УДК 629.786

Вопросы создания и управления полетом планирующего атмосферного зонда с учетом градиента ветра

Любезный Борис Викторович(*) laplandia2009@bk.ru

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. *В работе рассматривается аэродинамический безмоторный летательный аппарат, предназначенный для исследования атмосферы и поверхности планеты Венера. Движение зонда осуществляется за счет действия ветра и градиента ветра. Приведена система уравнений установившегося полета зонда в атмосфере. Рассматривается возможность управления полетом планирующего зонда «Ветролет».*

Ключевые слова: *Венера, атмосфера, градиент ветра, планирующий зонд, Ветролет, подъемная сила*

Введение. Как известно на Венере достаточно суровые атмосферные условия. Температура у поверхности достигает 490° Цельсия и давление около 90 земных атмосфер. Однако на высотах около 45…60 км атмосферные условия по температуре и давлению близки к земным. Поэтому, в атмосфере на этих высотах возможно применение атмосферных зондов для долговременных исследований [1–3].

Материалы и методы; результаты. Предполагается разработка перспективного венерианского космического аппарата, в состав которого будет входить спускаемый аппарат (СА), который будет осуществлять вход в атмосферу планеты и орбитальный аппарат, который выйдет на орбиту Венеры, и будет использоваться для передачи данных. После входа в атмосферу планеты СА и снижения скорости, поэтапно осуществляется ввод в действие планирующего зонда, далее торможение и посадка посадочного аппарата.

В работе рассматривается атмосферный зонд «Ветролет», принцип действия которого основан на использовании естественных условий атмосферы на планете: наличия постоянного ветра и существования устойчивого градиента ветра по высоте. Две аэродинамические поверхности, соединенные длинным тросом (леером) разносятся на разные высоты.

Несущая аэродинамическая поверхность создает подъемную силу, уравновешиваемую силой тяжести системы, и увлекает систему по ветру. Планирующий зонд двигается со скоростью, большей чем скорость ветра на высоте научно-служебного комплекса, но меньшей чем скорость ветра на высоте несущей аэродинамической поверхности. В качестве прототипа «Ветролета» рассматриваются летательные аппараты, использующие для перемещения силу ветра, например, такие как воздушный змей или кайт.

Установившийся полет зонда в атмосфере в наиболее простой постановке описывается системой двух уравнений. Первое уравнение представляет собой

равенство сил сопротивления несущего элемента и тормозящего элемента с гондолой. Второе уравнение есть равенство подъемной силы несущего элемента и общего веса системы.

Изменение длины леера при помощи лебедки позволяет менять высоту дрейфа научно-служебного комплекса в атмосфере. Изменение тормозных свойств аэродинамического устройства с научно-служебным комплексом осуществляется путем раскручивания ротора устройства системы торможения. При переводе ротора в режим авторотации, возможно преобразование энергии ветра в электроэнергию для зарядки аккумуляторов.

Основным рассматриваемым показателем эффективности системы является время функционирования планирующего зонда, которое оценивается в сутках или часах, а также — соответствующий объем полученных научных данных.

Заключение. Сложность создания полной математической модели с учетом динамики такой сложной системы и необходимость получения эмпирических данных для проведения численного моделирования, приводят к необходимости проведения методических испытаний уже на ранней стадии исследования [4].

Список источников

[1] Воронцов В.А., Малышев В.В., Пичхадзе К.М. *Системное проектирование космических десантных аппаратов*. Москва, Изд-во МАИ, 2021, 256 с.

[2] Соболев И.А. Анализ проектных характеристик атмосферных зондов змейкового типа (ветролетов) для изучения атмосферы Венеры. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*, 2017, № 4, с. 108–115.

[3] Любезный Б.В., Воронцов В.А. Анализ возможности управления движением планирующего зонда в атмосфере Венеры. *Авиация и Космонавтика. 23-я Междунар. конф.: сб. тез*. Москва, Изд-во МАИ, 2024, с. 204–206.

[4] Бобронников В.Т. *Системный анализ в инженерных исследованиях*. Москва, Изд-во МАИ, 2018, 144 с.