

УДК 536-37

Разработка и исследование пульсирующих детонационных двигателей резонаторной схемы в ОКБ им. А. Люльки

Марчуков Евгений Ювенальевич^{1,2}okb@okb.umpo.ru
SPIN-код: 7295-9160Мохов Алексей Александрович¹okb@okb.umpo.ru
SPIN-код: 8969-7903Дербенев Максим Александрович¹okb@okb.umpo.ru
SPIN-код: 9749-1061Рыков Егор Алексеевич¹

okb@okb.umpo.ru

¹«ОКБ им. А. Люльки» филиал ПАО «ОДК-УМПО», Москва, Россия²ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)», Москва, Россия

Аннотация. В ОКБ им. А. Люльки проводятся исследования по созданию пульсирующего детонационного двигателя оригинальной отечественной схемы с газодинамическим резонатором. На данный момент проведены испытания единичных резонаторов различного типоразмера в широком диапазоне входных параметров. Согласно полученным результатам подтверждена работоспособность выбранной схемы. Определены диапазоны входных параметров для единичных газодинамических резонаторов различного типоразмера, при которых протекает устойчивый непрерывный процесс детонации.

Ключевые слова: детонация, газотурбинный двигатель, газодинамический резонатор

Введение. В последнее время крупнейшие двигателестроительные компании активно занимаются исследованиями в сфере разработки силовых установок с использованием детонационных технологий. Они позволяют реализовать цикл с детонационным сгоранием топлива близкий к циклу Гемфри (подвод теплоты при постоянном объеме), который более экономичный, чем цикл Брайтона (подвод теплоты при постоянном давлении), используемый в существующих газотурбинных двигателях [1]. В современной практике рассматриваются и исследуются разнообразные технологии создания детонационных двигателей:

- с непрерывной пристеночной детонационной волной, «спиновой» детонацией;

- с использованием классических детонационных труб, «трубная» схема,
- с использованием газодинамического резонатора, «резонаторная» схема.

В докладе изложены результаты проведенных исследований ОКБ им. А. Люльки, полученные при разработке оригинальной отечественной схемы с газодинамическим резонатором. Данные работы проводятся с 2002 года. На начальном этапе проводились исследования резонатора с диаметром 70 мм. Результаты этих исследований рассмотрены в научно-технических публикациях, например в работах [2–4].

Исходя из полученных в ОКБ им. А. Люльки результатов от потенциальных заказчиков был получен ряд технических требований на разработку широкого ряда изделий.

По итогам проработки данных требований было установлено, что необходимо рассмотреть резонаторы с другими диаметрами чаши, от 20 до 120 мм, и в более широком диапазоне параметров рабочего тела на входе в резонатор, которые отвечают условиям применения по высоте от 0 до 15 км и скорости полета от 0 до скорости, превышающей скорость звука в несколько раз.

В результате были изготовлены резонаторы, которые объединены в две группы по характерному диаметру резонатора: первая — от 20 до 60 мм; вторая — от 70 до 120 мм.

В период с 2018 по 2021 год по заказу ОКБ им. А. Люльки на опытной базе НИИ ЭМ МГТУ им. Н.Э. Баумана был проведен значительный объем испытаний. На основании проведенных работ установлена работоспособность резонаторов в широком диапазоне входных параметров на трех режимах: с подачей холодного воздуха; с подачей горячего воздуха; с использованием керосино-воздушной топливной смеси. Температура на входе варьировалась от 288 до 2100 К, а давление от 0,2 до 1,2 МПа. Во время испытаний замерялись расходы топлива и рабочего тела, а также величина продольной тяги. Полученные в ходе испытаний величины удельных параметров демонстраторов с резонаторами сравнивались со значениями расчетных удельных параметров идеального адиабатического сопла с полным расширением.

Заключение. Таким образом, на данный момент определена область эксплуатации резонаторов, оценены удельные характеристики двигателей с резонаторными выходными устройствами, подтвержден четвертый уровень готовности технологии (УГТ-4).

Список источников

- [1] Нечаев Ю.Н. *Термодинамический анализ рабочего процесса пульсирующих детонационных двигателей*. Москва: ВАТУ, 2002, 50 стр.
- [2] Марчуков Е.Ю., Нечаев Ю.Н., Тарасов А.И., Полев А.С. Результаты стендовых испытаний пульсирующих детонационных двигателей и рациональные области их применения, Самара: *Вестник Самарского ГАКУ им. акад. С.П. Королёва*, №2–1, 2006.
- [3] Нечаев Ю.Н. Инженерный метод расчета параметров и характеристик пульсирующих детонационных двигателей.. *Химическая физика*, 2009, т. 28, № 6, С. 59–73.
- [4] Нечаев Ю.Н., Тарасов А.И., Полев А.С., Мохов А.А. Анализ рациональных областей применения пульсирующих детонационных двигателей.. *Сб. трудов научно-методической конференции, посвященной 60-летию кафедры «Теория ВРД»*. Москва, МАИ, 2005, С. 39–51.