

## РАЗРАБОТКА УТИЛИЗАЦИОННОГО ВОЗДУШНО ТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 Ю.С. Елисеев, Д.Г. Федорченко, Ю.И. Цыбизов

Открытое акционерное общество «Металлист-Самара», г. Самара

### THE DEVELOPMENT OF THE RECYCLING AIR TURBINE ENGINE

Yeliseev Yu.S., Fedorchenco D.G., Tsibisov Yu.I. (Joint- Stock Company "Metallist-Samara", Samara, Russian Federation)

*The article deals the thermodynamic and constructive parameters of an air turbine engine with the capacity of 150 kW, which is powered by recovering exhaust heat from a gas turbine power plant NK-16ST.*

Результаты исследования проблемы энергосбережения и энергообеспечения показывают, что в настоящее время наряду с нетрадиционными источниками энергии (газо-ветроэнергетические, вихревые ветро-солнечные установки и т.д.) большое внимание уделяется вопросам утилизации тепла выхлопных газов тепловых машин.

Наиболее известные способы утилизации тепла выхлопных газов:

**Парогазовый цикл**, где тепло уходящих газов газотурбинной установки (ГТУ) используется для выработки пара в котлах утилизаторах, который в свою очередь направляется в паровую турбину для выработки электрической энергии. Основным недостатком для использования в газоперекачивающих агрегатах (ГПА) – создание целой инфраструктуры выработки пара.

**Органический цикл Ренкина**, где в качестве рабочего тела используются низкокипящие органические вещества. Как правило, это циклопентан, толуол или фреон. Основные недостатки таких установок: рабочие тела с высоким КПД взрывоопасны, пожароопасны, токсичны, канцерогенны, а рабочие тела на основе фреона имеют низкий КПД и запрещены для использования.

**Прямой цикл с использованием термоакустического эффекта Релея**, связанный с преобразованием тепловой энергии в акустическую и электрическую. Основным недостатком – низкий КПД и малая реализуемая мощность

Из анализа этих способов утилизации тепла следует, что **наиболее простым, дешевым, безопасным и экологически чистым способом утилизации тепла**

**выхлопных газов ГТУ является воздушно турбинный двигатель (ВТД), где рабочим телом является атмосферный воздух, подогреваемый выхлопными газами.**

На предприятии ОАО «Металлист-Самара» по согласованию с ПАО «Газпром» разработано техническое предложение на проектирование воздушно турбинного двигателя мощностью 150кВт (ВТД-150), предназначенного для привода электрогенератора за счёт утилизации тепла отводящих газов в газоперекачивающем агрегате от ГТУ НК-16СТ. Температура уходящих выхлопных газов на номинальном режиме работы этого ГТУ изменяется от 584К (311°С) при температуре окружающей среды -30°С до 685К (412°С) при +15°С, т. е. не используется довольно значительный тепловой ресурс, «выбрасываемый» в атмосферу.

Ближайшим прямым аналогом ВТД по схеме использования тепла для подогрева сжатого воздуха является турбореактивный двигатель с атомным реактором (ТРДА), в котором в отличие от традиционной схемы организации рабочего процесса в ТРД тяга двигателя создается не расширяющимся от сжигания керосина газом, а воздухом, нагреваемым в реакторе. Так, например, ещё в середине 50-х годов прошлого столетия в ОКБ под руководством А.М. Льюльки разработана конструкция ТРДА так называемой схемы «коромысло» - с изогнутой проточной частью и выведением атомного реактора за пределы вала.

Рассмотрены два возможных варианта конструктивного облика ВТД по схеме «коромысло».

В первом варианте атмосферный воздух сжимается в компрессоре, затем подаётся в рекуперативный воздухоподогреватель

(РВП), где подогревается теплом уходящих газов основного ГТД и подаётся в турбину. Избыток мощности турбины вращает электрогенератор.

Во втором варианте атмосферный воздух, сжатый компрессором, подогревается до некоторой оптимальной с точки зрения габаритов (РПВ) температуры и используется в качестве активного потока в эжекторе, из которого воздушно-газовая смесь используется в процессе расширения в турбине.

В докладе представлены результаты анализа параметров термодинамического расчёта на режимах эксплуатации при изменении температуры окружающей среды  $t_n$  от

$-30^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$  и выбраны оптимальные параметры термодинамического цикла этих двух вариантов.

Выполнен тепловой расчёт РВП, газодинамический расчёт эжектора и определены основные конструктивные размеры компрессора, турбины, РВП, и эжектора.

Для проектирования определён наиболее приемлемый вариант конструкции ВТД с рекуперативным воздухоподогревателем и эжектором (вариант 2), у которого поверхность теплообмена в РПВ снижается более чем на 30%.

УДК 678.8

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИНФУЗИОННОГО ФОРМОВАНИЯ НИЗКОПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

©2016 Е.А. Вешкин, В.И. Постнов, Р.А. Сатдинов, Е.В. Крашенинникова

Ульяновский научно-технологический центр  
Всероссийского института авиационных материалов

### **FEATURES OF INFUSION FORMING TECHNOLOGY FOR LOW POROSITY PCM USED IN AIRCRAFT STRUCTURES**

Veshkin E.A., Postnov V.I., Satdinov R.A., Krasheninnikova E.V. (Ulyanovsk Science and Technology Center of the All-Russian Institute of Aviation Materials, Ulyanovsk, Russian Federation)

*During the development process of aircraft structures, experimental design bureaus have started to use polymeric composite materials (PCM) with an increasing frequency. Currently the most widely used technology is a non-autoclave molding technology. To perform this, FGUP VIAM has developed high-deformation heat-resistant binder VST-1210. On the basis of this has been made a carbon fiber brand VKU - 48 with high level temperatures up to 200 °C (briefly up to 230 °C), high elastic, strength and operating properties. Has been also developed a manufacturing technology for the helicopter engine hood covered out by carbon fiber.*

В настоящее время благодаря накопленному производственному и эксплуатационному опыту применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкциях летательных аппаратов (ЛА), конструкторские бюро все активнее внедряют их при проектировании перспективной авиационной техники (АТ). Двигатель и его системы не стали исключением, поэтому проектирование большого количества элементов, связанных с перспективными их разработками, ведётся с применением ПКМ. Однако жёсткие условия работы материалов в конструкции элементов двигателя и его систем ограничивают конструктора в выборе ПКМ. Кроме того,

малые серии выпуска некоторых марок АТ затрудняют выбор технологии переработки ПКМ в изделие, т.к. традиционно применяемые технологии с применением вакуум-автоклавного способа их формования требуют от производителей приобретения дорогостоящего (из-за дополнительной операции пропитки) полуфабриката – препрега, который к тому же имеет короткий срок годности, и особых условий его хранения. В этой связи широкое применение находят безавтоклавные технологии формования ПКМ.

В ФГУП «ВИАМ» разработаны углепластик марки ВКУ-48 с рабочей температурой до  $200^{\circ}\text{C}$  (кратковременно до