

УДК 629.7.036.3

Оценка изменения характеристик компрессора низкого давления при введении отбора воздуха в третий контур

Кикоть Константин Николаевич^{1, 2(*)}

kikot-k@mail.ru

Федечкин Константин Сергеевич¹

fedeconst@mail.ru

¹ ОКБ им. А. Люльки — филиал ПАО «ОДК-УМПО», Москва, Россия² МАИ, Москва, Россия

Аннотация. В данной работе рассматривается компрессор низкого давления авиационного двигателя с отбором воздуха в третий контур. Оценивается влияние отбора на протекание характеристик компрессора. Исследование проведено с помощью численного CFD-моделирования. Рассмотрен отбор от первой ступени с различными формами каналов. Показано, что введение отбора позволяет увеличить КПД и суммарный расход воздуха через компрессор на низких частотах вращения, но снижает КПД и запасы устойчивости на высоких частотах. Сделан вывод, что для применения в трехконтурном двигателе необходимо введение регулирования отбора в зависимости от режима работы.

Ключевые слова: компрессор низкого давления, отбор воздуха, каналы отбора воздуха, численное моделирование, трехконтурный двигатель.

Введение. Эксплуатация современного многоцелевого самолета предполагает его работу в широком диапазоне высот и скоростей полета. Обеспечить высокие параметры на разных режимах возможно с помощью двигателя адаптивного цикла с широким регулированием [1]. К таким, например, относится перспективная схема трехконтурного двигателя [2] с отбором воздуха от компрессора низкого давления. По расчетам [3–5] потребное количество воздуха может достигать достаточно больших величин, что будет оказывать существенное влияние на характеристики компрессора.

Целью работы является оценка изменения характеристик компрессора в широком диапазоне частот вращения при введении отбора воздуха из проточной части. Задачи работы — исследование влияния места отбора и формы канала на протекание характеристик, а также анализ картины течения в проточной части компрессора.

Методы и материалы; результаты. В данной работе было проведено исследование изменения характеристик компрессора низкого давления (КНД) турбореактивного двухконтурного двигателя с форсажной камерой (ТРДДФ) после введения отбора воздуха в третий контур. Характеристики были рассчитаны методами вычислительной гидрогазодинамики (3D-CFD). Расчетная модель была верифицирована путем сравнения с экспериментальными данными.

На первом этапе проводится параметрическое исследование по месту отбора воздуха. Отбор за направляющим аппаратом первой ступени показал

наибольшее увеличение суммарного расхода воздуха и КПД на пониженных частотах вращения. На втором этапе рассматривались две формы каналов отбора: отбор через канал с разделителем и отбор через систему щелей в корпусе компрессора (рис. 1).

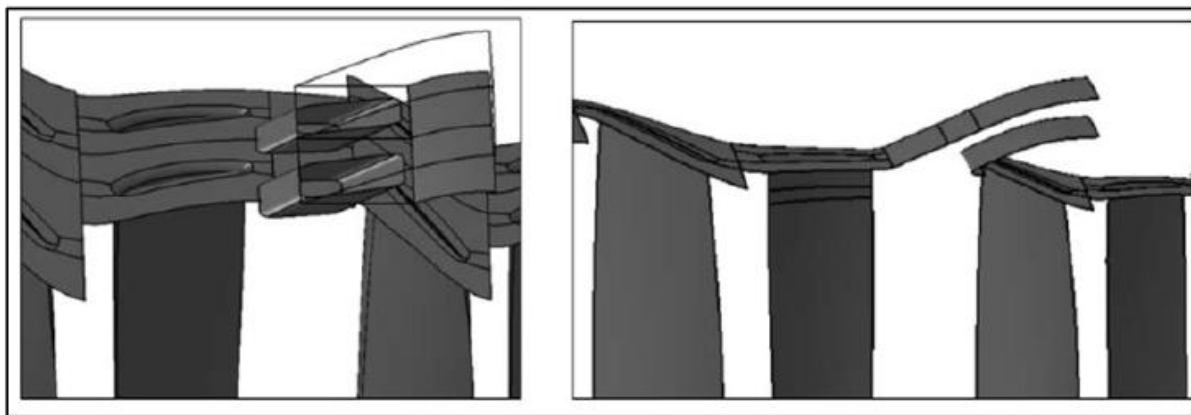


Рис. 1. Каналы щелевого отбора и отбора с разделителем

Сравнение показало, что канал с разделителем позволяет в большей степени увеличить КПД и суммарный расход. Из картины распределения скоростей на выходе из канала (рис. 2) можно сделать вывод о том, что щелевой канал характеризуется большими потерями.

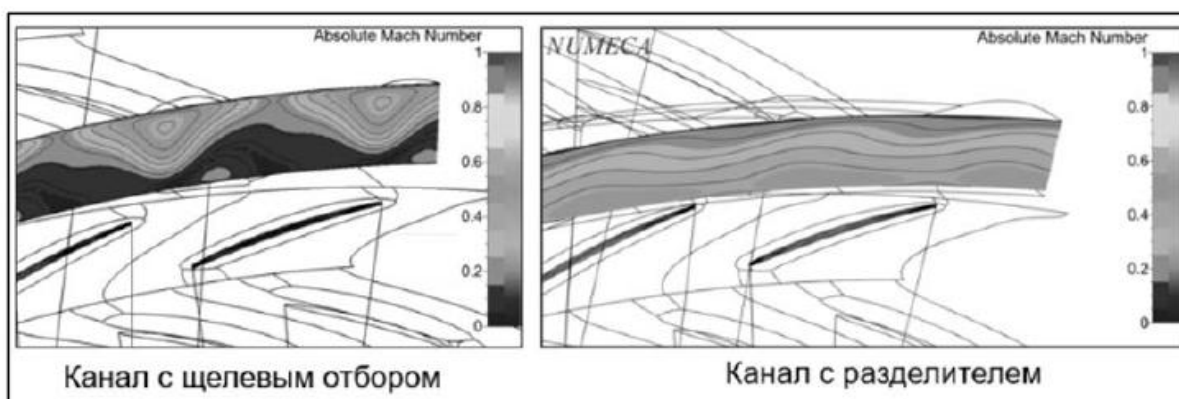


Рис. 2. Поля скоростей на выходе из каналов

Однако на повышенных частотах вращения отбор воздуха приводил к снижению КПД и максимальной степени повышения полного давления. Следовательно, для применения в трехконтурном двигателе отбор должен быть выполнен регулируемым. Кроме того, при выборе формы канала требуется оценка не только аэродинамических параметров, но и конструктивного исполнения канала отбора.

Закключение. Проведенное исследование показало возможность улучшения характеристик компрессора низкого давления на низких частотах вращения при введении отбора воздуха. При этом было отмечено негативное влияние отбора на высоких частотах вращения, поэтому для применения в трехконтурном двигателе отбор воздуха должен быть регулируемым. Поэтому при выборе формы канала следует руководствоваться не только соображениями аэродинамики, но и учитывать конструктивное исполнение каналов и способа регулирования.

Список источников

- [1] Нечаев Ю.Н., Кобельков В.Н., Попов А.С. *Авиационные турбореактивные двигатели с изменяемым рабочим процессом для многорежимных самолетов*. Москва, Машиностроение, 1988, 176 с.
- [2] Дрыгин А.С., Кизеев И.С., Эзрохи Ю.А. Технология третьего контура в ГТД боевых летательных аппаратов шестого поколения. *Труды ЦИАМ № 1360*. Москва, ЦИАМ, 2019, 76 с.
- [3] Шмотин Ю.Н., Кикоть Н.В., Кретинин Г.В., Лещенко И.А., Федечкин К.С. Исследование термодинамической эффективности силовой установки многорежимного самолета с независимо управляемым третьим контуром. *Насосы. Турбины. Системы*, 2016, № 2 (19), с. 40–48.
- [4] Кизеев И.С., Кожемяко П.Г., Эзрохи Ю.А. Расчетно-экспериментальное исследование влияния отборов воздуха из промежуточной ступени компрессора на его характеристики. *Труды МАИ*, 2018, № 103. URL: https://mai.ru/upload/iblock/c54/Kizeev_Kozhemyako_Ezrokhi_rus.pdf (дата обращения 14.11.2025).
- [5] Дрыгин А.С., Кизеев И.С., Эзрохи Ю.А. Анализ возможностей повышения крейсерской топливной экономичности многорежимного двигателя с третьим контуром. *Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2017, № 3, с. 116–136.