

УДК 629.787

Анализ влияния конусного угла на сопротивление и устойчивость зонда-пенетратора в атмосфере Венеры

Алтухов Евгений Сергеевич^(*)

zhenya.altulhov@gmail.com

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. Проведен анализ возможности изменения конструкции корпуса зонда-пенетратора «Марс-96» путем корректировки его геометрии с целью уменьшения аэродинамического сопротивления для использования в будущих миссиях на Венеру, направленных на изучение грунта планеты. Выполнено математическое моделирование процесса спуска пенетратора с разными значениями конусного угла, чтобы обеспечить необходимые скорости при внедрении в венерианский грунт.

Ключевые слова: Венера, техническое средство, пенетратор, грунт, Марс-96, спуск в атмосфере, аэродинамика

Введение. Сейчас исследование планеты Венера является одним из приоритетных направлений в работе российских ученых. В числе задач перспективных миссий на Венеру стоит изучение и доставка грунта этой планеты, которая считается одним из самых интересных, но одновременно и крайне сложных элементов межпланетных экспедиций [1–5].

Методы и материалы; результаты. Автор предлагает использовать модифицированный зонд-пенетратор проекта «Марс-96» как техническое средство для изучения венерианского грунта в составе перспективного космического аппарата. Пенетратор — это ударный зонд, предназначенный для анализа физико-химического состава поверхности планеты, способный проникать на заданную глубину и собирать данные о грунте, при этом обеспечивая жесткую посадку, что упрощает спуск и снижает массово-габаритные характеристики тормозного устройства по габаритам и массе [1–5].

Однако предыдущие исследования показали, что из-за высокой плотности атмосферы Венеры даже с модифицированным тормозным устройством не удастся обеспечить необходимые скорости внедрения аппарата в грунт [6, 7].

В работе представлена схема проведения эксперимента с использованием зонда-пенетратора. На базе разработанной математической модели выполнен анализ движения пенетратора в атмосфере Венеры [6, 7]. Проведен сравнительный анализ влияния конусных углов обтекателя на зонда-пенетратора.

Заключение. Таким образом, уменьшение конусного угла обтекателя позволяет снизить площадь Миделева сечения, за счет этого снижается сила лобового сопротивления и тепловая нагрузка при торможении, что позволяет достичь проектной скорости аппарата. В свою очередь, это обеспечивает проникновение в грунт на глубину 3–6 метров, давая возможность получить уникальные данные о грунте Венеры, которые недоступны для традиционных

манипуляторов и буровых устройств посадочных аппаратов. Зонд-пенетратор проекта «Марс-96» представляет собой автономное исследовательское устройство с широким набором приборов для анализа грунта и климатических условий, что делает его перспективным для миссий на Венеру. Благодаря малой массе и возможности адаптации он может использоваться как в одиночном варианте, так и в составе групп, что позволит получать детальную информацию с отдельных участков или с разных регионов планеты.

Список источников

- [1] Леун Е.В. Обзор схем пенетраторов для контактных исследований космических объектов. *Космическая техника и технологии*, 2022, № 2 (37), с. 103–117.
- [2] Акулов Ю.П. От марсианских пенетраторов к венерианским. *46-е Науч. чт., посв. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: матер.* Москва, Изд-во «Эйдос», 2011.
- [3] Воронцов В.А., Малышев В.В., Пичхадзе К.М. *Системное проектирование космических десантных аппаратов*. Москва, Изд-во МАИ, 2021, 256 с.
- [4] Пичхадзе К.М., Малышев В.В. *Математическое обеспечение для проектно-баллистического исследования динамики неуправляемого движения спускаемых аппаратов*. Москва, МАИ-ПРИНТ, 2018, 210 с.
- [5] Иванов Н.М., Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н. *Баллистика и навигация космических аппаратов*. Москва, Дрофа, 2004, 544 с.
- [6] Алтухов Е.С., Яценко М.Ю. Исследование грунта планеты Венера с помощью зонда-пенетратора типа «Марс-96». *Гагаринские чтения-2024. Междунар. молодеж. науч. конф.: сб. докл.* Москва, Изд-во Перо, 2024, 424 с.
- [7] Воронцов В.А., Алтухов Е.С., Яценко М.Ю. Некоторые вопросы создания зонда-пенетратора для исследования грунта планеты Венера. *59-е Науч. чт., посв. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: матер.* Москва, Изд-во «Эйдос», 2024, ч. 2, с. 97–100.