена розрахункова сітка. Тип сітки – неструктурована, з адаптацією примежевого шару на стінках (лопаті і втулка). Частота обертання гвинта становила 4000 об/хв.

При моделювання течії у повітряному гвинті тестувались наступні моделі турбулентної в'язкості: SST, k-ω, k-ε, k-ε EARSM та BSL.

За результатами проведеного чисельного експерименту побудовано гістограму сили тяги при розрахунку з різними моделями турбулентної в'язкості та даними фізичного експерименту [1, с. 58] (рис. 2).

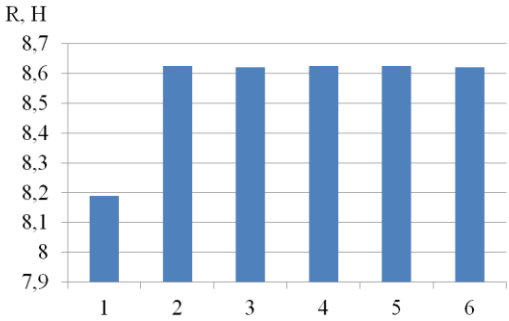

Рис. 2. Гістограма сили тяги гвинта при частоті обертання 4000 об/хв
1 – дані фізичного експерименту; 2 – дані розрахунку з моделлю SST; 3 – дані розрахунку з моделлю k-ε; 4 – дані розрахунку з моделлю k-ω; 5 – дані розрахунку з моделлю BSL; 6 – дані розрахунку з моделлю k-ε EARSM

Аналіз проведеного моделювання показав, що похибка з дослідженими моделями турбулентності становить близько 5%. Найменша похибка має місце при моделюванні течії у гвинті з використанням моделі турбулентності k-ε та k-ε EARSM, однак найменший час та прийнятна точність має місце при розрахунку з моделлю SST.

Література:

1. Сизоненко П. В. Визначення параметрів тяги повітряних гвинтів квадрокоптерів: магістерська дисертація. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2018. 91 с.