

УДК 629.7.087.8

Оценка состояния системы посадки возвращаемой первой ступени семейства ракет Ангара

Ломакин Владимир Владимирович
Соболева Дарья Игоревна

lomakin_vv@mail.ru
da1syuy@yandex.ru

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия.

Аннотация. Разработана математическая модель системы посадки, представляющей собой «сеть» из стальных тросов, с ее помощью оценено динамическое состояние системы во время посадки возвращаемой первой ступени. Представлен результат расчета и выбраны оптимальные параметры системы.

Ключевые слова: система посадки, динамический расчет, амортизатор, упругая характеристика, демпфирующая характеристика, возвращаемая ступень

Введение. В настоящее время в промышленности рассматривается вариант использования возвращаемых блоков ракет. Для решения этой задачи производятся оценочные расчеты разных вариантов посадки, представляющие собой сложные многоступенчатые динамические расчеты.

Материалы и методы; результаты. В ходе работы рассматривалась модель системы посадки в виде «сети» из стальных тросов, упругая характеристика которых описывалась однокаскадными амортизаторами. Идея модели была взята из патента ЦНИИмаш [1]. «Сеть» растянута между четырьмя башнями, внутри которых установлены двухштоковые амортизаторы, являющиеся демпферами при ударе. Их характеристики подбирались в ходе динамического расчета методом конечных элементов [2, 3]. В работе производились расчеты посадки при следующих начальных условиях:

- при выключенном двигателе в диапазоне скоростей от 0 до 3 м/с;
- при включенном двигателе в диапазоне скоростей от 0 до 3 м/с.

По итогу расчетов, производимых в ПК Sadas, были определены зона допустимых значений скорости контакта, момент отключения двигателей ракеты-носителя, упругая и демпфирующая характеристика двухштоковых амортизаторов, обеспечивающие допустимые перемещения, гарантирующие запас в минимум полметра до земли в крайнем положении ступени, и перегрузку возвращаемой ступени, не превышающую $3g$.

Заключение. Была рассмотрена одна из возможных реализуемых систем посадки возвращаемой ступени семейства ракет космического назначения Ангара. Данная система достаточно проста в реализации и обслуживании, что может являться весомым аргументом для ее реализации.

Список источников

- [1] Шохов Г.В., Назаров С.С. *Устройство для посадки возвращаемой ступени ракеты-носителя*. Патент № 2740525 РФ, МПК В64G 5/00 (2006.01), В64G 5/00 (2020.08), 2021, 8 с.
- [2] Сегерлинд Л. *Применение метода конечных элементов*. Москва, Мир, 1979, 392 с.
- [3] Зенкевич О., Морган К. *Конечные элементы и аппроксимация*. Москва, Мир, 1986, 318 с.