

УДК 533.6.013.12:623.4

ЗАКОН СОПРОТИВЛЕНИЯ ДОЗВУКОВОГО ПОРАЖАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ТИПА СТРЕЛА

© 2012 Ю.В. Ганзий^{1,2}, М.М. Салахов², Н.В. Митюков^{1,2}, Е.Л. Бусыгина²

¹Ижевский государственный технический университет

²Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, г. Ижевск

Работа посвящена определению коэффициента аэродинамического сопротивления поражающего элемента типа стрелы. В среде ANSYS CFX произведён расчёт. Проведено сравнение с экспериментальными данными.

Поражающие элементы, стрела, аэродинамическое сопротивление, дозвуковое обтекание.

Введение

Традиционно при моделировании динамики полёта снарядов и ракет первостепенное значение уделялось области высоких скоростей. Но низкие скорости характерны для ряда поражающих элементов и ракет на начальной стадии их полёта. При этом аэродинамические параметры низкоскоростных летательных аппаратов, как правило, определяются при аппроксимации более высокоскоростных данных, то есть работают на пределе или за пределом их научно обоснованной применимости. Этот подход полностью себя оправдывал, когда, например, все погрешности начального участка разгона ракеты компенсировались впоследствии [1].

Однако в последнее время появилось множество низкоскоростных летательных аппаратов: стрелы и болты для бесшумного оружия антитеррористических подразделений, поражающие элементы разрывных частей и т.п., для которых дозвуковой режим полёта является единственным.

Сравнение методик аэродинамического расчета на дозвуковых скоростях

Для сравнения коэффициента аэродинамического сопротивления c_x , рассчитанного по разным методикам выбран аналог противотанковой ракеты «Штурм», имеющий стреловидную форму, на начальной стадии полёта. Определение c_x проводилось в пакете CFX ANSYS и сравнивалось с результатами расчётов по аналитическим моделям [2].

В соответствии с принятой методикой расчётов в CFX ANSYS первоначально было выполнено трёхмерное моделирование объекта исследования и экспорт модели в среду CFX ANSYS. С целью упрощения последующей проверки расчётов по аналитическим методикам было решено упростить форму (рис. 1). При экспорте трёхмерной модели в среду CFX ANSYS было обнаружено, что не все узлы расчётной сетки работали с одинаковой «информационной нагрузкой». В связи с этим было произведено дробление сетки в области головной части и стабилизаторов, а также укрупнение в областях, отстоящих от поверхности ракеты на расстоянии свыше 4...5 диаметров мишени (т.е. на границе и вне пограничного слоя). Внешний вид трёхмерной модели и оптимизированной расчётной сетки представлен на рис. 2. Произведён расчёт внешнего обтекания равномерным набегающим потоком воздуха с числами M в диапазоне 0,03...0,30, при угле атаки $\alpha = 0^\circ$ (рис. 3).

Для каждого расчёта определялись интегральные показатели – сила сопротивления R_x , по которой рассчитывался коэффициент c_x для заданного диапазона чисел M (рис. 4).

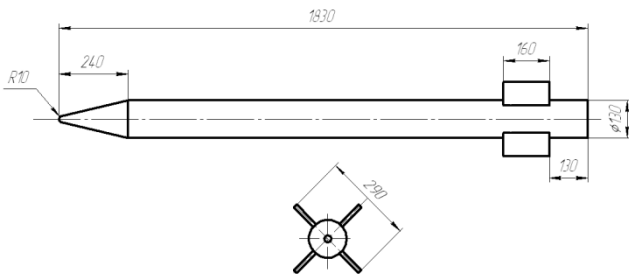


Рис. 1. Внешний вид расчетной ракеты, аналогичной ракете "Штурм"

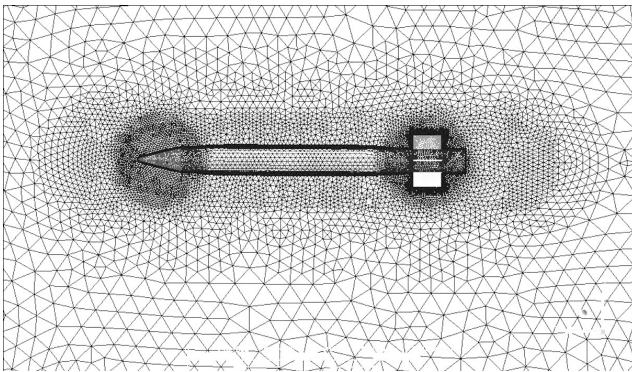
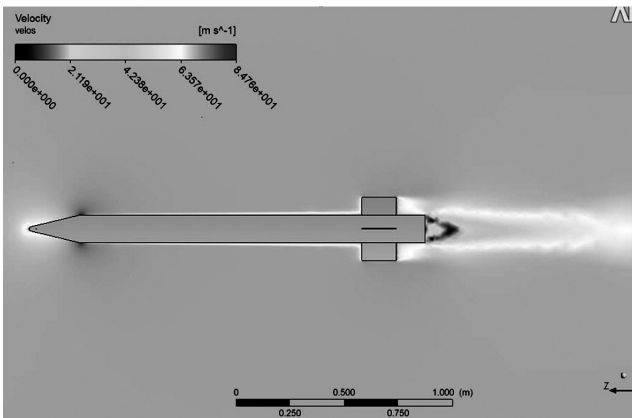
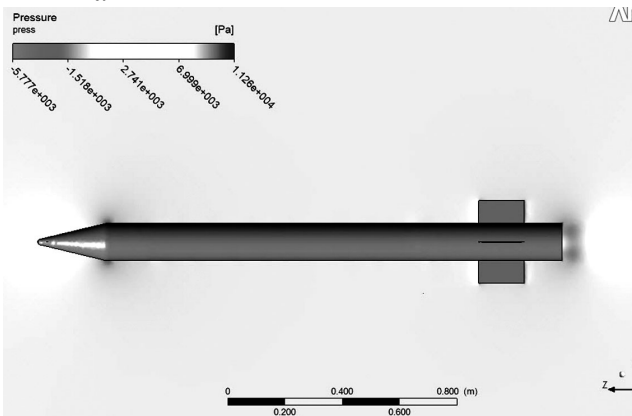


Рис. 2. Оптимизированная сетка для расчета аэродинамики



а



б

Рис. 3. Поле скоростей (а) и давлений (б) при скорости 100 м/с

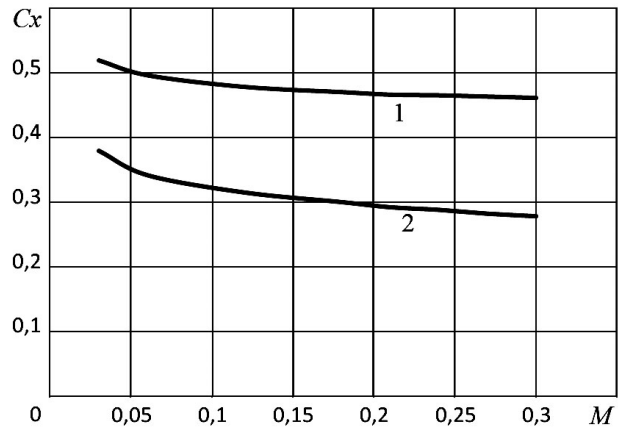


Рис. 4. Зависимость $c_x(M)$ по расчёту в ANSYS CFX (1) и по методике [2] (2)

Расчёты показали, что имеется расхождение результатов, полученных в CFX ANSYS и определённых по методике [2].

Расхождения, возможно, связаны с погрешностью эмпирической формулы А.А. Дородницына при небольших турбулентных числах Re (порядка 10^6) и при небольших числах M [3].

Библиографический список

1. Митюков, Н. В. Имитационное моделирование переходных процессов в системе подачи ракетного двигателя [Текст] / Н. В. Митюков // Дисс. канд. тех. наук. – Ижевск, 1997. – 140 с.
2. Баженов, Е. К. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию оперативно-тактических ракет с ЖРД [Текст] / Е. К. Баженов, С. Н. Храмов. – Ижевск: Изд-во ИМИ, 1981. 23 с.
3. Ганзий, Ю. В. Исследование аэродинамических характеристик снаряда при активном старте [Текст] / Ю. В. Ганзий, А. Ш. Нагуманов, Н. В. Митюков // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса» (ПИТ-2010): Тр. межд. конф. с элементами научной школы для молодежи (Самара, 29 сентября–1 октября 2010 г.). Самара: Изд-во СГАУ, 2010. С. 502–504.
4. Тутевич В. Н. Теория спортивных метаний [Текст] / В. Н. Тутевич – М.: Физкультура и спорт, 1969. 312 с.
5. Денисов, С. А. Экспериментальная проверка реконструированного лука [Текст] / С.А. Денисов, А.В. Коробейников, Н. В. Митюков // Вестник Ижевского государственного университета. – 2008. № 4. С. 15–18.

DRAG FUNCTION FOR THE STRIKING ELEMENT ARROW-CLASS ON SUBSONIC VELOCITY

© 2012 Y. V. Ganziy^{1,2}, M.M. Salakhov², N. W. Mitiukov^{1,2}, E. L. Busygina²

¹Izhevsk State Technical University

²Kama's Institute of Humanities and Engineering technologies, Izhevsk

The work is devoted to the definition of drag coefficient model submunitions on the example of the arrow. In a medium of ANSYS CFX been calculated and compared with experimental data published.

Aerodynamics, submunitions, subsonic flow, arrow.

Информация об авторах

Ганзий Юлия Валентиновна, аспирант, Ижевский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Камский институт гуманитарных и инженерных технологий. E-mail: ganziy@list.ru. Область научных интересов: математическое моделирование, историческая реконструкция.

Салахов Максим Михайлович, студент, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий.

Митюков Николай Витальевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Тепловые двигатели и установки», Ижевский государственный технический университет, профессор кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Камский институт гуманитарных и инженерных технологий. E-mail: nico02@mail.ru. Область научных интересов: моделирование сложных систем, подводная археология, историческая реконструкция, военно-морская история.

Бусыгина Елена Леонидовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Камский институт гуманитарных и инженерных технологий. E-mail: bel28@rambler.ru. Область научных интересов: нанотехнологии, спектроскопия, математическое моделирование, историческая реконструкция.

Ganzy Yuly Valentinovna, post-graduator of Izhevsk State Technical University, lecturer of chair Mathematic and Natural History of Kama's Institute of Humanities and Engineering technologies. Area of research: mathematical modeling, historical reconstruction

Salakhov Maxim Mikhailovich, student of Kama's Institute of Humanities and Engineering technologies.

Mitiukov Nicholas Witalievich, Engineering doctor, professor of chair Head engines of Izhevsk State Technical University, professor of chair Mathematic and Natural History of Kama's Institute of Humanities and Engineering technologies. Area of research: modeling of complex systems, underwater archeology, historical reconstruction, naval history.

Busygina Helena Leonidovna, PhD, docent of chair Mathematic and Natural History of Kama's Institute of Humanities and Engineering technologies. Area of research: nanotechnology, spectroscopy, mathematical modeling, historical reconstruction.