

Секция «Математика и механика»

Моделирование динамики движения груза на двухступенчатой парашютной системе

Деннер Иван Васильевич

Студент

Филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации» (г. Новосибирск), , Новосибирск, Россия

E-mail: denner12@mail.ru

Расчёт параметров движения парашютных систем (ПС) требует привлечения экспериментальных данных, совместного решения уравнений аэродинамики, аэроупругости, динамики полёта [1,2]. Поэтому полезна разработка упрощенных моделей, позволяющих получить приближенные, но реалистичные данные о движении груза на ПС [3]. Примером такого подхода является работа [4], в которой расчёт траекторных параметров ПС проводился с использованием уравнений движения материальной точки и данных натуральных экспериментов для определения эффективной площади сопротивления при наполнении и раскрытии купола парашюта.

Целью работы является моделирование движения груза на двухступенчатой парашютной системы для наглядной иллюстрации основных фаз её работы и анализа влияния различных факторов на траекторные параметры движения.

Моделируются основные фазы движения груза на двухступенчатой ПС Д-6 [5] (см. рис. 1): 1) движение на стабилизирующем куполе; 2) выход строп и основного купола; 3) наполнение; 4) раскрытие и снижение на основном куполе.

Для расчёта используются уравнения динамики материальной точки (фаза 1) и тела переменной массы (фаза 2), системы двух материальных точек, соединённых упругой связью (фазы 3 и 4). В отличие от [4], где для расчёта раскрытия купола использовались экспериментальные данные, в представленной работе применена упрощённая модель [3], не требующая результатов эксперимента. При расчёте наполнения купола (фаза 3) использовалось условие о постоянном пути наполнения [3,6]. Для учёта деформации строп между коушем парашюта и грузом помещалась упругая связь, жёсткость которой равнялась суммарной жёсткости строп парашюта.

Была отработана методика расчёта, позволяющая моделировать основные фазы прыжка парашютиста на двухступенчатой ПС и наглядно демонстрировать влияние различных факторов (метеоусловия, скорость десантирования, время стабилизации, масса груза) на параметры его движения и нагрузку, действующую на парашютиста и купол.

Работа выполнена на свободном программном обеспечении. Расчёты проведены с использованием системы математических вычислений GNU Octave.

На рис. 1 показаны зависимости скорости парашютиста от времени, рассчитанные при различных значениях массы груза. Видно торможение при движении на стабилизирующем куполе, небольшой разгон при выходе строп («провал парашютиста»), торможение при наполнении и работе основного купола.

Литература

1. Белоцерковский С.М., Ништ М.И., Пономарев А.Т., Рысев О.В. Исследование парашютов и дельтапланов на ЭВМ. М., 1987.
2. Давыдов Ю.М. Аэродинамика, гидроупругость и устойчивость полета парашютных систем. Авиатика мягких летательных аппаратов. М., 2005.
3. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов. М., 1965.
4. Трямкин А.В., Скиданов С.Н. Исследование процесса наполнения парашютных систем // Труды МАИ. 2001. №. 3.
5. Герасименко И.А. Воздушно-десантная подготовка. М., 1985.
6. Френч К.Е. Наполнение парашютов // Ракетная техника и космонавтика. 1963. №. 11. С. 198-202.

Слова благодарности

Благодарю моего научного руководителя Андрея Михайловича Шевченко за привитие интереса к работе, наставления, обучение и помощь.

Иллюстрации

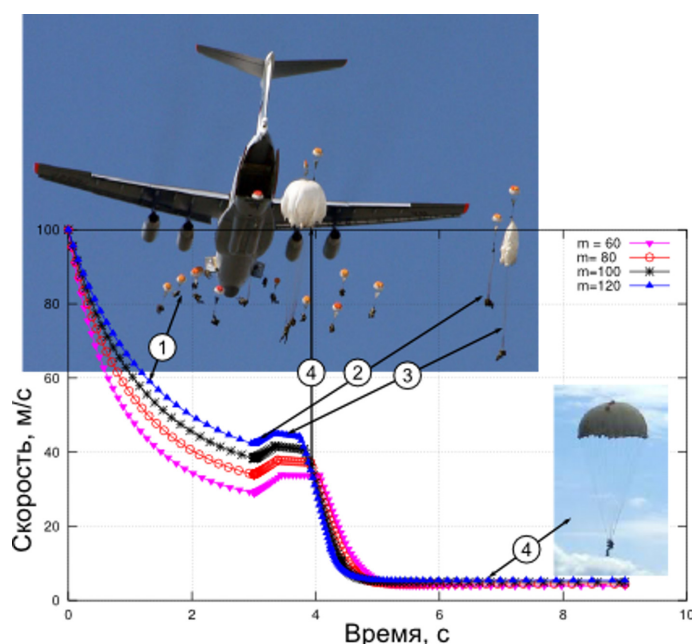


Рис. 1: Зависимость скорости парашютиста от времени при различных значениях массы груза