

ОТЗЫВ

официального оппонента
кандидата технических наук
Усова Генриха Леонидовича

на диссертационную работу Чудиной Юлии Сергеевны
«Рабочие процессы в ракетном двигателе малой тяги на газообразных компонентах
топлива кислород и метан»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» в диссертационный совет Д212.125.08 и выполненную в федеральном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

Диссертационная работа Чудиной Ю.С. посвящена расчетно-теоретическому и экспериментальному исследованию процессов в ракетном двигателе малой тяги, работающем на газообразном топливе «кислород+метан». На основе полученных результатов разработана математическая модель, которая позволяет определить основные характеристики двигателя на этапе проектирования.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из путей совершенствования химических ракетных двигателей в настоящее время становится использование экологически чистых топлив и в частности, кислородно-метановой пары. Весомым аргументом в пользу использования этой пары компонентов, помимо его основных положительных качеств как ракетного топлива, является возможность создания двигательной установки, где основные двигатели и двигатели управления, которыми являются ракетные двигатели малых тяг, работают на одном виде топлива. Широкие исследования ведутся в области применения кислородно-метанового топлива в двигателях больших тяг, но практически отсутствуют отечественные образцы ракетных двигателей малых тяг. Для сокращения времени изготовления и исключения значительных материальных затрат на этапе разработки существует необходимость в создании проверенных методик для проектирования ракетных двигателей малых тяг (РДМТ). Поэтому разработанная автором математическая модель рабочих процессов, предназначенная для оценки разрабатываемых конструкций элементов жидкостных ракетных двигателей, и результаты, представленные в диссертации, являются весьма актуальными.

В диссертационной работе автор Чудина Ю.С. представляет следующие результаты:

- разработанную математическую модель и методику моделирования рабочих процессов в смесительной головке и камере сгорания РДМТ с использованием газообразного кислородно-метанового топлива в трехмерной постановке;

- разработан и создан экспериментальный РДМТ, работающий на газообразных компонентах кислородно-метанового топлива;
- с использованием разработанной математической модели определены режимы подачи компонентов, позволяющие провести огневые эксперименты; проведенная верификация математической модели кратковременными огневыми запусками позволила провести наладку математической модели и уточнить значения коэффициентов, используемых в системе уравнений модели;
- получены зависимости основных параметров исследуемого двигателя при различных расходах компонентов, режимах подачи, формах огневого днища;
- проведены огневые стендовые испытания разработанного РДМТ с использованием только завесного охлаждения газообразным кислородом в широком диапазоне изменения входных параметров: $\alpha_{\Sigma}, p_k, \dot{m}_{\Sigma}$;
- проведенное сравнение расчетного и экспериментального исследования по количественным и качественным показателям показало удовлетворительное согласование результатов, что позволяет рекомендовать предложенную методику для использования на этапе создания РДМТ;
- выработаны рекомендации по созданию РДМТ на газообразных компонентах кислородно-метанового топлива: применение юбок криволинейной формы из теплопроводных материалов для защиты огневого днища; создание восстановительного ядра потока в совокупности с использованием газообразной кислородной завесы; подача метана по периферии форсуночных элементов для создания восстановительного слоя вблизи огневого днища.

НОВИЗНА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Научная новизна работы заключается в разработанной трехмерной математической модели. В ходе огневых экспериментов использовалась только газообразная завеса для охлаждения стенок камеры сгорания, что максимально приближает исследование к летным условиям, это является важным пунктом проведенной работы. Выработанные рекомендации для создания РДМТ на газообразном кислородно-метановом топливе по итогам проведенных исследований также являются новыми.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертационной работе, вытекает из последовательного изложения хода исследования в работе, использования фундаментальных законов сохранения, на которых основана разработанная математическая модель, подтверждения результатов расчетно-теоретического исследования экспериментальными данными. Принятые в работе обозначения и определения являются общепризнанными в ракетной отрасли. Кроме того, полученные автором результаты прошли апробацию на российских конференциях и научных семинарах.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные автором диссертации результаты могут иметь практическое применение в развитии ракетно-космической промышленности, разработанная математическая модель и методика расчета может быть использована на этапе проектных проработок конструкций ракетных двигателей малых тяг для сокращения временных и материальных затрат.

ОБЩАЯ ОЦЕНКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка принятых сокращений, списка используемой литературы из 60 наименований и приложения на 6 страницах. Общий объем диссертации – 167 страниц.

Работа выполнена на актуальную тему. Приведен обстоятельный аналитический обзор информации по разработке двигателей кислород-метан, их испытаниям и по математическому моделированию рабочих процессов как у нас в стране, так и за рубежом. Материал диссертации в рамках поставленных целей и задач изложен логично и аргументировано.

По теме диссертации автор имеет 7 публикаций, из них 2 работы опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК. Автореферат диссертационной работы и публикации достаточно полно отражают содержание диссертационной работы и соответствуют требованиям ВАК.

Диссертация по своему направлению соответствует специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ:

1. На стр.5 диссертации отсутствует расшифровка сокращения CNES.
2. В работе не очень четко оговорено, почему разработанная методика основана на численном моделировании, а не на аналитических методах исследования.
3. На стр.84 работы не пояснено неравенство $y^+ \leq 300$.

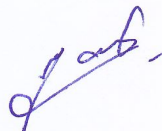
Отмеченные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Чудиной Юлии Сергеевны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной задачи для развития ракетной отрасли страны, характеризующуюся новизной и практической полезностью. Диссертационная работа имеет достаточное количество теоретических и практических результатов, изложена квалифицированно и аккуратно, снабжена пояснениями и рисунками. Основные результаты и выводы отражены в публикациях и автореферате диссертации.

Диссертационная работа «Рабочие процессы в ракетном двигателе малой тяги на газообразных компонентах топлива кислород и метан» отвечает критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ для диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Чудина Юлия Сергеевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
ФГУП «НПО «Техномаш»



Усов Генрих Леонидович

127018, Москва, 3-й проезд Марьиной Рощи, дом 40
Тел. (495) 689-95-33
e-mail: 250@tmnpo.ru

Подпись Усова Г.Л. заверяю
И.о. ученого секретаря НТС ФГУП «НПО «Техномаш», канд.техн.наук



С.М. Войцехович