УДК 662.642: 621.926.7

Н.А.Шарова (асп., каф. ТДУ), В.А.Рассохин, д.т.н., проф.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Начиная с момента создания первых авиационных газотурбинных двигателей, непрерывно идут работы по их совершенствованию. За рубежом реализуются долгосрочные программы (АТТАР, E^3, IHPTET, VAATE и др.) с привлечением двигателестроительных фирм, разработчиков новых конструкционных материалов и технологических процессов. Аналогичные работы проводятся во многих ОКБ, технологических предприятиях и академических институтах и ВУЗах России. Цели зарубежных программ совпадают с решаемыми задачами.

Малоразмерные газотурбинные двигатели (МГТД) выделяют в особый класс благодаря влиянию размерности двигателя, с учетом влияния технологических ограничений, на выбор параметров и конструкцию двигателя. В этом типе ГТД очень значительно влияние вторичных потерь, определяющих экономическую эффективность двигателя. Основной задачей создания высокоэффективного МГТД является снижение затрат на изготовление и эксплуатацию. В связи с этим необходимо вести работы в следующих направлениях:

– уменьшение удельного расхода топлива;
– повышение удельной мощности;
– снижение стоимости жизненного цикла.

Учитывая высокую стоимость создания и производства газотурбинных двигателей, имеет смысл разработать универсальный газогенератор для нескольких типоразмеров двигателей, как военных, так и гражданских различного назначения (ТВД, ТВаД, ТРД(Д), ВГТД).

Все вышеперечисленное характеризуется коэффициентом доступности двигателя [1]:

$$K_{дос} = \frac{\text{Тех. возможности ГТД}}{\text{Отн. стоимость}} = \frac{R/M_{дв}}{C_{Rкк} \cdot \overline{C}_{влад}}.$$

Путь, ведущий к повышению $К_{дос}$ – разработка универсального газогенератора. Построение универсального газогенератора должно соответствовать следующим принципам:

– получение большого избытка мощности может быть достигнуто переразмериванием газогенератора и применением адаптивной аэродинамики;

– достижение высокой топливной экономичности – дальнейшим повышением параметров рабочего процесса, увеличением КПД узлов, снижением гидравлических потерь по тракту двигателя, отборов на охлаждение и различных утечек. В конструкции будут использоваться перспективные материалы с низким удельным весом, как в «холодной», так и в «горячей» части;

– эффективность в широком диапазоне изменения расхода воздуха достигается обеспечением равенства приведенного расхода воздуха через основные сечения газогенератора при изменяющемся физическом расходе воздуха через двигатель. В этом случае, сохраняются геометрические размеры и профилирование. Предварительные расчеты показали, что при приведенном расходе воздуха на входе в компрессор газогенератора 3,6 кг/с можно получить двигатель от 1000 до 6000 л.с., однако, при этом температура газа перед турбиной возрастает до недопустимых значений для современных конструкционных материалов. Для того чтобы получить умеренные значения температуры при сохранении диапазона мощности, имеет смысл на ~ 10% переразмерить газогенератор, при этом нижнюю и верхнюю границу мощности получим при более низкой температуре (табл. 1).

Разработанные ВИАМ интерметаллиды монокристаллической структуры ВКНА–4 и ВКНА–25 работоспособны при температуре металла 1200°С.

Таблица 1. Предварительный расчет простейших конструкций двигателей с равными приведенными расходами воздуха через основные сечения газогенератора.

Двигатель	$\bar{G}_{вх}$, кг/с	$\bar{G}_{вхГГ}$ кг/с	$\bar{G}_{к}$, кг/с	$\bar{G}_{кс}$, кг/с	$\bar{G}_{тк}$, кг/с	$\pi^*_{КНД}$	$\pi^*_{КВД}$	$T^*_{г}$, К	$\pi^*_{ТВД}$	N/R, л.с./кгс
ТВаД/ТРД	4	4	0,799	1,228	1,251	-	7	1265	2,62	1026 /290
ТВаД/ТРД с КНД	9,88	4	0,799	1,227	1,251	3	6,7	1800	2,52	6100 /1020

Кроме того, при проектировании конструкции необходимо учитывать такие показатели, как отсутствие незапланированного технического обслуживания, минимальное воздействие на окружающую среду, уменьшение стоимости владения (производства, ТО и разработки), адаптация к переменным требованиям ЛА различного назначения, и повышение надежности и долговечности конструкции.

При разработке конструкции универсального газогенератора основное внимание будет уделено применению в нем разработанных и исследованных перспективных технологий и материалов.

Разработка универсального газогенератора позволит получить:

– высокую степень унификации новых разработок;
– многоцелевое применение;
– снижение стоимости разработки;
– снижение затрат на ремонт и замену узлов ГГ;
– облегчение внедрения передовых материалов и технологий.

Выводы:

• Проведенные предварительные расчеты показывают возможность создания универсального газогенератора для двигателей в классе мощности 1000 – 6000 л.с. Следующий этап работы – создание математической модели универсального газогенератора.

• Газогенератор является наиболее дорогостоящим узлом двигателя. Создание универсального газогенератора для нескольких типоразмеров двигателей позволит существенно снизить стоимость разработки и доводки двигателей и расширить область внедрения отечественной продукции на мировом рынке.

• Конструктивной характеристикой газогенератора будет максимальное упрощение конструкции, уменьшение числа деталей и модульность.

• Существующий задел по композиционным материалам и интерметаллидным сплавам позволяет уже сейчас учитывать их при проектировании компрессора, камеры сгорания и турбины.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иностранные авиационные двигатели, 2005: Справочник ЦИАМ / Общая редакция: В.А.Скибин, В.И.Солонин. – М.: Изд. Дом «Авиамир», 2005.