

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ПОДАЧИ СЖАТОГО ВОЗДУХА НА ТУРБИНУ СТАРТЕРА АВИАЦИОННОГО ГТД

Видайсина А.Н., Ермилов М.А., Стадник Д.М., Крючков А.Н.
Самарский университет, г. Самара, vidiaskina@yandex.ru

Ключевые слова: система запуска, турбостартёр, заслонка, байпасная магистраль, динамические характеристики, моделирование.

В настоящее время, в связи с появлением новых конструкций газотурбинных двигателей и широким их применением, возникает необходимость в проведении исследований, направленных на совершенствование систем запуска в целях обеспечения требуемых лётных характеристик. Из всех типов пусковых устройств воздушные турбостартеры наиболее широко используются в многомоторных самолетах, благодаря своей простоте и надежности [1, 2]. Принцип работы воздушного стартера основан на использовании сжатого воздуха, отбираемого от вспомогательной силовой установки и подаваемого на турбину, приводящую в свою очередь во вращение выходной вал через редуктор. Выходной вал передает крутящий момент на коробку агрегатов двигателя через специальный механизм сцепления, обеспечивающий их автоматическое соединение и разъединение. Подача сжатого воздуха на турбину стартера осуществляется через заслонку, приводимую в движение пневмоцилиндром. Ввиду необходимости запуска в воздухе, помимо основной заслонки стартер оснащается байпасной магистралью с целью подкрутки при недостаточности частоты вращения ротора двигателя на авторотации. Открытие и закрытие основной заслонки и запорно-регулирующего устройства, входящего в состав байпасной магистрали, осуществляется за счет работы электропневматических распределителей, соединяющих полости чувствительных элементов исполнительных устройств с линиями высокого и низкого давления.

Основным требованием при работе турбостартера является необходимость медленного открытия заслонки за время от двух до семи секунд и плавного увеличения давления сжатого воздуха перед турбиной для снижения ударных нагрузок, возникающих в механизме сцепления. При подаче сигнала САУ ГТД закрытие заслонки должно осуществляться за время не более одной секунды [3, 4]. Обеспечение указанных временных характеристик выполняется за счет корректного выбора параметров пневмомеханической части системы. В связи с этим появляется необходимость в разработке математических и имитационных моделей, позволяющих оценивать влияние конструктивно-настроечных параметров системы на ее динамику.

В работе рассматривается типовая система подачи сжатого воздуха на турбину стартера, состоящая из основной заслонки и байпасной магистрали. Разработана математическая модель системы и проведено исследование ее динамических характеристик в программе Matlab/Simulink. Исследования проведены при имитации условий земного и высотного запусков. В результате исследований проанализировано влияние основных параметров системы на время срабатывания основной заслонки и регулирующего устройства байпасной магистрали. Рассчитаны переходные процессы изменения частоты вращения выходного вала турбостартера до момента зацепления с коробкой агрегатов двигателя при вариации конструктивно-настроечных параметров системы.

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании систем подачи сжатого воздуха на турбину стартера с целью сокращения объемов дорогостоящих испытаний.

Список литературы

1. Алабин М.А., Кац Б.М., Литвинов Ю.А. Запуск авиационных газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1968. 227 с.

2. Мухаммедов Н.А. Обеспечение надёжного запуска авиационного ГТД на основе оптимизации характеристик пускового устройства и совершенствования системы управления, Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. Рыбинск: 2016. 182 с.

3. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели. ОАО «Авиадвигатель». Пермь: 2006. 398 с.

4. Исследование влияния колебаний рабочей среды на характеристику системы топливопитания и автоматического регулирования авиационного ГТД на режиме запуска.– Гимадиев А.Г., Крючков А. Н., Шабуров И.В., Шорин В.П. Деп. в ГОСНИИ ГА 12.05.89, №737-ГА. Москва, 1989.

Сведения об авторах

Видяскина Анна Николаевна, лаборант-исследователь НИИ-201, аспирант кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика и виброакустика технических систем.

Ермилов Михаил Анатольевич, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика и виброакустика технических систем.

Стадник Дмитрий Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика пневмогидравлических систем.

Крючков Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика и виброакустика технических систем.

STUDY ON DYNAMICS OF AIR TURBINE STARTER

Vidyaskina A.N., Ermilov M.A., Stadnik D.M., Kryuchkov A.N.
Samara university, Samara, vidiaskina@yandex.ru

Keywords: starting system, air turbine starter, air control valve, pneumatic valve operating mechanism, servo-piston, transients, mathematical model.

The paper presents the results of a study of the dynamics of an air turbine starter. A mathematical model of the system was developed and its dynamic characteristics were studied in the Matlab/Simulink software. The influence of the main parameters of the system on the response time of the pressure regulating system is analyzed. Transient processes of changes in the frequency of rotation of the output shaft of a turbine starter are calculated when the design and tuning parameters of the system are changed.