

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Хмеля Дмитрия Сергеевича

«Методика определения параметров движения аэростатических зондов для исследования планеты Венера» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата наук, посвящена разработке методики определения параметров движения аэростатических зондов для исследования планеты Венера и представляет собой весьма актуальное исследование в области космических технологий, в частности, планируемых миссий по исследованию Венеры. Аэростатические зонды, являющиеся методом исследования, обладают значительными преимуществами, позволяя длительное время находиться в атмосфере планеты, что делает данное исследование крайне перспективным.

Актуальность темы. Венера – ближайшая к Земле планета, обладающая схожей с земной атмосферой. Крайне экстремальные условия на этой планете (высокие температуры, кислотные дожди, сильные ветры) накладывают большие ограничения на традиционные методы исследований, в то время как аэростатические зонды (АЗ) могут длительное время функционировать в мало нагретых слоях атмосферы, открывая перспективы для изучения химического состава, метеорологических условий и взаимодействий в атмосфере. В некотором роде такие зонды являются уникальным и единственным инструментом для исследований Венеры.

ФКП России на 2031-2034 г. предусмотрен запуск межпланетного космического аппарата (МКА) «Венера-Д» (индекс «Д» означает длительные исследования). Поэтому в состав спускаемого аппарата (СА) МКА включены два АЗ, предназначенных для длительных исследований планеты.

Использование возможности маневрирования АЗ по высоте и широте позволит изучить Венеру в широком диапазоне высот и в различных условиях. Для осуществления длительного управляемого маневрирования АЗ необходимо рассчитывать их движение с учетом воздействия на них окружающих условий, т.е. обосновать их характеристики путем расчета параметров движения, таких как скорость, высота, направление и скорость дрейфа на основе исходных данных по факторам, которые обеспечивают управление изменением действующих на АЗ сил. Это, в свою очередь, требует разработки методики для определения этих параметров в условиях, характерных для атмосферы Венеры.

Целью диссертационной работы является определение параметров движения в атмосфере Венеры управляемого АЗ для обоснования области и длительности его исследований на основе методики определения параметров движения АЗ. Для достижения цели в работе сформулированы и решены необходимые для создания методики задачи.

Практическая значимость работы направлена на решение конкретных задач, связанных с управлением АЗ в экстремальных условиях атмосферы Венеры. Разработанная методика может применяться при подготовке будущих миссий, в т.ч. для анализа параметров движения АЗ, их стабилизации и коррекции траектории. Полученные результаты могут быть полезны при проектировании новых АЗ, предназначенных для работы в атмосферах других планет. Кроме того, предложенные методы могут быть адаптированы для других применений в области динамики и управления движением, таких как разработка автономных летательных аппаратов для работы в сложных климатических условиях.

Основные научные результаты и достижения. Разработана математическая модель влияния условий в атмосфере Венеры на массогабаритные параметры и плавучесть АЗ с учетом радиационного нагрева оболочки при управлении объемом, массой и тягой винтов с использованием солнечной батареи (СБ).

Разработана математическая модель движения АЗ с учетом изменений плавучести под влиянием внешних воздействий при управлении объемом оболочки, а также с использованием управления величиной и направлением тяги винтов в дневной период дрейфа при энергоснабжении от СБ.

На основе использования математического моделирования разработана методика определения параметров движения управляемых АЗ – скорости, ускорения, а также диапазонов высот и длительности полета с учетом ограничений для функционирования.

С использованием разработанной методики рассчитано управляемое движение АЗ в атмосфере Венеры и обосновано использование маневрирования АЗ в большом диапазоне высот от поверхности, движение АЗ во всех регионах Венеры в течение длительного дрейфа на высоте и кратковременных снижений в нагретые слои.

Проведена верификация методики на основе испытаний АЗ в атмосфере Земли.

Кроме того, предложена практическая методика для расчета равновесной высоты плавания зондов, что позволяет на основе расчетов корректировать параметры оболочек для эффективного управления зондами как в облачном слое, так и ниже или выше облачного слоя в условиях атмосферы Венеры.

Критика и рекомендации. Несмотря на высокое качество работы, необходимо выделить несколько моментов, которые было бы полезно улучшить.

1. В работе не рассмотрено, как влияют ошибки данных (включая систематические ошибки), получаемых с датчиков АЗ, на точность расчетов его траектории.

2. Поскольку моделирование атмосферы Венеры требует больших вычислительных ресурсов, то с целью повышения эффективности предложенной методики, полезно было бы более подробно исследовать возможные методы ускорения численных расчетов.

3. Как в самой диссертации, так и в тексте автореферата имеется больше количество графиков, таблиц и сложных математических расчетов, в процессе написания и редактирования которых возникли неточности обозначений и размерностей единиц измерения величин, а также грамматические и орфографические ошибки.

« 3 » декабря 2024 г.

Леонов

Главный секретарь

Гамеева А.А.

