

# Некоторые аспекты математического моделирования процесса смесеобразования в камере демонстратора комбинированной двигательной установки с несимметричным воздухозаборным устройством

М.С. Шаров, А.С. Яновский

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва, Россия, mishgun-907@yandex.ru

## Аннотация

В настоящей работе приводятся результаты предварительного компьютерного моделирования процесса смесеобразования углекислого газа (как имитатора продуктов газогенерации РПД) с воздухом в камере дожигания модели. Анализ результатов и сравнение с экспериментальными данными из предыдущих работ [1, 2] показывает, что расхождение с экспериментальными данными сокращается при увеличении точности расчётной сетки (при прочих равных условиях). Отмечается сильное влияние параметров расчётной сетки на результаты расчётов, особенно в области столкновения воздушных потоков со струями углекислого газа.

## Введение

В настоящее время в качестве перспективной схемы рассматривается несимметричная схема с двумя подфюзеляжными воздухозаборными устройствами (ВЗУ). При несимметричном подводе воздуха в камеру дожигания проблема оптимизации рабочего процесса с целью получения максимальных полнотных характеристик двигательной установки при минимальных уровнях гидравлических потерь на всех режимах работы становится наиболее актуальной. Экспериментальные и теоретические исследования по вопросам организации эффективного рабочего процесса в РПД стали проводиться достаточно давно как в нашей стране, так и за рубежом. В рамках представленной работы были сформулирована задача верифицировать, на основе проведённых экспериментальных исследований, математическую модель процесса смесеобразования в камере дожигания РПД при несимметричной подаче воздуха в камеру.

## 1. Расчётная сетка

В силу особенностей несимметричного подвода воздуха из двухпатрубкового воздухозаборного устройства задача решалась в трёхмерной постановке и в половине модели (по плоскости симметрии). Была создана компьютерная 3D-модель, точно повторяющая внутренний профиль экспериментальной мо-

дельной установки, и расчётная неструктурированная сетка (~200 тыс. ячеек). Наибольший интерес для моделирования представляет зона смешения воздушного потока с газогенераторными струями.

## 2. Граничные условия, результаты

При итерационных расчётах решается полная система уравнений Навье-Стокса, пять уравнений в пространственном случае. Также решаются уравнения для параметров турбулентности и уравнения для компонентов принятой смеси газового потока. Для моделирования турбулентного высокоскоростного потока в камере смешения модели была выбрана за основу модифицированная  $k-\epsilon$  модель турбулентности (RNG), хорошо подходящая для сложных вихревых течений с большими ускорениями, обратными токами и местными переходными течениями. Расчёт проводился для сжимаемого и теплопроводного газа в стационарной постановке газодинамической задачи. В качестве граничных условий были приняты условия модельного стендового эксперимента [1, 2]. Расчёты проводились на сетках различной точности. Отмечается сильное влияние параметров расчётной сетки на результаты расчётов, что приводит к сильному расхождению с экспериментом. Однако, качественное сопоставление результатов (характер протекания процесса смешения и пр.) удовлетворительное.

## Список литературы

1. Захаров Н.Н. Суриков Е.В., Шаров М.С. Создание демонстрационного узла и предварительные результаты газодинамических исследований... // Пятый международный аэрокосмический конгресс IAC'06: Тезисы докладов. Россия, Москва, 2006. С. 127-128.
2. Захаров Н.Н. Суриков Е.В., Шаров М.С. Демонстратор переходного канала воздухозаборного устройства... // Актуальные проблемы российской космонавтики: Труды XXXI Академических чтений по космонавтике, Москва, 2007г. С. 46-47.