

Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

Федеральное государственное бюджетное
учреждение
«ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЭРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ»
(ФГБУ «ЦАО»)

ул. Первомайская, д. 3, г. Долгопрудный, М.О.,
141701
тел.: (495) 408-61-48; факс: (495) 576-33-27
e-mail: secretary@cao-rhms.ru
ОГРН 1025001202005

Председателю диссертационного совета 24.2.327.03

Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Московский

авиационный институт (национальный университет,
МАИ), д.т.н., профессору В.В. Малышеву

06.12.2024 № 1488/11-04

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4,
МАИ, отдел Ученого и диссертационных советов

На № от

О направлении отзыва

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Высылаю Вам отзыв официального оппонента - заведующего отделом физики высоких слоев атмосферы ФГБУ «ЦАО» Юшкова В.А. на диссертацию Хмеля Дмитрия Сергеевича "Методика определения параметров движения управляемых аэростатических зондов для исследования планеты Венера", представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Приложение: отзыв в 2 экз. на 9 л. каждый.

Врио. директора

Д.А.Шмаков

Юшков В.А., Заведующий отделом ФВСА, 408-61-50

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«09» 12 2024 г.

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Хмеля Дмитрия Сергеевича **"Методика определения параметров движения управляемых аэростатических зондов для исследования планеты Венера"**, представленной в диссертационный совет 24.2.327.03 при Федеральном Государственном Бюджетном Образовательном Учреждении Высшего Образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" (МАИ) на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 - «Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

В диссертации Дмитрия Сергеевича Хмеля, представляемой на соискание ученой степени кандидата технических наук, предложена методика для определения параметров движения управляемых аэростатических зондов в атмосфере планеты Венеры. С учетом проведенного анализа отечественного и зарубежного опыта, а также результатов математического моделирования автором разработаны собственные подходы к решению поставленной задачи - управление аэростатическим зондом (АЗ) Венеры, включая расчет траектории движения, маневрирование и определение длительности и диапазона высот и широт его полета.

Планета Венера относится к планетам Земной группы, сформированным во внутренней части Солнечной системы представляет большой интерес для научных исследований как близостью к Земле по размеру и массе, так и тем, что ее отличает массивная атмосфера из углекислого газа с давлением, температурой и плотностью, в десятки раз превышающими параметры атмосферы Земли и удвоенная интенсивность солнечной энергии над облаками в сочетании с экранированием солнечного света сплошным покровом облаков и парниковым эффектом приводящим к резкому увеличению ее температур. Наиболее вероятным местом обнаружения жизни

широт, долгот, а также траектория, скорость и ускорение для заданного управления движением с учетом особенностей воздействия атмосферы и окружающей среды Венеры, которые оказывают исключительно большое влияние на движение аэростатических аппаратов.

Рассматриваемая методика разработана и апробирована на ряде модельных примеров для определения параметров движения при маневрировании по высоте и широте в диапазоне высот с приемлемой температурой от 52 до 60 км и при кратковременном снижении к поверхности планеты.

Отличительной особенностью проведенной в диссертационной работе разработки методики является то, что она позволяет определять параметры движения: траекторию, скорость, ускорение, а также диапазоны высот, широт и длительность полета именно для управляемых аэростатических аппаратов, использующих изменения массогабаритных параметров (объема и массы) и сил винтовых движителей при маневрировании.

На основе методики обоснованы параметры управляемого движения аэростатических зондов в диапазоне высот от 50 до 65 км с использованием изменения массогабаритных параметров для ряда методов управления объемом, массой и количеством газа в оболочках. Рассчитано движение аэростатических зондов с винтовыми движителями при энергообеспечении от солнечной батареи ограниченной мощности для управления маневрированием по широте при круговом планетном дрейфе в потоке циркулирующей атмосферы на высотах свыше 55 км. Методика применена для кратковременного снижения ниже слоя облаков аэростатических зондов, исследующих поверхность Венеры на высотах от 0 до 65 км с использованием изменения массогабаритных параметров при фазовых переходах жидкости в газ. Обоснована устойчивость поддержания высоты аэростатических зондов при влиянии вертикальных колебаний атмосферы на одном примере воздействия длительного вертикального переноса.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе Хмеля

энергоснабжением на основе использования солнечной батареи ограниченной мощности при маневрировании по вертикали и горизонтали (в третьей главе работы);

8. Расчет параметров движения аэростатических зондов по вертикали при управлении объемом и массой при вводе с торможением и наполнением оболочек гелием, в циркуляционном дрейфе при различных типах управления объемом и массой на высотах облачного слоя и для кратковременной потери плавучести со снижением к поверхности и всплытии с использованием увеличения плавучести за счет перехода жидкости в газ при эндотермическом нагреве жидкости (в третьей главе работы);

9. Получение параметров движения управляемых аэростатических зондов использующих вращение винтов для создания тяги при малом энергоресурсе, обеспечиваемом энергией солнечной батареи (в третьей главе работы);

10. Проведение верификации методики на основе испытаний АЗ в атмосфере Земли и использования численного моделирования применительно к условиям атмосферы Венеры (в третьей главе работы);

Научная новизна диссертационного исследования заключается в создании методического аппарата, позволившего реализовать разработку:

- математической модели управляемого движения аэростатического аппарата в условиях Венеры с использованием управления изменением объема, массы и тяги винтовых движителей;
- методики определения параметров движения при циркулирующим дрейфе аэростатических зондов в широком диапазоне широт и высот, учитывающей изменения внешнего воздействия освещенности, нагрева и движения атмосферы для определения диапазонов высот и длительности плавания управляемых аэростатических аппаратов с учетом ограничений их работоспособности в условиях Венеры;

Новизна предложенного методического подхода заключается также в том, что для исследования характеристик движения предложено

вплоть до поверхности Венеры и в разработке методики определения параметров движения аэростатических зондов: диапазонов высот, широт, долгот и длительности маневрирования, траектории, скорости и ускорения при регулировании массогабаритных параметров (объема и массы), а также с использованием тяги винтовых двигателей при энергоснабжении от солнечной батареи.

Достоверность полученных автором результатов **обеспечивается** корректным использованием математических методов, а также четкой формулировкой упрощающих допущений. Представленная работа основана на достижениях советской и российской научной школы исследований Венеры по разработке аэростатных станций «Вега», научных работах в области движения аэростатов, дирижаблей, винтовых аппаратов, а также на опубликованных работах по проектам аэростатических аппаратов для исследования Венеры и результатах деятельности объединенной научной группы ИКИ РАН/Роскосмос - НАСА по проекту «Венера-Д».

Достоверность расчета параметров нагрева **подтверждается** результатами расчета и замерам движения стратостата с двумя оболочками, использующего ограничение всплытия при наполнении одной из оболочек при плавании в стратосфере Земли в течении 3 суток с изменением высоты при нагреве газа в ненаполненной оболочке, аналогичного исследуемым аэростатическим аппаратам, предназначенным для управляемого изменения объема и высоты в атмосфере Венеры.

Работа представляет собой системное исследование и позволяет применять методику расчета движения при планировании использования разновидностей аэростатических зондов в атмосфере Венеры с учетом вынужденных упрощающих допущений по оценке структуры и динамики окружающей атмосферы. Допущения о высотной структуре и динамике атмосферы, интенсивности рассеянной солнечной радиации опираются на научные данные.

Положения, выносимые на защиту, находят развернутое и

целесообразности и перспективности включения полетного эксперимента с использованием управляемого и маневрирующего АЗ в программу исследований «Венера-Д». Для подготовки миссий по изучению Венеры создана методика и математическая модель для определения параметров аэростатических аппаратов в условиях Венеры и на их основе дополнена математическая модель движения аэростатических аппаратов. Впервые проведена верификация модели нагрева с моделированием движения в ходе полетов атмосфере земли стратостата. Автор продемонстрировал высокий уровень научной квалификации, владения аналитическими и цифровыми моделями и пониманием методов управления аэростатическими аппаратами. По всем параметрам работа соответствует критериям установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней (п. 9-11,13,14), а ее автор Хмель Дмитрий Сергеевич безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник, заведующий отделом физики высоких слоев атмосферы федерального государственного бюджетного учреждения «Центральная аэрологическая обсерватория», кандидат физико-математических наук,

(e-mail: v_yushkov@mail.ru)

Юшков Владимир Александрович

Подпись заверяю

Ученый Секретарь ФГБУ «ЦАО» _____ Безрукова Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная аэрологическая обсерватория»

141701, Московская область, г. Долгопрудный, ул. Первомайская, д. 3

Телефон: 8(495)408-61-50

05 декабря 2024 года

Ознакомлен
09.12.2024

Хмель Д.С.