

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Тихонов О.А., Сабирзянов А.Н., Бакланов А.В.

КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань, [OLATikhonov@kai.ru](mailto:OLATikhonov@kai.ru)

*Ключевые слова:* камера сгорания, стендовые испытания, температурное поле, моделирование.

Моделирование процессов горения в камере сгорания (КС) в условиях стендовых испытаний являются актуальными для отработки моделей горения и турбулентности, наиболее адекватно описывающих процессы, происходящие в КС конкретной конструкции [1]. Профили температуры на выходе КС в условиях стендовых испытаний, как правило, соответствуют номинальным режимам работы. Сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными в условиях стендовых испытаний позволяют не только верифицировать принятую модель для инженерных расчетов, но свидетельствуют об обеспечении необходимого профиля температуры на выходе КС на номинальном режиме работы.

В данной работе рассматривается КС газотурбинного двигателя НК-38СТ [2]. Геометрической моделью КС является сектор размером 1/23 части ее объема. Сеточная модель представляет неструктурированную тетрагональную сетку из 15 млн. ячеек. Она построена на основе глобального автоматического метода Patch Conforming.

Численные исследования проводились в стационарной постановке в адиабатном приближении. Для моделирования газодинамической структуры потока использовались RANS модели турбулентности. Для моделирования процессов горения использовались ряд следующих моделей:

- модель ламинарных микропламен (FlameLet) с набором механизмов химических реакций grimesch30 (53 индивидуальных вещества и 320 химических реакций) и kee58 (18 индивидуальных вещества и 58 химических реакций);

- модели горения FiniteRate (FR) и EddyDissipation (ED), основанные на обобщенных химических механизмах (2 химических реакции).

На основе имеющихся экспериментальных данных по продувкам серийной КС НК38-СТ проведена оценка газодинамических параметров на различных RANS моделях турбулентности. По результатам, представленным в таблице №2, показано, что минимальную погрешность дает модель турбулентности  $k-\omega$  SST.

Таблица 1 - Результаты расчета продувки серийной КС НК-38СТ

Модели турбулентности	Полное давление, $p^*$ , Па		Абсолютная скорость, $u_a$ , м/с	Коэффициент восстановления полного давления	Коэффициент гидравлических потерь	Приведенная скорость
	Входное сечение	Выходное сечение	Входное сечение			
$k-\varepsilon$ RNG (SW)	106331	101956,3	94,181	0,9589	1,1871	0,2473
$k-\varepsilon$ RNG (EW)	106441	101923,6	94,079	0,9576	1,2271	0,247
$k-\varepsilon$ Realizable (SW)	106114	101770,9	94,385	0,9591	1,1759	0,248
$k-\omega$ SST	107045	101920,9	94,2	0,952	1,3915	0,2474
Эксперимент	106861	101578,5	95,744	0,9506	1,3887	0,251

Выполнены расчеты основных параметров КС с различными комбинациями моделей горения и турбулентности. Сравнение полученных данных с экспериментальными по профилю температуры позволяют выделить модель турбулентности  $k-\omega$  SST и модель горения FlameLet (рис. 1). Следует отметить, что при данном подходе моделирования расчетная эмиссия CO на выходе из КС хорошо верифицируется с экспериментальными данными.

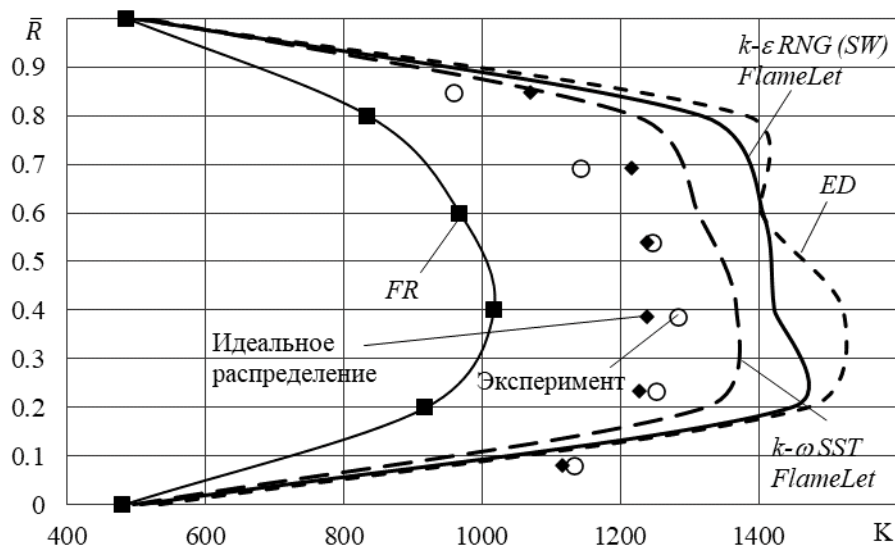


Рисунок 1 - Среденные радиальные распределения полной температуры на выходе из КС

### Список литературы

1. Бакланов А.В. Обеспечение эффективности сжигания топлива в малоэмиссионной камере сгорания газотурбинной установки при различных климатических условиях. Вестник Московского авиационного института. 2022. Т.29. №1. с.144-155.
2. Бакланов А.В. Применение многоуровневого моделирования в процессе проектирования малоэмиссионных камер сгорания газотурбинных двигателей. Вестник Московского авиационного института. 2020. Т.27. №4. с.159-172.

### Сведения об авторах

Тихонов Олег Александрович, ст. преподаватель кафедры РДиЭУ, КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ. Область научных интересов: рабочие процессы в тепловых двигателях, вычислительная гидродинамика.

Сабирзянов Андрей Наилевич, к.т.н., доцент кафедры РДиЭУ, КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ. Область научных интересов: рабочие процессы в тепловых двигателях, вычислительная гидродинамика.

Бакланов Андрей Владимирович, к.т.н., доцент, доцент кафедры РДиЭУ, КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ. Область научных интересов: рабочие процессы в тепловых двигателях, вычислительная гидродинамика.

## SIMULATION OF COMBUSTION PROCESSES IN THE COMBUSTION CHAMBER UNDER THE TESTS CONDITIONS

Tikhonov O.A., Sabirzyanov A.N., Baklanov A.V.

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russia,  
[OLATikhonov@kai.ru](mailto:OLATikhonov@kai.ru)

*Keywords: combustion chamber, tests at the stand, temperature field, modeling.*

Numerical testing of burning and gas dynamics models for test conditions was carried out. When compared with experimental data, optimal combinations for engineering calculations are chosen.