

УДК 533

Численные исследования обтекания модели летательного аппарата при ее вращении в плоскости угла атаки

Калугин Владимир Тимофеевич

kaluginvt@bmstu.ru

Петух Вадим Павлович^(*)

petukhvp@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматривается обтекание заостренной цилиндрической модели летательного аппарата при ее вращении в плоскости угла атаки. В программном комплексе вычислительной газовой динамики FlowVision проведены расчеты статического и динамического режимов обтекания исследуемого тела. Результаты моделирования удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными одного из источников. Проведены дополнительные расчеты режимов обтекания, не рассмотренных в экспериментальном исследовании из источника. По результатам расчетов сделаны выводы о влиянии вращения на аэродинамические характеристики модели и структуры ее обтекания.

Ключевые слова: нестационарная аэродинамика, аэродинамика вращающегося тела, аэродинамические характеристики, вычислительная газодинамика, дозвуковая аэродинамика

Введение. Одной из актуальных задач космонавтики в настоящее время является сужение районов падения отделяемых частей (ОЧ) ракет-носителей (РН) [1]. Падение ОЧ РН влечет за собой экологические и экономические риски, создает угрозу жизни и здоровью населения [2]. При этом существуют систематические отклонения реальных точек падения от точек прицеливания для всех видов ОЧ. Чтобы повысить точность прогнозирования районов падения, необходимо изучить аэродинамические характеристики ОЧ с учетом не рассматриваемых ранее факторов — таких, как вращение ОЧ в процессе спуска.

Материалы и методы; результаты. В данном исследовании рассматривалась модель, которая представляла собой цилиндрическое тело с заостренной головной частью. Статические и динамические АДХ этой модели, полученные экспериментально при скорости набегающего потока 11,2 м/с, приведены в работе [3]. Динамические АДХ при вращении модели по углу атаки получены для нескольких угловых скоростей вращения, максимальная из которых равнялась 222 град/сек.

В программном комплексе вычислительной гидродинамики FlowVision сначала проводилось моделирование обтекания модели в режимах, соответствующих условиям эксперимента из источника. Были получены зависимости АДХ модели от угла атаки при ее статическом обтекании — без вращения, под постоянными углами атаки, — и при вращении модели с угловой скоростью 222 град/сек. После этого были проведены дополнительные исследования динамического обтекания модели с другими параметрами вращения: другими значениями угловой скорости и другими положениями оси вращения.

Закключение. На основе анализа полученных результатов сделаны выводы о влиянии вращения на АДХ исследуемой модели. Отдельно показано влияние величины угловой скорости и положения оси вращения. Также проведен анализ картин обтекания вращающейся модели по сравнению с неподвижной.

Список источников

- [1] Арсеньев В.Н., Казаков Р.Р., Фадеев А.С. Обеспечение падения отработавших частей ракеты-носителя в заданные районы при пусках с новых стартовых площадок. *Труды МАИ*, 2012, № 58.
- [2] Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Харламова Е.Н., Куликова А.З. Реальные и мнимые последствия ракетно-космической деятельности для здоровья населения. *Гигиена и санитария*, 2015, № 7.
- [3] Ryota Tamai, Tomohiro Mamashita, Satoshi Nonaka et al. A Study on Aerodynamic Characteristics of a Slender Body in Pitching Motion by Surface Pressure Measurement. *Journal of Evolving Space Activities*, 2024, vol. 2.