

## Отзыв научного руководителя

о диссертанте Василевского Дмитрия Олеговича и его диссертационной работе на тему. *«Способ увеличения удельного импульса тяги за счёт интенсификации теплообмена в системе охлаждения камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя»*, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Василевский Дмитрий Олегович – выпускник кафедры 202 «Ракетные двигатели» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», по окончании которой в 2018 году поступил в аспирантуру на кафедру 202 «Ракетные двигатели», закончив обучение в 2022 году, успешно сдав необходимые кандидатские экзамены.

В период подготовки диссертации Василевский Д.О. принимал участие в научно-исследовательской и учебно-методической работе кафедры 202 «Ракетные двигатели» в должности инженера.

Представленная диссертационная работа посвящена решению одной из проблемных задач в области двигателестроения – повышению энергетических характеристик двигателя: давления в камере сгорания и удельного импульса тяги, а также определению оптимальных геометрических параметров внутреннего обрешечивания в системе охлаждения кислородно-водородных жидкостных ракетных двигателях (ЖРД), выполненных по безгазогенераторной схеме.

Целью данной работы является повышение удельного импульса тяги (УИТ) безгазогенераторного ЖРД за счёт интенсификации теплообмена в камере сгорания.

Актуальность данной работы определяется разработкой методов оптимизации теплонапряженных узлов конструкции ЖРД. Существующие требования к двигателям высоких ступеней показывают рациональность использования перехода к безгазогенераторным схемам ЖРД с целью снижения стоимости двигательных установок за счёт упрощения конструкции, снижения её массы и повышения надёжности. Сравнительно более низкий уровень тяги упрощает систему охлаждения теплонапряжённых узлов конструкции, что позволяет в совокупности использования криогенных компонентов. Появляется возможность использования более эффективной системы охлаждения за счёт подачи криогенного компонента в область

форсуночной головки и развития поверхности съёма тепла за счёт применения внутренних рёбер. Разработка методов оптимизации подобных конструкций позволяет спрогнозировать тепловое состояние и необходимые геометрические параметры на стадии проектирования.

Квалифицированный анализ информации, полученной из открытых литературных источников, позволил соискателю сформулировать и поставить задачи, решения которых отличаются научной новизной и практической значимостью. Этим критериям соответствуют следующие результаты:

1. В целях увеличения УИТ за счёт эффективной работы двигателя разработана схема охлаждения камеры сгорания (КС) высокотемпературным водородом с учётом подачи его в область форсуночной головки за счёт развития внутренней поверхности КС.

2. Разработана математическая модель процесса охлаждения КС и сопла путём выбора газодинамического профиля учитывающего изменение теплофизических параметров по тракту охлаждения от давления и температуры и термодинамических параметров в КС от коэффициента избытка окислителя (КИО) и давления в КС.

3. Разработана методика и программа по расчёту газодинамических и теплогидравлических параметров с целью выбора оптимальных геометрических параметров каналов тракта охлаждения.

4. С помощью известных по литературе натуральных экспериментов произведен критический анализ в целях проверки адекватности модели.

Основным вкладом диссертанта исследуемой проблемы заключается в том, что разработанная математическая модель, методика и программно-математическое обеспечение позволяют:

1. Определить основные проектные параметры двигателя при вариации исходных данных.

2. Определить энергетические параметры ЖРД в диапазоне изменения давления в камере сгорания при фиксированной тяге, соотношении компонентов топлива и давлении на срезе сопла.

3. Выбрать оптимальную схему охлаждения.

4. Оптимизировать геометрические параметры системы охлаждения с учётом минимальных гидравлических потерь и максимального подогрева горючего.

В процессе работы над диссертацией автором выполнен большой объём оптимизационных расчетов, на основании которых решен ряд задач по

верификации предложенной математической модели внутрикамерных рабочих процессов, подтверждающей ее достоверность.

Научные положения и выводы, изложенные в тексте диссертации являются и теоретически, и практически обоснованными.

Проведенные Василевским Д.О. исследования свидетельствуют о том, что он владеет методами научного анализа, обладает высоким уровнем подготовленности к проведению глубоких научных изысканий, имеет широкую эрудицию в области ракетного двигателестроения.

Результаты диссертационной работы неоднократно представлялись на международных и российских конференциях, в которых Василевский Д.О. принимал активное участие.

Основные научные результаты диссертации изложены в 3 публикациях в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Уровень научной подготовки Василевского Д.О. отражен в представленной к защите диссертации, которая удовлетворяет всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

**Научный руководитель:**  
профессор кафедры 202  
«Ракетные двигатели» МАИ, к.т.н.

  
Коломенцев А.И.

Подпись Коломенцева А.И. заверяю:

Директор дирекции института № 2  
«Авиационные, ракетные двигатели  
энергетические установки»

  
  
Монахова В.П.