



Федеральное космическое агентство
Государственный научный центр
Российской Федерации –
федеральное государственное унитарное
предприятие
"Исследовательский центр
имени М. В. Келдыша"
(ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»)

ул. Онежская, д. 8, г. Москва, Россия, 125438
Тел.: (495) 456 46 08 Факс: (495) 456 82 28
kerc@elnet.msk.ru kerc@comcor.ru
www.kerc.msk.ru

16.07.2014 № 48-01/55

На № _____

Ученому секретарю диссертационного
совета Д212.125.08 Московского
авиационного института (национального
исследовательского университета)
Ю.В. Зуеву

(МАИ) Волоколамское ш., д. 4,
Москва, А-80, ГСП-3, 125993

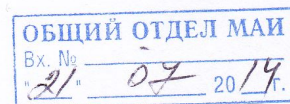
ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чудиной Ю.С. "Рабочие процессы в ракетном двигателе малой тяги на газообразных компонентах топлива кислород и метан", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – "Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов".

Диссертационная работа Чудиной Ю.С. относится к работам, посвященным вопросам проектирования высокоэффективных камер сгорания двигателей малой тяги, работающих на топливе «кислород-метан». Решение данных вопросов является важным направлением совершенствования эксплуатационных характеристик ракетной техники, т.к. способствует ускорению перевода двигателей управления средств выведения на работу на экологически благоприятных топливах. Тема диссертации Чудиной Ю.С. весьма актуальна, поскольку основывается на разработке современного, экономически рационального метода проектирования камер сгорания с использованием математического моделирования рабочих процессов.

Целью работы являлась разработка теоретических основ и практических рекомендаций по организации высокоэффективного рабочего процесса в камере сгорания и конструированию РДМТ на топливе кислород-метан, выполненных по схеме «газ-газ».

Основной проблемой проектирования рассматриваемой в работе камеры сгорания является обеспечение высокой полноты сгорания топлива при малых геометрических



размерах конструкции и малых расходах компонентов топлива в сочетании с решением задачи обеспечения приемлемого теплового состояния камеры сгорания и огневого днища. Для успешного решения такой комплексной задачи наиболее важным является выбор схемы организации подачи, формирующей взаимное течение, перемешивание и взаимодействие компонентов топлива в камере двигателя.

Автором на базе программного пакета ANSYS CFX разработана математическая модель рабочих процессов в камере РДМТ на газообразных компонентах топлива в трехмерной постановке. Выработан алгоритм численного исследования рабочих процессов в РДМТ.

Данная модель позволяет установить количественные показатели влияния геометрических и расходных параметров подачи компонентов топлива в камеру сгорания на эффективность протекания рабочих процессов. Определены относительные расходы газообразных компонентов топлива для использования в завесном охлаждении.

Разработана экспериментальная камера кислородно-метанового РДМТ тягой 200...250 Н со струйно-центробежной схемой смесеобразования, внутренним завесным охлаждением камеры сгорания, электроискровым воспламенением топлива, позволяющая исследовать характеристики двигателя при различной приведенной длине камеры сгорания, при подаче в завесу кислорода либо метана с различным расходом, при различном порядке подачи компонентов топлива в форсунки и при различной конфигурации «юбки», которая формирует завесу и течение компонентов топлива у огневого днища.

Проведены огневые стендовые испытания экспериментального РДМТ и определены основные характеристики при использовании завесного охлаждения камеры сгорания газообразным кислородом.

С использованием данных экспериментальных исследований энергетических характеристик камеры, выполненных с применением нескольких конструктивных вариантов и варьированием соотношения компонентов топлива и расхода кислорода на завесу, обоснована достоверность полученных в результате численного расчета характеристик модельной камеры двигателя. Результаты численного моделирования удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными. Расхождение расчетных значений давления в камере сгорания с экспериментальными не превышает 6%. Отмечается соответствие возникших при испытаниях мест локального перегрева участков камеры сгорания и огневого днища с расчетными распределениями температур.

Результаты выполненных исследований позволили автору разработать важные практические рекомендации по выбору оптимальных схем подачи, геометрических параметров и распределений расходов компонентов топлива через смесительные элементы.

К разряду новых и важных результатов диссертационной работы относятся:

- математическая модель и методика моделирования рабочих процессов в камере сгорания РДМТ на газообразных компонентах топлива кислороде и метане с учетом завесного охлаждения в трехмерной постановке;
- расчетные зависимости основных параметров РДМТ от геометрических и режимных условий;
- результаты экспериментальных исследований кислородно-метанового РДМТ тягой 200...250 Н и верификация разработанной математической модели;

Практическая ценность работы состоит в создании расчетной модели и методики, позволяющей с малыми затратами средств и времени разработать проект высокоэффективной камеры для кислородно-метанового РДМТ, включая выбор геометрии смесительной головки и камеры сгорания и параметров завесы.

Можно сделать следующие замечания по содержанию работы:

1. В автореферате указывается на практическое отсутствие исследований по РДМТ на газообразных компонентах топлива, тогда как разработка и исследования экспериментальных образцов таких РДМТ, в том числе на топливе кислород-метан проводились в ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», МГТУ им. Н.Э. Баумана, ФГУП КБХМ им. А.М. Исаева. Имеются близкие по тематике работы, посвященные разработке и математическому моделированию процессов в кислородно-метановых РДМТ, такие как: Лапицкий В.И. «Математическое моделирование и экспериментальное исследование характеристик камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя малой тяги на метане и кислороде». Диссертация по специальности 05.07.05, 2006 г.; Салич В.Л. «Проектирование высокоэффективных ракетных двигателей малой тяги на основе численного моделирования внутрикамерных процессов». Доклад на XVIII научно-технической конференции молодых ученых и специалистов ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева». Ноябрь 2008 г. Желательно привести сравнение представленной математической модели с работами других авторов.

2. В работе приведено расчетное сравнение использования кислородной и метановой завесы защиты стенок камеры сгорания и показано преимущество метановой завесы. Однако, все рассмотренные эксперименты проведены с кислородной завесой, которая и рекомендована для применения в РДМТ на газообразных кислороде и метане.

