

Отзыв

научного руководителя д.т.н. Семёнова Вадима Ильича на диссертацию Пушкарева Дмитрия Сергеевича «Влияние входных давлений компонентов топлива на точность управления и регулирования многорежимных маршевых кислородно-керосиновых ЖРД типа РД191», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Пушкарев Дмитрий Сергеевич поступил в очную аспирантуру МАИ (НИУ) с целевым назначением для ОАО «НПО Энергомаш» после окончания МАИ (НИУ) в 2012г. на кафедру 209Б «Энергофизические системы».

Диссертационная работа посвящена повышению точности реализации значений тяги и соотношения расходов компонентов топлива, задаваемых системой управления ракеты-носителя на различных режимах работы двигателя за счет совершенствования методов, которые обеспечивают высокую точность управления и регулирования современных маршевых ЖРД в широком диапазоне изменения режимов.

Задача учета влияния входных давлений компонентов топлива на соотношение компонентов топлива остро встала при проектировании ракеты-носителя «Ангара-5», выполненной по блочной схеме (4 боковых блока (1 ступень) и 1 блок (центральный, 2 ступень) с двигателями РД191 каждый). Полет ракеты-носителя «Ангара-5» предусматривает одновременное включение каждого из 5-ти двигателей РД191 на запуске и их вывод на режим 100% по тяге. В процессе полета двигатель центрального блока дросселируется до уровня тяги в ~30%, а двигатели боковых блоков работают на режиме 100% при непрерывном ускорении ракеты-носителя. В связи с этим происходит значительный рост входных давлений компонентов топлива двигателя РД191 центрального блока, что стало фактором, приводящим к значительному увеличению значения соотношения расходов компонентов топлива вплоть до +10% от номинальной величины. Однако в техническом задании на двигатель РД191 для низких режимов по тяге (~30%) предусмотрена погрешность обеспечения значения соотношения расходов компонентов топлива не более чем на $\pm 4,5\%$.

В ходе диссертационного исследования автору необходимо было решить следующие основные задачи:

- провести анализ влияния входных давлений компонентов для компонентов кислород-керосин на точность обеспечения задаваемых системой управления РН соотношений расходов компонентов топлива при работе на различных режимах по тяге, в том числе, на режимах глубокого дросселирования;
- разработать методику, позволяющую учитывать влияние входных давлений компонентов на точность управления и регулирования на режимах глубокого дросселирования;
- разработать алгоритмы управления двигателем в полете и при проведении повторных испытаний на стенде, обеспечивающие требуемые уровни режима по тяге и соотношению расходов компонентов топлива.

Автором получены следующие основные научные результаты:

- разработана новая методика, позволяющая учитывать влияние входных давлений на точность управления и регулирования мощных многорежимных маршевых ЖРД на режимах глубокого дросселирования;

- разработаны алгоритмы управления и регулирования ЖРД при проведении доводочных испытаний двигателей и при штатной эксплуатации, обеспечивающие высокоточное управление и регулирование с учетом влияния изменения входных давлений компонентов.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 4 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также докладывались и обсуждались на 2 конференциях (1 статья опубликована в сборнике тезисов/докладов материалов конференции).

За время учебы в аспирантуре Пушкарев Д.С. активно принимал участие в работе сектора схем и проектов отдела ЖРД ОАО «НПО Энергомаш» в части разработки алгоритмов управления и регулирования двигателей. Автором предложена методика проведения испытаний двигателей РД191, на основе которой определено влияние монотонно изменяющихся входных давлений компонентов на соотношение расходов компонентов, проведен анализ полученных результатов испытаний. В технические условия на двигатель РД191 введен разработанный автором алгоритм управления и регулирования (акт внедрения результатов диссертационного исследования №АВ.728-001-2015 ОАО «НПО Энергомаш»), включающий управление двигателем при работе на режиме глубокого дросселирования.

Использование результатов диссертационного исследования позволило обеспечить необходимую точность работы системы управления расходом топлива ракет-носителей семейства «Ангара» и работу двигателя РД191 в эксплуатационном диапазоне значений тяги и соотношения расходов компонентов топлива в широких пределах изменения такого важного внешнего фактора, как входные давления компонентов топлива, на любых режимах работы двигателя. Эффективность разработанных автором мероприятий по учету влияния входных давлений компонентов алгоритмом управления и регулирования двигателя РД191, изложенных в диссертационной работе, подтверждается успешным проведением летного испытания тяжелой ракеты-носителя «Ангара-А5» 23.12.2014 г. и безупречной работой двигателей РД191 центрального и боковых блоков в части реализации заданных системами управления ракеты-носителя значений тяги и соотношения расходов компонентов топлива.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор Пушкарев Д.С. заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Научный руководитель

Заместитель главного конструктора по ЖРД
ОАО «НПО Энергомаш», д.т.н.


25.02.15.

В.И. Семёнов

Подпись заместителя главного конструктора по ЖРД ОАО «НПО Энергомаш», д.т.н.
Семёнова В.И. заверяю.

Ученый секретарь НТС
Энергомаш», к.т.н.



И.Г. Стороженко


25.02.15