УДК 519.245: 539.196.3: 533.(17+5+72) https://doi.org/10.15407/itm2024.04.041

Л. Л. ПЕЧЕРИЦЯ

СТАТИСТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИЛОВОГО ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ДВИГУНІВ МАЛОЇ ТЯГИ НА ПОВЕРХНЮ КОСМІЧНОГО АПАРАТА

Інститут технічної механіки
Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,
вул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: larisa.peche@gmail.com

Об’єктом дослідження є аеродинамічний розрахунок надзвукових газових струминних потоків та визначення їх силового впливу на обтічні перешкоди. Метою роботи є застосування статистичного методу пробних частинок (МПЧ), що є різновидом статистичного методу Монте-Карло, для чисельного моделювання струменів двигунних установок керування та визначення їхнього впливу на елементи космічних апаратів і власну зовнішню атмосферу.

За допомогою МПЧ для характерних експлуатаційних режимів роботи проведено дослідження впливу бортових двигунних установок керування на функціонування космічних апаратів типа Кубсат, що мав форму прямої шестигранної призми з керуючими двигунами по верхньому та нижньому поясах його периметру з осями паралельними сонячним батареям і під кутом 30^0 до їх поверхні.

Визначено максимальні значення і розподіл по поверхні сонячних батарей питомого потоку маси газу, а також нормального тиску і тангенціального напруження. Проведено порівняння результатів розрахунків, отриманих для кожної компоненти продуктів витоку з наступною суперпозицією отриманих результатів, а також при сумарній густині витоку суміші газів і осереднених характеристиках продуктів згоряння, визначених пропорційно їх масовій долі. Для контролю введення геометрії розташування і орієнтації двигуних установок відносно сонячних батарей побудовані поля розподілу логарифму потоків маси газу по їх поверхні та логарифму знерозміреної густини в січних площинах розрахункової області.

Показано, що МПЧ може використовуватися для вирішення багатьох фундаментальних і прикладних задач струминної газової динаміки. Застосування МПЧ для аеродинамічного розрахунку газових струменів двигунів керування космічних апаратів в Україні проводиться вперше.

Ключові слова: *струминна течія, двигуни керування, космічний апарат, статистичне моделювання, чисельні розрахунки, метод пробних частинок, газодинамічні параметри, силове навантаження.*

1. *Davis D. H.* Monte Carlo Calculation of Molecular Flow Rates through a Cylindrical Elbow and Pipes of Other Shapes. J. Appl. Phys. 1960. V. 31, iss. 7. P. 169–1176. https://doi.org/10.1063/1.1735797
2. *Печерица Л. Л., Палий А. С.* Применение метода пробных частиц к аэродинамическому расчету КА. Техническая механика. 2017. № 3. С. 53–63. https://doi.org/10.15407/itm2017.03.053
3. *Гришин И. А., Захаров В. В., Лукьянов Г. А.* Параллелизация по данным прямого моделирования Монте-Карло в молекулярной газовой динамике. Препринт. Ин-т Высокопроизводительных Вычислений и Баз Данных. С.-Петербург. 1998. № 3. 32 с.
4. *He B., Zhang J., Cai G.* Research on Vacuum Plume and its Effects. Chin. J. Aeronaut. 2013. V. 26. P. 27–36. https://doi.org/10.1016/j.cja.2012.12.016
5. *Charton V., Awad A., Labaune J.* Optimisation of a Hybrid NS-DSMC Methodology for Continuous-Rarefied Jet Flows. Acta Astronautica. 2022. V. 195. P. 295–308. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.03.012
6. *Печериця Л. Л., Сміла Т. Г.* Застосування статистичного методу пробних частинок для моделювання розріджених струминних течій у вакуумі. Космічна наука і технологія. 2023.Т. 29, № 4 (143). С. 12–23. https://doi.org/10.15407/knit2023.04.012
7. *Печериця Л. Л., Сміла Т. Г.* Застосування числових методів газодинамічних розрахунків в задачах обтікання перешкод розрідженим струминним потоком. Технічна механіка. 2022. № 2. С. 71–86. https://doi.org/10.15407/itm2022.02.071

Отримано 19.09.2024,
в остаточному варіанті 05.12.2024