

Многорежимная идентификация получения адекватной модели ГТД для диагностики по термогазодинамическим параметрам

Ахмед Хирш Салим Ахмед, Б.М. Осипов¹

¹ КНИТУ-КАИ им. Туполева, Казань

e-mail: hersh_ise19@mail.ru

1. Введение

При контроле и диагностике состояния газотурбинных двигателей широкое применение нашли параметрические методы диагностирования. Под этим названием подразумевают диагностические методы, основанные на специальной обработке и анализе значений термогазодинамических и иных параметров, измеряемых на работающем двигателе [2].

Под термогазодинамическими параметрами понимаются параметры, описывающие термодинамику процессов в проточной части двигателя. К ним относятся: температура, давление, расход воздуха, газа, топлива, скорость течения, частота вращения роторов, тяга и т.п.

К не термогазодинамическим параметрам относят давление и температуру масла, давление топлива, уровни вибраций и т.д.

Ниже рассмотрены работы, связанные с реализацией параметрических методов контроля и диагностики по термогазодинамическим параметрам на установившихся режимах работы газотурбинных двигателей [3].

2. Выбор метода идентификации

В настоящее время известен целый ряд методов идентификации, отличающихся по используемому критерию адекватности и опирающихся на различную априорную информацию.

Например, в работе [1] выделено четыре типа оценок:

1) оценки по методу наименьших квадратов, которые не требуют никакой априорной информации об объекте и ошибках измерений;

2) оценки по обобщенному методу наименьших квадратов, использующие ковариационную матрицу ошибок;

3) оценки максимального правдоподобия, для вычисления которых необходимо знание распределения вероятности ошибок;

4) байесовские оценки, опирающиеся дополнительно на знание априорных плотностей вероятностей неизвестных параметров модели.

В данной работе используется метод гребневых оценок (ридж-оценок).

Таблица 1. Основные исходные параметры ТЖ-100

№ режим, %	R , кН	$T_{\text{вых}}$, К	$C_{\text{уд}}$, кг/кН·ч
50	100	773,15	280
55	140	773,15	248
60	180	778,15	220
65	230	803,15	195
70	290	823,15	171
75	370	853,15	155
80	450	888,15	140
85	550	923,15	131
90	670	963,15	126
95	880	1013,15	125
100	1100	1073,15	127

Таблица 2. Результаты расчета по модели ТЖ-100 до идентификации

№ режим, %	R , кН	$T_{\text{вых}}$, К	$C_{\text{уд}}$, кг/кН·ч
50	66,6184	803,115	338,717
55	190,661	806,021	202,764
60	278,919	850,223	178,049
65	327,495	868,204	168,784
70	427,875	913,145	157,338
75	509,726	938,688	149,529
80	594,118	945,235	140,456
85	627,753	930,415	134,623
90	681,031	898,695	124,909
95	811,058	985,891	127,886
100	888,568	1048,39	131,215

Таблица 3. Параметры ТЖ-100 после проведения многорежимной идентификации

№ режим, %	R , кН	$T_{\text{вых}}$, К	$C_{\text{уд}}$, кг/кН·ч
50	100	774,785	281,698
55	141	773,54	249,136
60	180	779,934	220,339
65	231	804,133	194,053
70	291	822,851	172,766
75	370	851,798	153,967
80	450	886,621	141,947
85	551	921,143	132,839
90	671	961,546	126,33
95	880	1013,751	124,928
100	1100	1073,14	126,25

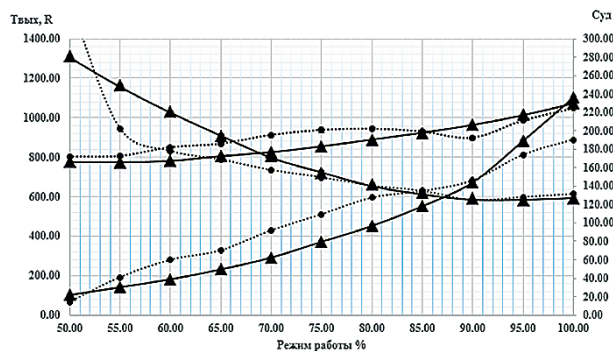


Рис. 1. Изменение параметров R , $T_{\text{вых}}$ и $C_{\text{уд}}$ в зависимости от режима работы:
 — по документации;
 - - - до идентификации;
 ▲ — после многорежимной идентификации

В качестве объекта исследования выбран двигатель ТЖ-100 (Чехия) – одновальный газотурбинный воздушно-реактивный двигатель с одноступенчатым компрессором, кольцевой камерой сгорания, одноступенчатой осевой турбиной и выхлопным (реактивным) соплом. Данные из технической документации ТЖ-100 приведены в табл. 1, результаты расчета по модели ТЖ-100 до идентификации – в табл. 2.

В результате многорежимной идентификации математической модели ТЖ-100 получены следующие параметры (табл. 3).

3. Заключение

В процессе выполнения представленной научной работы разработаны:

- метод параметрической идентификации математической модели ГТД на установившихся режимах работы для определения характеристик компрессоров (вентиляторов) и турбин при их работе в системе ГТД;
- методики (обратные задачи термогазодинамического анализа) для оценки коэффициента восстановления полного давления и коэффициента полноты сгорания в камере сгорания при ее работе в системе ГТД.

Список использованных источников

- [1] Цховребов М.М., Эзрохи А.Ю., Дрыгин А.С. Применение идентифицированной математической модели газотурбинного двигателя для анализа результатов испытаний // Авиационные двигатели и силовые установки. ТОРУС ПРЕСС, 2010. С. 153–159.
- [2] Кеба И.В. Диагностика авиационных газотурбинных двигателей. М.: Транспорт, 1980. 248 с.
- [3] Кофман В.М. Метод параметрической идентификации математических моделей ГТД на установившихся режимах работы // Вестн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 2009. Т. 13, № 1(34). С. 57–65.

Исследование смещения потока за лопаточным завихрителем в свободном пространстве

Нгуен Тхэ Дат, Ю.Б. Александров, Б.Г. Мингазов, Сулаиман Али Исса¹

¹ КНИТУ-КАИ им. Туполева, Казань
e-mail: nguyenthedat1609@gmail.com

1. Введение

В большинстве камер сгорания современных газотурбинных двигателей (ГТД) наземного и авиационного назначения на входе в жаровую трубу, концентрично с топливной форсункой, устанавливаются лопаточный завихритель. Это устройство создает закрутку воздушного потока, вследствие чего в центре закрученной струи возникает разрежение и образуется зона обратных токов. По мере увеличения угла установки лопаток возрастает зона обратных токов (ЗОТ) и улучшается стабилизация пламени, однако при этом возрастает гидравлическое сопротивление. Кроме того, лопаточный завихритель определяет качество смешения потока и

топлива и тем самым влияет на полноту сгорания и эмиссию вредных веществ из камеры сгорания.

В настоящее время большое количество работ [1 – 4] посвящено рассмотрению процессов смешения струй в закрученных потоках. В большинстве из них (Лефевр А., Костерин В.А., Гупта А., Ахмедов Р.Б. и др.) предлагается оценивать процесс смешения с помощью коэффициента смешения, представляющего собой отношение расходов эжектированного воздуха к расходу закрученной струи:

$$m = G_3 / G_3, \quad (1)$$

где m – коэффициент смешения; G_3 – расход эжектированного воздуха; G_3 – расход закрученной струи.