

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОРМОЖЕНИЯ СВЕРХЗВУКОВОГО ПОТОКА В ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ КАНАЛАХ*

А. Ю. Мельников¹

Аннотация: Представлены результаты экспериментального исследования сверхзвукового течения газа в осесимметричных каналах с образованием псевдоскачка. Выполнена серия экспериментов по исследованию процесса торможения сверхзвукового потока в коротком и длинном каналах ($L/D = 32$ и 64). Данные, полученные для короткого канала, согласуются с данными, известными из литературы. Образование псевдоскачка происходит за счет повышения давления на выходе из канала. В то же время показано, что в длинных каналах образование псевдоскачка может происходить даже при отсутствии противодействия на выходе из канала. Как для короткого, так и для длинного канала изменение величины противодействия изменяет положение псевдоскачка по длине канала.

Ключевые слова: псевдоскачок; изолятор; сверхзвуковой поток

DOI: 10.30826/CE22150406

EDN: GQYVNF

Литература

1. *Звегинцев В. И.* Газодинамические проблемы при работе сверхзвуковых воздухозаборников в нерасчетных условиях (обзор) // Теплофизика и аэромеханика, 2017. Т. 24. № 6. С. 829–858. doi: 10.1134/S0869864317060014.
2. *Мажуль И. И., Гунько Ю. П.* Численное моделирование запуска сверхзвукового воздухозаборника с прямоугольным каналом и сливом части захватываемого потока через продольные щели // Теплофизика и аэромеханика, 2022. Т. 29. № 4. С. 527–539. EDN: QHUVII.
3. *Vnuchkov D. A., Zvegintsev V. I., Nalivaychenko D. G., Melnikov A. Yu., Smoljaga V. I., Stepanov A. V.* Influence of backpressure in the combustion chamber on the characteristics of the supersonics axisymmetric air intake // AIP Conf. Proc., 2018. Vol. 2027. P. 040054. 5 p. doi: 10.1063/1.5065328.
4. *Melnikov A. Y., Zvegintsev V. I.* Supersonic flow with pseudoshock formation by thermal addition // AIP Conf. Proc., 2019. Vol. 2125. P. 030019. doi: 10.1063/1.5117401.
5. *Curran E. T., Heiser W. H., Pratt D. T.* Fluid phenomena in scramjet combustion systems // Annu. Rev. Fluid Mech., 1996. Vol. 28. No. 1. P. 323–360. doi: 10.1146/ANNUREV.FL.28.010196.001543.
6. *Гутов Б. И., Звегинцев В. И., Мельников А. Ю.* Влияние противодействия на течение в диффузоре сверхзвукового воздухозаборника // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника, 2017. Т. 49. С. 18–28. doi: 10.15593/2224-9982/2017.49.02.
7. *Гуськов О. В., Копченко В. И., Липатов И. И., Острась В. Н., Старухин В. П.* Процессы торможения сверхзвуковых течений в каналах. — М.: Физматлит, 2008. 168 с.
8. *Гунько Ю. П., Кудрявцев А. Н., Мажуль И. И., Рахимов Р. Д.* Некоторые особенности обтекания плоского и трехмерного конвергентного воздухозаборника в системе гиперзвукового летательного аппарата // Теплофизика и аэромеханика, 2001. Т. 8. № 1. С. 27–40.
9. *Мажуль И. И.* Сверхзвуковое течение в прямоугольном канале воздухозаборника при отрывном взаимодействии пограничного слоя со скачками уплотнения // Теплофизика и аэромеханика, 2020. Т. 27. № 4. С. 533–544. EDN: ELRQVN.
10. *Neumann E. P., Lustwerk F.* High-efficiency supersonic diffusers // J. Aeronaut. Sci., 1951. Vol. 18. No. 6. P. 369–374. doi: 10.2514/8.1975.
11. *Sullins G.* Experimental results of shock trains in rectangular ducts. AIAA Paper No. 92-5103, 1992.
12. *Emami S., Trexler C. A., Auslender A. H., Weidner J. P.* Experimental investigation of inlet combustor isolators for a dual-mode scramjet at a Mach number of 4. NASA Technical Paper 3502, 1995.
13. *Deng R., Jin Y., Kim H. D.* Optimization study on the isolator length of dual-mode scramjet // J. Mech. Sci. Technol., 2017. Vol. 31. No. 2. P. 697–703. doi: 10.1007/S12206-017-0121-5.
14. *Гимранов Э. Г., Михайлов В. Г., Оникко Э. И., Руска А. М.* Исследование течений торможения вязкого сверхзвукового газа в каналах двигателей летательных аппаратов // Вестник УГАТУ, 2000. № 1. С. 89–96.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (номер государственной регистрации 121030500154-2).

¹Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, melnikov@itam.nsc.ru

15. *Wagner J., Yuceil K., Valdivia A., Clemens N., Dolling D.* Experimental investigation of unstart in an inlet/isolator model in Mach 5 flow // *AIAA J.*, 2009. Vol. 47. No. 6. P. 1528–1542. doi: 10.2514/1.40966.
16. *Fischer C., Olivier H.* Experimental investigation of the shock train in an isolator of a scramjet inlet. *AIAA Paper No. 2011-2220*, 2011. doi: 10.2514/6.2011-2220.
17. *Fotia M., Driscoll J.* Assessment of isolator pseudo-shocks created by combustion with heated flow. *AIAA Paper No. 2011-2222*, 2011.
18. *Cui Tao, Wang Yong, Liu Kai, Jin Jianren.* Classification of combustor- inlet interactions for airbreathing ramjet propulsion // *AIAA J.*, 2015. Vol. 53. No. 8. P. 2237–2255. doi: 10.2514/1.J053378.

Поступила в редакцию 05.09.2022