

КЛАПАНЫЕ ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИБирюк В.В.¹, Шелудько Л.П.², Марахова Е.А.¹¹Самарский университет, г. Самара, teplotex_ssau@bk.ru²Самарский государственный технический университет, г. Самара

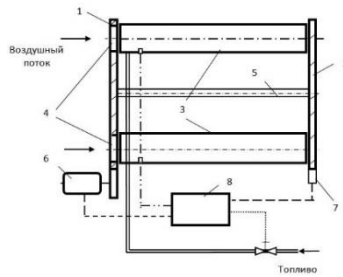
Ключевые слова: камера сгорания, газотурбинный двигатель, КПД цикла, пульсации, воздушный поток, газотурбинная установка.

Газотурбинные двигатели пульсирующего сгорания используются в различных типах авиационных двигателей, в беспилотных летательных аппаратах, маршевых двигателях, в двигателях с форсажом. Известны бесклапанные и клапанные газотурбинные двигатели периодического сгорания топлива. При одинаковых степенях повышения давления и количества подведенной теплоты цикл с изохорным подводом теплоты выше термического КПД цикла с изобарным подводом теплоты. Практическое применение ГТУ с изохорным подводом тепла ограничивается из-за невысокой надежности неохлаждаемых камер сгорания, входных и выходных клапанов. Недостатком способа работы бесклапанных резонансных камер периодического сгорания, которые применялись в пульсирующих воздушно-реактивных двигателях (ПуВРД) «Эскопетт» и «Экревисс», является небольшой располагаемый теплоперепад и трудности регулирования режимов их работы при изменении нагрузки и параметров воздуха, поступающего в камеры сгорания. Более высокую экономичность имеют ПуВРД с двухклапанными камерами периодического сгорания, работающие по циклу $v = const$.

Новым техническим решением [1] является создание блока пульсирующих камер сгорания, содержащего несколько неподвижных камер сгорания с входными воздушными и выходными газовыми окнами, систему подачи в камеры сгорания топлива и его искрового зажигания. На входе и выходе из блока пульсирующих камер сгорания установлены левый и правый вращающиеся диски с входными воздушными и выходными газовыми окнами сгорания для различных режимов работы. Регулирование числа оборотов обоих дисков производится через понижающий редуктор путем изменения числа оборотов электродвигателя постоянного тока. Важным положительным качеством блока пульсирующих камер сгорания является непрерывное охлаждение камер сгорания за счет их обтекания потоком воздуха, входящего через открывающиеся впускные и выпускные окна вращающихся дисков.

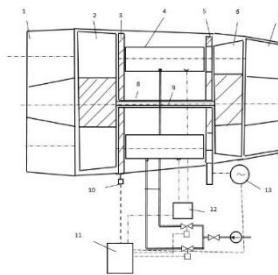
Блок камер сгорания (рис. 1) снабжен дополнительной системой регулирования, связанной с датчиком числа оборотов клапанных дисков, электродвигателем постоянного тока, регулируемым топливным краном и органами искрового зажигания топлива. Электродвигатель связан через понижающий редуктор с вращающимися дисками. С помощью системы управления производится регулирование скорости вращения дисков с синхронизацией рабочих процессов камер сгорания блока: ввода воздуха, подачи и зажигания топлива, повышения давления и температуры продуктов сгорания и их вывода из камер сгорания.

Одним из перспективных направлений является использование блока пульсирующих камер сгорания для создания экономичных беспилотных летающих аппаратов. Аппараты такого типа должны быть двухступенчатыми. В качестве первой ступени будет применяться разгонная ступень на твердом топливе. Задачей первой ступени является вывод БПЛА на высоту в 2 – 53 километров с увеличением его скорости до 0,8 – 1,2 М. После этого последует отделение разгонной ступени и подача топлива в камеры сгорания блока. Вторая ступень БПЛА будет работать как прямоточный пульсирующий турбореактивный двигатель. Предварительный разгон второй ступени позволяет отказаться от применения в ней дополнительного компрессора, что позволит значительно упростить его конструкцию и стоимость. Предложенная система управления блоком пульсирующих камер позволяет регулировать скорость и дальность полета БПЛА.



1 – входной клапанный диск, 2 – выходной клапанный диск, 3 – неподвижные камеры сгорания, 4 – входные воздушные окна, 5 – общий вал вращающихся дисков, 6 – электродвигатель постоянного тока с редуктором, 7 – датчик числа оборотов, 8 – система регулирования
Рис.1 – Схема блока камер пульсирующего сгорания

С использованием предложенного блока камер сгорания, в патенте РФ № 2674091 предложен новый тип пульсирующего турбореактивного двигателя (рис.2).



1 – входной диффузор, 2 – компрессор, 3 – входной клапанный диск, 4 – неподвижные камеры сгорания, 5 – выходной клапанный диск, 6 – газовая турбина, 7 – сопла, 8 – общий вал вращающихся дисков, 9 – вал компрессора и газовой турбины, 10 – датчик числа оборотов вращающихся дисков, 11 – система управления, 12 – система искрового зажигания, 13 – электродвигатель с редуктором
Рис.2 – Принципиальная схема пульсирующего турбореактивного двигателя и его системы управления

Список литературы

1. Патент РФ № 2610362, 06.10.2015. Способ работы и устройство блока пульсирующих камер сгорания // Патент России № 2610362. 2017. Бюл. № 4. / Бирюк В.В., Шиманов А.А., Шелудько Л.П. [и др.].

Сведения об авторах

Бирюк Владимир Васильевич, д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплотехника и тепловые двигатели». Область научных интересов: вихревой эффект, пульсирующие двигатели.

Шелудько Леонид Павлович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов». Область научных интересов: ГТУ, теплообмен, термодинамика.

Марахова Елизавета Андреевна, магистр 1 курса. Область научных интересов: тепловые аккумуляторы, термодинамика, криогенные системы.

VALVE DRIVEN PULSATING GAS TURBINE ENGINES

Biryuk V.V.¹, Sheludko L.P.², Marakhova E.A.¹

¹Samara National Research University, Samara, Russia, teplotex_ssau@bk.ru

²Samara Polytech Flagship University, Samara, Russia

Keywords: combustion chamber, gas turbine engine, cycle efficiency, pulsation, air flow, gas turbine power plant.

This article examines the operation of valve driven pulsed combustion engines. Pulsed combustion gas turbine engines are used in various types of aircraft engines, unmanned aerial vehicles, propulsion engines, afterburner engines.