

АНАЛІЗ ДАНИХ МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВУКОВОГО ПОТОКУ В УКОРОЧЕНОМУ СОПЛІ З НАСАДКОМ

Прядко О.В., Тернова К.В.

Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України, Дніпро, Україна

Порівняно новим напрямком у проектуванні надзвукових сопел є створення так званого дзвоноподібного сопла, яке має, на відміну від класичного сопла Лавалю, більший кут входу в надзвукову частину сопла. Розглядаються також сопла типу Dual-Bell з двома ділянками дзвоноподібної форми, які мають більшу ефективність в умовах зміни висоти польоту. Таке сопло адаптується до висоти та має два режими роботи. Геометрія сопла впливає на поведінку потоку і, як наслідок, на ефективність сопла. Для таких сопел метод характеристик вже не дозволяє деталізувати всі особливості складної течії в соплі. У цьому випадку перевага надається методам обчислювальної гідродинаміки Computational Fluid Dynamics models (CFD).

В ІТМ НАНУ та ДКАУ досліджуються укорочені сопла з дзвоноподібним насадком. На відміну від сопла типу Dual-Bell перша ділянка його є конічним соплом Лавалю, а друга ділянка – дзвоноподібна. Таке сопло може застосовуватися у розробках ущільнених компоновок літальних апаратів. При цьому зберігаються переваги роботи такого сопла зі зміною висоти польоту. При дослідженні показників сопла використовується обчислювальний пакет ANSYS Fluent. Вирішення завдання було верифіковано результатами експериментальних досліджень подібних сопел. При вирішенні цих завдань не розглядався вплив співвідношення довжин обох ділянок дзвоноподібного сопла на його характеристики.

У цій роботі проведено аналіз впливу геометричних параметрів укороченого сопла під час роботи у різних умовах – на рівні моря (при $P=1$ бар) та у верхніх шарах атмосфери ($P=0,1$ бар). Розглянуто вплив геометричних параметрів сопла, тиску на вході та зовнішнього середовища на імпульсні характеристики потоку. Показано, що коефіцієнт імпульсу зменшується при зменшенні вхідного тиску, проте зі збільшенням висоти польоту, тобто зменшення тиску зовнішнього середовища, коефіцієнт імпульсу зменшується до певної величини, а потім знову збільшується. Цей характер залежності пояснюється хвильовою структурою течії в укороченому соплі. Дослідження даних моделювання можна використовувати при створенні нових типів сопел для ракетно-космічної техніки.

**ANALYSIS OF SIMULATION DATA OF A SUPERSONIC FLOW
IN A SHORT NOZZLE WITH A NOZZLE**

Pryadko Oleksandr, Ternova Kateryna

Abstract. In this paper, we analyzed the influence of the geometric parameters of a shortened nozzle when operating under various conditions - at sea level (at $P=1$ bar) and upper atmosphere ($P= 0.1$ bar). The influence of geometrical parameters of the nozzle, pressure at the inlet, and the environment on the impulse characteristics of the flow are considered. It is shown that the momentum factor decreases with decreasing inlet pressure, but with increasing flight altitude, i.e. a decrease in the pressure of the external environment, the momentum coefficient decreases to a certain value, and then increases again. This character of the dependence is explained by the wave structure of the flow in a shortened nozzle. The study of simulation data can be used to create new types of nozzles for rocket and space technology.