

При производстве современных сплавов, особенно для самолетостроения и изготовления двигателей, важную роль играет контроль свойств материалов при производстве и выпуске готовой продукции. В докладе рассматриваются методы и оборудование материаловедческой лаборатории, позволяющие проводить исследования и экспресс-контроль материалов.

Методы исследований:

- анализ элементного состава металлов и неметаллов методами искровой и рентгено-флуоресцентной спектроскопии
- исследование структуры и фазового состава методом рентгеновской дифракции
- обнаружение и идентификация микро- и макровключений
- оборудование подготовки проб к исследованиям
- оборудование для металлографии и механических испытаний.

УДК 629.7.036.33(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРДД НА ЕГО МАССУ

© 2012 Кузьмичев В.С., Крупенич И.Н., Кулагин В.В.

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

INVESTIGATION OF RELATIVE GEOMETRIC PARAMETERS INFLUENCE ON BYPASS ENGINE MASS

© 2012 Kuzmichev V.S., Krupenich I.N., Kulagin V.V.

Influence of relative diameters of bypass engine turbocompressor on its mass is described.

В качестве объекта исследований рассматривается двухвальный ТРДД без подпорных ступеней типа CFM56-5B-8 с высокими параметрами рабочего процесса, большой степенью двухконтурности и величиной суммарного расхода воздуха через двигатель.

В качестве исходных данных при проектировании проточной части задавались результаты проектного термогазо-динамического расчета, а также следующие параметры: число ступеней вентилятора, относительный втулочный диаметр на входе в вентилятор, коэффициент напора вентилятора по периферии, относительный втулочный диаметр на выходе КВД, средний коэффициент напора компрессора ВД, параметр нагруженности

турбины ВД, число ступеней турбины ВД, материал рабочих лопаток турбины и коэффициент запаса прочности рабочих лопаток турбины ВД, параметр нагруженности турбины НД, число ступеней турбины НД. Форма проточной части всех элементов турбокомпрессора задавалась постоянством среднего диаметра.

Поскольку задана форма проточной части, анализ влияния геометрических соотношений на входе и выходе можно заменить анализом влияния параметров только на входе в элемент.

Здесь и далее под относительной массой \bar{M}_i будем понимать отношение массы при текущем значении параметра к

максимальной массе в исследуемом диапазоне $\bar{M}_i = M_i/M_{\max}$.

С ростом относительного диаметра втулки на входе вентилятора $\bar{d}_{\text{вент.вх}}$ наблюдается монотонный рост массы двигателя (рис. 1). Это объясняется увеличением периферийного диаметра на входе в вентилятор, который при заданной окружной скорости определяет допустимую частоту вращения каскада НД. Снижение частоты вращения приводит к росту массы турбины НД, которая и определяет указанный рост массы ТРДД. Масса вентилятора при этом изменяется незначительно, что определяется противоположным влиянием двух факторов: ростом массы диска вентилятора и снижением массы лопаток.

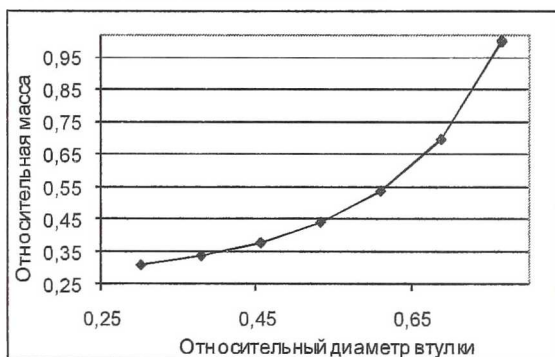


Рис. 1. Зависимость \bar{M}_i от относительного диаметра втулки на входе вентилятора

С увеличением относительного диаметра втулки на входе КВД $\bar{d}_{\text{квд.вх}}$ наблюдается монотонное уменьшение массы ТРДД (рис. 2), которое объясняется сокращением числа его ступеней, связанным с ростом окружной скорости компрессора при увеличении диаметральных размеров в условиях, когда частота вращения каскада ВД определяется прочностью турбины.

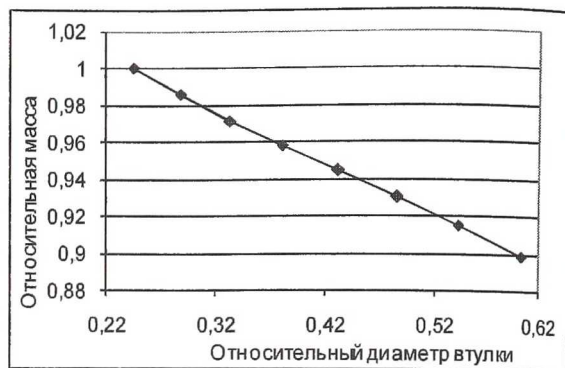


Рис. 2. Зависимость \bar{M}_i двигателя от относительного диаметра втулки на входе КВД $\bar{d}_{\text{квд.вх}}$

При увеличении отношения $D_{\text{ср}}/h_{\text{л}}$ на входе турбины ВД наблюдается взаимосвязанное влияние нескольких факторов. Масса ротора турбины $M_{\text{диск}}$ отнесенная к отдельной ступени увеличивается в связи с увеличением втулочного диаметра проточной части, а масса лопаток ступени $M_{\text{прот}}$ уменьшается за счет уменьшения их высоты. Преобладающее влияние оказывает рост $M_{\text{диск}}$, и масса ступени увеличивается по параметру $D_{\text{ср}}/h_{\text{л}}$. Однако при этом увеличивается окружная скорость на среднем диаметре турбины, что приводит к сокращению числа её ступеней. Совокупное влияние всех этих факторов приводит к тому, что масса турбины в целом по параметру $D_{\text{ср}}/h_{\text{л}}$ имеет минимум.

На массу двигателя кроме массы собственно турбины ВД оказывает влияние масса переходного канала между турбинами ВД и НД, которая уменьшается при увеличении $D_{\text{ср}}/h_{\text{л}}$ (при сокращении числа ступеней турбины ВД). Таким образом, наблюдается незначительное изменение массы ТРДД в целом (рис. 3).

Соотношение между составляющими массы турбины НД, зависящее от частоты вращения ротора и величины удельной работы турбины, отличается от соотношения для турбины ВД, поэтому при увеличении отношения $D_{\text{ср}}/h_{\text{л}}$ на входе турбины НД наблюдается монотонное увеличение массы турбины. Масса переходного канала между

турбинами НД и ВД также оказывает меньшее влияние на массу двигателя в целом, таким образом, наблюдается монотонный рост массы ТРДД (рис. 4).

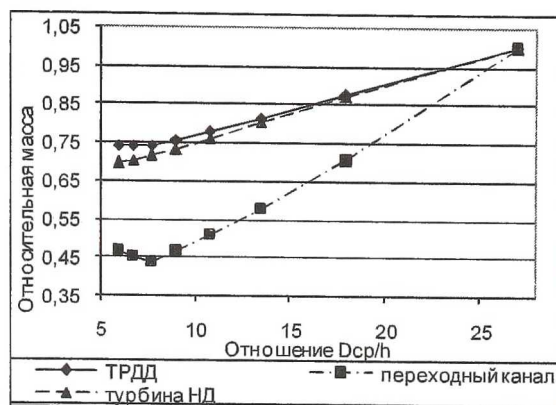
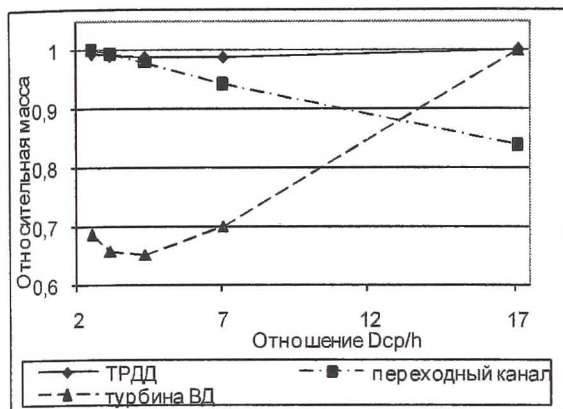


Рис. 4. Зависимость \bar{M}_i двигателя, турбины НД и переходного канала от отношения $D_{cp}/h_{л}$ на входе турбины НД

Приведенные зависимости позволяют выявить основные закономерности влияния геометрических параметров турбо-компрессора ТРДД на его массу.

Рис. 3. Зависимость \bar{M}_i турбокомпрессора, турбины ВД и переходного канала от отношения $D_{cp}/h_{л}$ на входе турбины ВД

УДК 621.431.75(075)

ВЛИЯНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ПРОЕКТНЫХ ДАННЫХ НА ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГТД

© 2012 Кузьмичев В.С., Ткаченко А.Ю., Рыбаков В.Н., Крупенич И.Н., Кулагин В.В.

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

INFLUENCE OF THE INITIAL DESIGN DATA UNCERTAINTY ON THE CHOICE OF OPTIMAL WORKING PROCESS PARAMETERS OF GAS TURBINE ENGINE

© 2012 Kuzmichev V.S., Tkachenko A.Yu., Rybakov V.N., Krupenich I.N., Kulagin V.V.

Influence of the initial design data uncertainty on the choice of optimal working process parameters of gas turbine engine is described.

Важнейшим аспектом современного проектирования авиационной силовой установки является определение оптимальных величин параметров двигателя и его элементов на всех этапах его проектирования.

При выборе оптимальных параметров рабочего процесса газотурбинного двигателя (ГТД) на основе критериев оценки летательного аппарата (ЛА) необходимо обеспечить наивыгоднейшее согласование выходных параметров СУ с запроектированными параметрами ЛА. В сложившейся практике проектирования ГТД принято оптимизацию его параметров выполнять последовательно: на основании

выбранных значений оптимальных параметров рабочего процесса определяются оптимальные размеры проточной части двигателя, на этой основе проектируются оптимальные варианты компрессора и турбины и т.д. Таким образом, выбор параметров рабочего процесса СУ непосредственно влияет на всю систему исходных данных для проектирования как основных элементов двигателя, так и ЛА.

Задаче выбора параметров авиационных ГТД, как и задачам проектирования вообще, присуща неопределенность, которую обуславливают многокритериальность оценки эффективности летательного аппарата (ЛА) и