

УДК 629.7.01

МЯГКАЯ ПОСАДКА ВОЗВРАЩАЕМОЙ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

© Апарин М.П., Юдинцев В.В.

e-mail: maxim.aparin2000@gmail.com

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

В работе анализируется один из способов возвращения первой ступени легкой ракеты-носителя (РН). Главной задачей РН является выведение на целевую орбиту полезной нагрузки (ПН) с минимальными затратами. Одним из способов снижения затрат является повторное использование элементов РН.

Рассматривается задача возвращения первой ступени РН при помощи воздушно-космической парашютной системы (ВКПС), рис. а. Предполагается, что после отделения первой ступени, её автономная система управления выполняет разворот и стабилизацию для формирования необходимых условий ввода ВКПС.

В работе проведена оценка параметров основной парашютной системы [1, 2] для завершающего этапа снижения. Для обеспечения мягкой посадки блока без подхвата спускающейся ступени вертолётom необходимо уменьшение скорости снижения до значений, близких к нулю при помощи двигательной установки (ДУ). Проводится оценка необходимого импульса торможения, времени работы ДУ торможения и затрат топлива для осуществления мягкой посадки ступени. Также проведена оценка геометрических параметров посадочных опор (рис. б).

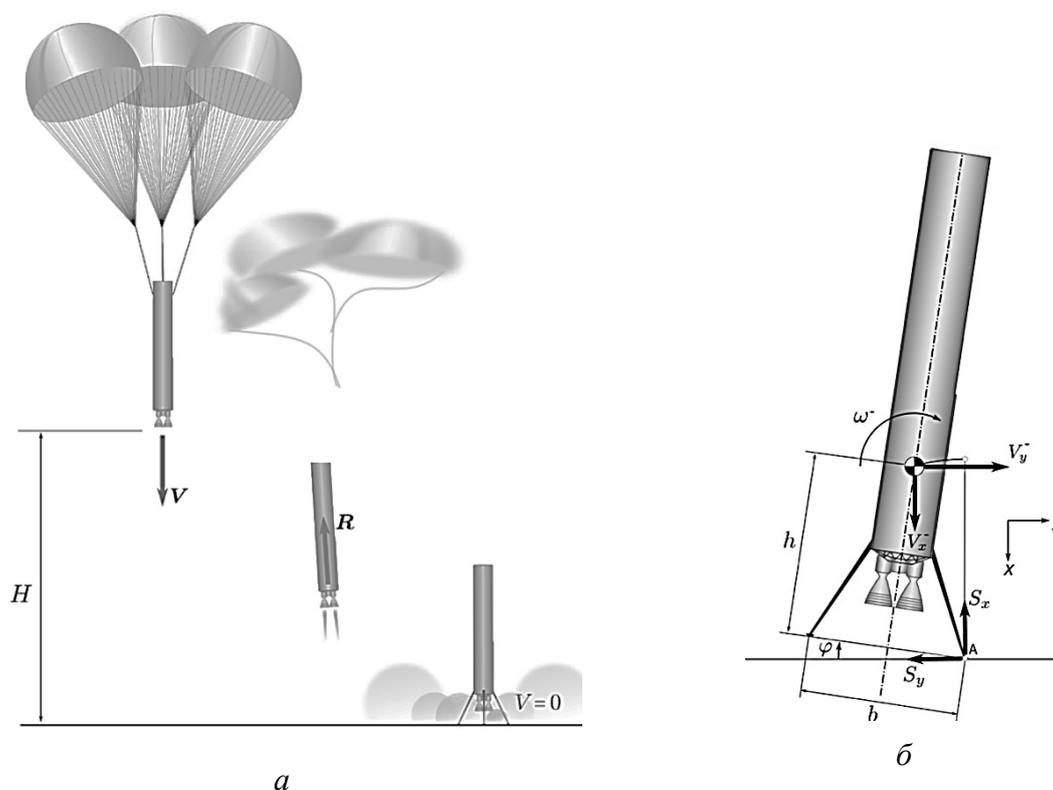


Рис. Схема возвращения ступени и схема посадки на посадочные опоры:
а – этапы возвращения ступени; б – расчётная схема посадки на опоры

При использовании ВКПС с общей площадью основных куполов 1500 м^2 в интервале высот от 0 до 5 км скорость возвращаемой ступени составляет не более 25 м/с. Масса основной ВКПС не превышает 5% от массы первой ступени. При использовании ДУ для мягкой посадки блока первой ступени необходимо создание определенной тяги. По оценкам авторов время работы ДУ составит не более 40 секунд, при этом включение ДУ необходимо выполнить после отстрела куполов ВКПС на высоте не менее 300 м. По проведенным оценкам ориентировочные затраты топлива на гашение скорости первой ступени к моменту касания поверхности земли – не менее 2 тонн. Для обеспечения мягкой посадки блок первой ступени должен быть оборудован посадочными опорами, геометрические характеристики которых определяются возможными кинематическими параметрами блока на момент касания поверхности земли. Например, при касании поверхности с горизонтальной скоростью не более 2 м/с и угловой скорости ступени в момент касания поверхности не более 5 градусов в секунду ширина посадочных опор должна быть не менее 7 м.

Библиографический список

1. Стасевич Р. А. Основы проектирования и расчёта грузовых парашютных систем. Ленинградская военная инженерная краснознаменная академии имени А.Ф. Можайского. Ленинград, 1969. – 110 с.
2. Theo W. Knacke, Parachute Recovery Systems Design Manual. Naval Weapons Center, China Lake, CA 93555-6001.