

Управление сверхзвуковым потоком с помощью МГД методов

С. А. Поняев, А. В. Ерофеев, Т. А. Лапушкина, С. В. Бобашев

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 292-71-78, эл. почта: serguei.poniaev@mail.ioffe.ru

Работы, связанные с проблемой создания гиперзвуковых летательных аппаратов, привели к возникновению новых направлений фундаментальных исследований. Одно из них — магнетогидродинамическое (МГД) воздействие на структуру и параметры сверхзвуковых потоков, содержащих скачки уплотнения [1, 2]. Одной из важнейших проблем сверхзвуковой аэродинамики является регулировка положения скачков уплотнения, возникающих в полете на входе в воздухозаборник летательного аппарата. При изменении высоты и скорости полета, положение скачков меняется, при этом меняется полное давление в воздухозаборнике и расход кислорода при сгорании топлива. Система выходит из расчетного режима и возникает необходимость вернуть скачки в исходное положение. Регулировка входных устройств путем изменения геометрических параметров становится затруднительной при гиперзвуковых скоростях, к тому же требует относительно больших затрат времени. Поэтому возникает необходимость разработки новых методов управления течением. Одним из перспективных методов в данном направлении является управление предварительно ионизованным сверхзвуковым потоком при помощи МГД метода.

В основном до сих пор задачи управления ударно-волновыми конфигурациями в воздухозаборнике и обтекания тел ионизованным воздухом исследовались в основном путем численного моделирования [3-6]. Это связано с тем, что проблема ионизации сверхзвуковых потоков воздуха представляет собой трудоемкую, комплексную задачу.

В данной работе демонстрируются экспериментальные результаты по управлению потоком ионизованного газа с помощью МГД метода. Работа проведена на газодинамическом стенде, состоящем из ударной трубы и систем генерации магнитного и электрического полей. В качестве рабочего вещества использовался поток термически ионизованного инертного газа ксенона [7]. В работе моделировалось течение в воздухозаборнике; показана возможность управления ударно-волновой конфигурацией, возникающей на входе в воздухозаборник, при помощи МГД метода, а также обнаружен ряд новых и важных эффектов.

Работа выполняется при финансовой поддержке проектов МНТЦ 3475 и 3790, гранта РФФИ 08-01-00330-а, программы Президиума РАН 11, Федерального агентства по науке и инновациям (контракт 02.740.11.0201).

Литература

1. P. Bletzinger, B. N. Ganguly, D. VanWie and A. Garscadden, Plasmas in high speed aerodynamics, J. Phys. D: Appl. Phys. 38 R33–R57, 2005

2. D. Knight A Selected Survey of Magnetogasdynamic Local Flow Control at High Speeds AIAA 2004-1191, 2004
3. S. O. Macheret, M. N. Shneider, and R. B. Miles, External supersonic flow and scramjet inlet control by MHD with electron beam ionization, AIAA-2001-492, 2001
4. Y. Golovachov, Y. Kurakin, A. Schmidt, and D. Van Wie Numerical Simulation of 3D MHD Flow in a Duct Modeling a Hypersonic Intake, AIAA-2003-171, 2003
5. J. Poggie, Computational Studies of High-Speed Flow Control with Weakly-Ionized Plasma, AIAA-2005-784, 2005
6. Sheikin and A. Kuranov, MHD Controlled Inlet for Scramjet with Various Configurations of Magnetic Field, AIAA-2004-1195, 2004
7. S. V. Bobashev, A. V. Erofeev, T. A. Lapushkina, S. A. Poniaev, R. V. Vasil'eva and D. M. Van Wie. Experiments On MHD Control Of Attached Shocks In Diffuser. — AIAA Paper 2003-0169, 41st Aerospace Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, 2003.