

повышения энергетической эффективности ЖРД.

Рассмотрены значимость и место полимерных присадок среди других решений по совершенствованию компонентов ЖРТ для повышения энергетической эффективности ЖРД.

Предложен проект комплексной отраслевой программы по допуску к производству и применению в ракетно-космической технике углеводородного ракетного горючего типа керосина с полимерной присадкой полиизобутилена.

УДК 621.452.3.034

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТУ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ГАЗООБРАЗНОМ ТОПЛИВЕ

Маркушин А.Н.¹, Бакланов А.В.², Цыганов Н.Е.¹

¹ОАО «Казанское моторостроительное производственное объединение»

²Казанский государственный технический университет им. А.Н.Туполева

THE INFLUENCE OF BURNER DESIGN ON THE CHARACTERISTICS OF THE COMBUSTION CHAMBER WITH GASEOUS FUELS

Markushin A.N., Baklanov A.V., Tsyganov N.E. These results include burner and flame tube design affection on the characteristics of the main combustor. Measures listed above allow to reduce toxic emission significantly comparing to the serial main combustor.

В данной работе представлены технические решения, реализованные в ходе модернизации конструкции камеры сгорания (КС) ГТУ НК-16СТ мощностью 16 МВт, созданной на базе авиационного газотурбинного двигателя НК-8-2У. Целью данной модернизации явилось снижение уровня эмиссии окиси углерода CO и окислов азота NO_x в продуктах сгорания серийной КС.

В конструкции фронтального устройства серийной - кольцевой КС, вихревые газовые горелки (рис.1) устанавливаются равномерно по окружности между внутренней и наружной стенками жаровой трубы (ЖТ). Топливо, подаваемое газовыми форсунками 1 вдоль оси каждой из горелок, перемешивается в камере смешения 3 с закрученным в завихрителе 2 потоком воздуха. В результате в первичной зоне камеры сгорания за сопловым насадком 4, каждой из вихревых горелок формируются потоки топливоздушнoй смеси, имеющие приосевые циркуляционные области. Наличие таких областей обеспечивает циркуляцию горячих продуктов сгорания и

активных центров из зоны горения к корню

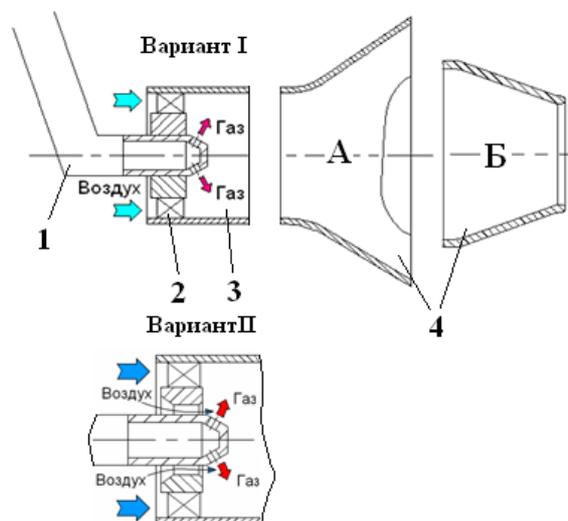


Рис.1. Схема горелочных устройств
1- струйная форсунка, 2- завихритель,
3- камера смешения, 4- сопловый насадок

факела свежей смеси, что создает условия для устойчивого воспламенения и стабилизации пламени.

В работе изучалось влияние формы насадка горелочного устройства (рис. 1 А, Б), на рабочий процесс КС при постоянном законе подвода воздуха по длине ЖТ.

Исследовались две формы насадка: диффузорный и конфузорный.

Исследования, проводимые на одnogорелочном отсеке показали, что изменением конструкции горелочного устройства можно реализовать, как приосевое горение. В этом случае градиент поперечной скорости топливовоздушной смеси на выходе из соплового насадка максимален, что обеспечивает полное выгорание топлива на малой длине. Так же и периферийное горение, которое имеет низкое значение градиента скорости в радиальном направлении на всей длине зоны рециркуляции потока топливовоздушной смеси в первичной зоне КС.

В ходе испытаний полноразмерной камеры сгорания проводилась измерение радиальной и окружной эпюр неравномерности поля температуры газа. Для чего в выходном сечении ЖТ была установлена подвижная в окружном направлении шеститочечная гребенка термопар.

Измерения показали, что на выходе из КС с конфузорным насадком в районе термопары №5 наблюдается увеличение температуры по сравнению с вариантом камеры, имеющим диффузорный насадок. Это позволяет считать, что конфузорный насадок в горелочном устройстве формирует более горячее ядро потока. Процесс объясняется смыканием вихревого слоя и уменьшением поперечных размеров зоны рециркуляции, что привело к локализации высокотемпературных масс газа в приосевой области горелки [2]. Поэтому, для эффективного уменьшения поверхностей пламени со стехиометрическим составом было реализовано техническое решение, основанное на локальном обеднении смеси в горячей приосевой зоне (рис.1. вариант II). Данное решение, заключается в доработке горелочного устройства, путем организации между форсункой и завихрителем кольцевого канала. В результате чего была обеспечена на ~15% большая площадь проходного сечения горелочного устройства, чем в исходном серийном варианте. Это мероприятие позволило

снизить температуру ядра потока и привести радиальную эпюру в соответствие с нормами ТУ. К тому же, не смотря на существенное уменьшение размеров зоны рециркуляции, камеры сгорания с конфузорными горелками показали весьма высокую полноту сгорания по сравнению с горелками, имеющими диффузорный насадок, что привело к существенному снижению выброса CO (рис.2). Здесь измерения концентрации токсичных веществ были проведены в составе полноразмерного двигателя НК-16СТД на режиме максимальной мощности и приведены к условному содержанию кислорода в выхлопных газах, равному 15% [1].

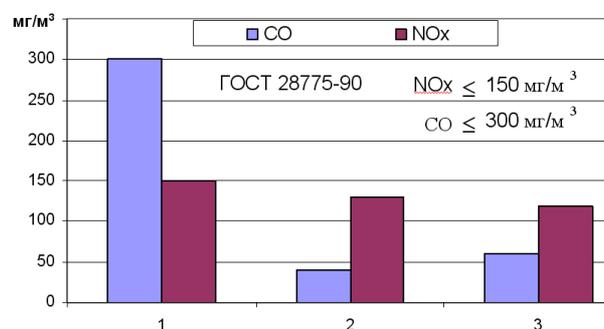


Рис.2. Концентрации CO и NO_x камер с: 1-диффузором (серийная); 2 -конфузором; 3-конфузором и кольцевым каналом;

Полученные данные позволили сделать вывод, что изменением конструкции горелочного устройства при постоянном законе подвода воздуха по длине жаровой трубы и одинаковых параметрах закрутки потока, можно влиять на основные характеристики камеры сгорания, такие как время пребывания продуктов сгорания, полнота сгорания топлива, неравномерность температурного поля и выбросы токсичных веществ в КС.

Библиографический список

1. ГОСТ 28775-90 "Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия". Госстандарт, М., 1991.
2. Ланский А. М. и др. Рабочий процесс камер сгорания малоразмерных ГТД. Самара. Изд-во СНЦ РАН; 2009.335с.