

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Галеева Антона Валерьевича «Разработка технологии испытаний криогенных ракетных двигателей с имитацией воздействующих факторов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертационная работа Галеева Антона Валерьевича посвящена важной и актуальной задаче разработки технологии испытаний жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) на криогенных компонентах топлива.

В настоящее время в стадию практической реализации выходят работы по созданию верхних ступеней РН и разгонных блоков с ЖРД на кислородно-водородном топливе, также ступеней перспективных РН на топливе «кислород+СПГ». Специфика условий эксплуатации таких двигателей (высотный запуск, реализация высоких степеней расширения, в том числе с использованием сдвижных сопловых насадков, не позволяющая обеспечить безотрывное течение продуктов сгорания в сопле без применения специальных технических систем) в сочетании с криогенностью используемых компонентов (сложность воспроизведения тепло- и гидродинамики процессов в системах подачи) определяют существенные сложности в их наземной отработке, прежде всего в воспроизведении при наземных испытаниях натуральных условий работы ЖРД. При этом максимальная степень имитации натуральных условий в процессе наземной отработки ЖРД является важнейшим условием успешного проведения летных испытаний и последующей эксплуатации.

В свою очередь, существенное усложнение наземных стендов с учетом пожаровзрывоопасности криогенных горючих выдвигает на первый план задачу предотвращения аварийных ситуаций с ЖРД, что наиболее эффективно обеспечивается при последовательном усложнении решаемых при отработке задач, однако, в большинстве случаев не может быть реализовано из-за фактора ресурсных ограничений.

Таким образом, актуальной и востребованной задачей является разработка технологии экспериментальной отработки (ЭО) изделий ракетно-космических систем (РКС) и их внедрение в практику испытаний.

Диссертационная работа Галеева Антона Валерьевича посвящена важной и актуальной задаче разработки технологии испытаний жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) на криогенных компонентах топлива с имитацией воздействующих факторов, определяемых условиями эксплуатации в составе верхних ступеней ракет-носителей и разгонных блоков.

Научная новизна работы состоит в том, что автором обоснована технология поэтапной отработки ЖРД на криогенных компонентах топлива с различными сопловыми насадками при имитации условий эксплуатации на основе:

- разработанных моделей расчёта истечения газов в системе «сопло ЖРД – диффузор», учитывающих условия запуска диффузора и характер течения на участке секций насадка сопла, выполненных из композиционных материалов;

- разработанной методики захолаживания магистралей заправки криогенных систем испытательных стендов, позволяющей обеспечить имитацию натуральных условия запуска ЖРД;

- проведенной оптимизации стендовых систем с вытеснительными и насосными системами подачи компонентов для отработки агрегатов ЖРД применительно к различным вариантам конструктивного исполнения ЖРД и размерности по тяге;

- разработанных направлений применения усовершенствованных систем диагностики и аварийной защиты (СДАЗ) в сочетании с дополнительными мерами обеспечения безопасности проведения испытаний на водороде;

Практическая значимость работы заключается в том, что в диссертации решены задачи разработки технологии поэтапной отработки криогенных РД, рекомендованные для использования в практике экспериментальной отработки РКС, оптимизации схем ЭУ для отработки агрегатов ДУ, методик расчёта систем испытательного стенда, диагностики параметров объекта испытания с применением современных средств информационных технологий (ИТ) и программного комплекса (ПК) СДАЗ. Практическая реализация рекомендаций должна обеспечить, в условиях

ресурсных ограничений на ОКР, максимальное повышение надёжности двигателей и двигательных установок (ДУ) и безопасность проведения испытаний за счёт рационального усложнения решаемых задач отработки и увеличения охвата аварийных (нештатных) ситуаций при функционировании ЖРД.

Достоверность полученных результатов исследований обуславливается использованием известных физических моделей при воспроизведении тепло- и гидродинамики процессов в системах подачи, верификацией компьютерных моделей расчета систем испытательных стендов и двигательных установок с использованием обширной статистики натурных испытаний в ФКП «НИЦ РКП», а также хорошей сходимостью расчетных и экспериментальных данных по поведению параметров систем подачи криогенных ЖРД при их автономной отработке.

Основные результаты работы изложены в 7 научных статьях в рецензируемых изданиях, а также докладывались в период с 2015 по 2017 г. на шести российских и международных конференциях.

Следует отметить и некоторые недостатки работы.

1. В тексте автореферата (стр. 19) используемый критерий выхода из нештатной ситуации при кавитационном срыве бустерного насосного агрегата принят без теоретического обоснования, только по результатам успешной работы натурального изделия.

2. Используемое в работе количественное значение коэффициента охвата аварийных ситуаций ($K_{охв} = 0,8-0,9$) принято на основе экспертных оценок результатов функционирования системы диагностики и аварийной защиты при автономных, холодных и огневых испытаниях блока третьей ступени РН «Ангара» на стенде ФКП «НИЦ РКП», хотя более точные значения могут быть получены на основе обобщения статистических данных по результатам отработки всех оснащённых СДАЗ криогенных ЖРД последнего поколения.

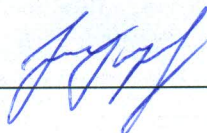
Однако, сделанные замечания не снижают высокого научно-технического уровня и практической значимости выполненной работы,

основные результаты которой отражены в достаточном количестве публикаций.

Рецензируемая диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Галеев Антон Валерьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв на автореферат рассмотрен и одобрен на заседании секции №12 НТС ФГУП ЦНИИмаш (протокол № 15 от 24.08. 2018).

И.о. начальника отдела 4101 «Научно-техническое сопровождение наземной экспериментальной отработки и лётные испытания двигательных установок»



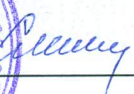
Ю.Г. Гусев

Заместитель начальника отдела 4101, к.т.н.
141070, Московская область, г.о. Королёв,
ул. Пионерская, 4. Тел.: 8-(495) 513-47-49
E-mail: 411@tsniimash.ru



Ю.А. Артюхов

Подписи Ю.Г. Гусева и Ю.А. Артюхова
удостоверяю: Главный учёный секретарь
ФГУП ЦНИИмаш, д.т.н., профессор

Ю.Н. Смагин