

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ГОЛОВНОГО БЛОКА ПРИ АВАРИИ В УСЛОВИЯХ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

М.А. Аникеева, А.А. Дядькин, М.В. Михайлов

*ПАО «РКК «Энергия», Королев, МО, anikeeva_emina@mail.ru,
anatolydyadkin@gmail.com, maksim.mihaylov9@rsce.ru*

В случае аварии на участке выведения пилотируемого корабля (ПК) на орбиту осуществляется отделение возвращаемого аппарата (ВА) корабля с экипажем от аварийной ракеты-носителя (РН) с помощью двигателей системы аварийного спасения (САС) с последующей посадкой аппарата на парашютах.

Наиболее сложный случай аварии – это авария РН на старте из-за ограниченности времени и высоты для осуществления маневра увода аппарата от аварийной ракеты. Для этого случая чрезвычайно важным является надежное определение аэродинамических сил и моментов, действующих на отделяемый головной блок (ОГБ) в процессе отделения от РН.

В работе осуществляется численное моделирование обтекания системы тел (ОГБ САС и РН) в процессе их разделения с определением сил, моментов и распределения давления в квазистатической постановке – расстояния между телами задаются дискретно. Собственная скорость движения ОГБ с работающими двигательными установками (ДУ) на данной стадии исследования не учитывается. Главной задачей данного этапа является определение влияния ветра, струй ДУ и расстояния между объектами на газодинамические силы и моменты.

Исследования выполнены с использованием программного комплекса (ПК) FlowVision [1] разработки фирмы ТЕСИС, который хорошо зарекомендовал себя при решении задач такого класса.

Исследования выявили значительное влияние ветра со скоростью 30 м/с, характерной для района старта, на структуру течения, распределения давления и газодинамические силы и моменты, действующие на ОГБ при относительно небольших

осевых расстояниях ($x/D = 1,5$, где x – расстояние между ОГБ и РН, D – диаметр мидаеля ВА).

Интерференция обуславливает изменения давления на донном лобовом теплозащитном экране (ЛТЭ) ВА вследствие частичного затекания в зазор между ОГБ и РН продуктов сгорания ДУ и соответствующее изменение суммарных аэродинамических характеристик ОГБ. Типовые структуры течения при различных расстояниях x/D между ОГБ с работающими ДУ и РН демонстрируются на рисунке 1 в виде полей плотности с векторами скорости.

В работе представлены зависимости от осевого расстояния между ОГБ и РН продольного, нормального коэффициентов сил, момента тангажа и распределения давления на поверхности ОГБ. Приведены структуры течения и поля параметров течения для этих случаев.

На последующих этапах работ планируются исследования влияния собственной скорости движения ОГБ и одновременной работы основного ракетного двигателя (ОРД) и ракетных двигателей разделения (РДР) ДУ САС.

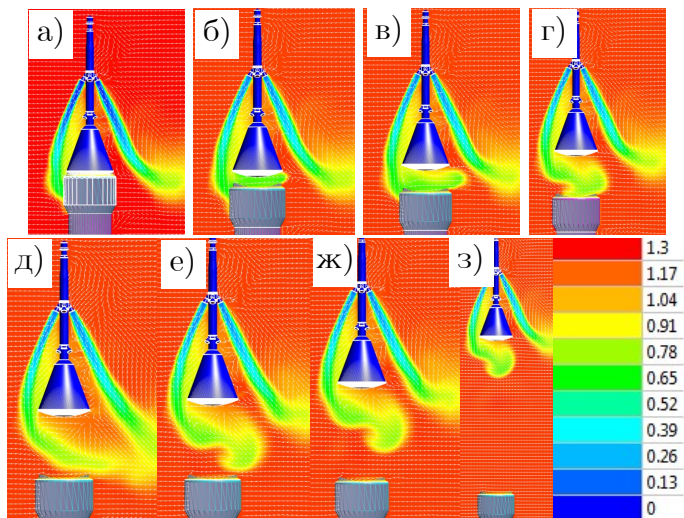


Рис. 1. Структура течения поля плотности и векторов скорости около ОГБ и РН при различных осевых расстояниях x/D :

- а) $x/D = 0$; б) $x/D = 0,25$; в) $x/D = 0,5$; г) $x/D = 1,0$;
д) $x/D = 1,25$; е) $x/D = 1,5$; ж) $x/D = 2,0$; з) $x/D = 4,0$

Проведен анализ особенностей течения и влияния расстояния x/D между ОГБ с работающими ДУ и РН на аэродинамические характеристики (АДХ) ОГБ САС.

Литература

1. Аксенов А.А. FlowVision: индустриальная вычислительная гидродинамика. Компьютерные исследования и моделирование, 9(1), 2017, с.5–20.