

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДАЧИ ВОЗДУХА К ОХЛАЖДАЕМЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ТУРБИН ТРД БОЕВЫХ САМОЛЕТОВ

Владимир Алексеевич Пономарев, к.т.н., доцент кафедры "Авиационные двигатели" РГАТУ им. П.А. Соловьева



При полётах со сверхзвуковой скоростью маневренных самолетов с многорежимными двигателями необходима значительная температура газа за камерой сгорания (перед турбиной) для достижения высоких значений тяги. Но это вынуждает организовывать и существенные отборы воздуха на охлаждение лопаток сопловых аппаратов и лопаток рабочего колеса турбины. Особенно первых её ступеней. На крейсерских же, дозвуковых режимах полёта температура газа перед турбиной на несколько сотен градусов меньше и сохранение больших отборов воздуха на охлаждение турбины избыточно, оно

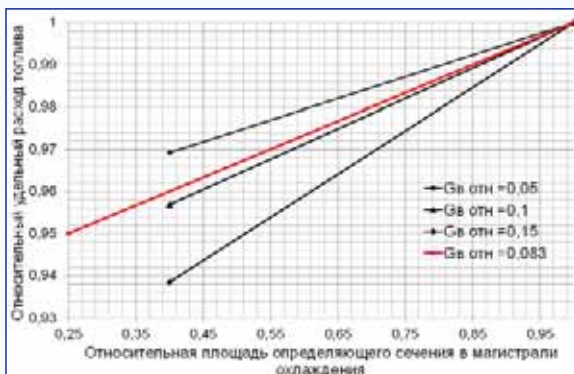


Рис. 1 Относительное изменение удельного расхода топлива при регулировании системы охлаждения ТРД

только ухудшает газодинамические параметры цикла двигателя. Для экономичного использования охлаждающего воздуха на различных режимах работы двигателя имеет смысл регулировать его подачу, что в результате позволяет уменьшить удельный расход топлива на крейсерских режимах. Уже для третьего поколения отечественных авиационных газотурбинных двигателей боевых самолетов, представленных ТРД и ТРДФ и имевших максимальную температуру газа перед турбиной в диапазоне от 1373К до 1493К [1], регулирование подачи воздуха к охлаждаемым лопаткам сопловых аппаратов и рабочим лопаткам турбин было вполне оправданным, несмотря на усложнение конструкции двигателей.

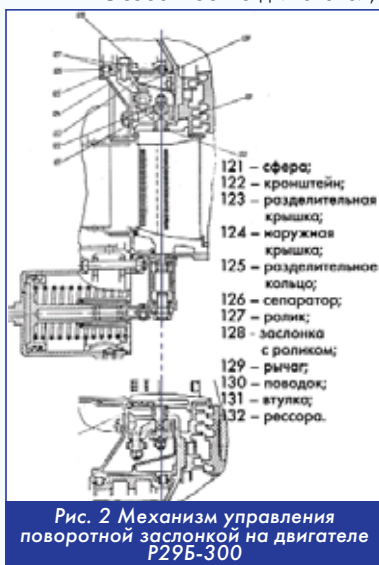


Рис. 2 Механизм управления поворотной заслонкой на двигателе P29B-300

Особенностью двигателей, спроектированных в ОКБ 300, начиная с P27Ф2-300 [2], является система управления подачей воздуха на охлаждение турбины. Принцип работы одинаков, а конструктивное исполнение различно. На ТРДФ P29Б-300 (главный конструктор Гусев Ю.И.), предназначенном для самолётов МиГ-23 различных модификаций, специальная заслонка в виде неплотно прилегающего к ответной детали кольца, поворачиваясь вокруг оси двигателя с помощью механизма управления, открывает или закрывает отверстия для подачи воздуха на охлаждение задней части пера лопаток первого соплового аппарата, рабочей лопатки и второго соплового аппарата. При закрытых

отверстиях охлаждающий воздух попадает в лопатки, проходя через зазор между поворотной заслонкой и распределительным кольцом. Такая система позволяет на крейсерских режимах работы двигателя расходовать меньше воздуха на охлаждение и уменьшать расход топлива [3].

Для палубного самолета вертикального взлета и посадки Як-38М был создан ТРД P28В-300 (изделие 49). На нем охлаждение лопаток соплового аппарата турбины высокого давления конвективное, в них установлен один дефлектор. Система управления подачей

воздуха на охлаждение отличается от примененной на P29-300 конструктивным исполнением. Специальная заслонка, поворачиваясь вокруг оси двигателя с помощью механизма управления, открывает или закрывает отверстия для подачи воздуха на охлаждение пера лопаток первого соплового аппарата (воздух идет по трубам) и рабочей лопатки (через щели между экраном диска и отверстия в самом диске). Эта заслонка представляет собой Г-образной формы подвижную внутреннюю обойму шарикоподшипника. Когда она закрывает отверстия, воздух в уменьшенном объеме поступает в полости охлаждения через зазоры между заслонкой и опорой, что обеспечивает сокращение расхода топлива на крейсерских режимах работы двигателя. Поворот заслонки производится поршнем силового цилиндра. Для уменьшения габаритов он выполнен со двоящим поршнем. Рабочим телом является воздух из-за компрессора. Усилие от штока цилиндра передается на заслонку путем поворота валика, рессоры, водила и кронштейна. Управление подачей воздуха и поворотом заслонки осуществляется электромагнитным клапаном, связанным с управлением режимами двигателя [3].

На ТРДФ АЛ-21Ф-3 также было реализовано прекращение подачи охлаждающего воздуха в турбину на крейсерских режимах для повышения экономичности двигателя [1].

Увеличение дальности полета самолетов за счет регулирования подачи воздуха к охлаждаемым лопаткам сопловых аппаратов и рабочим лопаткам турбины ТРД составило от 4 до 5%.

Судя по имеющимся сведениям в соответствующей литературе, применение систем регулирования подачи воздуха к охлаждаемым лопаткам сопловых аппаратов и рабочим лопаткам турбин на отечественных газотурбинных двигателях для боевых самолетов является оригинальным техническим решением для экономичного использования количества охлаждающего воздуха на различных режимах работы двигателя и не имеет аналогов в мире. □



Рис. 3 Система регулирования подачи охлаждающего воздуха на двигателе P-28B-300



Рис. 4 Схема охлаждения АЛ-21Ф-3

Литература

1. Зрелов В.А. Отечественные газотурбинные двигатели. Основные параметры и конструктивные схемы: Учебное пособие. М: ОАО "Издательство "Машиностроение", 2005. 336 с.
2. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки"/С.А. Вьюнов, Ю.И. Гусев, А.В. Карпов и др.; Под общ. Ред. Д.В. Хронина. - М.: Машиностроение. 1989. - 368 с.
3. Котельников В.Р., Хробыстова О.В., Зрелов В.А., Пономарев В.А. Двигатели боевых самолетов России/ Под общ. Ред. В.В.Горошников. - Рыбинск: Медиарост, 2017. - 616 с.