

УДК 621.45.022

## СОВМЕСТНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА И ХАРАКТЕРИСТИК ПО СОСТАВУ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НА ВЫХОДЕ ИЗ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД

Диденко А.А., Самарский университет, г. Самара  
Абрашкин В.Ю., Самарский университет, г. Самара  
Соколов А.Б., Самарский университет, г. Самара  
Чечет И.В., Самарский университет, г. Самара  
Ахтерьяков А.В., Самарский университет, г. Самара

В рамках НИР по договорам с ФГАОУ ВО «СПбПУ» (2015 г.), АО «ОДК-Климов» (г. Санкт-Петербург, 2017 г.) выполнено детальное исследование характеристик по составу и температуре газа на выходе из одnogорелочной трубчатой камеры сгорания (КС) авиационного газотурбинного двигателя (ГТД). Температура газа измерялась одноточечной хромель-алюмелевой термопарой и девятиточечной поворотной гребённой термопар. Отбор проб для определения химического состава осуществлялся с помощью одноточечного пробоотборника, а также с помощью восьмиточечного интегрального пробоотборника. Измерения выполнялись в научно-образовательном центре газодинамических исследований Самарского университета на экспериментальном стенде для испытаний КС.

Одноточечной термопарой температура газа  $T_G^*$  измерялась в 105 точках в сечении на выходе из КС. Для корреляции с данными химического анализа определялась гистограмма распределения по площади (по числу замеров) полученных значений  $T_G^*$ , затем выбирались такие 16 точек в пространстве, чтобы они в статистическом смысле равноценно представляли «среднемассовые»  $\bar{T}_G^*$  и неравномерность  $\Delta\bar{T}_G$  как и все 105 точек в сумме. В этих точках производился отбор проб на химический анализ. Эксперименты по измерению температуры и отбор проб на химический анализ проводились также для варианта КС с пропускной площадью отверстий смесителя, составляющей 50 % и 25 % от полностью открытых отверстий.

Проведён совместный анализ характеристик по составу продуктов сгорания и температуре газа, проанализирована взаимосвязь локальных значений (в 16 точках поля) концентраций химических компонентов (в массовых долях  $Y_i$ ) с локальными значениями температуры  $T_{Gi}^*$  (в этих же 16 точках). По измеренным в 16 точках поперечного сечения концентрациям химических компонентов  $Y_i$  подсчитывались

восстановленные концентрации общих количеств воздуха и топлива, общий коэффициент избытка воздуха, коэффициент полноты сгорания топлива. По данным химического состава определялась температура газа  $T_{Г\ XAi}$ , которая сопоставлялась с измеренной  $T_{Gi}^*$ . В совместном анализе перечисленных характеристик оценена достоверность и точность измерения  $Y_i$  и  $T_{Gi}^*$ .

Подсчитывались восстановленные концентрации количеств воздуха и топлива, непосредственно участвующих в горении, соответствующие им местные (локальные) коэффициенты избытка воздуха и полноты сгорания топлива.

УДК 621.3.002.3(076.5)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ**

Александров Ю.Б., ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, [Alexwischen@rambler.ru](mailto:Alexwischen@rambler.ru)  
Мингазов Б.Г., ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, [BGMingazov@kai.ru](mailto:BG Mingazov@kai.ru)

*Ключевые слова:* камера сгорания, процесс горения, оптимизация.

Методика моделирования процессов в камерах сгорания газотурбинных двигателей в составе газотурбинных установок основывается на теоретических положениях, разработанных при изучении отдельных физических явлений, из которых складывается рабочий процесс. Сложность явлений, протекающих в камере, заставляет в ряде случаев прибегать к упрощенным зависимостям, использовать статистические данные предыдущего опыта проектирования.

На начальном этапе для формирования исходных параметров и конструктивных особенностей камер сгорания производится предварительный расчет облика камеры сгорания с помощью разработанной программы Combustion chamber 1D-2D [1], для упрощения именованная далее, как программа «Камера». В этой компьютерной программе имеется возможность проводить анализ камеры сгорания по квази-одномерной и 2D постановке и выполнять автоматизированные сопоставления с 3D расчетами. Графические зависимости осреднённых по сечениям температур и других параметров, показывают их достаточную сходимость в ходе проведенных тестов для различных конструкций камер. Пример работы программы и сопоставления по многомерным расчетам преде-