

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ВХОДНОЙ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ

© 2018 М.М. Гурьянова, К.Р. Тимофеева

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева

## NUMERICAL MODELLING OF AERODYNAMICS OF THE GTD COMBUSTION CHAMBER TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF ENTRANCE ASYMMETRY OF THE PROFILE OF SPEED

Guryanova M.M., Timofeeva K.R. (Rybinsk state University of aviation technology named after P.A. Solov'ev, Rybinsk, Russian Federation)

*An analysis over of working process of that can be circular combustion of turbo-engine in that near-by the section of tearing away the area of diffuser sharply increases and tearing away of stream does not spread at full length chamber is brought. The structure of stream in channels is difficult enough, and descriptions of flow (entrance unevenness of stream, acoustic vibrations, unstationarity of the that can be torn off phenomena, initial turbulence) render substantial influence on distribution of such gas-dynamic properties, as expense of air on a ring channel.*

Аэродинамика течения в камере сгорания (КС), определяющая формирование полей термогазодинамических параметров на входе в турбину, зависит от равномерности эпюры скорости воздуха за компрессором, с увеличением которой возрастают гидравлические потери. Такая взаимосвязь неравномерности воздуха с гидравлическим сопротивлением камеры определяет необходимость её учёта при создании КС. Проектирование современных КС ГТД и возможность совершенствования их рабочего процесса во многом определяется характером течения в диффузоре. [1]

Поток воздуха, поступающий в диффузор КС, может иметь несимметричный по сечению канала профиль скорости из-за нестационарного взаимодействия последней ступени компрессора и направляющего аппарата и остаточной закрутки потока [2].

В работе исследована структура течения в диффузоре и камере сгорания, что позволяет проанализировать вклад гидравлических потерь в диффузоре, фронтном устройстве и поясах охлаждающих отверстий в стенке ЖТ на суммарные потери в камере сгорания в условиях несимметричной входной эпюры скорости.

Для организации неравномерности течения рабочего тела в проточной части

КС спроектированы генераторы несимметричности профиля скорости с коэффици-

ентами несимметричности  $1 < k < 1$ , эпюры скорости которых задавались в виде начальных условий на входе в преддиффузор КС (рис.1).

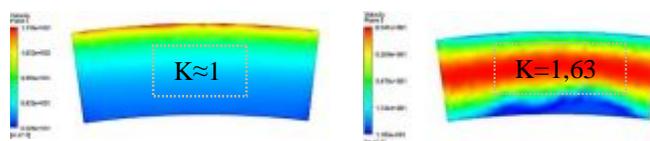


Рис. 1. Поле скорости на входе в диффузор КС

Коэффициент несимметричности профиля скорости оценивался по зависимости:

$$K = \frac{v_{cp}^{верх}}{v_{cp}^{ниж}}$$

где  $v_{cp}^{верх}$ ,  $v_{cp}^{ниж}$  – среднерасходная скорость потока в верхнем и нижнем канале. Газодинамика течения в проточной части камеры сгорания в условиях несимметричности исследована на секторной модели  $15^\circ$  КС с заданием периодичности в стационарной постановке с использованием  $k$ - $\epsilon$  модели турбулентности.

Исследования показали, что в исследуемом диапазоне  $K$ , отличном от единицы, аэродинамика КС существенно меняется.

На рис. 2, 3 приведена структура течения в камере сгорания с детализацией

эпюры скорости в кольцевых каналах и на входе в преддиффузор КС для случаев симметричного входного профиля скорости при  $K = 1$  (рис.2) и несимметричного при  $K = 1,63$  (рис.3).

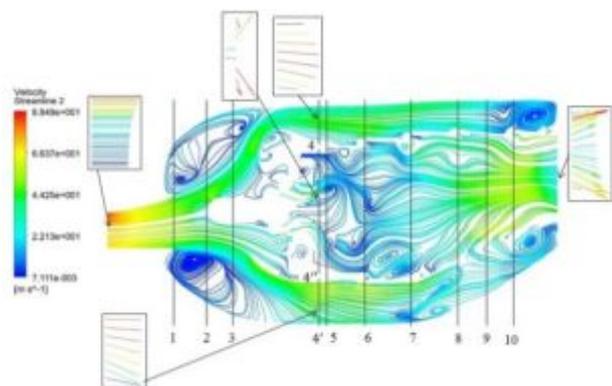


Рис. 2. Структура течения в КС при  $K=1$

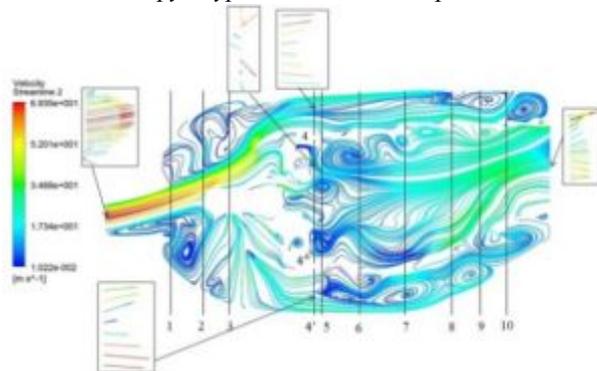


Рис. 3. Структура течения в КС при  $K=1,63$

В случае симметричной эпюры скорости (рис. 2) наружный и внутренний кольцевые каналы равномерно заполняются массами воздуха, при этом в лобовой точке фронтального устройства, отвечающего за затекание воздуха в ЖТ и формирование топливоздушнoй смеси, образуется достаточно равномерное по обтекателю поле давления.

При значениях  $K$ , отличных от единицы нестационарность течения в проточной части КС существенно изменяется (рис.3).

Видно, что происходит существенное отклонение течения рабочего тела в наружный (верхний) кольцевой канал из-за чего наблюдается недостаток расхода воздуха во внутренний (нижний) охлаждающий канал, что приведёт к снижению эффективности

охлаждения ЖТ, равномерности распределения воздуха во фронтном устройстве, снижению качества перемешивания.

Оценка гидравлических потерь, потерь полного давления в КС позволяет выделить потери в диффузоре от суммарных потерь через ФУ и потерь, вызванных взаимодействием потоков через кольцевые каналы и в объеме ЖТ. Интегральные характеристики аэродинамической эффективности рабочего процесса отрывного диффузора КС оценивались с помощью:

- коэффициента гидравлических потерь

$$\xi = \frac{P_{ex}^* - P_{вых}^*}{\frac{\rho v_{ex}^2}{2}};$$

- коэффициента потерь полного

$$\sigma = \frac{P_{вых}^*}{P_{ex}^*};$$

В случае симметричного профиля скорости  $K=1$  коэффициент гидравлических потерь в КС  $\xi_{КС}=0,53$ , из которых 66% составляют потери в ЖТ и 34% потери в диффузоре (кольцевых каналах и преддиффузоре). В случае несимметричной входной эпюры скорости при  $K$  отличном от 1,  $\xi_{КС}$  существенно увеличиваются, в 2 и более раз. При этом процентное соотношение потерь в диффузоре и жаровой трубе также изменяются:  $\xi_{ЖТ}$  от 47 до 70%, а  $\xi_{Д}$  от 30 до 53%, что связано с неравномерным распределением воздуха по кольцевым каналам, в частности через отверстия на в зону смешения.

#### Библиографический список

1. Гурьянова, М.М., Пиралишвили Ш. А., Веретенников С.В. Аэродинамика камеры сгорания с отрывным диффузором // Авиакосмическое приборостроение. 2009. № 11. С. 1-7
2. Гурьянова, М.М., Пиралишвили Ш. А. Влияние входной несимметричности профиля скорости и начальной интенсивности турбулентности на гидраулику отрывного диффузора камеры сгорания ГТД //Авиационная техника. 2016. №2. С. 38-45.