

УДК629.735.03.08(045)

С.А. Дмитриев, О.И.Чумак, С.Г. Губань

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ГТД-350 С ЗАКОНЧЕННЫМ КАЛЕНДАРНЫМ МЕЖРЕМОНТНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ

Рассмотрена проблема неполной выработки межремонтного ресурса авиационными газотурбинными двигателями ГТД-350 авиационных предприятий Украины, у которых закончился календарный межремонтный срок службы. Дана оценка экономического ущерба от недопроизводства ресурса и предложены пути решения данной проблемы.

Авиационный газотурбинный двигатель ГТД-350 имеет межремонтный календарный срок службы шесть лет и межремонтный ресурс 1000 летных часов. За период межремонтного календарного срока службы двигатели в среднем вырабатывают только 70 % межремонтного ресурса в часах (700 летных часов). Таким образом, в пределах межремонтного ресурса двигатели недорабатывают 300 летных часов. Стоимость ремонта двигателя составляет от 10 000 до 350 000 у.е., откуда следует, что относительная стоимость летного часа составляет от 11 до 35 у.е., а стоимость невыработанного ресурса – от 3300 до 10 500 у.е. Парк двигателей ГТД-350, имеющих в Украине, насчитывает 1620 штук. Следовательно, потери от недопроизводства ресурса составляют от 534 600 до 17 010 000 у.е. Кроме того, ввод в эксплуатацию двигателей, которые не выработали ресурс, имеет большое социальное значение, т.к. авиапредприятия смогут выполнять перевозки с большей эффективностью. Поэтому проблема ввода в эксплуатацию двигателей, отработавших календарный срок службы, но не выработавших межремонтный ресурс в часах, является очень актуальной задачей, требующей оперативного решения.

Для объективной оценки возможности дальнейшей эксплуатации таких двигателей необходимо оценить реальные параметры рабочего процесса, состояние конструктивных элементов проточной части и агрегатов основных систем. С этой целью разработан и создан экспериментальный газодинамический стенд для исследования рабочего процесса турбовального двигателя ГТД-350 с оригинальной системой загрузки свободной турбины. Стенд позволяет как проводить испытания двигателя во всем эксплуатационном диапазоне установившихся режимов, так и осуществлять пробу приемистости и сброс газа. Причем загрузочное устройство свободной турбины обеспечивает возможность моделирования переходного процесса по турбокомпрессору (воздействие рычагом управления двигателем при постоянной внешней нагрузке) и по свободной турбине (изменение внешней нагрузки при заданном положении рычага управления двигателем).

Двигатель работает следующим образом. Воздух из атмосферы через лемнискатный воздухозаборник 38 (рис.1) поступает в центробежный компрессор 32, после чего в воздухозаборную улитку 33. Из улитки по двум горизонтально расположенным вдоль двигателя трубам 38 воздух поступает к задней части двигателя в камеру сгорания, состоящую из наружного корпуса 30, жаровой трубы 29, топливной форсунки 28 и пускового воспламенителя 27. Рабочее тело из камеры сгорания поступает в одноступенчатую турбину компрессора 40, связанную валом 39 с компрессором, а затем в двухступенчатую свободную турбину 37. Из свободной турбины газ поступает в газосборник 35 и выходит в атмосферу через выхлопной патрубок 22. Мощность, вырабатываемая турбиной винта, через редуктор 21 передается на выходной вал 13. Работу двигателя обеспечивают основные системы: масляная, топливная, запуска.

Двигатель установлен на подмоторной раме 41. Топливо к насосу высокого давления двигателя 26 подается из топливохранилища подкачивающим насосом 10. В магистрали подачи

лива установлены запорный вентиль 6, трехходовой кран 7, фильтры 11, 15, пожарный кран 16, обратный клапан 9. Для измерения расхода топлива предусмотрен штихпровер 5.

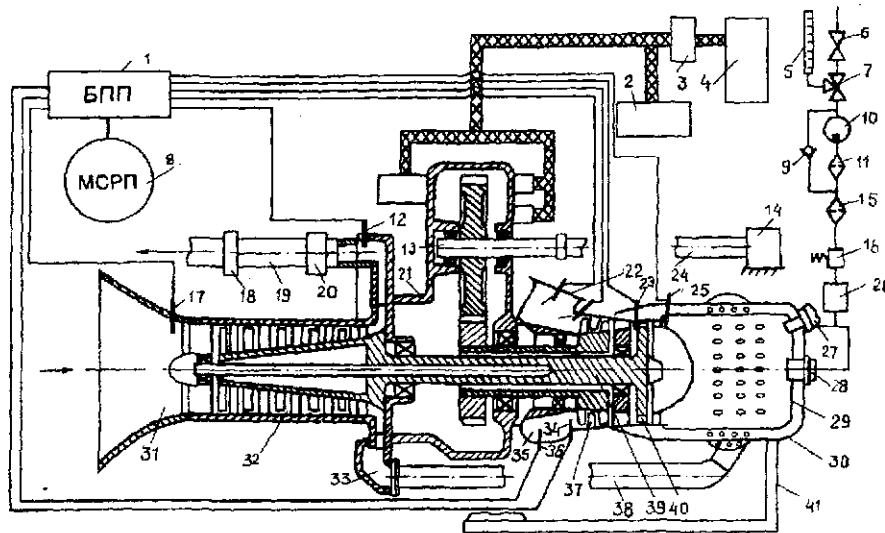


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментального стенда для исследования рабочего процесса двигателя ГТД-350

Электротормоз 14 преобразует передаваемый от двигателя через карданный вал 24 крутящий момент в электрическую энергию, которая поглощается специально разработанным нагрузочным устройством. Запуск двигателя осуществляется электростартером, питаемым от энергоузла 4 через блок автоматики 3.

Электротормоз разработанного нагрузочного устройства (рис. 2) выполнен на базе двух авиационных генераторов переменного тока ГТ120П4. Генераторы 17 и 19 корпусом 18 соединены в один блок. С помощью опор 15 и 20 генераторы через подшипники 14, 21 опираются на две вертикальные стойки 29, 33 рамы 35. Крутящий момент от карданного двигателя через вал 22, проходящий внутри переднего генератора 19, передается на приводной вал заднего генератора 17.

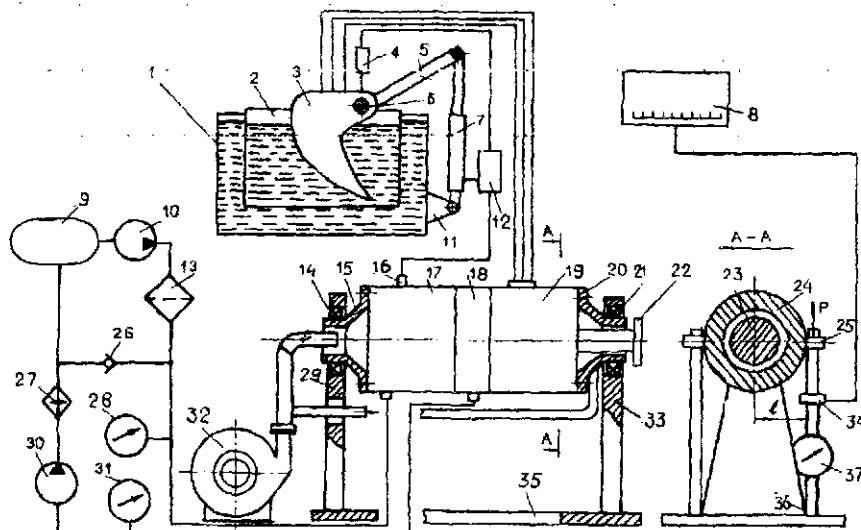


Рис. 2. Схема разработанного нагрузочного устройства

Момент от ротора электротормоза 23 за счет взаимодействия его магнитного поля с полем статора 24 передается на статор. Так как статор закреплен на раме не жестко, а может поворачиваться в подшипниках 14 и 21, возникающий момент через кронштейн 25

деформирует стержень 30, соединяющий этот кронштейн с рамой электротормоза. Деформация стержня воспринимается механическим динамометром 37 и электрическим динамометром. Последний состоит из наклеенного на стержень тензометрического датчика 34 и расположенного на пульте управления указателя 8. Деформация пропорциональна передаваемому крутящему моменту, что дает возможность его измерения. Для тарировки измерителя крутящего момента к кронштейну 25 прикладывали усилие P , которое воздействует на динамометры 34 и 37 и создает на статоре момент $M=Pl$, где l расстояние от оси вращения статора до точки приложения силы P . Каждому значению силы P будут соответствовать определенные значения момента M и показания z указателя 8. По этим значениям строили тарировочный график $M=f(z)$.

Мощность, вырабатываемая электротормозом, поглощается жидкостным реостатом, состоящим из внутреннего бака 2, заполненного электролитом, и трех электродов 3, которые вращаются на оси 6. С помощью дистанционно управляемого электромеханизма 7, закрепленного одним концом через кронштейн 11 к наружному баку 1, а другим к рычагу 5, все три электрода могут погружаться в электролит на различную глубину. По мере погружения электродов в электролит уменьшается сопротивление межэлектродного промежутка, возрастают ток нагрузки электротормоза и поглощаемая им мощность. Выделяющееся в баке 2 тепло отводится к циркулирующей между баками 1 и 2 охлаждающей воде.

Система загрузки позволяет поддерживать постоянную частоту вращения роторов электротормоза и соответственно ротора турбины винта двигателя ГТД-350. Для этого сигналы от датчика частоты вращения 16 и датчика углового положения электродов 4 поступают в блок автоматики 12, который в случае увеличения частоты вращения подает команду электро-механизму 7 на погружение электродов, а в случае уменьшения – на поднятие электродов.

Для смазки и охлаждения вращающихся частей электротормоза была выполнена отдельная маслосистема. Масло к подшипникам из бака 9 нагнетается насосом 10 через фильтр 13. Из полостей слива электротормоза оно откачивается насосом 30 в маслорадиатор 27 и после охлаждения поступает в бак 9. Давление масла регулируется редукционным клапаном 26. Температура и давление масла измеряются приборами 28 и 31. Воздух для охлаждения маслорадиаторов и генераторов электротормоза подается вентилятором 32, приводимом во вращение отдельным электродвигателем.

Для измерения параметров рабочего процесса в характерных сечениях двигателя в соответствующих местах установлены приемники полного и статического давления и температуры 12, 17, 22, 23, 24, 25, 34, 36 (см. рис. 1). Их сигналы регистрируются приборами, установленными на пульте управления 2, поступают на блок первичных преобразователей 1 и записываются на магнитный накопитель 8 типа МСРП-64. В качестве первичных преобразователей использованы потенциометрические датчики давления типа МД и МДД. Сигналы от термодатчиков поступают на усилители постоянного тока типа УПП-1, после чего записываются на МСРП.

С целью оценки влияния отбора воздуха из-за компрессора на положение линии рабочих режимов в поле характеристики и на функциональные параметры газотурбинного двигателя установлен специальный клапан 20, позволяющий плавно регулировать расход отбираемого воздуха. Отбираемый воздух по трубопроводу 19 отводится в атмосферу. С помощью установленного в трубопроводе 19 дроссельного расходомера 18 можно измерять расход воздуха.

На основе проводимых на экспериментальном стенде исследований дроссельных характеристик, снятых по всем параметрам, измеряемым штатными приборами, с последующей оценкой деградации этих характеристик; дефектации наиболее нагруженных конструктивных элементов проточной части; оценки работоспособности агрегатов топливной системы на основе их дефектации (особенно резиновых изделий), научного обоснования подконтрольной эксплуатации двигателей ГТД-350 планируется разработать рекомендации и требования по эксплуатации двигателей ГТД-350 после окончания календарного срока службы в пределах межремонтного ресурса в часах.

Стаття надійшла до редакції 27 вересня 1999 року.