**Проект 6.**

**Численные исследования газодинамических процессов в пульсирующем воздушно-реактивном двигателе**

|  |  |
| --- | --- |
| Автор  | Сиденко Кирилл |
| Место учебы/работы (полностью) | ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» |
| Номинация конкурса | инжиниринговые проекты |

**СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Название проекта | **Численные исследования газодинамических процессов в пульсирующем воздушно-реактивном двигателе** |
| Аннотация проекта | Создание модели, для проведения расчетов внутреннего течения потока в камере сгорания пульсирующего воздушно-реактивного двигателя (ПуВРД). Модель позволит определить конструктивные элементы впускного тракта, камеры сгорания и резонаторной трубы, влияющие на появление турбулентных течений, вихрей и рециркуляционных зон. По результатам расчетов будут даны рекомендации по изготовлению конструктивных элементов впускного тракта, камеры сгорания и резонаторнойтрубы. По итогам огневых испытаний будет проведен сравнительный анализ с результатами численных расчетов. Выполненные расчеты по созданной модели позволят минимизировать затраты на стадии проектирования и доводки двигателя.  |
| География проекта | г. Тольятти |
| Целевая аудитория  | Создание научно-исследовательской лаборатории, позволяющей проводить исследовательские работы по газодинамическим процессам в камерах сгорания силовых установок. Расчеты, проектирование и подготовка производства пульсирующих воздушно-реактивных двигателей. Создание новых рабочих мест для молодых специалистов, выпускников ТГУ. |
| Решаемая проблема  | В известных пульсирующих воздушно-реактивных двигателях (ПуВРД) тракт двигателя выполнен в виде латинской буквы «U», концы которой обращены назад по ходу движения аппарата, при этом истечение реактивной струи происходит сразу из обоих концов. Поступление свежего воздуха в камеру сгорания осуществляется за счет волны разряжения, возникающей после импульса.Данная конструкция ПуВРДимеет существенный недостаток. При увеличении скорости летательного аппарата (ЛА) поступление свежего воздуха в камеру сгорания уменьшается, это приводит к уменьшению тяги двигателя. Как правило максимальная скорость ЛА весом 70 кг в горизонтальном полете с «U образным двигателем не превышает 60 м/сек.Предлагается бесклапанный ПуВРД, впускная труба которого направлена навстречу потоку.Преимуществом данной конструкции является прогрессивная характеристика тяги, т. е. с увеличением скорости набегающего потока увеличивается наполнение свежим воздухом камеры сгорания и, как следствие,тяга двигателя возрастает. В настоящее время созданы экспериментальные опытные образцы пульсирующих воздушно-реактивных двигателей. Применение данного вида двигателя возможно на самолётах-мишенях со скоростями полёта до 200 м/с, что в настоящее время является актуальной темой. Интерес как у нас в России, так и в мире к созданию ПуВРД повышенной тяги и оснащению ими скоростных без пилотных летательных аппаратов, обусловлен простотой конструкции, дешевизной и надежностью двигателя. |
| Значимость проекта | Постановление Правительства Самарской области от 14.11.2013 №622 "Об утверждении государственной программы Самарской области "Создание благоприятных условий для инвестиционной и инновационной деятельности в Самарской области" на 2014 - 2030 годы. |
| Цель проекта  | Целью проекта является снижение материальных и временных затрат, связанных с проведением доводочных работ при разработке пульсирующего воздушно-реактивного двигателя повышенной тяги. Срок выполнения проекта с мая по декабрь 2020 г. |
| Задачи  | Увеличить тяговые характеристики пульсирующего воздушно-реактивного двигателя путем оптимизацииэлементов впускного тракта, камеры сгорания и резонаторной трубы с помощью созданной модели расчета газодинамических процессов. |
| Результаты и способ их измерения  | На основании проведенных расчетов внести изменения в конструкциюпульсирующего воздушно-реактивного двигателя, провести огневые стендовые испытания в моторном боксе и измерить тяговые характеристики.Оформление протокола испытаний совместно с представителями научно-производственная фирмы «РОТОР». |
| Методы реализации проекта  | 1. Создание расчетной модели в программе AutodeskFusion 360.
2. Проведение численных расчетов газодинамических процессов с помощью программы AutodeskCFD 2019.2 в проточной части двигателя для определения оптимальной конструктивной схемы способствующей максимальной скорости сгорания топлива.
3. На основании проведенных расчетов внести необходимые изменения в конструкцию впускного тракта, камеры сгорания и резонаторной трубы, базового пульсирующего воздушно-реактивного двигателя.
4. Стендовые огневые испытания модернизированного двигателя с замерами параметров рабочего процесса и тяговых характеристик.
 |
| Возможность коммерциализации проекта | Данный двигатель планируется устанавливать на мишенный комплекс ГЕРМЕС 200. Конечным потребителем этого комплекса является АО «КБП» — акционерное общество «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», г. Тула. |
| Привлечение общественности и профессионального сообщества к реализации проекта | Научно-производственная фирма «РОТОР» предоставит контрольно-измерительное оборудование и стенд в моторном боксе для проведения огневых испытаний двигателя. |
| Информация о команде проекта | 1. Постановка задачи исследования руководитель проекта д.т.н. Егоров Александр Григорьевич.
2. Разработка расчетной модели, численные исследования газодинамических процессов с помощью программы AutodeskCFD 2019.2 - Сиденко Кирилл Алексеевич, студент 2 курса.
3. Анализ полученных результатов расчета и выбор комплектации двигателя руководитель проекта Егоров А.Г, Сиденко К.А.
4. Огневые испытания в моторном боксе ООО НПФ «РОТОР» - Егоров А.Г., Сиденко К.А.
5. Обработка результатов испытаний - Егоров А.Г., Сиденко К.А., ООО НПФ «РОТОР».
6. Подготовка и оформление отчета Сиденко К.А.,
 |
| Личный вклад каждого члена команды в разработку проекта | 1. Постановка задачи исследования - Егоров А.Г., д.т.н., научный руководитель.
2. Создание расчетной модели, численные исследования газодинамических процессов в проточной части двигателя - Сиденко К.А., студент 2 курса.
3. Проведение огневых испытаний в моторном боксе на производственной базе ООО НПФ «РОТОР» - Егоров А.Г., Сиденко К.А., специалисты ООО НПФ «РОТОР».
4. Анализ полученных результатов Егоров А.Г., Сиденко К.А., НПФ «РОТОР».
 |
| Информационное сопровождение проекта | По результатам работ, выполненных по проекту будет подана заявка на полезную модель, опубликованы статьи, сделаны доклады на научно-технических конференциях. |
| Устойчивость проекта (дальнейшее развитие проекта) | По полученным результатам исследований планируется проведение работ по создании двигателя, работающего при сверхзвуке.В настоящее время сверхзвуковых мишеней массой до 300 кг, не существует. |
| Апробация работы | * 1. Патент №2714463, решение о выдаче патента по заявке №2019127573/06(054106),
	2. Монография «Стволовые и эжекторныепульсирующие воздушно-реактивные двигатели. Работа в детонационном режиме» К.В. Мигалин, К.А. Сиденко, А.Г. Егоров,
	3. Доклад на XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, г. Самара, 26-27 сентября 2019 г. «Результаты разработки ПуВРД с использованием волнового механизма горения» Мигалин К.В., Бирюк В.В., Цыбизов Ю.И., Глебов Г.А., Сиденко К.А
	4. Доклад на 9-й международной конференции «Перспективные технологии, материалы и приборы для космических и земных приложений».г. Ярославль, 7-11 октября 2019 г. Два инженерных решения задачи создания детонационного воздушно-реактивного. Мигалин К.В., Амброжевич А.В.., Егоров А.Г., Сиденко К.А
 |
| План реализации проекта |
| Наименование и описание мероприятия (этапа) проекта | Сроки начала и окончания | Ожидаемые итоги |
| Постановка задачи исследования | май | Формулировка задачи |
| Создание расчетной модели | июнь | Отладка программы |
| Численные исследование газодинамическихпоцессов в проточной части ПуВРД | Июль-сентябрь | Проведение расчетов. |
| Внесение конструктивных изменений в элементы впускного тракта, камеры сгорания и резонаторной трубы опытного образца ПуВРД | октябрь | Изготовление и монтаж оптимальных элементов конструкции двигателя |
| Проведение стендовых огневых испытаний пульсирующего воздушно-реактивного двигателя в моторном боксе | ноябрь | Получение рабочих и тяговых характеристик двигателя |
| Подготовка и оформление отчета о реализации проекта | декабрь | Отчет |

**СМЕТА**

**РАСХОДОВ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТА**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование статьи расходов | Единица - (чел., мес., шт. и т.п.) | Кол-во | Цена(руб.) |
| 1 | Оплата пошлин за подачу заявки и ее поддержание  |  | 1 | 7000 |
| 2 | Оплата организационных взносов за участие в конференции |  |  1 |  15000 |
| 3 | Оплата за публикацию статей в журналах |  |  1 |  13000 |
| … | Зарплата студента |  |  1 |  15000 |
|  | Итого: |  |  | 50 000 |