



Публичное акционерное общество Научно-производственное объединение «Наука»
ОГРН 1027700037420 ИНН 7714005350 КПП 774850001 ОКПО 07536712
125040, г. Москва, 3-я ул. Ямского поля, д. 2, корп. 11
Телефон: +7 (495) 775-31-10, факс: +7 (495) 775-31-11
E-mail: info@npo-nauka.ru, www.npo-nauka.ru

Дата _____ № _____

На № _____ от _____

Отзыв

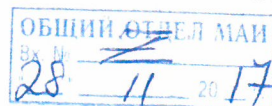
на автореферат диссертационной работы

Минина Николая Владимировича

на тему «Методика выбора проектных параметров комбинированного пульсирующего ВРД со свободнопоршневым нагнетателем для малоразмерных БПЛА», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.07.05 — «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Создание перспективных малоразмерных БПЛА требует решения важных задач повышения надежности и ресурса двигательных установок (ДУ), что может быть обеспечено переходом к использованию комбинированной двигательной установки. Достоверное моделирование рабочего процесса такого типа ДУ даёт возможность отразить реальные физические процессы и проследить за поведением параметров, оказывающих непосредственное влияние на работу двигателя и его агрегатов. Создание методики выбора проектных параметров с подачей рабочего тела с помощью свободно поршневого нагнетателя, в качестве двигательной установки для малоразмерных летательных аппаратов различного назначения является целью диссертационной работы.

Актуальность работы следует из необходимости рассмотреть большое число вариантов конструктивного исполнения на этапе первоначального проектирования и создать оптимальную, рациональную конструкцию при обеспечении максимальной энергетической и массовой эффективности и оптимиза-



ции материальных затрат, а так же расширить задачи и области применения малоразмерных БПЛА, использующих комбинированную силовую установку нового типа.

Практическая значимость и научная новизна рецензируемой работы определяются разработкой и верификацией методики определения параметров комбинированного пульсирующего ВРД со свободнопоршневым нагнетателем (СПН), позволяющей найти конструктивные параметры реактивной системы малоразмерного БПЛА для полёта на заданной высоте с заданной скоростью. Важной частью работы также является предложенная методика расчета оптимального соотношения параметров процесса охлаждения внутренних теплонагруженных узлов продувкой топливной смесью, а так же способ повышения тяговой эффективности пульсирующего ВРД путем присоединения дополнительной массы в эжекторном усилителе тяги.

Обоснованность и достоверность научных положений, представленных выводов и рекомендаций определяется строгостью используемого математического аппарата и корректным использованием фундаментальных уравнений теории, расчета и проектирования силовых установок ЛА. Сравнение результатов численного моделирования с известными экспериментальными данными и проверкой достоверности на упрощенных моделях, для которых существуют аналитические решения, обеспечило сходимость результатов расчетов и эксперимента.

При исследовании физических процессов используются допущения: стенка СПН адиабатическая, продукты сгорания и компоненты топлива являются идеальными газами, химические реакции протекают бесконечно быстро, расчеты стационарны.

Делается положительный вывод о возможности применения использованных допущений на базе хорошей сходимости с экспериментальными данными разница не превышает 7-9 %.

Во введении сформулирована актуальность темы работы. Проанализированы основные проблемы существующих двигательных установок. Отмечена научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных ре-

зультатов. Приведены основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации результатов работы и описана структура диссертации.

В первой главе проведен анализ публикаций, рассматриваются общие вопросы существующих малоразмерных авиационных двигателей применяемых на БПЛА, обращается внимание на их характерные особенности, производится сравнение ВРД с двигателями других типов, определяются области оптимального применения, исследуются недостатки современных двигательных установок. Этот обзор показывает, что использование в качестве ДУ и ее элементов свободнопоршневых двигателей представляет определённый интерес.

Во второй главе описывается объект исследования – комбинированный ПуВРД со свободнопоршневым нагнетателем. Показано, что идеологической основой является использование свободно поршневой техники в качестве системы подачи компонентов в камеру сгорания, а так же расчет и построение характеристик ДУ для совмещения с проектным заданием на малоразмерный БПЛА. Производится разработка методики определения основных проектных параметров.

В третьей главе производятся расчеты по разработанным методикам и математическое моделирование различных комбинаций проектных параметров с целью определения оптимальных значений.

Рассмотрено влияние частоты работы двигателя на его тяговые характеристики и ресурс. Исследуется влияние скорости продувки топливной смесью на охлаждение теплонапряженных узлов ДУ.

Показано значительное влияние коэффициента усиления тяги от скорости полета в исследуемых случаях. Выводы и результаты сопровождаются объяснением явлений с точки зрения теории.

В четвертой главе проведена верификация методики выбора проектных параметров сравнением с результатами экспериментального исследования. Получена хорошая сходимость экспериментальных и расчетных данных, что говорит о возможности применения допущений, моделей физических процессов и расчетной постановки исследования для изучения рабочих процессов. На основании разработанной методики проведена оценка основных параметров ЛА

со стартовой массой от 1 до 100 кг и показано, что предложенный новый вариант комбинированной ДУ, обладает массовой эффективностью, сравнимой с известными разработками, и заслуживает дальнейшего более полного исследования.

Положительно оценивая работу в целом, необходимо высказать следующие замечания:

1. В работе проведено исследование увеличения скорости поршня СПН, но не рассмотрены материалы, из которых должна быть выполнена поршневая группа.

2. Не учитывается сток тепла через стенки камеры сгорания (КС).

3. Указывается, что на основе предварительного исследования в качестве элементов конструкции комбинированной ДУ, могут использоваться элементы малых ДВС. Желательно также было предоставить более подробную информацию о размерном ряде существующих двигателей.

4. Не проводится сравнение эффективности эжекторного усилителя тяги на различных режимах работы.

5. Требуется более подробное исследование зависимости износа металлической мембраны от частоты работы СПН.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация Минина Н. В. является законченной научно квалификационной работой, включающей в себя совокупность новых научных результатов и положений, их обоснование и применение к практическим задачам проектирования двигателей малоразмерных БПЛА. Цель работы достигнута. Диссертация написана технически грамотным языком, содержит логически стройный материал.

Диссертация отвечает требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Минин Николай Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые,

электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Главный конструктор

ПАО НПО «Наука», к.т.н.



Игорь Валерьевич Тищенко

Почтовый адрес: 3-я ул. Ямского поля, вл.2, г. Москва, Россия, 125040

Контактный телефон: 8 (495) 775-31-10, доб. 12-91

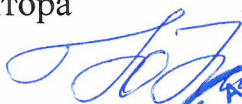
Адрес электронной почты: iv.tishchenko@npo-nauka.ru



Личную подпись Тищенко И.В. заверяю:

Заместитель Директора

по персоналу



Юлия Александровна Кислицына



Тищенко - 28.11.2017г