

Параметрические исследования гидродинамических воздействий на возвращаемый аппарат при посадке на воду и динамики его движения

А.О. Павлов

Московский физико-технический институт (государственный университет)
ПАО РКК «Энергия» им. С.П. Королёва

Возвращаемый аппарат (ВА), входящий в состав пилотируемого транспортного корабля нового поколения «Федерация», в нештатной ситуации может совершать посадку на водную поверхность [1]. Начальные параметры движения ВА, его конфигурация на момент посадки, а также погодные условия в месте посадки могут быть различными. Для каждой возможной нештатной ситуации требуется определить, какие воздействия будет испытывать ВА в процессе посадки, а также какова будет динамика его поведения на воде.

Для получения требуемых характеристик проводится компьютерное моделирование процесса посадки в программном комплексе FlowVision. Данный пакет обладает рядом преимуществ [2], позволяющих, в том числе, проводить моделирование посадки на воду ВА с работающей посадочной твёрдотопливной двигательной установкой (ПТДУ), корректно моделируя взаимодействие сверхзвуковых струй продуктов сгорания со свободной поверхностью водораздела. Также данный программный продукт протестирован путём сравнения с экспериментальными данными по посадке командного модуля корабля Apollo [3] и модельными экспериментами ВА ПТК, проведёнными в ЦАГИ.

Исследована зависимость динамических и нагрузочных характеристик от угла тангажа ВА (угол между нормалью к поверхности посадки и осью симметрии аппарата) и скорости его входа в воду при посадке на гладкую водную поверхность с неработающей ПТДУ. Также проведён расчёт для максимально достигаемых эффективных значений угла входа ВА в воду и скорости приведения, возникающих при посадке на гребень волны с максимальной горизонтальной скоростью. Получаемые данные необходимы для анализа режима посадки и расчётов прочности конструкции.

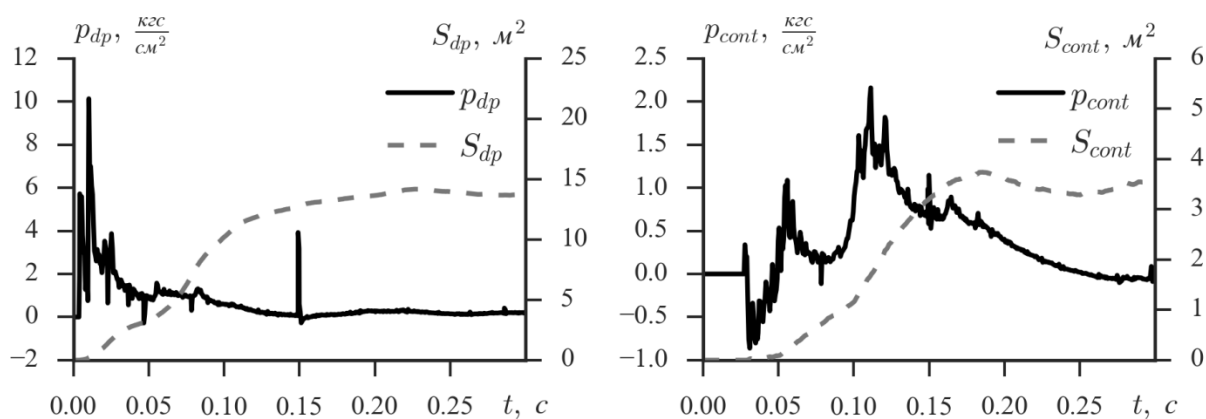


Рис. 1. Среднее давление, действующее на смачиваемую поверхность экрана агрегатного отсека (S_{dp}) и парашютного контейнера (S_{cont}) возвращаемого аппарата при посадке на гладкую водную поверхность с вертикальной компонентой скорости $V_v=17$ м/с и углом тангажа $\varphi_\alpha=62.5^\circ$

Литература

1. Антонова Н.П., Брюханов Н.А., Четкин С.В. Средства посадки пилотируемого транспортного корабля нового поколения // Космическая техника и технологии. 2014. № 4(7). С. 21–30.
2. Аксёнов А.А., Дядькин А.А., Павлов А.О., Симакова Т.В., Скороваров А.Ю., Щеляев А.Е. Расчётные исследования гидродинамических воздействий на возвращаемый аппарат при посадке на водную поверхность // Космическая техника и технологии. 2016. № 3(14). С. 102-111.
3. Stubbs S.M. Dynamic model investigation of water pressures and accelerations encountered during

landings of the Apollo spacecraft // NASA TN D-3980, 1967. 43 p.