



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016100581/06, 11.01.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.01.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.01.2016

(45) Опубликовано: 10.08.2016

Адрес для переписки:

197227, Санкт-Петербург, а/я 405, Воропаю  
Сергею Александровичу

(72) Автор(ы):

Присяжнюк Сергей Прокофьевич (RU),  
Безруков Юрий Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Закрытое акционерное общество "Институт  
телекоммуникаций" (RU)

(54) ПУЛЬСИРУЮЩИЙ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель может быть использован в качестве двигателя небольших беспилотных летательных аппаратов, таких как зенитные, авиационные и тактические ракеты, беспилотные разведчики, летающие мишени и т.п. Смесь воздуха и топлива поджигается в камере сгорания 1 и, образовавшиеся в процессе сгорания топливовоздушной смеси газы, расширяясь выходят как из открытой части первого контура параболической камеры сгорания 1, так и из сверхзвукового сопла 3 второго контура, создавая необходимую тягу. Газы из первого контура выходят сразу, в то время как газы во втором контуре продолжают движение в длинном сверхзвуковом сопле 3, создавая тем самым разрежение в камере сгорания 1. Свежая порция воздуха засасывается в камеру сгорания 1, через зазор между внутренней стенкой параболоида 2

и сверхзвуковым соплом 3, куда также через форсунки 7 впрыскивается топливо. В то же самое время из второго контура часть газов возвращается назад за счет колебательного процесса, в результате чего новая порция топливовоздушной смеси сжимается, воспламеняется и цикл работы двигателя повторяется. Обеспечивается устранение вибрацию от момента сил при разновременных колебаниях газового столба, существенно уменьшается лобовое сопротивление за счет того, что наружная поверхность первого контура камеры сгорания представляет собой поверхность с низким коэффициентом аэродинамического сопротивления, а отсутствие каких-либо клапанов повышает долговечность пульсирующего воздушно-реактивного двигателя. 1 н.п. ф-лы, 1 ил.

RU  
163847  
U1

RU  
163847  
U1

Полезная модель относится к двигателям летательных аппаратов, и может быть использовано в качестве двигателя небольших беспилотных летательных аппаратов, таких как зенитные, авиационные и тактические ракеты, беспилотные разведчики, летающие мишени и т.п.

5 Известен пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПуВРД), содержащий, в частности, цилиндрическую камеру сгорания, резонаторную трубу, впускные патрубки, форсунку и запальную свечу, отличающийся тем, что впускные патрубки на цилиндрической камере сгорания размещены оппозитно, а подача топлива осуществляется через вихревую предкамеру во фронтальной части камеры сгорания, см. патент РФ №2300005. Данное изобретение повышает термодинамический КПД путем

10 увеличения амплитуды пульсации давления.

Известен пульсирующий воздушно-реактивный детонационный двигатель, содержащий, в частности, цилиндрическую камеру сгорания, резонаторную трубу, впускную трубу и форсунки, отличающийся тем, что камера сгорания в головной части

15 разделена на два объема трубчатым или пластинчатым пакетом, при этом первый по ходу течения объем в головной части имеет топливную форсунку и соединен с впускной трубой и форкамерой, установленной напротив форсунки, а второй объем камеры сгорания по ходу течения за трубчатым или пластинчатым элементом снабжен свечами зажигания, установленными за топливными форсунками, и имеет стенки, выполненные

20 с кольцевыми гофрами и далее соединен с резонаторной трубой, см патент РФ №2443893. Данное изобретение направлено на повышение термодинамического КПД путем увеличения амплитуды пульсаций давления.

Общий принцип работы ПуВРД заключается в следующем.

Воздух, проходя через конфузорную часть двигателя, увеличивает свою скорость,

25 вследствие чего давление на этом участке падает, что приводит к подсосыванию топлива, которое в перемешанном виде поступает в камеру сгорания. Первоначально топливно-воздушная смесь, заполнившая объем камеры сгорания, воспламеняется с помощью электрической свечи. Когда двигатель выйдет на рабочий режим, вновь поступающая в камеру сгорания топливно-воздушная смесь воспламеняется не от постороннего

30 источника, а от горячих газов. Образовавшиеся в процессе сгорания топливовоздушной смеси газы резко повышают давление в камере сгорания, и пластинчатые клапаны клапанной решетки закрываются, а газы устремляются в открытую часть камеры сгорания в сторону выхлопной трубы. В некоторый момент давление и температура газов достигают своего максимального значения. В этот период скорость истечения

35 газов из реактивного сопла и тяга, развиваемая двигателем, также максимальны. Под действием повышенного давления в камере сгорания горячие газы движутся в виде газового «поршня», который, проходя через реактивное сопло, приобретает максимальную кинетическую энергию. По мере выхода основной массы газов из камеры сгорания давление в ней начинает падать. Таким образом, в рабочей трубе двигателя

40 в процессе его работы происходит колебание газового столба: в период повышенного давления в камере сгорания газы движутся в сторону выхода, в период пониженного давления - в сторону камеры сгорания. И чем интенсивнее колебания газового столба в рабочей трубе, тем глубже величина разрежения в камере сгорания, тем больше в нее поступит топливно-воздушной смеси, что, в свою очередь, приведет к повышению

45 давления, а следовательно, и к увеличению тяги, развиваемой двигателем за рабочий цикл.

Недостатками ПуВРД, равно как и всех других известных пульсирующих воздушно-реактивных двигателей с клапанами является их низкая долговечность вследствие

прогорания клапанов. Существенным ограничением известных пульсирующих воздушно-реактивных двигателей является также то, что они требуют разгона до рабочей скорости 100 м/с и их использование ограничено скоростью порядка 250 м/с., большое лобового сопротивления, которое на околозвуковых скоростях «съедает» почти всю тягу, создаваемую этим двигателем, а также вибрация, создаваемая интенсивными колебаниями газового столба в трубах двигателя.

Бесклапанные ПуВРД, иначе - U-образные ПуВРД, характеризуются тем, что в этих двигателях отсутствуют механические воздушные клапаны, а чтобы обратное движение рабочего тела не приводило к уменьшению тяги, тракт двигателя выполняется в форме латинской буквы «U», концы которой обращены назад по ходу движения аппарата, при этом истечение реактивной струи происходит сразу из обоих концов тракта. Поступление свежего воздуха в камеру сгорания осуществляется за счет волны разрежения, возникающей после импульса и «вентилирующей» камеру, а изошренная форма тракта служит для наилучшего выполнения этой функции. Отсутствие клапанов позволяет избавиться от характерного недостатка клапанного ПуВРД - их низкой долговечности (на самолете-снаряде Фау-1 клапаны прогорали приблизительно после получаса полета, чего вполне хватало для выполнения его боевых задач, но абсолютно неприемлемо для аппарата многократного использования), см. <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

Данное техническое решение принято в качестве прототипа.

Задачей полезной модели является повышение долговечности пульсирующего воздушно-реактивного двигателя, уменьшение лобового сопротивления и повышение мощности двигателя, а также снижение его вибрации.

Сущность заявляемой полезной модели как технического решения выражается в следующей совокупности существенных признаков, достаточной для достижения указанного выше обеспечиваемого полезной моделью технического результата.

Согласно полезной модели пульсирующий воздушно-реактивный двигатель, содержащий, камеру сгорания, форсунку для топлива и запальную свечу, характеризуется тем, что камера сгорания выполнена двухконтурной, первый ее контур выполнен в виде полого тела со стенками в форме эллиптического параболоида, а второй контур выполнен в виде сверхзвукового сопла Лавалья, ориентированного по главной оси параболоида, при этом докритический участок сверхзвукового сопла размещен внутри параболоида в первом контуре камеры сгорания с зазором относительно внутренней поверхности его стенок, а его закритический участок размещен вне параболоида, при этом запальная свеча зажигания и форсунки для топлива размещены в полости первого контура камеры сгорания.

В этом заключается совокупность существенных признаков полезной модели, обеспечивающая получение технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Обеспечиваемый полезной моделью технический результат заключается в том, что размещение на одной оси первого контура камеры сгорания в форме параболоида и второго контура, в виде сверхзвукового сопла, устраняет вибрацию от момента сил при одновременных колебаниях газового столба, существенно уменьшает лобовое сопротивление за счет того, что наружная поверхность первого контура камеры сгорания представляет собой поверхность с низким коэффициентом аэродинамического сопротивления, а отсутствие каких-либо клапанов повышает долговечность пульсирующего воздушно-реактивного двигателя.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, на котором представлен

продольный разрез по заявленному устройству.

Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель содержит камеру сгорания 1. Первый ее контур выполнен в виде полого тела со стенками в форме эллиптического параболоида 2, а второй контур выполнен в виде сверхзвукового сопла Лавалья 3, ориентированного по главной оси параболоида 2. Докритический участок 4 сверхзвукового сопла 3 размещен внутри параболоида 2 с зазором относительно внутренней поверхности его стенок. Закритический участок 5 сверхзвукового сопла 3 размещен вне параболоида 2. Камера сгорания 1 снабжена размещенными внутри параболоида 2 запальной свечей зажигания 6 и форсунками 7 для топлива.

Заявленное устройство работает следующим образом.

Смесь воздуха и топлива поджигается в камере сгорания 1. Свеча зажигания 6 нужна только для запуска, дальнейшее горение поддерживается горячими газами, которые присутствуют в камере сгорания 1 постоянно, а также раскаленными конструкциями двигателя. Смесь топлива и воздуха сгорает и, образовавшиеся в процессе сгорания топливовоздушной смеси газы, расширяясь выходят как из открытой части первого контура параболической камеры сгорания 1, так и из сверхзвукового сопла 3 второго контура, создавая необходимую тягу.

Газы из первого контура выходят сразу, в то время как газы во втором контуре продолжают движение в длинном сверхзвуковом сопле 3, создавая тем самым разрежение в камере сгорания 1. Свежая порция воздуха засасывается в камеру сгорания 1, через зазор между внутренней стенкой параболоида 2 и сверхзвуковым соплом 3, куда также через форсунки 7 впрыскивается топливо. В то же самое время из второго контура часть газов возвращается назад за счет колебательного процесса, в результате чего новая порция топливовоздушной смеси сжимается, воспламеняется и цикл работы двигателя повторяется.

Заявленное техническое решение устраняет вибрацию от момента сил при одновременных колебаниях газового столба, существенно уменьшает лобовое сопротивление за счет того, что наружная поверхность первого контура камеры сгорания представляет собой поверхность с низким коэффициентом аэродинамического сопротивления, а отсутствие каких-либо клапанов повышает долговечность пульсирующего воздушно-реактивного двигателя.

Заявленное техническое решение может быть реализовано с использованием известных технических средств и технологий.

#### Формула полезной модели

Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель, включающий камеру сгорания, форсунку для топлива и запальную свечу, отличающийся тем, что камера сгорания выполнена двухконтурной, первый ее контур выполнен в виде полого тела со стенками в форме эллиптического параболоида, а второй контур выполнен в виде сверхзвукового сопла Лавалья, ориентированного по главной оси параболоида, при этом докритический участок сверхзвукового сопла размещен внутри параболоида в первом контуре камеры сгорания с зазором относительно внутренней поверхности его стенок, а его закритический участок размещен вне параболоида, при этом запальная свеча зажигания и форсунки для топлива размещены в полости первого контура камеры сгорания.



Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель

