

"УТВЕРЖДАЮ"

Главный конструктор, д.т.н., профессор

В.Д. Горохов

2018 г



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Назыровой Рузалии Равильевны
"Термодинамический расчет параметров продуктов сгорания в камере жидкостного
ракетного двигателя на основе вариационных принципов механики",
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.02.05 - "Механика жидкости, газа и плазмы"

Проектирование камеры ЖРД, отвечающей современным требованиям по экономичности, невозможно без привлечения компьютерных и информационных технологий, к которым предъявляются требования получения надежных данных, адекватных исходным положениям фундаментальных теорий и согласующихся с результатами экспериментальных исследований. Это обусловило необходимость в разработке новой, усовершенствованной технологии проведения термодинамических расчётов, успешно выполненной автором настоящей работы с привлечением вариационных принципов механики.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка работ, опубликованных автором по теме диссертации. Во введении обоснована актуальность, определены цели, научная новизна и практическая ценность полученных результатов. В первой главе показано, что термодинамический расчёт параметров процесса течения в камере ЖРД многокомпонентной смеси реагирующих веществ основывается на построении математической модели, включающий параметры при завершении процесса горения и течения газа в сопле камеры. Автором сформулированы математические модели равновесных состояний и представлены системы уравнений расчёта параметров процесса течения в сопле камеры ЖРД при известных газодинамических характеристиках.

Вторая глава включает описание математических методов решения задач с использованием вариационных принципов механики и приведено обоснование эффективности их использования. Характерной особенностью предложенного автором метода является решение задачи поиска максимума энтропии при учёте уравнения

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 7
"6" 03 2018

состояния реального газа. Технология термодинамического расчёта с использованием вариационной математической модели, разработанная Назыровой Р.Р. и реализованная в форме программного комплекса, позволяет существенно увеличить скорость вычислений по сравнению с технологией программы АСТРА4.

В третьей главе приведены результаты термодинамических расчётов параметров сопла камеры ЖРД для топливных пар $O_2 + PГ-1$ и $AT + НДМГ$, а также результаты расчётов для топлив воздух + этиловый спирт, воздух + H_2 , воздух + $PГ-1$, воздух + природный газ. Достоверность полученных результатов расчётов подтверждается с приемлемой точностью с данными всемирно признанного 10-томного справочного издания "Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания".

Методические разработки автора имеют научную новизну и практическую ценность, так как позволяют проводить термодинамические расчёты для более широкого круга топливных пар с повышенной точностью по сравнению с известными методами расчётов. В то же время представленные технологии термодинамических расчётов с использованием вариационных принципов механики позволяют при использовании осредненных характерных параметров получать известные классические методы термодинамических расчётов.

На основании проведенных научных исследований автором разработаны программы для ЭВМ, которые позволяют определять термодинамические параметры и теплофизические свойства многокомпонентных смесей веществ применительно к процессам в камере ЖРД. Один из вариантов программы для ЭВМ используется на нашем предприятии при расчёте удельного импульса тяги и профилировании сопла ЖРД.

В целом следует отметить, что работа отвечает требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Назырова Рузалия Равильевна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 - "Механика жидкости, газа и плазмы".

Начальник отдела 106

Ведущий конструктор, к.т.н.



С.В. Чембарцев

Ю.А. Ефремов