

Отзыв

официального оппонента Редникова Сергея Николаевича
на диссертацию Бачурина Александра Борисовича
на тему «Гидроавтоматика регулируемой двигательной установки (разработка и
исследование)», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.04.13 – Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты.

Представленная Бачуриным Александром Борисовичем диссертация «ГИДРОАВТОМАТИКА РЕГУЛИРУЕМОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ (РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ)» состоит из четырех глав и выполнена на 146 страницах, список цитируемых источников 110 единиц.

Первая глава работы посвящена систематизации и анализу существующих систем управления РДДТ. Произведён критический анализ доступных литературных источников посвящённых системам управления тягой твёрдотопливных ракетных двигателей. Выявлены достоинства и недостатки методов, наиболее часто применяемых для предварительного расчёта параметров гидромашин систем управления. Анализируя систематизированный материал, автор работы, предложил свой, и достаточно оригинальный класс конструкций регулирующих тягу твёрдотопливного двигателя. Причём, анализируя существующие конструкции, была предложена комбинация двух, весьма перспективных, методов регулирования тяги предназначенная для двигателей малого и среднего уровня тяги.

Вторая глава диссертации посвящена описанию математического моделирования процессов, протекающих в элементах системы управления, обеспечивающих минимальный уровень пульсаций тяги. Здесь автор приводит основные допущения и ограничения в предлагаемой математической модели. Используя принцип иерархичности, производит анализ протекающих процессов при регулировании тяги как путём контроля за скоростью изменения площади поверхности горения, так и путём изменения площади критического сечения сопла.

Третья глава посвящена вопросам динамической устойчивости подсистем управляющего модуля. Определены зоны допустимого быстрогодействия отдельных элементов. Приводится анализ результатов математического моделирования.

Четвёртая глава посвящена экспериментальной проверке предложенных подходов в проектировании. Автором разработана как методика проведения натурного эксперимента, так и конструкционное решение по исследуемому модулю. Приведено описание натурного эксперимента и произведён анализ экспериментальных данных, приведены полученные доверительные интервалы. Произведена оценка адекватности предложенного метода расчёта рабочих параметров.

Кроме этого в работе автор приводит выводы, список использованных литературных источников и приложения.

Названия и объём основных разделов диссертации свидетельствует о научной глубине, широте и обоснованности проведённого соискателем исследования в теоретическом (глава 2, глава 3), экспериментальном и расчётно-конструкторском (глава 4) планах. Тем более что разработанная автором гидравлическая система управления тягой двигателя защищена патентом. Экспериментальные и теоретические исследования позволили оптимизировать конструкционные параметры гидравлической системы управления путём введения демпфирующего дросселя. Тема и содержание диссертации соответствует специальности 05.04.13 «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты»

Актуальность темы исследования

В современной ракетной технике широко используются ракетные двигатели и газогенераторы твердого топлива (РДТТ и ГГТТ), предназначенные для управления движением летательных аппаратов, что объясняется простотой их эксплуатации, высокой надежностью и малой стоимостью твердотопливных энергосиловых систем. Дальнейшая конкурентоспособность РДТТ по сравнению с жидкостными ракетными двигателями зависит от того, как удастся решить проблему глубокого управления модулем тяги РДТТ. Надо отметить, что эта комплексная проблема решается разработкой схемных решений, технических и конструкторских элементов двигателя, созданием надежных и дееспособных электрогидравлических систем и гидроагрегатов. Разработка и создание электрогидравлической системы управления, позволяющая реализовать разные циклограммы тяги, где максимальный и минимальный уровни могут отличаться в 50 и более раз. Обеспечение такого широкого диапазона регулирования в РДТТ, особенно в жестких условиях нисходящей ветви траектории полета, представляет собой актуальную научную задачу.

Новизна исследования и полученных результатов

1. Новая принципиальная и компоновочная схема электрогидравлической системы управления двигательной установки (патент № 2443895), отличающаяся наличием встроенного делителя потока, регулятора расхода, струйной гидравлической рулевой машины и системы гашения порохового заряда, позволяющая повысить надежность и эффективность работы системы.

2. Математическая модель электрогидравлической системы управления РДУ, заключающаяся в моделировании статических и динамических характеристик устройств гидроавтоматики, входящих в состав РДУ, позволяющая обеспечивать при разработке необходимые требования к качеству переходных процессов.

3. Методика моделирования процессов в электрогидравлической системе РДУ, включающая этапы моделирования, исследования и прогнозирования параметров и характеристик устройств гидроавтоматики РДУ, позволяющая повысить качество проектирования и сократить сроки доводки.

Достоверность научных положений, результатов и выводов диссертации

Количественное и качественное согласование расчетных значений полученных диссертантом с теоретическими и экспериментальными данными подтверждает достоверность основных результатов работы. Математические модели рабочего процесса составлены в соответствии с классическими законами механики жидкости и газа, в расчётах использовались распространённые пакеты прикладных программ.

Физический эксперимент проводился в форме многократных испытаний. Результаты опытов были обработаны методами математической статистики и сопоставлены с результатами расчётов.

Работа апробирована на ряде международных и всероссийских конференций. Список публикаций включает двадцать четыре наименования.

Практическая ценность диссертации определяется сокращением объёма сложных и дорогостоящих экспериментов при разработке и доводке электрогидравлической системы управления регулируемой двигательной установки.

Значения полученных результатов для практики проектирования гидроагрегатов определяются тем, что они дают необходимый инструментарий для проектирования, моделирования и доводки системы гидроавтоматики РДУ. Техническая новизна подтверждена патентом.

Практическая значимость результатов подтверждается сведениями об их внедрении при проектировании электрогидравлической аппаратуры в производственную деятельность, а также используются в учебном процессе ФГБОУ ВПО «УГАТУ» при подготовке магистров направления 141100 – Энергомашиностроение при проведении аудиторных занятий по дисциплинам «Математическое моделирование переходных процессов в системах гидравлических и пневматических приводов» и «Современные системы гидравлических и пневматических приводов».

Замечания

В тоже время необходимо отметить следующее:

1. В гидравлической машине для регулирования минимального сечения сопла было введено демпфирующее звено (стр. 68), которое, как известно, увеличивает время переходного процесса. В то же время автор в выводах по диссертационной работе указывает о значительном сокращении времени переходного процесса в электрогидравлической системе РДУ. Следовало бы обосновать необходимость введения демпфирующего звена в электрогидравлическую систему.

2. Предложенная схема гашения заряда с балластным каналом имеет ограничения по диаметру заряда и виду топлива.

3. Крайне желателен был бы учёт нагрева элементов управления при горении заряда.

4. Желательно учитывать изменение геометрии сопла в ходе высокотемпературного воздействия.

