

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ЖИДКОСТНОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

Значительное возрастание амплитуд упругих продольных колебаний корпуса ракеты-носителя (РН), возникающее при потере продольной устойчивости жидкостных РН, может приводить к аварийным ситуациям. Меры по обеспечению продольной устойчивости обычно направлены на устранение опасного сближения собственных частот колебаний корпуса РН и жидкостной ракетной двигательной установки (ЖРДУ). Альтернативным методом является установка на РН динамического гасителя колебаний (ДГК), который настраивается на опасную частоту и подавляет ее. ДГК не устраняет колебаний, а лишь снижает их амплитуды (“смягчает” неустойчивость), однако установить ДГК на готовую ракету проще, чем демпфирующие устройства в ее ЖРДУ. Проблема заключается в том, что при определении массы и места установки ДГК на РН не всегда можно воспользоваться существующими рекомендациями по выбору оптимальных параметров ДГК, а частота продольных колебаний корпуса РН, на которую должен настраиваться ДГК, изменяется во время полета РН. Определение частоты настройки ДГК становится еще более проблематичным, если продольные колебания с разными частотами возникают на нескольких участках полета РН. С другой стороны, анализ влияния параметров ДГК на продольную устойчивость РН с использованием традиционной математической модели динамического взаимодействия ЖРДУ и корпуса РН является весьма трудоемкой задачей. В настоящей статье предложен подход к определению параметров ДГК на основе численного исследования устойчивости линейной динамической системы “ЖРДУ – корпус РН с ДГК”, при выполнении которого используется усовершенствованная математическая модель динамического взаимодействия ЖРДУ и корпуса РН с ДГК. Предложенный подход использован для определения параметров динамического гасителя продольных колебаний трехступенчатой жидкостной РН, у которой потеря продольной устойчивости происходит на двух участках полета. Выбранные значения параметров ДГК обеспечили значительное уменьшение областей существования нарастающих колебаний системы “ЖРДУ – корпус РН” и коэффициентов их нарастания, что ограничило возможность развития этих колебаний и привело к “смягчению” неустойчивости системы.