

Давление в ресивере поддерживается изменением частоты вращения криогенного насоса. Для оптимального открытия ДГ настройка регулятора плавно повышается с 2 МПа на XX до 3 МПа на максимальной мощности. Ввиду того, что при регулировании расхода учитывается изменение давления и температуры перед ДГ, к регулятору давления не предъявляется жестких требований. Колебания давления в ресивере не отражаются на работе системы регулирования двигателя.

Перед остановкой во время охлаждения двигателя на режиме XX криогенный насос переводится на минимальную частоту вращения с целью снижения давления в ресивере до 0,5...0,8 МПа. Такой алгоритм остановки минимизирует количество газа в ресивере при неработающем двигателе.

Запас газа в ресивере, тепловая инерционность ТМТ и маслосистем делает возможным работу двигателя и охлаждение масла некоторое время при отказе криогенного топливного насоса. В такой нештатной ситуации перевод двигателя на режим XX, его охлаждение и останов не сопровождается опасным повышением температур масла в ГТД и генераторе.

Выводы:

1 Выполнена коррекция структурной схемы топливной системы газотурбовоза и её параметрическая отработка.

2 Процесс запуска от захлаживания насоса, заполнения ресивера, до выхода на режим холостого хода не превышает 8 минут.

3 Влияние запаздывания теплообменников на работу системы регулирования ГТД отсутствует.

УДК 621.3.002.3(076.5)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫГОРАНИЯ ТОПЛИВА В ВИХРЕВОМ ГАЗОВОМ ГОРЕЛОЧНОМ МОДУЛЕ

Гурьянов А.И., Евдокимов О.А.

Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А. Соловьёва

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE COMBUSTION PROCESS IN VORTEX GAS BURNER

Guryanov A.I., Yevdokimov O.A. It is presented the results of numerical and analytical calculations of the combustion efficiency in the tubular combustion chamber with gas ejection burner and its experimental confirmation. It is performed a comparison of these results and made guidelines about the secondary air's discharging into the flame tube.

Одной из основных характеристик камер сгорания двигателей является полнота сгорания топлива, определяющая степень завершенности процесса преобразования энергии химических связей в теплоту. Помимо этого, полнота сгорания является количественной мерой присутствия в продуктах сгорания промежуточных компонентов реакций и непрореагировавших углеводородов. Её оценка неразрывно связана с проблемой соответствия процесса горения жестким требованиям по эмиссии загрязняющих веществ. Это определяет актуальность ис-

следований, направленных на создание полуэмпирических методик оценки изменения полноты сгорания по длине КС. Попытки создания таких расчётных зависимостей предпринимались различными авторами, однако неизменно сводились к необходимости введения различных эмпирических коэффициентов, применимых для геометрически подобных камер. Отмеченное требует обобщения многочисленного экспериментального материала с единых позиций и тестирования полуэмпирических методов расчёта на модельных задачах выгорания топлива в

турбулентном потоке, одной из которых является процесс горения в цилиндрической камере сгорания.

Для определения полноты сгорания топлива в трубчатой камере сгорания разработана аналитическая методика расчёта [1]. При построении методики зависимость константы скорости одноступенчатой химической реакции от температуры описывается выражением, подобным закону Аррениуса, а также использованы фундаментальные законы сохранения массы и энергии в форме полной энтальпии для стационарного потока газа. Для определения эмпирических коэффициентов выполнены экспериментальные и численные исследования горения метановоздушной смеси в трубчатой камере сгорания.

Расчётно-экспериментальное исследование полноты сгорания топлива. Расчётно-экспериментальная модель выполнена в виде трубы с поясами отверстий для подмешивания вторичного воздуха. Количество поясов варьировалось от 1 до 4. Стабилизация пламени обеспечивалась за счёт создания зоны обратных токов в проточной части жаровой трубы в области аэродинамического следа за телом неудобообтекаемой формы в виде усечённого конуса (рис. 1). Организация подачи и предварительного смешения компонентов топливовоздушной смеси выполнялась с использованием смесительного модуля с закруткой потока.

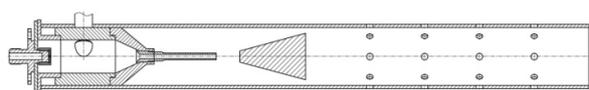


Рис. 1. Схема камеры сгорания

Как видно на рисунке 2, кривая выгорания топлива, полученная экспериментально с погрешностью 4% описывается аналитической зависимостью [1]. Расхождение результатов численного расчёта с экспериментом составляет 5÷7%. Это объясняется совокупным влиянием таких факторов, принимаемых в процессе численного моделирования, как коэффициенты выбранной $k-\epsilon$ модели турбулентности, погрешности дискретизации расчётной области, бесконечности скоростей реакций выбранной модели горения.

Наибольшее расхождение результатов численного моделирования с экспериментальными данными наблюдается в области подачи в зону горения масс вторичного воздуха. Это связано с тем, что в этой зоне происходит смешение промежуточных продуктов реакции со струями вторичного воздуха, которое, вследствие сноса вдуваемых струй реагирующим потоком, имеет место в пристеночной зоне вблизи рядов отверстий ниже по течению.

В процессе численного моделирования скорости реакций окисления углеводородных соединений принимаются бесконечно большими, однако, в реальном случае скорость протекания реакции всегда конечна. Принятие такого допущения в расчёте полноты сгорания топлива влияет на результат, но в условиях эксперимента механизм горения предварительно перемешанной смеси близок к поверхностному [2], поэтому применение выбранной модели оправдано.

Сравнение результатов эксперимента с численным моделированием показали адекватность применения вихревого модуля предварительного смешения. Допущение о молекулярном смешении компонентов на входе в жаровую трубу не позволяет учесть протекание в зоне горения процессов смешения реагентов, что приводит к расхождению результатов эксперимента и моделирования в пределах погрешности опыта.

Библиографический список

1. Евдокимов, О.А. Формирование кривой выгорания топлива по длине трубчатой камеры сгорания. [Текст] / О.А. Евдокимов // Сборник докладов XVII школы-семинара молодых учёных и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева. - Издательский дом МЭИ. - 2009. - С. 328-331.
2. Гурьянов, А.И. Экспериментальное и теоретическое исследование механизмов горения в ограниченном закрученном потоке. [Текст] / А. И. Гурьянов, Ш.А. Пиралишвили. Тепловые процессы в технике. - 2009. - т.1 - №5. - С. 170-177.