

## О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Золоторева Николая Николаевича

«Исследование рабочих процессов в гибридном ракетном двигателе прямой схемы» представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

На отзыв представлен автореферат диссертационной работы на 22 с., включающий 12 рисунков, 5 таблиц и список 12 основных публикаций, из которых 6 опубликованы в рецензируемых журналах, индексируемых в Web of Science или Scopus, 5 – в журналах списка ВАК, а также получен 1 патент на изобретение РФ.

Диссертационная работа Золоторева Николая Николаевича в основном посвящена экспериментальным исследованиям рабочих процессов в гибридном ракетном двигателе (ГРД,) прямой схемы. Бурное развитие современных технологий в создании новых высокоэнергичных материалов (ВЭМ) возродило интерес к ГРД с прямой схемой, использующих твердый горючий материал (ТГМ), горящий в потоке газообразного или распыленного жидкого окислителя. Из-за пространственного разделения горючего и окислителя, такие двигатели имеют ряд важных преимуществ по сравнению с классическими ГРД и ЖРД, поэтому тема работы безусловно является актуальной и практически значимой.

В результате численных расчетов компонентного состава и термодинамических характеристик ТГМ и ВЭМ автором диссертационной работы предложены к исследованию около десяти базовых топливных композиций; экспериментально определены характеристики зажигания пяти наиболее перспективных композиций при воздействии кондуктивного и лучистого теплового потока в диапазоне от 15 до 190 Вт/см<sup>2</sup>; получены новые данные о скорости горения образцов рассматриваемых ВЭМ; разработан и создан пневмогидравлический экспериментальный стенд и методики измерения, на котором изучены характеристики и структура факела распыла модельных жидкостей центробежной и эжекционной форсунками; данные обобщены в безразмерных координатах, что позволяет использовать их для оценки характеристик распыла конкретных жидких окислителей; разработана математическая модель расчета параметров одноканального ГРД на основании которой предложен способ оптимизации ГРД (Патент РФ), обеспечивающий равномерность и высокую полноту сгорания ТГМ; разработан макет ГРД и экспериментальный стенд для испытаний, получены данные о параметрах подогреваемого газа (окислителя), о температуре и давлении в камере сгорания двигателя, данные измерения тяги двигателя.

Публикации автора в достаточной степени отражают основные положения диссертационного исследования.

В качестве замечания к автореферату можно указать следующее. В автореферате приведены зависимости времени задержки зажигания образцов топлива от теплового потока излучением, полученные на установках «Уран-1» (до  $95 \text{ Вт/см}^2$ ) и при использовании  $\text{CO}_2$  - лазера (от  $60 \text{ Вт/см}^2$ ), т.е. в перекрывающемся диапазоне. Необходимо было-бы сравнить эти результаты (и данные кондуктивного нагрева, которые в автореферате не приведены) на одном графике в логарифмических координатах. Автор пишет, что достоверность научных результатов и выводов подтверждается «...сопоставлением полученных результатов с данными других исследователей...», однако в автореферате такое сопоставление отсутствует. К сожалению, в автореферате диссертации не приводятся данные испытаний макета ГРД, которые экспериментально подтверждают работоспособность предложенного «способа оптимизации ГРД».

Указанные замечания не влияют на положительную оценку работы и не снижают её научную и практическую значимость. Диссертация в полной мере соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам соискатель, Золоторев Николай Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Я, Бошнятов Борис Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Золоторева Николая Николаевича, и их дальнейшую обработку.

Бошнятов Борис Владимирович, главный научный сотрудник  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института прикладной механики Российской академии наук  
(ИПРИМ РАН), доктор технических наук по специальности 01.02.05 –  
механика жидкости, газа и плазмы,  
125040, г. Москва, Ленинградский пр-т, 7. Тел. +7 495 946-18-06,  
iam@iam.ras.ru

14.11.2018

Бошнятов Б.В.

Подпись Бошнятова Б.В. «ЗАВЕРЯЮ»

*Директор ИПРИМ*

*Б.В. Бошнятов*