

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой высшей математики, профессора кафедры динамики полета и систем управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Любимова Владислава Васильевича на диссертационную работу Косенковой Анастасии Владимировны «Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Диссертационная работа Косенковой Анастасии Владимировны посвящена разработке методики для проведения проектного анализа, включающего аэродинамический, баллистический и тепловой расчеты спуска посадочного аппарата (ПА) на поверхность Венеры, позволяющий подобрать наиболее рациональную форму разрабатываемого ПА и определить его характеристики.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнения, учитывая самые последние планы большинства космических корпораций, направленные на проектирование и изготовление космических аппаратов к Венере. Важность данных миссий подтверждается также необходимостью подробных исследований атмосферы и поверхности данной планеты. Действительно, имеющиеся в настоящее время данные, которые были получены в 80-х годах прошлого столетия советскими посадочными аппаратами, требуют обновления и уточнения.

Спроектированные в конце прошлого века космические аппараты были просты в их эксплуатации. Они обеспечивали решение достаточно простых технических задач первых миссий по исследованию Венеры. При этом эти космические аппараты не имели возможности осуществлять планирующий спуск. Однако для решения более сложных задач, например, для выполнения

посадки в заданный район планеты необходимы аппараты, позволяющие осуществлять маневры во время спуска. Маневрирование ПА в атмосфере позволяет увеличить возможные области посадки. Исследованию движения ПА в атмосфере Венеры, производящего маневрирование в процессе спуска посвящено диссертационное исследование Косенковой А.В.

Проектирование посадочного аппарата, в частности, является существенной составной частью разрабатываемого международного проекта «Венера-Д», предусматривающего посадку в заданном районе.

Следует отметить, что автор диссертации разработала методику проектирования ПА, на основе которой проводилась оперативная проектно-конструкторская оценка различных конфигураций ПА с обоснованием выбора аэродинамической формы аппарата и его характеристик. Полученные при этом результаты могут быть применены в рамках миссии «Венера-Д».

Из вышеизложенного следует, что в представленной диссертационной работе А.В. Косенковой была поставлена и достигнута **актуальная научная и прикладная цель** по созданию комплексной методики проектирования ПА, осуществляющего маневренный полет в атмосфере Венеры и достигающего в процессе спускаемого движения требуемого района посадки.

При анализе актуальности решаемых в диссертации задач следует отметить, что диссертант своим исследованием вносит существенный вклад в процесс проектирования маневренных космических аппаратов, обеспечивающих посадку на поверхность Венеры. Действительно, Косенкова А.В. является автором новых программно-вычислительных комплексов, основанных на современных инженерных методиках по расчету аэродинамических характеристик, баллистических и тепловых режимов ПА. Применение данных программно-вычислительных комплексов позволяет апробировать ряд проектных характеристик ПА ещё на начальных стадиях разработки данного аппарата.

Научная новизна диссертационной работы состоит непосредственно в достижении поставленной цели исследования: впервые разработана

комплексная и оперативная методика проектирования манёвренного ПА на поверхность Венеры.

Диссертант провела сравнительный анализ форм ПА в части манёвренности, массово-габаритных и аэродинамических характеристик, обосновала выбор аппарата класса «несущий корпус» с указанием его преимуществ.

Диссертационная работа Косенковой А.В. содержит следующие наиболее значимые новые научные результаты:

1. В работе впервые предложен подход, основанный на применении маневренного посадочного аппарата класса «несущий корпус» для реализации планирующего спуска в атмосфере Венеры и для осуществления посадки в заданный район поверхности Венеры.

2. В диссертации обоснована возможность осуществления широкого круга исследований атмосферы Венеры, базирующаяся на увеличенном времени полета маневренного аппарата в атмосфере по сравнению с временем спуска баллистических аппаратов.

3. В диссертационном исследовании установлено значительное уменьшение величин максимальных перегрузок при спуске в атмосфере Венеры, наблюдаемое при использовании маневренного аппарата (по сравнению с баллистическими аппаратами), что позволило существенно снизить уровень динамических нагрузок, действующих на бортовую научную аппаратуру.

4. В диссертации показано, что применение маневренного посадочного аппарата класса «несущий корпус» позволило расширить достижимые районы на поверхности планеты, удовлетворяя при этом всем ограничениям, имеющимся в миссии «Венера-Д».

Все новые результаты, полученные в ходе подготовки диссертационной работы, опубликованы в соответствующих публикациях её автора.

Практическая значимость полученных автором результатов

Диссертационная работа Косенковой А.В. имеет прикладной характер. Рассмотренная в диссертации методика и разработанные программно-вычислительные комплексы используются в ходе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме «Венера-Д» на АО «НПО Лавочкина». Кроме того, результаты данной диссертации были применены в рамках научно-исследовательских работ в части использования научно-методического аппарата по расчету аэродинамических характеристик и при расчете траекторий спуска с указанием достижимых районов посадки космического корабля «Союз-МС-17», что подтверждается соответствующим актом о внедрении.

Важно отметить, что предложенные автором диссертации методика и программные средства позволяют проводить проектные расчеты с экономией времени, отведенного на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Результаты представленной диссертационной работы можно применять в учебном процессе при подготовке будущих инженерных специалистов соответствующих профильных специальностей втузов.

Достоверность и обоснованность научных результатов и выводов обеспечивается корректным использованием математических методов, сравнением получаемых результатов с известными решениями в данной области, а также четкой формулировкой допущений и условий, в рамках которых проводились расчеты и были получены основные результаты.

Оценка содержания и оформления диссертации

Диссертация объемом 235 страниц состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 106 наименований, 6 приложений, содержит 99 иллюстраций и 25 таблиц.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями, качественно представлен графический материал. Форма и корректность изложения научного материала, наглядность иллюстративного

материала позволяют понять и объективно оценивать содержание, выводы и значимость проведенных научных исследований. В диссертации использованы термины, соответствующие общепринятым стандартам.

Тема диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Содержание диссертационной работы и представленные в ней решения анализируемых актуальных задач показывают, что её автор является квалифицированным специалистом в области проектирования космической техники, в частности, посадочных аппаратов.

Апробация работы

Основные положения и наиболее важные научные и практические результаты диссертационной работы докладывались на значительном количестве всероссийских и международных конференций.

Полнота опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Основные результаты диссертационной работы в полной мере представлены в научных публикациях А.В. Косенковой. Результаты проведенного исследования отражены в 6 статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в 4 научных публикациях в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus.

Диссертация Косенковой А.В. соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается непротиворечивостью методологии исследования и взаимосвязанностью выводов данной работы. Структура диссертационной работы «Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры» соответствует заявленной теме, а также раскрывает достижение цели исследования. Каждая глава диссертации составляет органичное целое с другими главами диссертации. При этом диссертация Косенковой А.В. содержит новые научные результаты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Предложенные автором

диссертации решения не противоречат известным результатам. Научные положения, сформированные по итогам исследования, выводы и результаты в достаточной степени обоснованы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Личный вклад автора

Все результаты, выносимые автором диссертации на защиту, были получены Косенковой А.В. самостоятельно. Кроме того, Косенковой А.В. были самостоятельно разработаны программно-вычислительные комплексы и проведены численные эксперименты, которые подтвердили справедливость основных положений и выводов представленной к защите диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе

1. Из результатов работы не совсем понятно: учитывается ли при моделировании атмосферного спуска КА существенная разность температур в термосфере Венеры при движении днём или ночью? Известно, что температура на ночной стороне Венеры составляет $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на дневной от 27 до $127\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Из результатов работы не совсем понятно: в математической модели атмосферы Венеры учитывается ли высокая скорость перемещения её масс? Известно, что даже на верхней границе облаков (на высоте $50-65\text{ км}$), скорость перемещения атмосферы относительно планеты составляет до 120 м/с .

3. Из результатов работы не совсем понятно: в конструкции спускаемого аппарата учитывается ли негативное влияние кислотных осадков, наблюдающихся в верхних слоях атмосферы Венеры.

4. В диссертации указано, что при численном моделировании спускаемого движения применяется классический явный одношаговый четырёхэтапный метод Рунге-Кутты и явный трёхшаговый метод Адамса. Однако, из диссертации не ясно: численные результаты работы были получены с постоянными или переменным шагами интегрирования. Если

интегрирование уравнений производилось с постоянными шагами, то такой подход может привести к значительному накоплению методической погрешности. Следовало бы применять данный метод численного интегрирования с переменным шагом. Тем более, что в тексте работы не содержится указаний на апостериорное оценивание погрешностей применяемых методов численного интегрирования.

5. На рисунке 4.4 начальная скорость КА, равная 11 км/с практически мгновенно уменьшается до 7 км/с. Следовало бы объяснить: действием каких физических факторов объясняется данное скачкообразное изменение скорости. Тем более, что скорости 11 км/с и 7 км/с соответствуют значениям второй и первой космических скоростей КА в окрестности Венеры.

6. При спуске на поверхность Венеры одним из спускаемых КА выбран аппарат, имеющий форму аналогичную спускаемому КА «ЭкзоМарс». В качестве рекомендации к проектированию ПА на поверхность Венеры добавлю, что форма и массово-инерционные характеристики спускаемого КА «ЭкзоМарс» выбраны исходя из его спуска в разреженной атмосфере Марса. Атмосфера же Венеры является значительно более плотной и здесь правильнее выбрать форму, близкую к форме КА, осуществляющих спуск в земной атмосфере, иначе возможна потеря устойчивости по углу атаки. Причины выбора именно КА с формой, аналогичной форме спускаемого аппарата «ЭкзоМарс», в проекте «Венера-Д» в работе не указаны, хотя стоит отметить, что эти расчеты выходят за пределы основной области исследования диссертанта, так как данный КА не является маневрирующим.

Указанные недостатки **не влияют** на общую положительную оценку работы, научную и практическую значимость диссертационной работы А.В. Косенковой. В целом приведенные выше замечания носят рекомендательный характер, так как они отражают пожелания оппонента, которые автор может учесть в дальнейших исследованиях и при проектировании в будущем перспективных КА, производящих спуск в атмосфере Венеры.

Заключение

Диссертационная работа Анастасии Владимировны Косенковой «Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком уровне, по своему содержанию полностью соответствует паспорту специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

В содержательной части работы автор демонстрирует: высокую степень интереса и глубины вовлеченности в рассматриваемые актуальные проблемы проектирования ПА на поверхность Венеры, уверенное владение базовыми теоретическими инструментами такими, как использование системного подхода к проектированию космической техники. Все результаты работы обоснованы. Эффективность применения разработанной в диссертации методики подтверждена актами о внедрении.

В автореферате диссертации описаны основные идеи диссертационной работы, применяемые в ней методы, полученные результаты, показан личный вклад автора работы в разработку избранной темы и обоснована структура диссертации.

Диссертация Анастасии Владимировны Косенковой оформлена в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 28.08.2017г.), а также она соответствует требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденного Приказом Минобрнауки России от 10.11.2017 №1093 к оформлению диссертаций.

Считаю, что автор данной диссертационной работы, Косенкова Анастасия Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики, профессор кафедры динамики полета и систем управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

В.В. Любимов В.В. Любимов

Контактная информация

Почтовый адрес: 443086, Самарская область, г. Самара, Московское ш., д. 34
Телефон: 89179544469
Электронная почта: vlubimov@mail.ru

М.П.

