

УДК 004.9+ 621.431.75

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ
РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА КАМЕРЫ СГОРАНИЯ**

Плахов В. С., Благов А. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Схема организации рабочего процесса камеры сгорания необходима для описания физической картины, происходящей в ней, и оценки характеристик камеры сгорания при предварительном проектировании.

В рамках выполненной работы схема организации рабочего процесса камеры сгорания ГТД в виде алгоритма проектировочного расчёта была реализована в программном продукте (далее ПП). Программа написана на языке программирования высокого уровня C++ и имеет графический интерфейс ввода-вывода данных. В зависимости от назначения и типа двигателя, на котором будет установлена проектируемая КС, а также тип самой КС, расчёты могут иметь некоторые отличия.

Разработанная схема организации рабочего процесса, реализованная в программном продукте, позволяет в короткие сроки оценить влияние различных параметров КС на её характеристики и выбрать наиболее оптимальное их сочетание.

Примеры расчёта некоторых характеристик для различного типа камер сгорания приведены на рисунке 1.

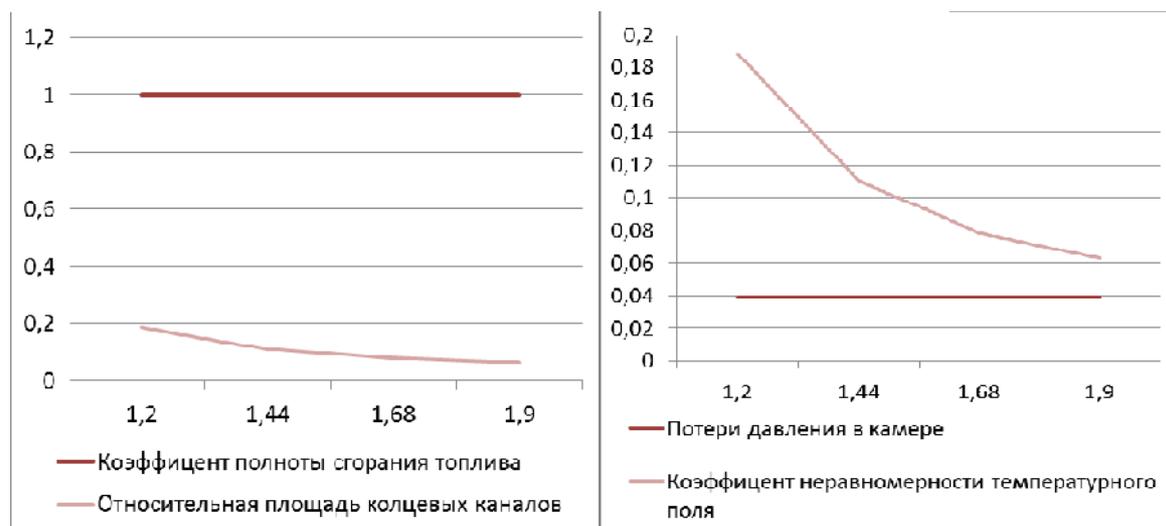


Рис. 1. Пример расчёта для камеры сгорания при изменении параметра относительной площади кольцевых каналов (слева) и относительной длины зоны смешения (справа)

Программный продукт основан на методиках, предложенных в работах [1-4] и разработан на языке программирования высокого уровня C++. Совместим с Windows 7 x64 и более ранними версиями.

На рисунке 2 представлено окно входных параметров, в которое пользователь вносит параметры, на основе которых будет произведен расчёт основных параметров. Для каждого параметра указано буквенное обозначение, диапазон значений, значение параметра и его размерность. Также эти файлы можно сохранять или загружать из файла Microsoft Excel.

Секция 3. Двигателестроение

Исходные данные

Наименование параметра	Обозначение	Рекомендуемый диапазон	Значение	Размерность
dk	dk		0,75	м
Hu	Hu		42900	кДж
Tg0	Tg0		1650	К
dg	dg		0,868	м
Tk0	Tk0		790	К
hk	hk		0,027	м
Gk0	Gk0		89	кг/с
hg	hg		0,052	м
Альфа	Альфа		4	градус
Температура на высоте H	Th		223,3325	К
Давление на высоте H	Ph		26498,6	Па
Альфа_кс	акс		2,6	-
Этта г	нг		0,99	-
Тетта max	Оmax		0,3	-
G охл	Gохл		0,15	-
Сигма кс	бс		0,93	-
Альфа_фр	афр		0,65	-
R возд	Rвозд		287	-
Zг	Zг		1	-
Zс	Zс		1	-
Кохл	Кохл		0,25	-
ню	м		0,7	-
L0	L0		14,9	-
азг	азг		1,7	-
ак	ак		2,585	-
Wотв	Wотв		90	-
pk0	pk0		2540000	Па
Лж/Н	Лж/Н	2..4	4	-
kvзг	kvзг	0,45..0,6	0,51	-
Лзс/Н	Лзс/Н	0,5..1,5	1,5	-
Лр/Н	Лр/Н	0,5..0,6	0,6	-
тф/Н	тф/Н	0,3..0,8	0,8	-
Fkk/Fk	Fkk/Fk	1,2..1,9	1,9	-

Сохранить исходные данные Загрузить исходные данные Сохранить в Excel

Рис. 2. Внешний вид окна с входными параметрами

На рисунке 3 представлено окно выходных параметров. Для каждого параметра указано буквенное обозначение, диапазон значений, значение параметра и его размерность. Также эти файлы можно сохранять или загружать из файла Microsoft Excel. При нажатии на кнопку «Вычислить» происходит расчёт всех параметров.

Основные параметры камеры сгорания ГТУ

Наименование параметра	Обозначение	Рекомендуемый диапазон	Значение	Размерность
Площадь отверстий подвода охлаждающего воздуха	Fохл		0,0188	м ²
Площадь отверстий зоны смешения	Fзс		0,0069	м ²
Коэффициент потерь в диффузоре			0,2188	-
Полнота сгорания топлива			0,9996	-
Высота жаровой трубы	Hзг		0,0938	м
Длина зоны горения	Lзг		0,1875	м
Длина зоны смешения	Lзс		0,1406	м
Длина жаровой трубы	Lж		0,3282	м
Длина камеры сгорания	Lкс		0,4641	м
Расстояние от конца форсунки до сечения p-p	Лр		0,0563	м
Средний диаметр жаровой трубы в сечении p-p	др		0,7989	м
Площадь поперечного сечения жаровой трубы в расчетном сечении	Fж		0,2353	м ²
Диаметр наружной обечайки жаровой трубы	Дж		0,8926	м
Диаметр внутренней обечайки жаровой трубы	дж		0,7051	м
Площадь сечения кольцевых каналов	Fкк		0,1209	м ²
Площадь наружного кольцевого канала	Fккн		0,0675	м ²
Площадь внутреннего кольцевого канала	Fккв		0,0533	м ²
Внутренний диаметр наружного корпуса	Дкк		0,9396	м
Наружный диаметр внутреннего корпуса	дкк		0,6552	м
Средний диаметр фронтального устройства	df		0,7846	м
Число форсунок	пф		33	шт
Число основных отверстий зоны горения	позг		66	шт
Диаметр основных отверстий в зоне горения	дозг		0,0242	м
Диаметр основных отверстий в зоне смешения	дозс		0,0116	м
Коэффициент гидравлических потерь в жаровой трубе			2,1948	-
Коэффициент тепловых потерь			0,0398	-
Потери давления в камере			0,0665	-
Коэффициент восстановления полного давления			0,9335	-
Условная скорость в миделевом сечении камеры сгорания	Wмид		22,3037	м/с
Условная скорость в жаровой трубе	Wж		33,76	м/с
Скорость воздуха в кольцевых каналах	Wкк		49,1991	м/с
Параметр форсирования	Kv		0,0231	кг/с Па ^{1.25} К
Объёмная теплонпряженность	Qv		1975,3015	Дж/м ³ час Па
Коэффициент неравномерности температурного поля	Оmax		0,0628	-

Сохранить Загрузить Вычислить Сохранить в xls файл

Рис. 3. Внешний вид окна с выходными значениями

В основу предлагаемого программного продукта также заложены следующие функции.

1. Интеграция со сторонними программными продуктами:

а) программным комплексом NX (для автоматического построения предварительной 3D модели по шаблону);

б) Kintechlab (для расчёта эмиссионных характеристик с помощью реакторных моделей);

в) АСТРА (для уточнения параметров КС при проектном расчёте двигателя) и т.д.

2. Возможность подключения оптимизаторов.

Также стоит отметить, что в ПП осуществлена реализация интеграции с NX посредством использования файла Microsoft Excel с расширением *.xlsx, в котором хранятся входные данные для построения 3D модели. Разрабатывается возможность непосредственного использования NX (интеграция в виде отдельных модулей одной системы). На основе API (application programming interface), предоставляемого программой NX, планируется реализация построения 3D модели в рабочем окне программного продукта автора.

Перспективы использования программного продукта, помимо прочего, обусловлены и ограниченным количеством расчётных приложений со свободным доступом использования.

Для дальнейшего развития программного продукта заложена возможность использования при расчётах на суперкомпьютере с распараллеливанием вычислений. Данная функциональность будет добавлена для того, чтобы можно было рассчитывать большое количество вариантов конструкций камер сгорания с заданными параметрами.

Библиографический список

1. Харитонов В. Ф. Определение основных размеров камеры сгорания ГТУ: Методическое пособие. – Уфа: УГАТУ, 1997.

2. Диденко А. А. Теория и расчёт камер сгорания ВРД. Ч.2. Оценка экологических показателей камер сгорания ГТД. Учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования. – Самара: СГАУ, 2012.

3. Диденко А. А. Теория и расчёт камер сгорания ВРД. Ч.3. Тепловой и гидравлический расчёты камеры сгорания ГТД. Учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования. – Самара: СГАУ, 2012.

4. Ланский А. М., Матвеев С. Г., Лукачев С. В. Рабочий процесс камер сгорания малоразмерных ГТД. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2009 – 335 с.