



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Факультет «А» РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Отчет по производственной практике

Студент группы А9М31

подпись, дата А.С. Акилов

Проверил

подпись, дата И.В. Тетерина

Санкт-Петербург, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
1 Руководство по эксплуатации газотурбинного двигателя	3
1.1 Оформление страниц руководства	3
1.2 Лист регистрации изменений	3
1.3 Перечень действующих страниц	4
1.4 Технологические карты	6
2 Турбовальный двигатель ТВЗ-117	7
2.1 Компрессор	7
2.2 Камера сгорания	8
2.3 Узел турбин	9

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных документов сопровождающих выпуск любого авиационного двигателя является руководство по его эксплуатации. В данных документах приведены основные сведения о конструкции и работе двигателя, его узлов, систем и агрегатов, описаны методы отыскания и устранения неисправностей, а также технология демонтажа и монтажа деталей, узлов и агрегатов, заменяемых в эксплуатации, методика осмотров, проверок, регулировок и других видов обслуживания двигателя и его систем.

Цели задачи производственной практики: ознакомиться со структурой руководств по эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей на примере двигателя ТВЗ-117;

1 Руководство по эксплуатации газотурбинного двигателя

Руководства по эксплуатации газотурбинных двигателя состоят из трех книг. Первые две книги являются общими для всех модификаций двигателя.

В первой книге помещен раздел:

- Двигатель.

Во второй книге помещены разделы:

- Топливная система двигателя;
- Система отбора воздуха;
- Приборы контроля двигателя;
- Система запуска двигателя.

В третьей книге приведены отличия конструкции, особенности эксплуатации и технического обслуживания конкретной модификации двигателя.

Для отыскания требуемого материала в начале каждого раздела руководства приведено его содержание. В каждом разделе (подразделе, пункте) материал разделяется на темы с нумерацией страниц по следующему единому принципу: описание и работа с 1 по 100 страницу, отыскание и устранение неисправностей с 101 по 200 страницу, технология обслуживания с 201 по 300 страницу. Технология обслуживания в отдельных случаях детально разделяется на другие подразделы.

В начале каждой книги руководства приводится перечень основных сокращения и условных обозначений, используемых в тексте руководства.

1.1 Оформление страниц руководства

Вверху каждой страницы указывается название руководства по эксплуатации. Внизу страницы указывается номер текущего раздела, подраздела, пункта, номер страницы и дата последнего изменения этой страницы.

1.2 Лист регистрации изменений

В начале каждой книги руководства присутствует лист регистрации изменений, в котором указываются номер раздела, подраздела, пункта и номер страницы, информация на котором подвергается какому-либо изменению. Также здесь отмечают название документа, сопровождающего это изменение (бюллетень), и дату его проведения.

ТВЗ-117
РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ — ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1. Общая часть

1.1. Топливная система двигателя предназначена для очистки, подачи и регулирования расхода топлива (G_f) в камеру сгорания (КС) двигателя, управления механизацией компрессора двигателя и отключения воздушного стартера (СВ).

1.2. Топливная система включает в себя:

систему низкого давления;
систему основного контура;
систему ограничения температуры газов (t_g) перед турбиной компрессора;
систему защиты свободной турбины (СТ);
дренажную систему;
трубопроводы.

На некоторых модификациях в топливную систему входит система ограничения режимов работы двигателя (см. кн. 3, 073.15.00).

1.3. Взаимодействие элементов топливной системы, а также ее управление показано в кн. 3 (см. 073.00.00, рис. 1).

2. Описание

2.1. Система низкого давления.

Система низкого давления предназначена для повышения давления топлива, его очистки и подачи в систему основного контура.

Описание и работа системы приведены в 073.11.00.

2.2. Система основного контура.

Система основного контура предназначена для подачи топлива в камеру сгорания, регулирования его расхода, управления механизацией компрессора и отключения воздушного стартера.

Описание и работа системы приведены в 073.12.00.

2.3. Система ограничения температуры газов перед турбиной.

Система ограничения t_g перед турбиной предназначена для автоматического ограничения до заданного предела t_g перед турбиной компрессора уменьшением подачи топлива в камеру сгорания.

Описание и работа системы приведены в 073.17.00.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНО: ВСЕ

073.00.00

Стр. 1
Янв 15/86

Рисунок 1.1 – Пример оформления листов руководства по эксплуатации

1.3 Перечень действующих страниц

Далее по документу приводится перечень действующих страниц. Здесь указываются все разделы руководства, соответствующие им номера страниц и даты их последнего изменения.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номер раздела, подраздела, пункта	Номер страницы			Номер доку- мента	Входящий № сопро- водитель- ного до- кумента и дата	Под- пись	Дата
		изме- ненной	новой	анну- лиро- ванной				

Рисунок 1.2 – Лист регистрации изменений

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ СТРАНИЦ

Раздел, подраздел, пункт	Стр.	Дата	Раздел, подраздел, пункт	Стр.	Дата
Введение	1	Янв 15/86	073.01.00	5	Нояб 17/93
	2	Янв 15/86		6	Нояб 04/03
	3	Янв 15/86	073.02.00	1	Нояб 04/03
	4	Янв 15/86		2	Нояб 04/03
Шмунгитул	—	—		3	Нояб 04/03
	—	—		4	Нояб 04/03
Лист регистрации изменений	1	Нояб 04/03		201	Нояб 04/03
	2	Янв 15/86		202	Нояб 04/03
Перечень действующих страниц	1	Нояб 04/03	073.03.00	203/204	Нояб 04/03
	2	Нояб 04/03		205/206	Янв 15/86
	3	Нояб 04/03		207	Нояб 04/03
	4	Нояб 04/03		208	Нояб 04/03
Содержание	1	Нояб 04/03	073.11.00	209/210	Нояб 04/03
	2	Нояб 04/03		1/2	Янв 15/86
	3	Нояб 04/03	073.11.01	1	Янв 15/86
	4	Нояб 04/03		2	Янв 15/86
073.00.00	1	Янв 15/86		3/4	Нояб 04/03
	2	Нояб 04/03		5	Янв 15/86
	3/4	Нояб 04/03		6	Нояб 04/03
	101	Нояб 04/03		7/8	Янв 15/86
	102	Янв 15/86		101	Янв 15/86
	103	Нояб 04/03		102	Янв 15/86
	104	Нояб 04/03	073.11.04	201/202	Нояб 04/03
	201	Янв 15/86		1	Нояб 04/03
	202	Янв 15/86		2	Нояб 04/03
	203	Янв 15/86		3/4	Нояб 04/03
	204	Янв 15/86		201/202	Янв 15/86
	205/206	Янв 15/86		203/204	Янв 15/86
	207/208	Янв 15/86		205/206	Нояб 04/03
073.01.00	1	Янв 15/86		207	Нояб 04/03
	2	Янв 15/86		208	Нояб 04/03
	3	Нояб 04/03		209/210	Янв 15/86
	4	Нояб 17/93		211	Янв 15/86
				212	Янв 15/86
				213/214	Янв 15/86
				215	Нояб 04/03

Рисунок 1.3 – Перечень действующих страниц

1.4 Технологические карты

Неотъемлемой частью руководства по эксплуатации являются технологические карты. В них содержатся необходимые сведения, инструкции для персонала, выполняющего какой либо технологический процесс или техническое обслуживание двигателя.

К РО №	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №202	На страницах 207...208
Пункт РО	Наименование работы: Замена штуцера-эжектора, прочистка жиклерного отверстия эжектора и продувка воздушного трубопровода	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ
<p>1. Демонтаж</p> <p>1.1. Расстопорите и отверните накидные гайки трубопровода подвода воздуха к штуцеру (1) эжектора (см. рис. 4), трубопровода подвода дренажного топлива, расстопорите штуцер-эжектор.</p> <p>1.2. Отведите на себя трубопровод подвода воздуха и, отворачивая штуцер-эжектор, выведите поворотный штуцер (2) из соединения с ниппелем трубопровода подвода дренажного топлива, выверните полностью штуцер-эжектор из Корпуса (3) патрубка вместе с поворотным штуцером (2) и уплотнительными кольцами на нем.</p> <p>2. Монтаж</p> <p>2.1. Переставьте поворотный штуцер (2) и уплотнительные кольца на устанавливаемый штуцер-эжектор, отведите на себя трубопроводы, заверните штуцер-эжектор в корпус (3), предварительно подсоединив к поворотному штуцеру (2) трубопровод подвода дренажного топлива.</p> <p>2.2. Заверните, затяните и застопорите все детали узла. ВНИМАНИЕ. ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОЛОМКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОТВОРАЧИВАНИИ И ЗАВОРАЧИВАНИИ НАКИДНЫХ ГАЕК ТРУБОПРОВОДОВ И ШТУЦЕРА-ЭЖЕКТОРА ПРИДЕРЖИВАЙТЕ СОЕДИНЯЕМУЮ ДЕТАЛЬ ВТОРЫМ КЛЮЧОМ.</p> <p>3. Прочистка жиклерного отверстия эжектора и продувка воздушного трубопровода</p> <p>3.1. Расстопорите и отверните гайки трубопроводов подвода воздуха и топлива к штуцеру (1) эжектора.</p>		Контроль

Рисунок 1.4 – Пример технологической карты

2 Турбовальный двигатель ТВЗ-117

Турбовальный двигатель ТВЗ-117 предназначен для установки на вертолет. По своим техническим данным и эксплуатационным качествам двигатель соответствует современным техническим требованиям, предъявляемым к двигателям данного класса.

Двигатель эксплуатируется в составе силовой установки вертолета, куда входят два двигателя. Правый и левый двигатели силовой установки взаимозаменяемы при условии разворота выхлопного патрубка.

Особенностью конструкции турбовального двигателя является наличие свободной турбины (СТ), кинематически не связанной с ротором турбокомпрессора (ТК). Мощность, развиваемая свободной турбиной, передается редуктору и составляет эффективную мощность двигателя. Эта особенность имеет ряд конструктивных и эксплуатационных преимуществ: позволяет получить желаемую частоту вращения ротора свободной турбины независимо от частоты вращения ротора турбокомпрессора двигателя; облегчает раскрутку ротора ТК при запуске двигателя; позволяет получить оптимальные расходы топлива при различных условиях эксплуатации двигателя; исключает необходимость фрикционной муфты в силовой установке вертолета. Двигатель может эксплуатироваться на вертолете как с установленным на входе пылезащитным устройством, так и без него. На отдельных модификациях может быть установлено экрано-выхлопное устройство.

Двигатель состоит из следующих основных узлов и систем:

- осевого компрессора;
- камеры сгорания;
- узла турбин;
- выхлопного устройства;
- приводов вспомогательных устройств;
- системы смазки и суфлирования;
- топливной системы;
- системы отбора воздуха;
- приборов контроля работы двигателя;
- системы запуска.

2.1 Компрессор

Компрессор двигателя - осевой, двенадцатиступенчатый, с поворотными лопатками входного направляющего аппарата и направляющих аппаратов первых четырех ступеней, с двумя клапанами перепуска воздуха из-за седьмой ступени компрессора.

Корпус компрессора состоит из четырех кольцевых корпусов, в кото-

рые монтируются лопатки поворотных направляющих аппаратов первых четырех ступеней, направляющих аппаратов 5-II ступеней (состоящих из двух половин) колец рабочих колес и спрямляющего аппарата. Передним фланцем корпус компрессора крепится к корпусу первой опоры двигателя, задним фланцем - к фланцу наружного корпуса диффузора камеры сгорания.

Ротор компрессора - дискобарабанной конструкции. Все диски, кроме диска первой ступени, сварены между собой. Диск первой ступени крепится к барабану. Крепление лопаток осуществляется замком типа "ласточкин хвост". Передний роликовый подшипник ротора установлен в корпусе первой опоры, задний шариковый подшипник ротора установлен в корпусе второй опоры, который крепится к спрямляющему аппарату.

Для управления лопатками на их верхних цапфах установлены рычаги, которые через сферические подшипники входят в зацепление с осями поворотных колец.

Входной направляющий аппарат состоит из отдельных поворотных лопаток, установленных верхними и нижними цапфами в соответствующие гнезда корпуса первой опоры. В нижних цапфах лопаток входного направляющего аппарата (ВНА) имеются отверстия, через которые горячий воздух из кольцевой полости первой опоры поступает на обогрев передних кромок лопаток ВНА.

2.2 Камера сгорания

Камера сгорания служит для преобразования химической энергии топлива в тепловую путем организации эффективного сгорания топлива в потоке воздуха, поступающего из компрессора.

Камера сгорания двигателя - кольцевая, прямоточная, состоит из следующих основных узлов: корпуса камеры сгорания, являющегося наружным корпусом диффузора, внутреннего корпуса диффузора, жаровой трубы и топливного коллектора с двенадцатью форсунками.

Передним фланцем корпус камеры сгорания крепится к корпусу спрямляющего аппарата компрессора, а задним - к корпусу сопловых аппаратов турбины компрессора.

В переднем поясе корпуса камеры сгорания расположены: фланец, дренажный штуцер, фланец подвода масла, два фланца для крепления трубок суфлирования, два фланца для установки свечей зажигания, три фланца для крепления подвесок, при помощи которых устанавливается коллектор. В задней части корпуса камеры сгорания расположен фланец, к которому крепится трубка отбора воздуха на противообледенительную систему.

Жаровая труба кольцевого типа состоит из наружного и внутреннего обтекателей с вваренными во внутренний обтекатель двенадцатью завих-

рителями, двух секций смесителя и двух опорных секций.

Наружный обтекатель, внутренний, опорные секции соединяются между собой гофрированными кольцами, к опорным секциям приварены опорные кольца. Хвостовая часть жаровой трубы опирается на внутреннюю и наружную обоймы соплового аппарата турбины компрессора опорными кольцами. На наружном обтекателе жаровой трубы имеются девять втулок для установки подвесок жаровой трубы, которыми она крепится к корпусу камеры сгорания. На четырех подвесках установлены штуцера, через которые производится отбор воздуха.

В зону горения жаровой трубы воздух поступает через отверстия в наружном обтекателе, а также через двенадцать завихрителей. В завихрителях установлены плавающие кольца, служащие для компенсации термических расширений жаровой трубы.

Работает камера следующим образом: сжатый воздух поступает из компрессора в переднюю полость кольцевого диффузора, в которой разделяется на два потока: первичный, попадающий в зону горения жаровой трубы, и вторичный, идущий на охлаждение жаровой трубы и турбины. Вторичный воздух, поступивший в кольцевые каналы, образованные наружным и внутренним обтекателями жаровой трубы и наружным и внутренним корпусами диффузора, омывает стенки жаровой трубы, а также через щели и отверстия в секциях входит в жаровую трубу. В передней части жаровой трубы происходит интенсивное сгорание топлива в завихренном потоке воздуха. В задней части жаровой трубы происходит перемешивание горячих газов с поступающим вторичным воздухом и соответствующее снижение температуры газов. Распыленное форсунками топливо сгорает в завихренном потоке воздуха, и горячие газы попадают в зону смешения. В зоне смешения к горячим газам добавляется вторичный воздух, поступающий через отверстия, имеющиеся в наружной и внутренней секциях. Эффективное охлаждение стенок жаровой трубы осуществляется вторичным воздухом, входящим внутрь жаровой трубы через наружные и внутренние щели, образованные гофрированными кольцами. Количество и размер отверстий и щелей жаровой трубы подобраны таким образом, что они обеспечивают хорошее перемешивание газов, высокий коэффициент полноты сгорания и равномерное температурное поле горячих газов перед сопловым аппаратом турбины компрессора.

2.3 Узел турбин

Двигатель имеет две кинематически не связанные между собой турбины: турбину компрессора, которая предназначена для привода компрессора и агрегатов двигателя, и свободную турбину, обеспечивающую привод винтов вертолета через трансмиссию и редуктор, а также привод агрегатов

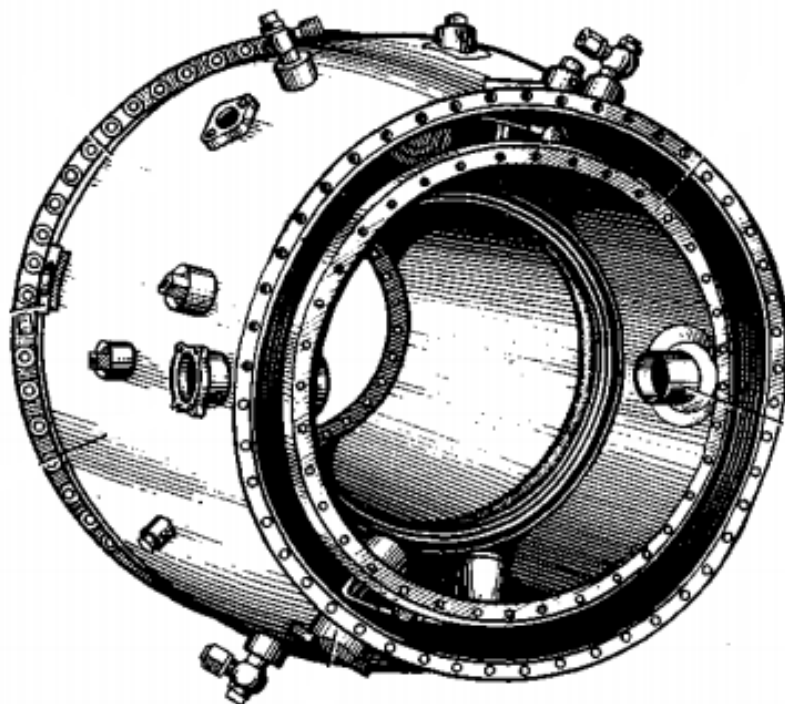


Рисунок 2.1 – КС ТВЗ-117

редуктора.

Турбина компрессора - двухступенчатая осевая, служит для привода компрессора и агрегатов двигателя.

Корпус сопловых аппаратов турбины компрессора сварной и крепится своим передним фланцем к фланцу корпуса камеры сгорания, а задним фланцем - к корпусу соплового аппарата свободной турбины. На наружной поверхности корпуса имеются четырнадцать опорных фланцев для крепления термопар. В корпус вставлена обойма с уплотнением, расположенным над гребешками лабиринта рабочего колеса первой ступени турбины компрессора.

Сопловой аппарат первой ступени состоит из наружной обоймы, набора сопловых лопаток, внутренней обоймы и фланца. Наружная обойма спереди крепится к внутреннему фланцу корпуса болтами с применением сухарей, которые обеспечивают радиальное смещение наружной обоймы относительно корпуса без нарушения центрирования, а сзади устанавливается и центрируется на кольце, которое фиксируется в осевом направлении обоймой. В наружной обойме имеются прорези для установки сопловых лопаток и четырнадцать отверстий под термопары. Внутренняя обойма соединена болтами с фланцем, которым она крепится к внутреннему корпусу диффузора камеры сгорания. К конусной части фланца приклепан корпус

лабиринта и приварен корпус лабиринта с уплотнениями. На внутренней обойме имеются профильные прорезы для установки сопловых лопаток. Сопловые лопатки - литые, полые. Для охлаждения сопловых лопаток вторичный воздух камеры сгорания поступает через втулки в полость лопаток и через отверстия на выходных кромках поступает в проточную часть.

Ротор турбины компрессора состоит из вала, двух дисков - первой ступени и второй ступени, с рабочими лопатками, а также четырех покрывающих дисков. Вал и диски первой и второй ступеней сцентрированы и сцеплены друг с другом торцевыми шлицами и стянуты стяжными болтами. Покрывающие диски центрируются, опираясь на соответствующие буртики в дисках первой и второй ступеней. От проворачивания относительно ротора первый покрывающий диск фиксируется штифтами, второй и третий покрывающий диски - стопорами, четвертый покрывающий диск - стяжными болтами. На валу, а также на первом, втором, третьем и четвертом покрывающих дисках имеются гребешковые пояса (4 пояса), которые совместно с прилегающими деталями статора образуют воздушные лабиринтные уплотнения. Крепление лопаток в дисках осуществляется с помощью замка "елочного" типа. На концах рабочих лопаток имеются полки, которые образуют кольцевой бандаж на периферии рабочего колеса. На наружной поверхности полок выполнены гребешки, которые на периферии рабочего колеса образуют кольцевой газовый лабиринт. Крутящий момент от турбины к компрессору передается через эвольвентные шлицы, имеющиеся на конце вала турбины. Роторы турбины и компрессора соединяются стяжной втулкой, которая стопорится фиксатором. Гайка затягивает внутреннюю обойму подшипника третьей опоры и стопорится стопорным кольцом, входящим торцевыми выступами в пазы на торце цапфы диска второй ступени. Ротор турбины компрессора опирается на две опоры. Передней опорой служит задняя цапфа компрессора с шарикоподшипником второй опоры. Задней опорой служит роликовый подшипник третьей опоры двигателя, на который ротор опирается цапфой диска второй ступени.

Свободная турбина - двухступенчатая, осевая, служит для создания мощности, передаваемой через трансмиссию и редуктор на вращение винтов вертолета, а также агрегатов редуктора.