

27 сентября 2019 г.
СЕКЦИЯ №1
РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС КАМЕР СГОРАНИЯ ГТД И ГТУ

УДК 621.452.3

**ЭВОЛЮЦИЯ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ
ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НК-16СТ**

Бакланов А.В., Маркушин А.Н.
АО «Казанское моторостроительное производственное объединение»
andreybaklanov@bk.ru.

Ключевые слова: камера сгорания, выбросы вредных веществ, конструкция, доводка

За весь период серийного выпуска на АО «КМПО» ведутся работы по модернизации серийных камер сгорания ГТД НК-16СТ. Данные работы проводятся с целью снижения выбросов токсичных веществ в выхлопных газах ГТУ. На рис.1 представлена серийная камера сгорания НК-16СТ, в которой реализовано однозонное диффузионное горение.

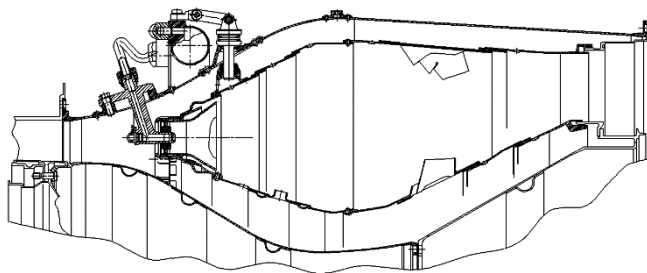


Рис.1. Конструктивная схема серийной камеры сгорания ГТД НК-16СТ

Камера состоит из корпуса, жаровой трубы, патрубков смесителей, газового коллектора для подачи топлива к форсункам. Фронтное устройство содержит 32 горелки. Жаровая труба — кольцевая, многосекционная обеспечивающая конвективно-пленочное охлаждение [1]. Во фронтном устройстве камеры сгорания, вихревые газовые горелки устанавливаются равномерно по окружности, между внутренней и наружной стенками жаровой трубы.

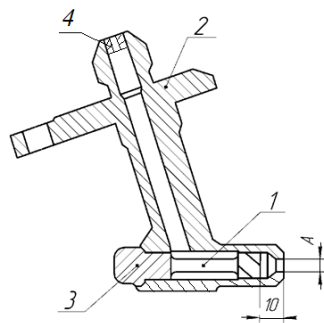


Рис. 2 Центробежная газовая форсунка. 1-шпек, 2-корпус форсунки, 3-гайка (заглушка)

Изначально в конструкции камеры сгорания были установлены центробежные газовые форсунки (ЦБГФ) (рис.2), которые приводили к образованию завышенной концентрации оксида углерода в продуктах сгорания [2]. По результатам проведенных исследований применена форсунка со струйной подачей топлива, (СГФ). Данное мероприятие подтвердило, что организация такой подачи газообразного топлива позволят сжигать его наиболее эффективно. Постановка данной форсунки позволила на 35% снизить концентрацию оксида углерода в продуктах сгорания двигателя НК-16СТ, тем самым обеспечить уровень концентрации оксидов углерода, соответствующий нормам [3].

Следующие работы заключались в испытании горелок с различной формой насадка для выявления конструкции обеспечивающей наименьшее содержание выбросов токсичных веществ. Испытаны четыре типа горелок. Проведены огневые испытания и выявлена оптимальная горелка, которая установлена в камеру сгорания. Постановка данной горелки в состав камеры сгорания позволила в четыре раза снизить концентрацию оксида углерода в продуктах сгорания двигателя НК-16СТ [4].

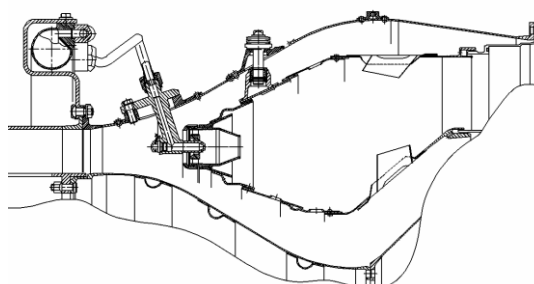


Рис.3. Конструктивная схема модернизированной камеры сгорания ГТД НК-16СТ

Ее модернизированный вариант представлен на рис.3. Это кольцевая камера сгорания малой длины, технология снижения NO_x и CO которой, заключается в усовершенствовании кольцевой камеры сгорания путем изменения формы фронтального устройства, приводящей к «обеднению» первичной зоны. Горелка

частичного смешения обеспечила интенсивное выгорание топлива, что позволило укоротить жаровую трубу с 575 до 347 мм. Это привело к снижению выбросов NOx до 40% по сравнению с серийным вариантом камеры сгорания [5]. Однако современные тенденции в области экологической безопасности обязывают разработчиков принимать кардинальные решения для обеспечения низкого выброса токсичных веществ.

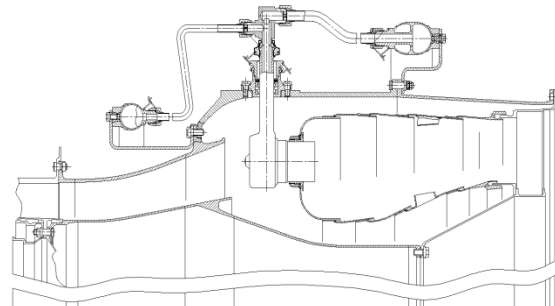


Рис.4. Конструктивная схема малоэмиссионной камеры сгорания ГТД НК-16СТ

В результате на предприятии была разработана малоэмиссионная камера сгорания (рис.4), работающая по принципу "LPP" - Lean Prevaraporized Premixed (дословно: "бедная" предварительно испаренная, перемешанная смесь). Двигатель с камерой сгорания, выполненной в рамках данного подхода позволяет достигнуть выбросов NOx $\leq 50 \text{ мг/м}^3$ [6].

Список литературы

1. Конвертирование авиационных ГТД в газотурбинные установки наземного применения / Е.А. Гриценко, В.П. Данильченко, С.В. Лукачев и др. – Самара, СНЦ РАН, 2004. – 266 с.
2. Бакланов А.В. Влияние способа подачи газообразного топлива в камеру сгорания на образование оксидов углерода в продуктах сгорания газотурбинного двигателя // Вестник Московского авиационного института, 2019. - Т. 26. - № 1. - С. 111-125.
3. ГОСТ 28775-90. Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. - 12 с.
4. Бакланов А.В. Управление процессом сжигания топлива путем изменения конструкции горелки в камере сгорания газотурбинного двигателя // Вестник Московского авиационного института, 2018. -Т. 25. -№ 2. - С. 73-85.
5. Маркушин А.Н., Меркушин В.К., Бышин В.М., Бакланов А.В. Организация низкоэмиссионного горения в кольцевой камере сгорания ГТД // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника, 2009. - № 3. - С. 70-72.
6. Бакланов А.В. Маркушин А.Н. Особенности проектирования и доводки LPP-камеры сгорания // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н.Туполева, 2017. - Т.73.- №2.- С.56-61.