

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **7635**  
(13) **С1**  
(46) **2005.12.30**  
(51)<sup>7</sup> **F 02K 7/02**

(54)

**РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

(21) Номер заявки: а 20021004

(22) 2002.12.12

(43) 2004.06.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

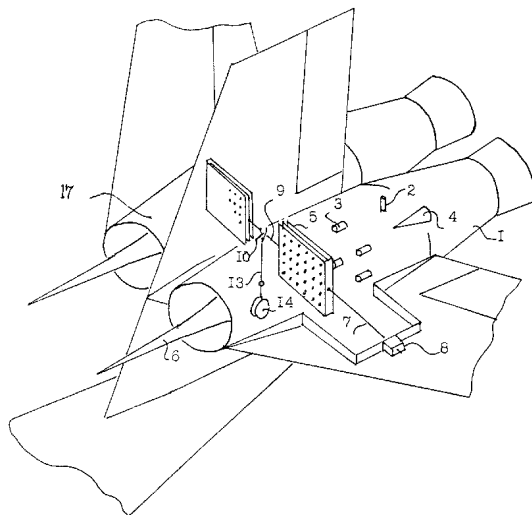
(72) Автор: Северянин Виталий Степанович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

(56) 1. ФЭС, 1960, т.1, с. 295.  
2. RU 2080467 С1, 1997.  
3. RU 2059852 С1, 1996.

(57)

1. Реактивный двигатель, содержащий корпус с иглой, топливными форсунками и стабилизатором пламени, **отличающийся** тем, что дополнительно снабжен аналогичным корпусом и выполнен парным, внутри каждого корпуса установлены воздушные клапаны в виде коробки воздушных клапанов, включающей две перфорированные плоскости с диаметром отверстий от 10 до 15 мм, установленные с зазором от 2 до 3 мм между собой с совпадением отверстий перфорации, и перфорированный лист с аналогичными отверстиями, установленный в зазоре между перфорированными плоскостями с возможностью совершения колебательного движения относительно последних посредством соединенного с ним штока и кулисы, управляемой электромагнитом, причем при совпадении отверстий перфорированных плоскостей с отверстиями перфорированного листа коробки воздушных клапанов первого корпуса отверстия перфорированных плоскостей коробки воздушных клапанов второго корпуса закрыты, при этом коробка воздушных клапанов каждого из корпусов выполнена с возможностью вывода ее из корпуса посредством соединенной с перфорированными плоскостями тяги с сервоприводом.



Фиг. 1

**ВУ 7635 С1 2005.12.30**

## ВУ 7635 С1 2005.12.30

2. Двигатель по п. 1, **отличающийся** тем, что шток перфорированного листа коробки воздушных клапанов первого корпуса имеет выступы, размещенные в прорези, выполненной в штоке перфорированного листа коробки воздушных клапанов второго корпуса и взаимодействующие с вилкой, выполненной на кулисе.

---

Реактивный двигатель относится к авиационной технике и может быть использован при создании летательных аппаратов (истребители, бомбардировщики, пассажирские самолеты, стратопланы и т.д.).

Известны прямоточные воздушно-реактивные двигатели - ПВРД, отличающиеся простотой конструкции, надежностью, позволяющие достигать скоростей более двух М в атмосфере Земли. Они состоят из цилиндрического корпуса переменного сечения, который образует компрессор, камеру сгорания, сопло [1]. В компрессорной части установлен корпус ("игла") для уменьшения потерь скоростного напора, в камере сгорания - группа форсунок для подачи горючего, сверхзвуковое сопло изготовлено с переменным сечением. Основным недостатком аналога - требование предварительного разгона аппарата с таким двигателем, так как ПВРД начинает работать при наличии существенного скоростного напора воздуха. Поэтому требуются пусковые мероприятия и действия (разгонная эстакада, пусковые ракетные установки, несущий самолет и т.д.).

Известны [2] (прототип) также воздушнореактивные двигатели с пульсирующим горением - ПуВРД, способные стартовать с нулевой скорости. Эта особенность позволила создать самолет-снаряд ФАУ-1, широко (изготовлено несколько тысяч) использовавшихся во второй мировой войне. ПуВРД состоит из удлиненного цилиндрического корпуса, в передней части которого смонтирована группа клапанов, периодически перекрывающая поток воздуха. Далее по ходу воздуха установлены форсунки. При горении топлива в корпусе возникает автоколебательный режим течения газов ("пульсирующее горение") по закономерностям стоячей акустической волны. Воздушные клапаны работают автоматически (закрываются при повышении давления газов при сгорании, открываются при снижении). Недостаток прототипа - низкие скорости летательного аппарата (ФАУ-1 сбивались дозвуковыми истребителями), ибо по принципу работы сверхзвуковой поток недопустим для стоячей волны в данной схеме. Кроме того, пульсационный режим работы означает очень высокий уровень шума (100...140 дБ), излучаемый из зоны горения.

Задача, на решение которой направлено изобретение, состоит в создании реактивного двигателя, способного стартовать с нулевой скорости и затем развивать скорость в атмосфере в несколько М. Задача решается тем, что после разгона на пульсационном режиме из рабочей части корпуса двигателя удаляются воздушные клапаны в пилон или крылья или стабилизатор, и ПуВРД превращается в ПВРД, двигатель является парным, а оба корпуса работают в противофазе при пульсационном режиме. Когда повышение давления в одном корпусе сопровождается снижением в другом. Технический результат заключается в противофазном шумоглушении при старте и достижении нескольких М в полете.

Это достигается тем, что реактивный двигатель, содержащий корпус с иглой, топливными форсунками и стабилизатором пламени, дополнительно снабжен аналогичным корпусом и выполнен парным, внутри каждого корпуса установлены воздушные клапаны в виде коробки воздушных клапанов, включающей две перфорированные плоскости с диаметром отверстий от 10 до 15 мм, установленные с зазором от 2 до 3 мм между собой с совпадением отверстий перфорации, и перфорированный лист с аналогичными отверстиями, установленный в зазоре между перфорированными плоскостями с возможностью совершения колебательного движения относительно последних посредством соединенного с ним штока и кулисы, управляемой электромагнитом, причем при совпадении отверстий перфорированных плоскостей с отверстиями перфорированного листа коробки воздушных клапанов первого корпуса отверстия перфорированных плоскостей коробки воздушных клапанов второго корпуса закрыты, при этом коробка воздушных клапанов

## ВУ 7635 С1 2005.12.30

каждого из корпусов выполнена с возможностью вывода ее из корпуса посредством соединенной с перфорированными плоскостями тяги с сервоприводом, шток перфорированного листа коробки воздушных клапанов первого корпуса имеет выступы, размещенные в прорези, выполненной в штоке перфорированного листа коробки воздушных клапанов второго корпуса и взаимодействующие с вилкой, выполненной на кулисе.

На чертеже изображена принципиальная схема реактивного двигателя: фиг. 1 - общая конструкция и компоновка на летательном аппарате, фиг. 2 - сочленение штоков перфорированных листов, фиг. 3 - кинематическая схема движения перфорированных листов.

Обозначения: корпус - 1, запальник - 2, форсунки - 3, стабилизатор пламени - 4, коробка воздушных клапанов - 5, игла - 6, тяга - 7, сервопривод - 8, шток - 9, выступ - 10, прорезь - 11, вилка - 12, кулиса - 13, электромагнит - 14, перфорированная плоскость - 15, перфорированный лист - 16, аналогичный корпус - 17.

Реактивный двигатель состоит из двух корпусов 1, расположенных, например, по обеим сторонам киля (или пилона, или крыла). Внутри корпуса 1 установлен запальник 2 в виде, например, электросвечи, форсунки 3 с механическим или другим распылом топлива, стабилизатор пламени 4 конусного типа, коробка воздушных клапанов 5 и конус для косых скачков уплотнения - игла 6. Коробка воздушных клапанов 5 имеет тягу 7, при помощи которой коробка может поворачиваться вокруг оси тяги 7 и втягиваться в нишу в стабилизаторе хвостового оперения. Это движение осуществляется при помощи электрического или гидравлического сервопривода 8. От коробки воздушных клапанов 5 отходит шток 9, их два вида: один имеет выступы 10, другой - прорезь 11.

На выступы 10 опирается вилка 12, которой заканчивается кулиса 13, снабженная электромагнитом 14. Коробка воздушных клапанов 5 состоит из двух перфорированных плоскостей 15 (размер - квадрат  $0,5 \times 0,5$ , отверстия диаметром 10...15 мм, расположены так, чтобы между отверстиями образовалось такое же расстояние), толщина плоскостей 5...10 мм. Между плоскостями зазор 2...3 мм, в зазоре - перфорированный подвижной лист 16 с такими же отверстиями. При движении листа взад-вперед отверстия в плоскостях 15 открываются и закрываются. Отверстия в плоскостях 15 совпадают, их одновременное открытие - при совпадении отверстий в плоскостях 15 и листе 16, закрытие - когда участки листа между отверстиями перекрывают отверстия в плоскостях 15. Перфорированные листы 16 соединены со штоками 9 так, что при открытых отверстиях в одной коробке воздушных клапанов 5 в другой (в соседнем корпусе) отверстия закрыты. Колебательные движения перфорированных листов 16 реализуются при помощи электромагнита 14 (включено-отключено или изменением полярности тока), кулисы 13, качающейся по шарниру, и вилки 12, входящей в зацепление с выступами 10. Чтобы листы 16 при работе не сминались, возможна обводная тяга-шток к противоположному краю листа. Листы 16 и плоскости 15 выполнены из прочного антифрикционного материала. Электромагнит 14 имеет регулятор частоты с датчиком акустических колебаний в корпусе 1. По другую сторону киля расположен аналогичный корпус 17, поэтому реактивный двигатель является парным.

Действует реактивный двигатель следующим образом.

Перед запуском все элементы в корпусах 1 и 17 устанавливаются для режима пульсирующего горения. Включается электромагнит 14, устанавливается колебательный режим движения перфорированных листов 16 согласно собственной частоте колебаний газа в корпусе 1 по закону стоячей волны.

Включаются запальники 2 в обоих корпусах 1 и 17, форсунками 3 одновременно в оба корпуса 1 и 17 подается распыленное жидкое топливо, которое воспламеняется, горение устойчиво благодаря стабилизатору пламени 4. В корпусах 1,17 (см. фиг. 1) устанавливаются стоячие акустические волны, при этом автоколебания происходят в противофазе благодаря действию коробки воздушных клапанов 5. Шум не возрастает благодаря "антифонным" действиям корпусов друг на друга через воздушную среду вокруг двигателя.

# ВУ 7635 С1 2005.12.30

Электромагнит 14 качает кулису 13 с упомянутой частотой. Вилка 12 через выступы 10 и штоки 9 (см. фиг. 2) перемещает перфорированные листы 16 с амплитудой порядка 10...15 мм, позволяющей открывать и закрывать отверстия в перфорированных плоскостях 16 (см. фиг. 3).

В режиме пульсирующего горения происходит взлет, набор высоты, достижение скорости около М. Затем происходит перевод ПуВРД в ПВРД. Для этого включаются сервоприводы 8, они вначале поворачивают клапанные коробки 5 в противоположных направлениях на 90°. При этом выступы 10 проворачиваются в прорези 11, зацепление отключается, и сервоприводы 8 тягами 7 вытягивают коробки воздушных клапанов 5 из корпусов 1, 17 в ниши в стабилизаторе хвостового оперения. Электромагнит 14 отключается. Подача топлива форсунками 3 увеличивается, достигается требуемая сверхзвуковая скорость летательного аппарата. В этом режиме игла 6 генерирует косые скачки уплотнения, что позволяет снизить потери скоростного напора в тракте двигателя.

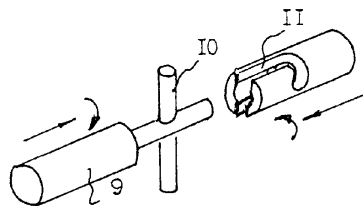
Перед посадкой расход топлива уменьшается, скорость полета снижается двигатель переводится из режима ПВРД в ПуВРД. Для этого снова включается электромагнит 14, сервоприводы 8 при помощи тяг 7 вводят коробки воздушных клапанов 5 из ниш в стабилизаторе хвостового оперения в корпуса 1 и 17, поворачивают их на 90°, срабатывает сцепление 10-11-12, устанавливается пульсирующее горение, подача топлива уменьшается, благодаря чему скорость летательного аппарата снижается до посадочной.

Активное противофазное шумоглушение позволяет производить рулежку и подход к зданию аэропорта без нарушения экологических требований.

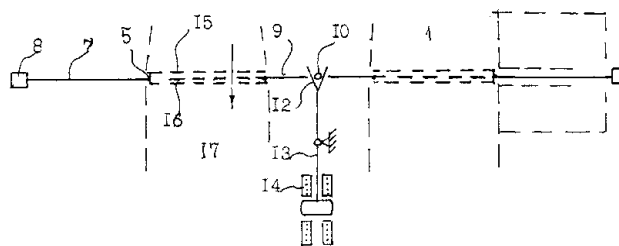
Технико-экономический эффект заключается в создании дешевого, простого по конструкции и эксплуатации, надежного авиационного двигателя для сверхзвуковых летательных аппаратов, имеющих низкую посадочную скорость, не увеличивающих акустического загрязнения окружающей среды.

Источники информации:

1. ФЭС, 1960, т.1, с. 295.
2. RU 2080467 С1, 1997.



Фиг. 2



Фиг. 3