

УДК 621.039.5

## Термодинамічні характеристики надзвукового струменя в надзвуковому ежекторі

Колодій Н.О.<sup>1</sup> КПІ, Сірош Е.О.<sup>2</sup>

1-КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

2-Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна

*У доповіді представлено результати чисельного аналізу роботи вісесиметричного газового ежектора з косим соплом в імпульсному режимі, який застосовується для охолодження та аспірації газових потоків. Моделювання проводилося на основі розв'язання тривимірної нестационарної задачі для в'язкої стисливої неізотермічної течії за допомогою чисельного пакета Ansys Fluent 18.0. Описано вплив геометрії сопла, тиску та кута сполучення сопла з стінкою ежектора на температуру і інтенсивність течії в камері змішування. Показано, що тангенціальний вдув зі стінки камери змішування забезпечує вищі коефіцієнти аспірації та змішування газів порівняно з вісесиметричним вдупом. Розрахунки показують вплив числа Маха на виникнення косоного стрибка на стінці ежектора, його інтенсивність та відстань від сполучної стінки до зони зниження температури газу. Отримані результати мають важливе значення для оптимізації конструкцій газових ежекторів, що використовуються у системах охолодження та аспірації в промислових і енергетичних процесах.*

*Ключові слова: вісесиметричний ежектор; геометрія сопла; тангенціальний вдув; коефіцієнт аспірації; камера змішування*

Ежекторна тематика по взаємодії надзвукового струменя з дозвуковими течіями досить актуальна, не зважаючи на майже вікову історію цих робіт. Витік пристінного надзвукового струменя з косоного сопла вздовж стінки ежектора та подальшого її відхилення у напрямку осі ежектора в камері супроводжується зниженням тиску на осі камери змішування, забезпечуючи ежекцію навколишнього повітря та його охолодження. Визначення великої кількості параметрів, що забезпечують відповідний коефіцієнт аспірації і коефіцієнт зниження температури на одиницю витрати газу високого тиску становить предмет даного дослідження.

В роботі представлені результати чисельного аналізу роботи осесиметричного ежектора з довільною формою камери змішування з несиметричним кільцевим соплом в імпульсному режимі. Моделювання роботи ежекторної системи здійснюється на основі розв'язання тривимірної нестационарної задачі формування течії всередині газового ежектора при заданих значеннях тиску і температури на вході в сопло ежекуючого газу. Система повних нестационарних рівнянь Рейнольдса в вісесиметричній постановці, що описує рух в'язкого стисливого неізотермічного середовища і замикається за допомогою моделі турбулентності Спаларта-Аллмареса.

Схема імпульсного газового ежектора (аспіратора) з різними параметрами надзвукових сопел приведені на рис.1 із зазначенням основних складових елементів його конструкції: вхідний конфузур для ежекуючого газу, надзвукове сопло, камера змішування і вихідний дифузур для змішаного газу.

Розглянуто впливу тиску, що задається, і геометрії ежекуючого надзвукового косоного сопла на розподіл температурного поля вздовж стінки сопла в залежності від величини тиску на вході в дифузур, від геометрії сопла і кута сполучення сопла зі стінкою ежектора.



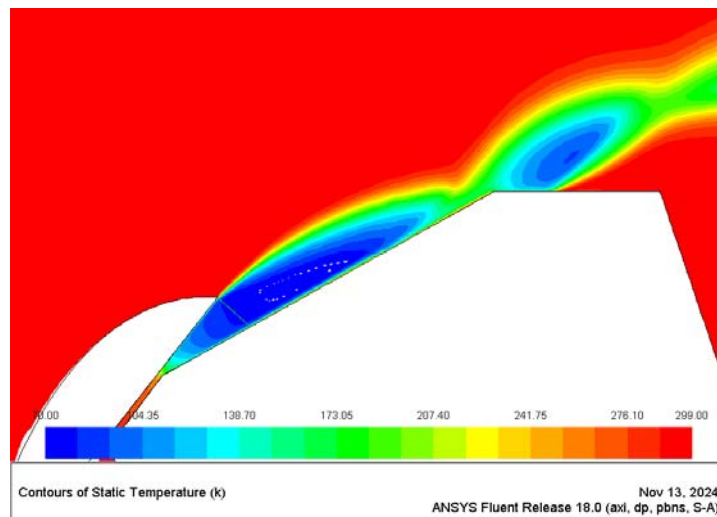


Рис. 3. Температурні поля на виході із надзвукового сопла при  $M=3.7$

Показано пряму залежність розрахунковості сопла на виникнення косого стрибка на стінці ежектора, його інтенсивності та відстані від довжини сполучної стінки ежектора та зони суттєвого зниження температури газу (рис.2 та рис.3).

#### Список літератури

1. Аркадов Ю.К. Новые газовые эжекторы. – М.: Физматлит, 2001. – 336 с.
2. Коробов В.И., Парамонов Ю.А., Загуменный Я.В. Течение в эжекторной системе с полуограниченной высокоскоростной струей // Прикладна гідромеханіка. – 2007. – Том 9, № 1. – С. 36–44.
3. Yin Hai Zhu, Wenjian Cai, Changyun Wen, Yanzhong Li. Numerical investigation of geometry parameters for design of high performance ejectors. Journal Applied Thermal Engineering, 2009, vol. 29(5-6), pp. 989–905.

### Thermodynamic characteristics of a supersonic jet in a supersonic ejector

Kolodii Nazarii, Sirosh Olena

*The report presents the results of a numerical analysis of the operation of an axisymmetric gas ejector with a convergent-divergent nozzle in an impulse mode, used for cooling and aspiration of gas flows. The modeling was performed based on the solution of a three-dimensional unsteady problem for viscous compressible non-isothermal flow using the Ansys Fluent 18.0 software package. The influence of the nozzle geometry, pressure, and the angle of the nozzle-wall junction on the temperature and intensity of the flow in the mixing chamber is described. It is shown that the tangential injection from the wall of the mixing chamber provides significantly higher aspiration and mixing coefficients compared to axisymmetric injection. The calculations demonstrate the impact of the Mach number on the formation of an oblique shock on the ejector wall, its intensity, and the distance from the connecting wall to the zone of temperature reduction in the gas. The obtained results are important for optimizing the design of gas ejectors used in cooling and aspiration systems in industrial and energy processes.*

*Keywords: axisymmetric ejector; nozzle geometry; tangential injection; aspiration coefficient; mixing chamber.*