

УДК 621.45.022.7

ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ ЗА КОМПРЕССОРОМ НА ГАЗОДИНАМИКУ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД

© Носкова К.Р., Гурьянова М.М., Гурьянов А.И.

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск, Российская Федерация*

e-mail: crist.timofeewa2011@yandex.ru

Представлены результаты расчетно-экспериментальных исследований по повышению газодинамической эффективности в камере сгорания (КС) газотурбинного двигателя (ГТД) с учетом влияния несимметричного течения за компрессором.

На выходе из компрессора ГТД возникает несимметричный профиль скорости из-за нестационарности взаимодействия рабочего колеса и спрямляющего аппарата с остаточной закруткой потока [1; 2].

Оценка несимметричности профиля скорости за компрессором проводится коэффициентом K , определяемым отношением среднерасходных скоростей потока в верхнем и нижнем полуканалах.

По результатам выполненного численного моделирования центробежного компрессора на выходе из него получена несимметричная эпюра скорости с коэффициентом $K > 1$ (рисунок, *a*). Дополнительно спроектированы генераторы несимметричности, формирующие на выходе профили скорости со значениями $K = 1$, $K > 1$ и $K < 1$. Полученные эпюры задавались в виде граничного условия на входе в КС.

Таким образом, при искажении эпюры скорости на выходе из компрессора, например, для случая $K < 1$ воздух преимущественно направлен в нижний кольцевой канал, возрастает интенсивность отрывной зоны. На выходе из камеры сгорания наблюдаются неравномерность и смещение линий тока и максимум расхода вблизи верхней стенки жаровой трубы, а это отрицательно скажется на работе турбины. При несимметричной эпюре нарушена необходимая стабильность процессов в КС, в отличие от случая при $K = 1$, где кольцевые каналы равномерно заполняются воздухом, а также равномерное затекание во фронтное устройство.

Проведено численное моделирование в камере малоразмерного газотурбинного двигателя (МГТД). Расчеты выполнены аналогично полноразмерной ГТД, то есть с заданием на входе в КС несимметричной эпюры скорости. Получено, что при $K = 1$ основной входящий поток в КС МГТД распределен равномерно вдоль верхнего кольцевого канала, в жаровой трубе заметно меньше вихревых структур. Поэтому в области геометрического поворота стенок равномерное затекание воздуха. Для случаев при $K > 1$ и $K < 1$ на внутреннем радиусе образуется тородоидальная вихревая структура, которая пережимает проточное течение, изменяет угол натекания на лопатки в турбине, т.е. препятствует образованию равномерных линий тока в выходном сечении, как это происходит для $K = 1$.

Наименьшие значения гидравлических потерь по тракту КС, как для обоих типов камер сгорания, получены в случаях с симметричной эпюрой скорости на выходе из компрессора (рисунок, *b*). При значениях $K > 1$ и $K < 1$ коэффициент ξ существенно возрастает. Следовательно, при проектировании КС важным моментом является сохранение величины несимметричности в диапазоне значений K , близких к 1, что позволяет обеспечить минимум гидравлических потерь.

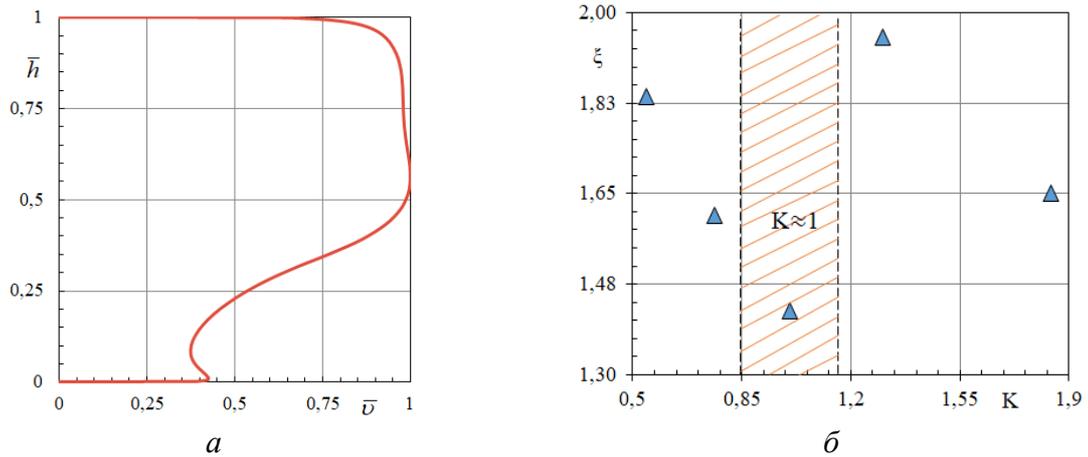


Рисунок – Результаты моделирования: а – Эюра скорости за компрессором ($K=1,75$); б – Зависимость коэффициента гидравлических потерь от коэффициента несимметричности профиля скорости в КС МГТД

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение фундаментальных научных исследований (шифр научной темы FSSG-2023-0002).

Библиографический список

1. Gur'yanova M.M., Piralishvili Sh.A. Joint effect of input asymmetrical velocity profile and initial turbulence intensity on hydraulics of a separated diffuser of GTE combustion chamber // Russian Aeronautics (Iz.VUZ). 2016. Vol. 59, № 2. P. 197–205.
2. Gur'yanova M.M., Timofeeva K.R., Guryanov A.I. Investigation of the Effect of the Output Parameters of the Flow behind the Compressor on the Gas Dynamics of the Separation Diffuser of the Combustion Chamber // AIP Publishing. 2020. № 2211. P. 1–5.