

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МОДЕЛИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ В САЕ-СИСТЕМЕ «АСТРА»

Пелевин В.С.<sup>1</sup>, Алексенцев А.А. Филинов Е.П.  
Самарский университет, г. Самара, <sup>1</sup>pelevin\_01@list.ru

*Ключевые слова:* камера сгорания, расчет характеристик, модернизация, газотурбинный двигатель, геометрические показатели.

Проектный расчет характеристик камеры сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД) является основной задачей предварительного проектирования узла. При этом одномерный расчет КС является сложной многодисциплинарной задачей из-за сложного характера протекающих в ней процессов. Таким образом, единственными достоверными способами вычисления характеристик КС являются эксперимент и численное моделирование, однако в этом случае подразумевается глубокая проработка конструкции узла, и как следствие – увеличение времени и стоимости проектирования.

Целью данной работы являлось создание программного модуля по расчету основных характеристик КС ГТД для последующей интеграции в модель одномерного газогенератора в САЕ-системе «АСТРА» [1]. Для достижения этой цели работа была разбита на несколько ключевых этапов, включающих исследование и составление математической модели, выбор критериев оптимизации, создание программного модуля и верификация созданной модели на примере выполненных двигателей.

Текущая модель в САЕ-система «АСТРА» представляет собой модуль, рассчитывающий параметры рабочего тела в соответствии с техническим заданием.

При разработке модернизированной КС были использованы опыт и наработки, изложенные в сборниках [2]. В отличие от исходной модели, где большинство значений задавались, модернизированный блок получил возможность рассчитывать такие параметры, как коэффициент восстановления полного давления, полнота сгорания топлива, максимальная температурная неравномерность, геометрические параметры и другие. Принципиальная схема расчета модели, изображенная на рис.1, тоже значительно преобразовалась, став немного сложнее.

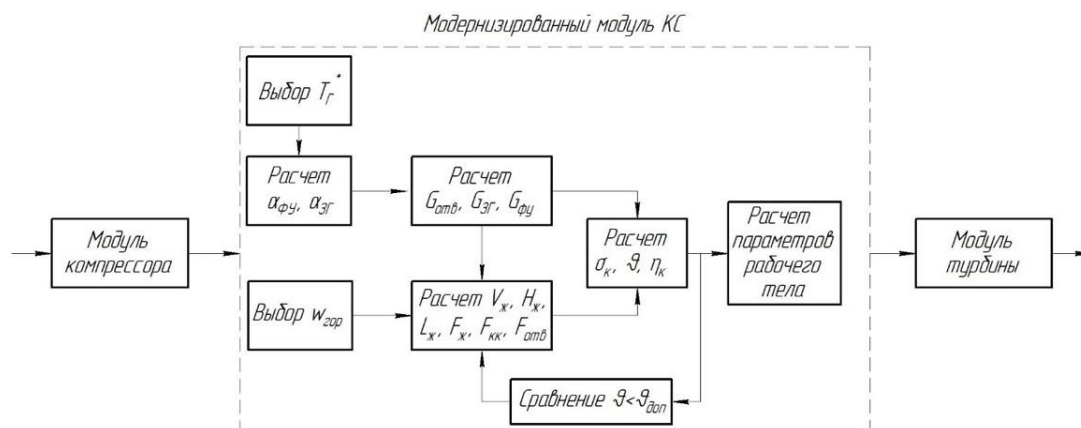


Рисунок 1 – Принципиальная схема расчета характеристик КС в модернизированном модуле КС

По завершению создания модернизированной модели КС была проведена серия расчетов параметров на основе выполненных двигателей семейства НК и последующее сравнение расчетных данных с заявленными. Результаты сравнения, представленные в табл.1, показали отклонение полученных значений менее одного процента, что является превосходным результатом на ранних стадиях проектирования ГТД. Значения геометрии в некоторых частях КС расходятся с заявленными на 17%, что обусловлено отсутствием необходимости учета точной геометрии, расположение отверстий подвода вторичного воздуха и других конструктивных особенностей, приобретаемых камерой сгорания на более поздних этапах модернизации и доводки.

Таблица 1 – Результаты расчетов параметров КС двигателей НК-8 и ПС-90А в модернизированном модуле КС и их относительная погрешность

Параметр	НК-8	Расчет	$\delta$ , %	ПС-90А	Расчет	$\delta$ , %
$\sigma_{КС}$	0,93	0,924	0,65	0,94	0,932	0,85
$\eta_{Г}$	0,98	0,999	0,93	0,99	0,995	0,51
$\bar{L}_{ГС}$	1,5	1,766	17,73	2	2,125	6,25

В результате работы была получена математическая модель расчета характеристик КС ГТД и на её основе сформирован программный модуль в САЕ-системе «АСТРА». Проведена верификация созданной модели на примере выполненных двигателей.

Уже сейчас использование нового модуля позволяет упростить дальнейшую проработку конструкции КС, однако будет вестись работа над повышением точности расчета геометрических характеристик. На сегодняшний день активно ведется работа над внедрением в модель учета типа фронтального устройства и направления движения рабочего тела (противоточных камер сгорания). В перспективе будут разработаны и добавлены новые методики с выбором констант для расчета большего спектра камер сгорания, учета их конструктивных особенностей, поколения и многого другого.

Работа выполнена по проекту FSSS-2022-0019, реализуемого в рамках федерального проекта «Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок», результат «Созданы новые лаборатории, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей».

### Список литературы

1. Кузьмичев В.С., Крупенич И.Н., Рыбаков В.Н. и др. Формирование виртуальной модели рабочего процесса газотурбинного двигателя в САЕ-системе «АСТРА» // Труды МАИ. 2013. № 67. С. 15.
2. Диденко А.А. Теория и расчет камер сгорания ВРД. Часть II. Оценка экологических показателей камер сгорания ГТД. Самара: СГАУ. 2012.

### Сведения об авторах

Алексенцев Артём Алексеевич, студент института двигателей и энергетических установок. Область научных интересов: расчет характеристик газотурбинных двигателей.

Пелевин Владислав Сергеевич, студент института двигателей и энергетических установок. Область научных интересов: конструкция двигателей летательных аппаратов.

## MODERNIZATION OF THE COMBUSTION CHAMBER MODEL IN THE CAE-SYSTEM «ASTRA»

Pelevin V.S.<sup>1</sup>, Aleksentsev A.A. Filinov E.P.  
Samara University, Samara, Russia, <sup>1</sup>pelevin\_01@list.ru

*Keywords: combustion chamber, calculation of characteristics, modernization, gas turbine engine, geometric parameters.*

In the work, a reactor model of the combustion chamber of a gas turbine engine was created, based on previously created methods with a modified structure to perform thermodynamic calculations with greater accuracy. The geometric parameters of the elements of the combustion chamber and the parameters of the working process are obtained. The performance of the model was tested by comparing the results of calculations and the obtained experimental data.