

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Галеева Антона Валерьевича** на тему:  
**"Разработка технологии испытаний криогенных ракетных двигателей  
с имитацией воздействующих факторов"**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели  
и энергоустановки летательных аппаратов

В настоящее время разрабатываемые образцы ракетно-космической техники отличаются конструктивной сложностью, применением в конструкциях новых материалов, использованием высокоэнергетичных компонентов топлив, широким спектром внешних эксплуатационных воздействий и энергонапряженностью рабочих процессов, протекающих в ракетных двигателях.

Важнейшую роль в экспериментальной отработке и обеспечении надежности новых ракетных двигателей и двигательных установок играют натурные испытания двигателей на реальных режимах их работы с имитацией комплексного воздействия внешних эксплуатационных факторов: высотных, динамических, тепло- и гидродинамических и других. При этом для двигателей, работающих на криогенных компонентах (кислород – водород), кроме всего прочего необходимы специальные дополнительные меры и системы безопасности при проведении натурных испытаний.

В связи с этим работа, направленная на исследование и разработку технологии комплексных наземных испытаний для поэтапной отработки криогенных ракетных двигателей, обеспечивающей безопасность испытаний за счет учета аварийных (нештатных) ситуаций и использования систем диагностики и аварийной защиты испытаний, является чрезвычайно актуальной.

В работе выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, включающих: анализ существующих технологий испытания ЖРД, систем имитации полетных (высотных) условий, штатных ситуаций при опасных операциях заправки и испытаний ЖРД и ДУ на криогенных компонентах и мероприятий по выходу из этих ситуаций и систем обеспечения безопасности испытаний; испытания двигателя РД0146Д с модельным соплом и диффузором и с натурным диффузором; верификацию результатов расчета истечения продуктов сгорания в газовом тракте двигателя на усовершенствованном испытательном стенде; исследования систем контроля опасных накоплений взрывоопасных газов при

испытаниях; исследования по планированию комплексной отработки сложных технических систем. Выполненные исследования позволили в полной мере обеспечить решение задач, поставленных в диссертационной работе.

Научная новизна работы заключается в разработке и обосновании эффективности технологии поэтапной экспериментальной отработки криогенных ЖРД различного назначения, в обосновании и разработке методики оптимизации процессов поэтапного захлаживания магистралей системы заправки криогенных компонентов и запуска двигателя с применением разработанных расчетных моделей процессов, в разработке методики отработки ЖРД и подтверждения их работоспособности и рабочих характеристик при ограниченном объеме испытаний.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что полученные выводы при исследовании процессов захлаживания и заправки вытеснительных систем подачи криогенных компонентов в три этапа дополняют теорию теплообмена в двухфазных системах.

Практическая значимость работы состоит в том, что произведена оптимизация схем экспериментальных испытательных установок для отработки агрегатов ракетно-космических систем, работающих на криогенных компонентах; разработана методика, позволяющая выполнить эффективную поэтапную отработку криогенных ЖРД в условиях комплексного воздействия внешних эксплуатационных (высотных) факторов; на основе современных средств информационных технологий и измерительной аппаратуры разработаны программный комплекс и усовершенствованная система диагностики, предупреждения нештатных ситуаций и аварийной защиты испытаний, существенно уменьшающая вероятность возникновения нештатных ситуаций и обеспечивает выход из возникших в процессе испытаний нештатных ситуаций.

Достоверность результатов экспериментальных исследований обеспечена использованием фундаментальных зависимостей теории, расчета и экспериментальной отработки ЖРД, применением в процессе экспериментальных исследований методов математического планирования экспериментов и апробированных методов и средств исследования, использованием аттестованной и сертифицированной измерительной аппаратуры.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее:

1. В автореферате не указаны опасные факторы, возникающие при испытаниях ЖРД и ДУ, работающих на криогенных компонентах топлива.

2. В автореферате не представлены структурные схемы и алгоритмы работы усовершенствованных программных комплексов систем диагностики и аварийной защиты испытаний, что не позволяет в полной мере оценить их возможности по обеспечению мер безопасности и парированию нештатных ситуаций.

Однако, данные замечания не снижают значения полученных научных и практических результатов диссертационной работы.

На основании изучения автореферата диссертации и публикаций автора можно сделать вывод о полноте проведенных автором исследований и соответствии темы диссертации паспорту научной специальности 05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов (технические науки).

Представленная к защите диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, установленным п.9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней" ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Галлеев А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов (технические науки).

Заместитель заведующего кафедрой  
инновационных технологий наукоемких отраслей  
Института проблем энергетической эффективности  
ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (НИУ "МЭИ")  
к.т.н., доцент

Милуков Игорь Александрович  
14 сентября 2018 г.

111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная ул., дом 14, НИУ "МЭИ".  
тел.: (495) 362-79-84. e-mail: [universe@mpei.ac.ru](mailto:universe@mpei.ac.ru)

Подпись Милукова И.А. заверяю.

Заместитель начальника управления по работе с персоналом  
НИУ "МЭИ"



Полевая Л.И.