УДК 532.516

М. В. ГРИШИН[1], О. А. ПРИХОДЬКО[2]

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВУКОВОГО ОБТІКАННЯ РАКЕТИ-НОСІЯ ЗЕНІТ-2SLБ

[1]Державне підприємство конструкторське бюро "Південне" імені М.К. Янгеля, вул. Криворізька 3, 49008, Дніпро, Україна; e-mail: my.Gryshyn@gmail.com

[2]Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара пр. Гагаріна 72, 49000, Дніпро, Україна; e-mail: paadp@mail.ru

Наведено результати числового моделювання обтікання ракети-носія Зеніт-2SLБ надзвуковим потоком під кутом атаки 5, 15 та 25 градусів. Метою роботи є отримання достовірної тривимірної вихрової структури обтікання корпуса РН Зеніт-2SLБ. Числове моделюванню реалізовано на основі нестаціонарних тривимірних осередненних за Рейнольдсом рівнянь Нав'є–Стокса для стисливого газу. Розв'зки системи вихідних рівнянь знайдено за допомогою методу контрольних об'ємів. В результаті розрахунків отримано три характерні режими обтікання корпуса ракети під кутами атаки: безвідривне обтікання циліндричної частини корпуса, приєднаний та від'єднаний відрив потоку в поперечному перерізі. Отриманні результати задовільно узгоджуються з відомими розрахунками та експериментальними даними.

Ключові слова: *надзвукове обтікання, ракета-носій Zenit-2SLБ, рівняння Нав'є–Стокса, числове моделювання.*

1. *Cahusee D. S., Holtz T., Kutler P.* Inviscid Supersonic/Hypersonic Body Flow Fields and Aerodynamics from Shock Capturing Technique Calculations. AIAA Paper 75-837. 1975. 10 p.
2. *Dillenius M. F. E., Nielsen J. N.* Computer Programs for Calculating Pressure Distributions Including Vortex Effects on Supersonic Monoplane or Cruciform Wing-Body-Tail Combinations with Round or Elliptical Bodies, NASA CR-3122. April 1979. 633 p.
3. *Kutler P., Reinhardt W. A., Warming R. F.* Multishocked Three-Dimensional Supersonic Flowfields with Real Gas Effects, AIAA Journal. 1973. Vol. II. May. P. 657 – 664.
4. *Kyriss C. L., Harris T. B.* A Three-Dimensional Flow Field Computer Program for Maneuvering and Ballistic Reentry Vehicles, Tenth USN Symposium on Aeroballistics. 1975. July. 433 p.
5. *Marconi F., Salas M.* Computation of Three Dimensional Flows About Aircraft Configurations. Computers and Fluids. 1973. Vol. 1. June. P. 185 – 195.
6. *Marconi F., Salas M., Yaeger L.* Development of a Computer Code for Calculating the Steady Super/Hypersonic Inviscid Flow Around Real Configurations. Computational Techniques. NASA CR 2675. Vol. 1. April 1976.102 p.
7. *Moretti G., Grossman B., Marconi F.* Complete Numerical Technique for the Calculation of Three-Dimensional Inviscid Supersonic Flow. AIAA Paper 72-192. 1972. 12 p.
8. *Solomon J. M., Ciment M., Ferguson R. E., Bell J. B.* Inviscid Flow- field Calculations for Reentry Vehicles with Control Surfaces. AIAA Journal. 1977. Vol. 15, Dec. P. 1742 – 1749.
9. *Thomas P. D., Vinokur M., Bastianon R., Conti R. J.* Numerical Solution for Three-Dimensional Inviscid Supersonic Flow. AIAA Journal. 1972. Vol. 10, July. P. 887 – 894.
10. *Gentry A. E., Smyth D. N., Oliver W. R.* The Mark IV Supersonic- Hypersonic Arbitrary-Body Program Formulation — Volume II, Program Listings. AFFDL TR-73-159. 1973. Nov..
11. Аэродинамика ракет: в 2-х кн. /Под ред. *М. Хемша, Дж. Нилсена.* М.: Мир, 1989. Кн. 1. 426 с, Кн. 2. 512 с.
12. *Приходько А. А., Арсенюк М. С., Полуботок М. А.* Применение численного моделирования для определения аэродинамических характеристик летательных аппаратов, транспортных средств и ветроэнергетических установок. Космическая техника. Ракетное вооружение. 2015. Вып. 2. С. 77 – 82.
13. *Приходько А. А.* Компьютерные технологии в аэрогидродинамике и тепломассообмене. К.: Наукова думка, 2003. 380 с.
14. *Гарбарук А. В., Стрелец М. Х., Щур М. Л.* Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений.. Учебное пособие. Санкт-Перебург.Изд. Политех универ, 2012. 88 с.
15. *Чушкин П. И., Шулишнина Н. П.* Таблицы сверхзвукового течения около затупленных конусов. М. ВЦ АН СССР, 1961. 92с.
16. *Чжен П.* Отрывные течения. М.: Мир, 1972–1973. Т.1. 298 с.
17. *Ericsson L. E.* Unsteady Aerodynamics of Separating and Reattaching Flow on Bodies of Revolution, Recent Research on Unsteady Boundary Layers, Vol. 1. IUTAM Symposium, Laval University. Quebec, Canada, May 1971. P. 481 – 521.
18. *Ericsson L. E., Reding J. P.* Dynamics of Separated Flow Over Blunt Bodies. NASA CR76912. Dec. 1965. – 80 p.
19. *Hsieh T.* Low Supersonic Flow Over Hemisphere-Cylinder at Incidence. Journal of Spacecraft and Rockets. 1977. Vol. 14, Nov. P. 662 – 668.